

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
 (повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
 (повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 20_ р.

Випускна кваліфікаційна робота

магістра
 (освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Телекомунікаційна інфраструктура системи автоматичного
моніторингу роботи вузлів гірничо-шахтного обладнання»

Виконав : студент 2 курсу, групи ТКРм-19
 (шифр групи)

спеціальності

172 Телекомунікації та радіотехніка
 (шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Старіковського О. А.
 (прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник к.т.н., доцент Воропаєва В. Я.
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
 запозичень з праць інших авторів без
 відповідних посилань.*

Студент _____
 (підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
 (повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
 (повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
 (дата)

з оцінкою _____
 секретар ДЕК _____
 (підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

_____ магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Телекомунікаційна інфраструктура системи автоматичного
моніторингу роботи вузлів гірничо-шахтного обладнання»

Виконав студент групи ТКРМ-19 _____ Старіковський О.А.
 (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник к.т.н., доцент Воропаєва В. Я. _____
 (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій _____
 (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти _____
 (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер _____ асис. Д.О.Жуковська
 (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»¹

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації

електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь магістрант

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

/_____/

“___” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Старіковському Олександрю Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Телекомунікаційна інфраструктура системи автоматичного моніторингу роботи вузлів гірничо-шахтного обладнання»

керівник роботи:

к.т.н., доцент Воропаєва В. Я.

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

затверджені наказом від “23” вересня 2019 року № 693

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: Характеристика стандартної системи моніторингу ГШО, план побудови системи УТАС.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 1) провести аналіз стану телекомунікаційної мережі в міських та ра-йонних амбулаторіях;
- 2) визначити напрямки та способи передачі інформації;
- 3) провести апаратний синтез, розробити рекомендації щодо монтажу системи, розробити схему з'єднань;
- 4) розробити топологічні, структурні та функціональні рішення для побудови мережі;
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - структурна схема;
 - функціональна схема;
 - схема розміщення устаткування

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз системи проектування	22.09.20	
2	Аналіз засобів збору інформації, дослідження та аналіз виробництва	15.10.20	
3	Дослідження устаткування обладнання	27.10.20	
4	Дослідження протоколу передачі даних	09.11.20	
5	Розробка та моделювання сегментів системи	18.11.20	
6	Охорона праці	28.11.20	
7	Оформлення проекту	15.12.20	
8	Захист проекту	23.12.20	

Студент

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Лист зауважень

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Старіковський Олександр Андрійович. Телекомунікаційна інфраструктура системи автоматичного моніторингу роботи вузлів гірничо-шахтного обладнання / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістрант» за спеціальністю 6.050903 Телекомунікації. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 95 сторінок, складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліка використаних джерел з 16 найменувань, 2 додатки, 22 рисунки, 16 таблиць.

Відповідно до поставленого завдання в роботі проведено комплексне проектування мережі автоматичного моніторингу та реагування із використанням спеціалізованих технологій для забезпечення можливості контролю елементів системи та збору інформації на спеціальному сервері. Результати проектування системи дають можливість проводити моніторинг діяльності працівників та гірничо-шахтного обладнання, контролювати елементи мережі і збирати з них інформацію для подальшого аналізу. При реалізації робочої мережі підприємство може максимально точно дослідити, які сегменти потребують модернізації, можливості встановлення обладнання з оптимальним співвідношенням ціни та якості, а також автоматизувати окремі елементи задля покращення якості робочого процесу.

Ключові слова: МЕРЕЖА, КОНТРОЛЕР, ДАТЧИК, INTERNET, ETHERNET, RS-485, ПОВТОРЮВАЧ, ЛІНІЯ ЗВ'ЯЗКУ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПРОТОКОЛ.

Список публікацій здобувача:

1. Старіковський О.А. Порівняльний аналіз сучасних варіацій САМГШО та телекомунікаційних технологій що в них забезпечуються / Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених «Телекомунікації, автоматизація, комп'ютерно-інтегровані та інформаційні технології» (ТАК-2020), 25.11.2020 р. – Покровськ ДВНЗ «ДонНТУ», 2020р.

2. Старіковський О.А. Реалізація бездротових технологій зв'язку в умовах підземної роботи гірничо-видобувної промисловості / Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та рішень» (АКУ-2020), 21.05.2020 р. – Покровськ ДВНЗ «ДонНТУ», 2020р.

ABSTRACT

Starikovskiy Alexander Andreevich. Telecommunication infrastructure of the system of automatic monitoring of the work of mining equipment units / Final qualification work for the degree of "Master" in the specialty 172 Telecommunications and radio engineering. - SHEI DonNTU, Pokrovsk, 2020.

The work contains 84 pages, consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of sources used with 16 items, 2 addition, 22 pictures, 16 tables.

In accordance with the task, this work contains complex design of automatic network monitoring and response, using specialized technologies to ensure the ability to control system elements and collect information on a special server. The results of the system design make it possible to monitor the activities of employees and mining equipment, control the elements of the network and collect information from them for further analysis. When implementing a working network, the company can explore as accurately as possible which segments need modernization, the possibility of installing equipment with optimal value, as well as automate individual elements to improve the quality of the workflow.

Keywords: NETWORK, CONTROLLER, SENSOR, INTERNET, ETHERNET, RS-485, REPEATER, COMMUNICATION LINE, AUTOMATION, PROTOCOL.

List of applicant's publications:

1. Starikovskiy O.A. Comparative analysis of modern variations of SAMGSHO and telecommunication technologies provided in them / All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists "Telecommunications, automation, computer-integrated and information technologies" (TAC-2020), 25.11.2020 - Pokrovsk SHEI DonNTU », 2020

2. Starikovskiy O.A. Implementation of wireless communication technologies in the underground mining industry / All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists, graduate students and students

"Automation, control and management: the search for ideas and solutions" (ACM-2020), 21.05.2020 - Pokrovsk SHEI "DonNTU", 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	12
ВСТУП	13
1 АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ГІРНИЧО-ШАХТНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	17
1.1 Елементи САМГШО. Роль моніторингу в роботі гірничого підприємства.....	17
1.2 Формулювання задачі дослідження.....	32
Висновки до розділу 1.....	41
2 АНАЛІЗ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ГІРНИЧО-ШАХТНИХ УМОВАХ.....	42
2.1 Аналіз системи УТАС, її недоліки та переваги.....	42
2.2 Аналіз системи КАГІ, її недоліки та переваги.....	52
2.3 Засоби перетворювачів, Ethernet і міток для змішаних систем спостереження в умовах гірничо-шахтної промисловості.....	58
Висновки до розділу 2.....	62
3 РОЗРОБКА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ САМГШО.....	63
3.1 Структурна схема системи автоматичного моніторингу ГШО...63	
3.2 Розробка функціональної схеми.....	64
3.3 Моделювання сегменту датчик-контролер.....	67
3.4 Моделювання сегменту контролер-ПОК.....	73
Висновки до розділу 3.....	77
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СІТУАЦІЯХ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	78
4.1 Характеристика умов праці.....	78
4.2 Вимоги до виробничих приміщень.....	79
4.2.1 Фарбування та коефіцієнти відображення.....	79

	11
4.2.2 Освітлення.....	80
4.2.3 Параметри мікроклімату.....	81
4.2.4 Шум та вібрація.....	82
4.2.5 Електромагнітне та іонізуюче випромінювання.....	83
4.3 Ергономічні вимоги до робочого місця.....	84
4.4 Режим праці.....	88
Висновки до розділу 4.....	89
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	92
ДОДАТОК А. Система контролю нижнього рівня	94
ДОДАТОК В. Система контролю верхнього рівня	95

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

TCP/IP – Transmission Control Protocol/Internet Protocol;

IP – internet protocol; Ingress Protection;

PoE – Power over Ethernet;

QoS – Quality of Service;

УТАС – Уніфікована телекомунікаційна автоматизована система;

КАГІ – Комплекс аерогазовий інформаційний;

RFID – Radio Frequency IDentification;

RTU – Remote Terminal Unit;

TCP – Transmission Control Protocol;

TCP/IP – Transmission Control Protocol/Internet Protocol;

FE – Fast Ethernet;

GE – Gigabyte Ethernet;

ВСТУП

Актуальність роботи. Динамічний розвиток гірничо-шахтної промисловості в більшості викликано необхідністю досягнення двох основних показників якості виробництва, що складаються, по-перше, з рівня безпеки робочого процесу, а по-друге, з ефективною віддачі технологічної видобутку копалин з мінімальними витратами і відсутністю порушення існуючих стандартів безпеки. Однією з найголовніших технологій, що використовується в розвитку безпеки і ефективності роботи в гірській промисловості, є впровадження і розвиток систем інформаційного обміну, на основі яких можуть бути збудовані ряди датчиків, контролерів, перемикачів робочого обладнання та реєстрів порушень, що укупі можуть стати джерелом інформації для аналізу самим підприємством.

Необхідність аналізу інформації, отриманої із системи датчиків під землею полягає в тому, що на її основі можна розробити детальну і максимальну точну схему розвитку існуючих технологічних процесів і убезпечити життя персоналу шляхом запобігання аварійних ситуацій. Так само отримана інформація, згідно з концепцією індустріального інтернету речей, названого ІоТ, може бути передана до хмарних серверів для проведення дослідницьких обчислень і розробки більш сучасних алгоритмів автоматичного моніторингу та запобіжників аварійних ситуацій. Одним із прикладів комплексної системи моніторингу інформаційних потоків систем датчиків і контролю робочого процесу в умовах гірничо-шахтної промисловості можна назвати систему УТАС, або близький за технологією і концепції аналог під назвою система КАГІ.

Основою причиною існування потреби в реалізації систем автоматичного моніторингу є швидкість реагування системи на аварійні показники датчиків, а також можливість їх активного використання в місцях скопчення небезпечних газів, на подібні газу метану, або для прокладки в

нових виробках для контролю їх утворення. Небезпека від викидів газу метану і несправності обладнання є ключовою причиною високої смертності серед персоналу шахтних підприємств, що гинуть при обвалах, викликаних аварійними ситуаціями, на які не вдалося своєчасно відреагувати.

Виходячи з набору потреб, яких потребує гірничо-шахтна промисловість, можна скласти параметри і умови, яким повинна відповідати сучасна система автоматичного моніторингу гірничо-шахтного (САМГШО):

1) Система автоматичного моніторингу повинна виконувати збір інформаційних потоків з встановленої серії датчиків, які відстежують ряд технічних факторів, які використовуються в промисловості і є ключовим для безпеки та ефективності підприємства і робочого персоналу.

2) Система повинна пройти ряд перевірок і відповідати стандартам, які вказані для робочого обладнання гірничо-шахтної промисловості, щоб ті не порушували заданий правило забезпечення безпеки, вирізаючи можливість підвищення фактору небезпеки та утворення аварійної ситуації самою системою моніторингу.

3) Для забезпечення розвитку методів запобігання аварійним ситуаціям і можливості контролю виробництва, система автоматичного моніторингу повинна не тільки сама реагувати на зміни показників, а й передавати їх в диспетчерський пункт гірського контролю. Інформація в диспетчерському пункті так само може бути передана на віддалені термінали керівного або відповідального за виробничі процеси персоналу. В рамках концепції ІоТ дана система повинна мати можливість передавати масиви інформації з датчиків в хмарні сервіси для подальшого аналізу.

Крім забезпечення вимог стандартів безпеки в робочих умовах гірничо-шахтної промисловості, сучасні системи автоматичного моніторингу так само спрямовані на оптимізацію продуктивності підприємства. Вплив системи автоматичного моніторингу на виробництво може бути виражено за рахунок наступних чинників: Оптимізація промислових процесів за рахунок усунення простоїв робочого обладнання; Відстеження робочих процесів

персоналу і усунення ймовірності простою самого персоналу, викликаного незапланованими перервами; Моніторинг часу роботи обладнання і використання методів теорії ймовірності для запобігання поломок і підтримки високої готовності заміни обладнання, що може вийти з ладу, щоб не переривати робочий процес; накопичення масиву інформації для відділу, що займається аналізом підприємства, що дозволяє розробити більш точні моделі просування технологічних процесів шахт і кращого розуміння в затребуваності того чи іншого обладнання на даний момент.

Мета роботи. Метою даного дослідження є вивчення існуючих моделей і методів побудови сучасних систем автоматичного моніторингу, визначення кращої моделі базуючись на умовах, збудованих природою конструкції сучасних шахт вугільної промисловості, а також оптимізація отриманого оптимального рішення за допомогою власних пропозицій і розробок. Виходячи з поставлених завдань, пунктами даного дослідження є: аналіз систем автоматичного моніторингу та порівняння їх типів, функцій, ролей в роботі гірничо-шахтної промисловості; проведення порівняльного аналізу їх ключових характеристик; аналіз телекомунікаційних технологій які можуть бути використані для побудови системи моніторингу гірничо-шахтного устаткування, а так само вибір найбільш оптимальної моделі побудови даної системи; розробка системи на базі відібраного об'єкта, включаючи створення структурних і функціональних схем, розрахунок показників якості обслуговування інформаційних потоків і відповідності здібностей систем з концепцією ПоТ; Моделювання обраної системи за допомогою спеціальних програм емуляторів, або моделювання окремих сегментів за допомогою реальних приладів і написання програмного коду.

Предмет дослідження – система збору інформації та автоматичного реагування.

Структура та обсяг роботи. Випускна кваліфікаційна робота обсягом 95 машинописних сторінок, складається з вступу, чотирьох розділів,

висновків, переліка використаних джерел, що складається з 16 найменувань.
Робота містить 16 рисунків, 22 таблиць, 2 додатки.

1 АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ГІРНИЧО-ШАХТНОГО УСТАТКУВАННЯ

1.1 Елементи САМГШО. Роль моніторингу в роботі гірничого підприємства.

Сучасна система автоматичного моніторингу створюється, в більшій мірі, для виконання ряду різних функцій в автономному режимі без спільної участі робочого персоналу, за винятком тих моментів, коли вплив диспетчера підприємства або інших робочих стає необхідністю. Функції сучасної системи моніторингу робочого середовища і обладнання полягають в наступному:

- 1) Концентрація інформаційних потоків з масиву датчиків і реєстраторів в ряді контролерів, до яких дані датчики підключені.
- 2) Автоматичне реагування контролерів або іншого керуючого обладнання на показники датчиків, що може виражатися в активації аварійної тривоги, відключенні або зменшенні потужності того чи іншого обладнання, активації протоколу оповіщення диспетчера і іншого робочого персоналу.
- 3) Можливість налаштування реагування обладнання спеціально навченим персоналом підприємства для оптимізації промислових процесів і реагування автоматичних функцій системи.
- 4) Збір інформації з масиву контролерів і керуючих пристроїв в диспетчерському пункті та локальному сервері, що розташовані на поверхні шахти.

Перераховані функції сучасної системи автоматичного моніторингу визначені базуючись на головній ролі системи моніторингу, тобто на її призначення стежити за обладнанням через показники датчиків, а так само автоматично реагувати на будь-які зміни за рахунок використання протоколів

реагування, що можуть бути встановлені або на контролерах, або на будь-яких інших точках з'єднання інформаційних потоків, виходячи з вимог шахти і обраної реалізації системи САМГШО.

Датчики надають собою відокремлені пристрою, зміст одне або кілька перетворюють вимірювальних з'єднань, здатних виробляти вимірювальні сигнали в зручній для передачі формі. Як правило датчики в системах автоматичного спостереження за середовищем і обладнанням діляться на аналогові і цифрові і можуть уловлювати зміни вимірюваного середовища непомітні сприйняттям робочого персоналу. Датчик може додатково бути обладнаний вимірювальними перетворювачами. Дистанція монтажу датчика регламентується технологією його підключення і протоколом спілкування. Як технології підключення датчиків можуть бути використані як провідні, так і бездротові варіанти, що володіють специфічними характеристиками і якістю сигналу в різних середовищах роботи [1].

Система автоматичного моніторингу гірничо-шахтного устаткування надає до використовуваних датчиків ряд вимог, які базуються на техніці безпеки і мінімальних характеристиках ефективності робочого обладнання, такі як швидкість передачі сигналу і час реакції на зміну показників. Основні параметри і характеристики одного з датчиків, що використовуються в системах САМГШО наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика датчику системи моніторингу.

Найменування параметру	Норма
Відстань спрацьовування, (між корпусами датчика і магніту TX1080), мм, не менше	50
Максимальний струм контакту, А	0,5
Максимальна напруга, що комутується, В	60 DC
Потужність комутації, не більше, активна, Вт	3,0
індуктивна, ВА	1,5
Габаритні розміри, мм, не більше	110x110x50
Маса, кг, не більше	0,5

Так само до датчиків, що використовуються в системах автоматичного моніторингу, активно застосовується захисні оболонки, стандартизовані за критерієм IP. Використання подібного роду захисту гарантує вибухонебезпечність встановленого обладнання, що використовує електрику для роботи. Ця необхідність, в першу чергу, є вимогою по техніці безпеки, що сформована на випадки викиду вибухонебезпечних газів в робочий простір, таких як газ метану, які можуть запросто призвести до аварійної ситуації під час утворення іскри, здатної призвести до вибуху та аварійної ситуації.

Ступінь захисту, так само звана IP (від англ. Слів. Ingress Protection Rating), вказується на пристроях, використовуваних в системах і механізмах, розроблених для експлуатації в вибухонебезпечних умовах. Даний показник дозволяє визначити ступінь захисту пристрою від проникнення твердих предметів, води або ж пилу відповідно до стандарту ІЕС 60529. Як правило, до приписку IP так само встановлена цифра з двох значень, що відповідають рівень і тип захисту.

Перша цифра:

- 0 – без захисту;
- 1 – захист від твердих частинок діаметром від 50 мм;
- 2 – захист від твердих частинок діаметром від 12 мм;
- 3 – захист від твердих частинок діаметром від 12 мм
- 4 – захист від часток діаметром від 1 мм;
- 5 – частковий захист від пилу;
- 6 – повний захист від пилу.

Друга цифра:

- 0 - захисту немає;
- 1 - захист від вертикально падаючих крапель;
- 2 - захист від крапель, що падають під кутом 15 °;
- 3 - захист від похило падаючих бризок, кут нахилу до 60 °;
- 4 - захист від бризок;

- 5 - захист від водяних струменів;
- 6 - захист від потужних водяних струменів;
- 7 - короткочасне занурення на глибину до 1 метра;
- 8 - занурення на глибину більше 1 метра тривалістю понад 30 хвилин.

Необхідний рівень захисту, або IP, встановлюється розташування датчика після монтажу. У місцях з найбільшою загрозою утворення небезпечних концентрацій метану використовуються датчики з високими рівнями захистами, на подібні IP62, або IP68. Максимальним рівнем захисту датчика визнано категорію IP 69-K. Датчик з таким рівнем захисту може витримати мийку в гарячій воді при високому тиску. Така категорія захисту розроблена спеціальної для транспортних засобів, що потребують регулярного обслуговування та інтенсивної очищенню.

Як правило, датчики, використовувані в системах автоматичного моніторингу, підключаються до системи з використанням дротових технологій, що володіють великим рівнем захисту від зовнішніх шумів і захисту, для запобігання аварійних ситуацій. Деякі датчики, що встановлюються на бистродвіжущихся обладнання, або на робочий персонал, можуть мати бездротове з'єднання з бездротовими комутаторами або хвилеводними кабелями, які ловлять сигнал. В якості робочої частоти для роботи з таким обладнанням вибирається діапазон в 433 МГц в зв'язку з тим, що його хвилі більш стійкі, обладнання з ним вимагає менше потужності і сама технологія даної частоти не вимагає реєстрації, рівно як і частоти технології Wi-Fi, що використовують частоти в 2,4 ГГц і 5 ГГц [2].

Додатковим обладнанням до пристрою датчиків можна позначити використання спеціальних моніторів або контрольних панелей, що стоять на тій же лінії передачі інформації в послідовному підключенні по топології загальна шина і можуть показувати поточні показники вимірювальних наборів, а так само пропонувати набір ручних функцій, виконуваних при натисканні відповідної кнопки [3]. Явним прикладом даного обладнання можна назвати дисплей моделі TX3282.01, занесений в стандарт

19510.1.00004Б-01 РЕ. Дисплей володіє встановленим цифровим входом і призначений для роботи в складі уніфікованої системи диспетчерського контролю та автоматизованого керування системи УТАС. Він надає візуалізацію поточних показників в місці своєї установки, зчитуючи їх з розташованих по лінії датчиків. Технічні характеристики даного дисплея позначені на таблиці. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики дисплею ТХ3282.

Параметр	Значення
Напруга від джерела постійного струму	(6.5 – 15.4) В
Споживання	35 мА
Вхідний сигнал	Цифровий, закритий протокол, рівні 0 В; +5 В
Цифровий індикатор	4-розрядний рідкокристалічний індикатор з десятичного точкою (висота символу 10 мм)
Похибка показань	± 1 од.
Максимальна маса	500 г
Максимальні габарити	101x110x55 мм

Цей пристрій відноситься до категорії особливих вибухобезпечних, відповідно до ГОСТ 12.2.020 і ГОСТ 22782.0 з видом захисту «Іскробезпечне електричне коло». Ступінь захисту дисплея від зовнішніх впливів становить IP65 по ГОСТ 14254.

Крім спеціалізованих датчиків, розроблених спеціально для роботи в суворих умовах гірничо-шахтної промисловості, пристроями генерації корисної інформації так само можна назвати моделі радіоміток. Дані пристрої призначені для роботи в рамках підсистеми контролю місця розташування робочого персоналу, або ж обладнання, передаючи своє місце розташування спеціально розробленим ретрансляторів, які фіксують розташування міток. Мітки різних моделей можуть підтримувати різні функції, наприклад вони можуть бути наділені двобічної лінією зв'язку і

системою оповіщення, що включає аварійні сигнали для попередження персоналу про аварію і початку їх швидкої евакуації, або ж передислокації в безпечні опорні точки, розосереджені по гірничих виробках [4].

Прикладом даної технології є радіопозначки ПМ-2911 і ПМ-2911.02. Основні характеристики даних моделей наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики ПМ-2911.

Параметр	Значення
Напруга постійного струму, В	От 2,7 до 4,2
Струм, мА, не більше	35
Швидкість передачі даних, кбіт	20
Частота миготіння при аварійній ситуації, Гц	5 Гц протягом 1с, з перервами в 2с
Габарити ПМ-2911 ПМ-2911.02	43x32x15 41x25x6
Маса ПМ-2911 ПМ-2911.02	0,09 0,03

Радіо-мітка надає собою приймач-передавач, що працює на частотах в 2,4 ГГц. Вбудовується мітка безпосередньо в головний акумуляторний світильник шахтаря. Залежно від моделі та виконання, радіомітка встановлюється або в акумуляторний відсік, або на самому корпусі лампи світильник. Харчування радіомітка приходить від акумуляторної батареї світильника. Мітка з певною частотою передає радіосигнал, який при наявності спеціально розробленого ретранслятора, наприклад ПМ-2231, приймається останнім. Отримана на ретранслятор інформація обробляється і передається на поверхневий обчислювальний комплекс, де і визначається місце розташування радіомітка. Радіомітка також приймає радіосигнал ретранслятора, що містить інформацію про аварійну ситуацію. Приймавши цей сигнал, радіомітка включає функцію миготіння джерела світла головного світильника, тим самим починаючи оповіщення шахтаря про поточну

аварійної ситуації. При монтуванні радіомітки в сигналізатор метану, суміщений з головним світильником, функція сигналізації про аварійну ситуацію не працює.

Збір інформації виходить від датчиків відбувається за допомогою дротового технології, що використовує інтерфейс RS-485 [5]. Даний інтерфейс один з найбільш широко розповсюджуються серед стандартів фізичного рівня зв'язку. Так як датчики в цілому використовують високі і низькі рівні сигналу для передачі власних показників, то в більшій мірі нічого крім фізичного рівня на даному сегменті не реалізоване, або реалізовано з використанням закритого протоколу, заданого або самим підприємством, або ж заводом виробником. Мережа, побудована за допомогою даного інтерфейсу, складається з приймачів, з'єднаних кручений часом, як правило складається з двох витків. Вити пара даного інтерфейсу так само може мати третій, додатковий виток, необхідний для заземлення, а також четвертий, який грає роль захисного екрана.

Методом передачі сигналу в даному кабелі є посил однакових інформаційних хвиль по витків передачі сигналів, при тому, на першому витку йде початковий сигнал, а на другому йдемо його повна інверсія. На малюнку 1.1 позначена різниця потенціалів переданих сигналів по витків кручений пари з інтерфейсом RS-485.

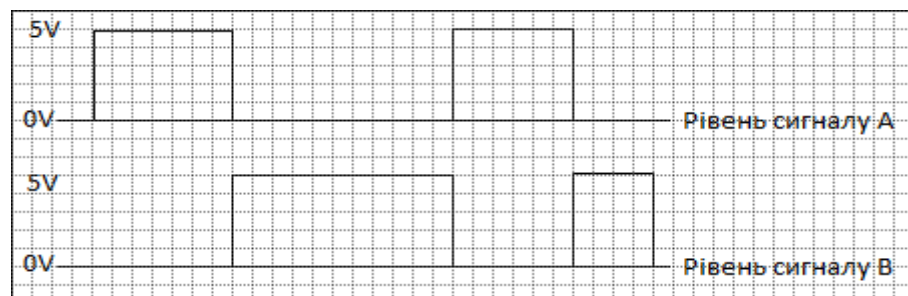


Рисунок 1.1 – Рівні сигналів витків крученої пари

Даний спосіб передачі даних дозволяє технології інтерфейсу RS-485 домогтися високих показників стійкості до вихідних від роботи обладнання

шумів. Особливо це позначається на опорі синфазним перешкод, що діють однаково на два витка інформаційних проводів відразу. Це відбувається завдяки тому, що при утворенні електромагнітних завад, хвиля падає на обидва перекручених витка однаково і спотворює їх сигнали дзеркальним чином, зберігаючи при цьому їх нормативність, дозволяючи тим самим повернути початковий стан сигналу на приймаючій стороні.

RS-485 являє собою півдуплексний інтерфейс. Прийом і передача відбуваються по одній парі проводів з поділом за часом. У мережі може бути безліч передавачів, так як вони можуть відключатися в режимі прийому. Згідно зі специфікацією по використанню даного інтерфейсу, всього в одному сегменті мережі можна встановити до 32-х приймачів-передавачів. Однак, в разі, коли це обмеження необхідно обійти, можна використовувати спеціально розроблені пристрої повторювачі. Інтеграція повторювачів в топологію мережі так само дозволяє обійти обмеження по топології «загальна шина» і використовувати їх як розбивають пристрої, від яких можуть відходити окремі гілки, надаючи топології вид «дерева». У таблиці 1.4 наведені якісні характеристики інтерфейсу RS-485 з передачі сигналів.

Таблиця 1.4 – Характеристика інтерфейсу RS-485.

Параметр	Показник
Допустима кількість передавачів-приймачів	32 на 32
Максимальна довжина кабелю	1200 метрів
Максимальна швидкість зв'язку	10 Мбіт/с
Діапазон напруги «1»	+1,5...+6 В
Діапазон напруги «2»	-1,5...-6 В
Пороговий діапазон чутливості приймача	±200 мВ
Максимальний час наростання сигналу	30% бита

Крім встановлення рівнів сигналу для роботи цілої серії устаткування, вибудованої в топологію, необхідно встановити загальний протокол передачі даних. Необхідність даного дії полягає у встановленні загальних наборів функцій і форматів посилок, що відправляються пристроями мережі.

Інтерфейс RS-485 влаштований таким чином, що інформація в ньому не може передаватися одночасно з усіх пристроїв, кожне з них необхідно налаштувати на свою тимчасову чергу, інакше буде відбувається колізія передачі даних. Існує кілька варіантів реалізації черг обладнання сегмента, перший варіант називається централізованим, тобто мережа з одним майстерним пристроєм, другий варіант називається децентралізованим, тобто мають безліччю майстерень пристроїв, що відповідають за розподіл.

У централізованій мережі один пристрій вдає із себе ведучого, його роль полягає в генерації запитів і команд іншими пристроям мережі. Ведені пристрої, що підкоряються командам ведучого, можуть передавати інформацію тільки в ті моменти часу, які для них задає пристрій-майстер. У децентралізованій мережі роль ведучого пристрою може передаватися від одного пристрою до іншого.

Протоколи спілкування на рівні контролерів мають, як правило, закритим характером і дізнатись про їхні характеристики не надається можливим. Існує ряд протоколів відкритого характеру, однак вони не підходять для реалізації складних систем автоматичного моніторингу через свою простоту і розрахунку на маленькі непромислові мережі. Кращою аналогією, що так само має відкритим вихідним кодом і вважається одним з найбільш поширених протоколів послідовної передачі в промисловій сфері є протокол MODBUS.

Даний протокол підтримує переважна більшість виробників обладнання, особливо включаючи обладнання, створене для роботи в умовах гірничо-шахтної промисловості.

З боку реєстраційного обладнання, що займається збором інформації по бездротових технологій на радіочастотах, на яких працюють радіомітки, варто відзначити використання ретрансляторів, здатних вловлювати і передавати сигнали з достатнім ступенем надійності. Яскравим прикладом ретранслятора використовуваного в системах автоматичного контролю і збору інформації варто відзначити пристрій під назвою ПМ-2231. Даний

ретранслятор призначений для роботи в підсистемі контролю місця розташування робочого персоналу і активно експлуатується в системах УТАС. Ретранслятор даної моделі забезпечує прийом радіосигналів і радіоміток в сигнали інтерфейсу CAN і передачу їх по лінії зв'язку на поверхневий обчислювальний комплекс системи автоматичного контролю та спостереження з метою розташування міток. Сам ретранслятор так само здатний передавати інформацію про аварійну ситуацію для управління миготінням світла головних світильників робочого персоналу для своєчасного попередження. Технічні характеристики даного пристрою позначені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Характеристика ретранслятору на інтерфейсі CAN.

Параметр	Значення
Напруга харчуванням постійного струму, В	От 8,5 до 18
Струм, мА, не більше	80
Швидкість передачі даних, кбіт, не більше	20
Максимальні габаритні розміри, мм	110x110x50
Максимальна маса, кг	0,5

Ретранслятор надає собою приймач радіосигналу на частоті 2,4 ГГц, обладнаний гальванічно розв'язаним інтерфейсом CAN. Робота даного пристрою полягає в прийомі радіосигналів міток і передачі сигналів інтерфейсу, через який інформація потрапляє на сервери системи автоматичного моніторингу [6]. Так само ретранслятор передає сигнал про аварійну ситуацію радіомітки.

Для обходу обмежень, які надає використання промислового інтерфейсу RS-485, є можливість використовувати особливі розроблені для даного інтерфейсу пристрою репітери. Репітер, призначені для установки в системах автоматичного моніторингу в умовах гірничо-шахтної промисловості здійснюють функції ретрансляції сигналів за встановленим інтерфейсу. Репітер даної системи може приймати сигнали, посилювати їх,

нормалізувати їх показники і передавати в інші гілки мережі. Установка репітера як правило відбувається між робочими контролерами, що стежать за показниками датчиків і керуючі автоматичними заходами реагування на їх показники, а так само поверхневим диспетчерським пунктом і сервером. Показники репітера на базі модуля I-7510 показані в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Характеристика репітера I-7510.

Параметр	Значення
Напруга DC, V	От 10 до 30
Струм, mA	125
Швидкість передачі даних, кБод	115
габаритні розміри, мм	120x70x33
Максимальна маса, кг	0,3

Репітер даної моделі зроблений на базі модуля I-7510 виробництва компанії ICP DAS. Він являє собою повторювач шини по інтерфейсах RS-485 - RS-485, з введенням додаткових функцій захисту від іскроутворення в електричних ланцюгах, що необхідно для його безпечної експлуатації в гірничо-шахтних умовах. Робота репітера полягає в прийомі його автономним модулем сигналів з лінії зв'язку RS-485, з їх подальшим посиленням і передачею далі в лінію зв'язку RS-485.

Окремо слід так само відзначити репітери, побудовані для спільної роботи з інтерфейсами типу CAN. Дані репітери встановлюються на лінії зв'язку ретрансляторів, які збирають інформацію про місцезнаходження робочого персоналу по технології бездротових радіоміток. Як приклад даного репітера буде відзначена модель ПМ-2 221, її технічні характеристики ідентичні до характеристик репітера моделі I-7510 включає як швидкість передачі, так і габаритні розміри пристрою [7].

Останнім пристроєм, що грає ключову роль в реалізації функції автоматичного контролю та спостереження за обладнанням варто відзначити контролери, що встановлюються в умовах гірничо-шахтної промисловості

для максимальної автоматизації виробничих аспектів. Контролери, які використовуються в промислових умовах, володіє спеціальним рядом функцій і протоколами спілкування як з обладнанням на кінці, так і диспетчерської стороною шахти, роблячи їх аналогічними по відношенню до комутаторів локальної мережі ethernet.

Як приклад промислового контролю, використовуваного в системах автоматичного моніторингу, слід зазначити пристрій під назвою TX-9042. Даний програмований контролер активно використовується в система уніфікованого контролю і автоматичного спостереження УТАС, відрізняється високим ступенем захищеності від навколишнього середовища, швидкодією необхідним для задоволення вимог системи і техніки безпеки, а так же широким функціоналом і відкритим доступом, дозволяючи підприємствам налаштовувати їх під свої унікальні проекти.

Контролер TX-9042 призначений для роботи в складі уніфікованої телекомунікаційної системи диспетчерського контролю та автоматизованого керування гірничими машинами і технологічними комплексами УТАС в вугільних шахтах. Контролери TX-9042 спільно з датчиками контролю параметрів, дискретними сигналізаторами, підземними блоками харчування, сигнальними та інформаційними лініями утворюють автоматизовані підсистеми контролю та управління системи УТАС. Його призначення в мережеских розподілених системах управління полягає в: приймання та обробки показників датчиків контрольованих параметрів і дискретних сигналізаторів; формування керуючих впливів відповідно до заданих користувачем алгоритмами; обмін даними з поверхневими обчислювальними машинами, серверами і диспетчерським пунктом.

Таблиця основних телекомунікаційних характеристик контролера TX-9042 занесена в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Характеристика контролера TX9042.

Параметр	Значення
Напруга АС, V	От 8 до 14,4
Струм при напрузі 12 В, мА, не більше	125
Число вхідних каналів контролю - аналогових - дискретних	- 8 - 16
Время реакції контролера	200
Діапазон затримок при подачі живлення, мс	От 0 до 255 на кожний сигнал
Діапазон настройки періоду поновлення даних, с	От 0 до 60 на кожний канал с шагом 0,05
Характеристики сигналів, що приймаються вхідними модулями для контролера	- цифровий сигнал: 0; +5 по закритому протоколу - Частотний аналоговий 14, 20, 26 кГц - Частотний амплітудою не більше 8,7 В, частотою не більше 10 кГц - аналогові постійного струму з напругою від 0,4 до 2В
контроль ушкоджень	Сигнал про обрив або коротке замикання або пошкодженні датчика відображається в рядку каналу.
Інтерфейс передачі даних	RS-485
протоколи даних	MODBUS, MYSTIC, SAP, SAPRLY
Діапазон настройки швидкості передачі даних через інтерфейс контролера, Кбіт / с	от 0,3 до 115
Максимальна кількість даних, що зберігаються в пам'яті, одиниць на кожен канал	26000
Кількість вихідних реле контролера	4 програмованих реле

Контролер складається з оболонки зі ступенем захисту IP65, виконаної у вигляді шафи, що включає в себе необхідні елементи заземлення та герметичні входи для забезпечення введення необхідних кабелів. Шафа має за трьома бічних сторонах спеціальні гнізда для вводу кабелів, закриті спеціальними заглушками, які при монтажі замінюють зажимами під кабель з комплектом поставки. Усередині шафи розміщені спеціальні клемні колодки, призначені для забезпечення підключення всіх зовнішніх кабелів, а також планка заземлення через хомути екранів, що входять в шафу. Також всередині розміщений сам контролер TX-9042, закріплений до клемним колодкам для зручності монтажу. Клеми нижнього ряду в шафі

використовуються для підключення вхідних ліній від датчиків, в той час як верхній ряд контролера відведено вже для зв'язку і передачі керуючих вихідних сигналів.

Основною частиною контролера є його плата управління, на яку встановлено центральний управляючий пристрій, так само зване ЦПУ. Цей пристрій пов'язано з системної шини з вхідними модулями контролера, до яких приєднуються зовнішні датчики і пристрої. Модулі підбираються спеціально під вимоги конкретних сигналів від датчиків. На платі управління також присутній чотири виконавчих реле, які підключені безпосередньо до ЦПУ. Виходи їх виведені на клеми, що забезпечують їх підключення до зовнішніх ланцюгів управління. Інтегрований на плату управління модуль інтерфейсу RS-485 забезпечує обмін даними між ЦПУ і вищестоящої SCADA системою. Вхідні модулі контролера, підключення безпосередньо до плати введення і виведення, згруповані через ЦПУ плати управління. Напруга харчування вхідних модулів подається безпосередньо від спеціалізованого модуля через плату введення / виведення.

Для досягнення функції суміжності, що позначає можливість різних сегментів мережі, що використовують різні протоколи і технології передачі даних, взаємодіяти один з одним і транслювати пакети даних з однієї технології до іншої необхідно використання пристроїв, званих перетворювачами інтерфейсу, або ж конверторами. Як приклад даного обладнання буде введена модель ПМ-2131, призначена для застосування в уніфікованої телекомунікаційної системи диспетчерського контролю та автоматизованого керування гірничими машинами і технологічними процесами УТАС. Даний конвертор здійснює в заданій системі моніторингу функцію перетворення інтерфейсів в залежності від свого виконання.

Всього існує три типи перетворень в рамках системи УТАС, проте в загальних рисах їх може бути значно більше, дозволяючи інтегрувати не тільки стандартні промислові інтерфейси і сегменти зв'язку, а й елементи

технології Ethernet на базі кабелів типу оптичне волокно [8]. Моделі перетворювачів інтерфейсу даного типу діляться на три основні групи:

- 1) ПМ-2131.03 – USB в RS-485;
- 2) ПМ-2131.02 – USB в CAN;
- 3) ПМ-2131.01 – Modbus в CAN;
- 4) ПМ-2131 – всі перераховані вище перетворення.

Областю застосування перетворювача є наземні приміщення вугільних шахт, зокрема приміщення диспетчерської або серверної частини системи УТАС. Перетворювач інтерфейсу ПМ-2131 виготовлений для експлуатації в кліматичному виконанні в макрокліматических районах з помірним холодним кліматом категорії розміщення 4 по ГОСТ15150. Основні технічні характеристики перетворювача інтерфейсу моделі ПМ-2131 позначені в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Характеристика перетворювача ПМ-2131.

Параметр	Значення
Струм USB, mA не більше	100
Швидкість передачі, кбіт / с, не менше	20
Габаритні розміри, мм, не більше	105x70x55
Маса, кг, не більше	0,25

Ступінь захисту перетворювача значно менше, ніж при використанні такого в ретрансляторах, датчиках або ж повторителях, вона складає всього лише категорію IP20 по ГОСТ-14254. Перетворювач складається з корпусу, у якого на передній частині встановлені світлодіодні індикатори включення функцій «харчування», функції режиму роботи «CAN», функції прийому інформації «Rx», а також передачі інформації «Tx». У внутрішній частині пристрою розташований електричний блок для обробки інформації. У верхній частині пристрою розташовані клеми, для під'єднання перетворювача, в нижній частині пристрою розташований інтерфейс USB. Даний перетворювач призначений для установки в DIN-рейку [9].

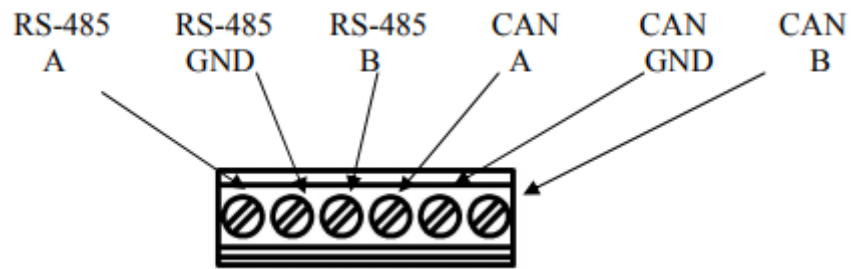


Рисунок 1.2 – Призначення клем перетворювача.

Перетворювач являє собою конвертор сигналів між інтерфейсами USB і CAN, USB і RS-485 з підтримкою функції захисту від утворення іскри в ланцюзі. Так само перетворювач мають гальванічну розв'язку вхідних і вихідних ланцюгів, необхідних для експлуатації в умовах гірничо-шахтної промисловості.

Наведені вище пристрої використовуються в системах автоматичного моніторингу були виведені в список щоб показати якими саме методами, технологіями і рамками слід оперувати при побудові САМГШО, щоб виконати найосновніші функції, що вимагаються від сучасної системи автоматичного моніторингу. Дослідження існуючих моделей дозволяє визначити можливість створення суміжних мереж, що використовують різні технології для передачі інформації, включаючи використання роздільних ліній з різними технологіями і інтеграцію спеціальних перетворювачів інтерфейсу.

1.2 Формулювання задачі дослідження

Першим завданням дослідження існуючих систем автоматичного моніторингу гірничо-шахтного устаткування полягає у визначенні мінімальних або максимальних значень технічних характеристик і вимог до наявності певних функцій, яким повинна відповідати система САМГШО. У список підлягають дослідженню вимог входять:

- 1) Вимога до рівня безпеки по категорії ІР для різних рівнів шахти, сегментів мережі і окремих вузлів.
- 2) Вимога до мінімальної швидкості передачі даних для своєчасного реагування системи САМГШО на зміни показників датчиків. У разі відсутності вказівок по вимогам ГОСТ слід зазначити еталонні швидкості вже існуючих систем, якщо інформація про них є відкритою.
- 3) Вимога до відмовостійкості обладнання та можливості роботи в агресивних умовах при сильних зовнішніх шумах, викликаних роботою іншого обладнання.
- 4) Вимоги до підбору промислових протоколів передачі даних, вибір аналогів, аналіз і порівняння їх характеристик.
- 5) Порівняння існуючих технологій, що використовуються для побудови системи автоматичного моніторингу в умовах гірничо-шахтної промисловості.

Під час перевірки працездатності та придатності робочого обладнання, слід враховувати ряд факторів з яких складається не тільки показник рейтингу захищеності пристрою від зовнішнього середовища за критерієм ІР, але так само захист від ряду інших факторів і їх складових. Виробником обладнання пристрою повинні бути перевірені в рамках з офіційно прийнятими оцінками небезпеки і вимогами тієї чи іншої шахти, яка замовила обладнання. Дані оцінки встановлюють і перераховують всі можливі джерела займання обладнання, вказуючи в них кабелі та систему електропостачання. Показники характеристик, які слід зберігати в цілях запобігання утворенню аварійної ситуації через займання повинні бути перераховані в документації вибраного обладнання. Дана необхідність є ключовою в зв'язку з тим, що кожна вироблення в кожній шахті відрізняється за своїми умовами і немає можливості підібрати унікальне обладнання, яке б підходило всім підприємством і було б раціональним за собівартістю. Наприклад вугілля, що видобувається з підземних пластів, може виявитися паливим і почати безперервно виділяти рудничний газ під час процедури

його видобутку. Так само займистість середовища навколо обладнання може сильно варіюватися від кількості розбавляють повітря, що забезпечується вентиляційною системою. Наостанок середу підземних виробок вугільних шахт може кардинально змінюватися під час роботи обладнання, переходячи від потенційно вибухонебезпечною до вибухонебезпечної через викиди газів.

Міждержавний ГОСТ 31439-2011, або ж EN 1710: 2005, був розроблений з метою встановлення вимог до робочого обладнання та компонентів, що використовуються в потенційно вибухонебезпечному середовищі підземних виробок шахт рудників. Даний стандарт пропонує: Використання високотехнологічного обладнання, розробленого з урахуванням очікуваних ударної або вібраційної навантажень, а також ймовірних відмов; Використання обладнання, яке виготовлене з матеріалів, що мають відповідні характеристики і якість; Експлуатації обладнання в нормальних робочих умовах і забезпечення пристроїв відповідними ремонтними службами щоб не дозволяти показниками приладів виходити за рамки допустимих [10].

Для різних систем автоматичного моніторингу задаються різні пороги швидкостей, з якими дані системи повинні не тільки передавати інформацію, але і встигати автономно реагувати на критичні показники згідно з протоколом. Слід так само відзначити, що не завжди швидкість реагування на зміни показників в системі будуватися на миттєвому відключенні або виключенні робочого обладнання. У випадку з деякими критичними показниками обладнання повинно продовжувати роботу і відключитися тільки в тому випадку, якщо дані з датчиків не повернулися в норму після певного інтервалу часу. Як саме система повинна реагувати не ті чи інші зміни може бути налаштоване навченим персоналом підприємства гірничо-шахтної промисловості.

Еталонною системою на території України з відкритою для вивчення структурою і можливостями для модифікації в майбутньому є система уніфікованого контролю УТАС. Як аналогію, яка використовується не так

широко, але має ту ж призначенням і принципом роботи, можна назвати систему комплексу КАГИ, створеної для ведення аерогазового контролю.

Згідно еталонної моделі побудови системи УТАС, система автоматичного контролю та спостереження, введена в експлуатацію в рамках гірничо-шахтної промисловості, повинна володіти реакцією контролера на перевищення значення сигналу в не більше ніж на 200 мс. Це дозволяє контролеру максимально швидко відреагувати на зміни параметрів і запустити протокол реагування, в якому вже може бути налаштоване тимчасове обмеження на включення або виключення обладнання для запобігання аварійної ситуації. Згідно з показниками даної системи час спрацьовування ділитися на обладнання, що володіють інерційним характером включення, а також на обладнання з швидкодіючими компонентами. Устаткування з інерційним характером відрізняється більш повільною швидкістю реагування і за показниками системи УТАС не повинно перевищувати більше 15 секунд. Говорячи ж про час спрацьовування швидкодіючої апаратури контролю метану по об'ємній частці, то їх час спрацьовування варіюється від 0,8 до 2 секунд в залежності від типу обладнання і зони його покриття. Час реакції регламентується в системах із застосуванням апаратури швидкодіючого відключення електроенергії по МС2 ДСТУ ГОСТ-24032-80.

Вторинними параметрами, що вже не регламентуються стільки правилами безпеки і вимогами стандартів, можна відзначити час, з яким обпитуються контролери системи автоматичного спостереження, а також швидкість, з якою обладнання повинно передавати інформацію, не опускаючи нижче заданої позначки. Багато видів обладнання, розглянуті раніше, мають швидкість передачі даних починаючи від 20 кбіт в секунду, закінчуючи 10 Мбіт в секунду в залежності від своєї ролі і затребуваності. Час опитування контролерів в досить малому ланці системи УТАС становить всього лише 1 секунду, якщо ж вузол системи УТАС знаходиться на межі допустимого числа контролерів, то його час опитування підвищується до 10

секунд і вважається допустимою нормою. Швидкість передачі по дротових і бездротових каналах від кожного обладнання повинна бути ніяк не нижче позначки в 9,6 кБит в секунду.

Відмовостійкість обладнання складається з його захищеності від впливу зовнішнього середовища, механічних ушкоджень і засмічення в умовах роботи в гірничо-шахтної промисловості [11]. Варто зазначити, що більша частина обладнання, для досягнення цієї мети, використовує додатково встановлені на них захисні корпусу і гальванічні розв'язки, які ізолюють контакти і обладнання від пилу та інших забруднювачів, а також максимально знижують ймовірність виникнення іскор в електричній мережі. Відмовостійкість також складається з надійності і довговічності устаткування, в середньому обладнання при постійній роботі має протриматися в шахті протягом п'яти років перш, ніж його потрібно замінити або провести над ним комплексний ремонт згідно з прийнятими стандартами в системах автоматичного спостереження.

Технології передачі даних в шахтах діляться на бездротові і дротяні, кожна технологія має свої переваги і недоліки, що помітно спрощує вибір відповідних елементів системи. Бездротова технологія використовує для передачі інформації поділюване середовище, це означає, що сигнали виходять від випромінювачів інформаційних сигналів, такі як ретранслятори і радіопозначки, повинні будуть конкурувати за доступ до пристрою одержувачу через забитий ефір. Перешкоди, які можуть вийти при передачі інформації по бездротовій технології, можуть також складатися з механічними шумами, що виходять від робочого обладнання. Від системи позиціонування, що працює за бездротовою технологією, потрібно як мінімум можливість встановлення того факту, що робочий з тією чи іншою міткою пройшов в зону дії певної комірки. У кращому випадку від системи позиціонування розташування персоналу може знадобитися цілий ряд функцій, тоді система повинна точно визначати не тільки факт наявності персоналу в осередку спостереження, а й його точне місце розташування з

похибкою в кілька метрів. Так само така система повинна вміти передавати сигнали назад на маяк, встановлений в світильнику шахтаря, щоб дати можливість екстрено сповіщати їх про початок аварійної ситуації за рахунок миготіння світильника як в системі УТАС.

Провідні технології так само схильні до впливу різних перешкод, сигнали спотворюються від налагодження на них електромагнітних хвиль і постійні вібрації створюють регулярні перешкоди, здатні різко змінити показники сигналу, що проходить по кабелю. В даному випадку еталоном якості слід вважати або використання оптичного волокна за його унікальну структуру, що дозволяє безпечно передавати величезні масиви інформації в найкоротший час, або використовувати кабелі типу «кручена пара» на інтерфейсі RS-485. Даний інтерфейс має гарну захистом від перешкод за рахунок унікальної передачі сигналу. У кабелі даного типу знаходиться всього дві жили, скручені навколо одна одної, що передають в одночасному режимі інформацію в протифазі по відношенню один до одного, через що зовнішні перешкоди однаково впливають на них і дозволяють відняти зовнішні втручання з одержуваного сигналу. Варто зауважити, що типи кабелів, які використовуються в рамках інтерфейсу RS-485, помітно відрізняються від кабелів, які використовуються в стандартних локальних мережах ethernet. Як приклад можна відзначити різницю між дальністю покриття. Кабелі кручений пари в локальних мережах категорії 6 або 6-а в кращому випадку покривають дистанцію в 100 метрів, в той час як кабель, який використовується в технології RS-485, відрізняється дистанцією прокладки відразу в 1200 метрів. Варто відзначити, що ціною за дальність прокладки промислова кручена пара платить своїй швидкістю, що в рази менше, ніж у стандартної кручений пари 6-а.

Альтернативою використанню кручений пари, або ж інших аналогічних кабелів, таких як коаксіальний, можна вдатися до інтеграції в рамках гірничо-шахтної промисловості кабелів типу оптичне волокно. Дані кабелі по природі своїй володіють усіма необхідними показниками, щоб не

тільки задовольнити вимоги безпеки, стандартів і самого підприємства, але також задати необхідну опору для розвитку концепції індустріального інтернету речей, званого ІоТ. Безпека даної технології виходить від того, що вона передається не електричний сигнал, а світловий, повністю виключаючи будь-яку ймовірність утворення іскор, здатних стати причиною початку аварійної ситуації від викиду метану в зоні дії обладнання. Також варто відзначити, що оптичне волокно за своєю природою несприйнятливо до будь-яких зовнішніх перешкод. Електромагнітні хвилі, викликані роботою інших кабелів, а також перешкоди від робочого устаткування, що створюють механічні вібрації, не здатні будь-яким чином вплинути на промені світла, що передаються в кабелі даного типу, що робить його максимально стійким для застосування в особливо навантажених умовах [12]. Додатково можна сказати, що система, побудована з використанням оптичного волокна, може бути налаштована на комутацію променів в різні гілки мережі за допомогою пасивних комутаторів. Дані пристрої не використовують для своєї роботи електрику, лише поділ різних світлових частот і їх розподіл в різні розгалуження до інших кабелів за допомогою маленьких дзеркал.

Для реалізації самої ж системи спілкування варто звернути увагу на реалізацію системи уніфікованого спостереження за середовищем і обладнанням підприємства. Залежно від одержані характеристик при проектуванні системи і виборі вимог, яким дана система повинна відповідати, можна почати вибирати спеціально розроблений, промисловий протокол передачі даних, який і буде відповідати за передачу інформації з потрібною швидкістю і ступенем надійності. В даний момент існує безліч варіантів промислових протоколів передачі даних, проте багато з них є закритими комерційними і не підлягають вивченню. Як промисловий протокол, який можна досліджувати і застосувати при проектуванні власної системи автоматичного спостереження за гірничо-шахтним обладнанням, можна вибрати протокол обміну даними MODBUS, або ж його цифровий аналог PROFIBUS. Промисловий протокол передачі даних MODBUS був

розроблений в вісімдесяті роки і незважаючи на це, як і раніше залишається широко поширюваним і використовуваним не тільки у важкій і великій промисловості, а й у домашніх проектах з побудови розумного будинку. Даний протокол так само йде з різними аналогами для передачі інформації за різними технологіями, наприклад в разі побудови мережі на стандартній загальної шині під інтерфейс RS-485 можна встановити оригінальний MODBUS, але в разі використання технології ethernet з оптичним волокном можна встановити або MODBUS / TCP, або його аналогію MODBUS over TCP / IP. Так само через відкриту природу даного протоколу він може бути модифікований і доповнений власними функціями, дозволяючи заводу виробнику, а також підприємству замовника, самостійно підлаштувати протокол під свої потреби. Даний протокол не відрізняється особливою швидкістю роботи, але цілком відповідає еталонній моделі уніфікованої системи автоматичного контролю УТАС, роблячи його достатнім рішенням для більшості варіацій побудови даної системи [13].

Наведений комплекс функцій повинен бути досліджений і розкритий при аналізі тих систем автоматичного спостереження та реагування, які будуть розкриті в наступних пунктах дослідницької роботи. Дані системи повинні мати перерахований набір технологій, з якими вони можуть працювати. В першу чергу слід звернути увагу на кінцеве обладнання та їх сумісність з обраною системою, а саме датчики спостереження, сумісність показників датчиків з вибраними контролерами, технологія передачі інформації від датчиків до контролерів, наявність системи радіоміток і як на одержувану від них інформацію реагують ретранслятори і інші реєстратори положення персоналу.

Наступним чином потрібно буде відзначити технологію підключення датчиків, де вони будуть сходитися, який потік інформації і поля адрес займати, як швидко контролери можуть реагувати на змінювані показники та які функції можуть бути в них або включені, або приписані окремо, щоб досягти вимог підприємства і техніки безпеки, заданої міжнародними

стандартами. З урахуванням часу реагування системи на одержувані сигнали слід зробити аналіз того, наскільки швидко система повинна передавати отриману інформацію. Дані генеруються з датчиків слід проаналізувати на обсяг біт які вони генерують в секундах, повинен бути проведений аналіз того, як швидко інформація буде доходити до контролера по обраній технології підключення і як швидко ця ж інформація, запечатана в пакети обраного протоколу, буде переходити від контролера в пункт гірського контролю, що служить диспетчерської.

Умови роботи в гірничо-шахтної промисловості досить важкі і виснажливо не тільки для живого персоналу, але і для встановленого в виробках обладнання. Заради досягнення максимальної ефективності, вбрання для використання обладнання повинно відрізнятися винятковою надійністю і мати розрахунковий час роботи в п'ять років. Використовувані в роботі при таких умовах пристрої вимагають того, щоб поверх них були встановлені спеціальні щитки або захисні блоки, що захистять їх від засмічення робочим пилом і передбачать передчасні неполадки як від ворожого середовища, так і від можливої некомпетентності робочого персоналу.

Гальванічні входи і виходи, які притаманні подібному захисті і спеціально відібраний захист в електричних ланцюгах гарантують запобігання утворення електричних іскор, здатних привести до аварійної ситуації при викиді метану, на який система може не встигнути відреагувати. Підбір необхідного протоколу передачі даних стане кістком роботи мережі, так як саме він буде відповідати за межі в кількості встановленого обладнання і виконувати необхідні настройки для передачі інформації. Безпосередньо від вибору протоколу буде залежати якість обслуговування і швидкість роботи системи в цілому.

Висновки до розділу 1

В даному розділі було розглянуте основне обладнання, що використовується при побудовані систем автоматичного моніторингу та контроль ГШО. Були поставлені задачі дослідження побудови сучасної автоматичної системи контролю та аналізу ГШО та задані еталоні системи із показниками, якими потрібно оперувати при підборі обладнання.

2 АНАЛІЗ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ГІРНИЧО-ШАХТНИХ УМОВАХ

2.1. Аналіз системи УТАС, її недоліки та переваги.

УТАС є уніфіковану телекомунікаційну автоматизовану систему диспетчерського контролю з можливістю автоматичного керування гірничими машинами і технологічними комплексами. В даний момент системи УТАС вважаються одними з кращих комплексних систем забезпечення контролю і безпеки на території України.

Призначенням системи УТАС є забезпечення комплексної безпеки шахт шляхом безперервного контролю параметрів робочого обладнання і комплексів, а також ведення спостереження за змінами атмосфери виробок шахт. Система УТАС дозволяє домогтися автоматизованого управління комплексами на основі використання постійно накопичуються і обробляються даних про стан ГШО і атмосфери виробок, що передаються на диспетчерський пункт шахти по телекомунікаційного зв'язку.

Система уніфікованого спостереження і диспетчерського контролю проводить збір даних про поточний стан ГШО, рудничної атмосфери в виробках шахт, а також інформації про передаварійних ситуаціях. Система також автоматично обробляє отриману інформацію по масиву заданих для неї алгоритмів, видаючи команди сигналізації та аварійного вимкнення в разі перевищення критичних показників. Вся зібрана системою інформація відправляється по лініях зв'язку на диспетчерський пункт і виділені сервери підприємства, а разом з тим вона проходить обробку, візуалізацію і зберігання по заздалегідь розробленому алгоритму. Система може реагувати на зміни показників автоматичним чином, а може регулюватися самим диспетчером і високопоставленим персоналом через віддалені термінали,

відкриваючи можливість ручного вимкнення або включення робочого обладнання або активації аварійної тривоги.

Сигнали про стан робочого обладнання, механізмів, гірських машин і рудникової атмосфери надходять на програмовані контролери системи датчиків, що встановлюються як в самій шахті, так і на її поверхні. Програмовані контролери отримують і аналізують показники датчиків. У разі перевищення показників датчиків критичних значень, спрацьовують алгоритми реагування контролерів і ті посилають команди на включення сигналізації, відключення ГШО і електроенергії, а також передають поточні параметри датчиків в диспетчерську по цифровому каналу зв'язку. Залежно від ситуації, диспетчер може видати додаткові команди управління, які передадуться на контролери ГШО, для виконання функцій управління.

Систему УТАС при використанні в вугільних шахтах здійснює контроль технологічних параметрів, показників безпеки та управління, що реалізуються наступними підсистемами:

- «Руднична атмосфера»;
- «Видобувні ділянки»;
- «Прохідницькі ділянки»;
- «Вентилятори місцевого провітрювання»;
- «Дільничний і магістральний конвеєрний транспорт»;
- «Водовідливні установки»;
- «Високовольтні розподільні пристрої»;
- «Вентилятори головного провітрювання»;
- «Підйомні установки»;
- «Компресорні установки»;
- «Котельні установки»;
- «Вакуум-насосні станції і дегазаційні трубопроводи»;
- «Калориферні установки»;
- «Поверхневі технологічні комплекси»;
- «Протипожежні насосні станції».

Примітка: Кількість і найменування підсистем визначається конкретним проектом системи УТАС для кожної шахти.

- Система УТАС забезпечує виконання таких функцій:
- місцеву і централізовану індикацію поточних значень параметрів контрольованих об'єктів;
- місцеву і централізовану звукову та візуальну попереджувальну сигналізацію про досягнення предаварійного стану контрольованих об'єктів;
- місцеву і централізовану звукову та візуальну аварійну сигналізацію про досягнення гранично-допустимих рівнів контрольованих параметрів, або про аварійному стані контрольованих об'єктів;
- місцеву сигналізацію про граничні положеннях і позиціях пересувних установок, деталей машин і механізмів;
- включення об'єктів по команді диспетчера, в т. Ч. За встановленими алгоритмами і їх технологічний установ;
- захисні відключення устаткування або блокування ланцюгів управління при досягненні контрольованими параметрами гранично-допустимих рівнів;
- видачу централізованих керуючих впливів (захисних відключень, блокувань) з метою попередження розвитку аварійних ситуацій;
- передачу, прийом, відображення, реєстрацію і накопичення інформації, що надходить від складових частин Системи;
- відбір, первинну обробку та передачу в ПВК шахти технологічної інформації та інформації про показники безпеки контрольованих об'єктів;
- надання диспетчеру інформації про стан будь-якого об'єкту, що контролюється з використанням трьох типів сигналів (нормальна робота, перед аварійний стан, аварійний стан).

До складу системи УТАС входять:

- поверхнево обчислювальний комплекс (ПОК).
- Автоматизовані підсистеми контролю та управління (АПКУ);

Загальна структура системи УТАС наведена на малюнку 2.1.

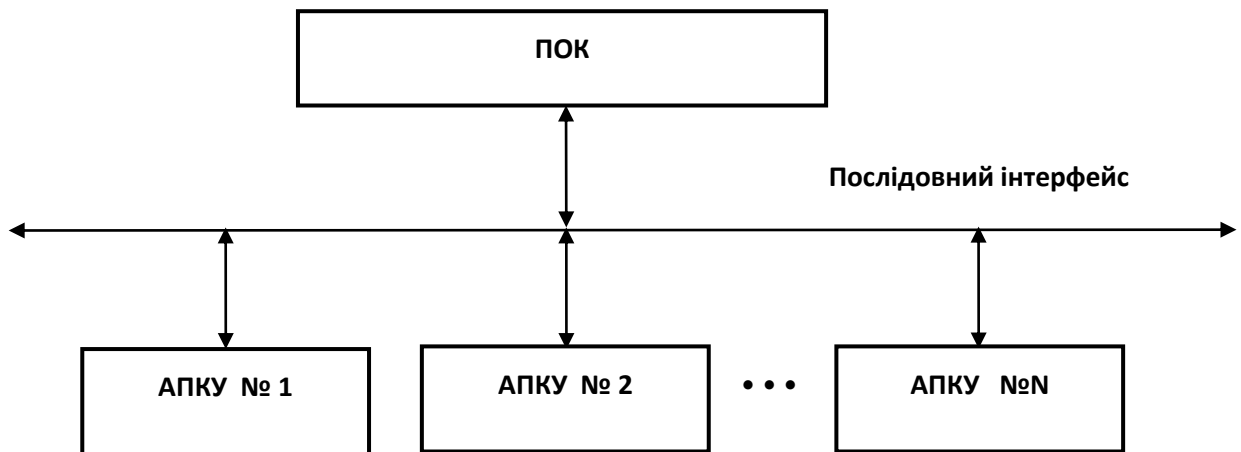


Рисунок 2.1 – Типова структура системи УТАС

Автоматизовані підсистеми контролю та управління утворюють підсистеми управління нижнього рівня. Поверхневий обчислювальний комплекс є підсистемою управління верхнього рівня. Підсистеми управління нижнього рівня пов'язані з підсистемою управління верхнього рівня по послідовному інтерфейсу RS-485. У Додатках А показана схема стандартної структури підсистеми нижнього рівня.

Система УТАС є відкритою системою, тобто в процесі експлуатації може бути розширений склад підсистем нижнього і верхнього рівня. Склад підсистем розширюється за рахунок введення датчиків і пристроїв як системи УТАС, так і датчиків і пристроїв інших типів, які узгоджуються за технічними параметрами з пристроями Системи. До складу системи УТАС може входити різне число автоматизованих підсистем управління нижнього рівня. ПВК, крім АРМ диспетчерської, може включати до свого складу віддалені АРМ керівників служб шахти (наприклад: комп'ютери головного інженера, головного механіка, головного енергетика та т. Д.), Які пов'язані з сервером по локальній мережі Ethernet або по лініях модемного зв'язку, а також обладнання для бездротової передачі даних між віддаленими об'єктами на поверхні. У Додатках В показана схема стандартної структури підсистеми верхнього рівня.

У технічних характеристиках системи УТАС вказується, що вона є гнучкою, багатофункціональною, просторово-яку поділяє системою. Залежно від завдання, поставленого даній системі, вона може виконувати задані функції, при цьому обсяг і конфігурації системи визначаються сукупністю контрольованих і керованих параметрів, призначенням, кількістю і розташуванням засобів збору інформації, що сигналізують пристроїв і пристроїв виконавців, алгоритмами обробки і представлення даних на кожній конкретній шахті чи підприємстві. Розгорнута система УТАС забезпечує виконує наступний набір функцій контролю і управління:

1) Система забезпечує функції контролю показників безпеки:

- утримання газів (CH_4 , CO , O_2 , H_2 і ін.) В рудничній атмосфері гірничих виробок, в дегазаційних трубопроводах і в приміщеннях;
- температури повітря в гірничих виробках і на поверхні;
- швидкості повітря в гірничих виробках і в вентиляційних трубопроводах;
- температури поверхні ГШО, вузлів машин і механізмів, рідин і газів;
- тиску рідин і газів;
- рівня матеріалів в накопичувальних ємностях, на конвеєрах, на Пересипу;
- вібрації ГШО або його вузлів;
- швидкості руху або швидкості обертання ГШО;
- прослизання конвеєрної стрічки;
- положення пересувних і переміщаються об'єктів, захисних огорожень технологічного обладнання і електроустановок, відхилення деталей і виробів по кресленнях Замовника;
- положення елементів вентиляційних споруд.

1) Система забезпечує контроль технологічних параметрів:

- стану технологічного обладнання (включено / вимкнено);
- режимів роботи ГШО (під навантаженням / холостий хід);
- справності технічних засобів системи УТАС;

- достовірності інформації, що приймається по послідовному інтерфейсу;

- кількості робочих циклів ГШО;
- продуктивності вентиляторів головного провітрювання;
- технічний облік електроенергії.

2) Система забезпечує функції управління і захисту:

- автоматизоване, через графічний користувацький інтерфейс ПК Системи;

- автоматичний пуск і останов ГШО відповідно до заданих алгоритмів;
- автоматичний останов ГШО при виході його технологічних параметрів за межі гранично допустимих норм;

- автоматичне відключення електроенергії і останов ГШО при досягненні нормованих концентрацій газів (CH_4 , CO , O_2 , H_2 і ін.) В рудничної атмосфері гірничих виробок, в дегазаційних трубопроводах і приміщеннях.

3) Система забезпечує виконання наступних інформаційних функцій:

- формування технологічних, попереджувальних і аварійних світлових і звукових сигналів;
- надання значень контрольованих параметрів і подій обслуговуючому персоналу, при необхідності, у вигляді таблиць і графіків;
- сигналізація і оперативне відображення засобами візуалізації подій, пов'язаних з досягненням передаварійних і аварійних уставок параметрів;
- формування і зберігання інформації про стани контрольованих параметрів і подій.

Система автоматичного спостереження та реагування УТАС має специфікаціями, які показують які характеристики структури можуть бути прийнятними при її експлуатації. Характеристика структури системи УТАС занесена в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристика структури системи УТАС

Кількість контролерів, що підключаються до одного сегмента	32 шт.
Кількість каналів контролю, датчиків, що підключаються до контролера - аналогових - дискретних	- 8 шт. - 16 шт.
Відстань від датчика до контролера не менше: - Датчики з цифровим закритим протоколом і великим струмом - Датчики з цифровим закритим протоколом і малим струмом - Аналогові датчики - Дискретні датчики - При використанні перетворювача в ланцюзі харчування датчика	- 2 км - 3 км - 2 км - 2 км - 3,7 км
Відстань від вибухобезпечного блоку живлення контролера, не більше	500 м
Відстань від контролера до репітера ПМ-02 і між репітерами	1,2 км
Число контролерів, що підключаються до одного блоку живлення	Від 1 до 10

Зазначені в таблиці характеристики підтверджують обмеження інтерфейсу RS-485 в максимальній дистанції роботи в 1200 метрів максимум. Показання дистанції роботи на інших з'єднаннях є особливостей кабелів з широким перетином і можуть бути поліпшені підбором дорожчий передавальної провідний середовища. Як приклад можна відзначити, що для свідчень дистанції прокладки в'язі з датчиками використовувалися кабелі з перетином в $1,5 \text{ мм}^2$.

Показники технічних характеристик системи уніфікованого контролю і автоматичного спостереження гірничо-шахтного устаткування так само демонструють структуру роботи контролерів ТХ-9042, показуючи кількість даних пристроїв, здатних працювати від одного блоку живлення, а також число входів і виходів, встановлених в них, для підключення обладнання для збору інформації, а також реле, якими перемикається обладнання вже робочого типу. Відмінною рисою для системи, що безпосередньо встановлює

рівень можливого QoS при передачі масивів інформації по дротових і бездротових мереж, є характеристика швидкодії системи УТАС, що позначає швидкість з якими працюють певні протоколи передачі даних і реагування на критичні показники даних. Характеристика швидкодії системи УТАС позначена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - характеристика швидкодії системи УТАС

Час реакції контролера на критичні значення сигналу, не більше	мс	200
Час спрацювання системи з індуктивним апаратурою для контролю метану, не більше	с	15
Час реагування системи з швидкодіючою апаратурою контролю метану по об'ємній частці	с	0,8
Час спрацювання системи з швидкодіючою апаратурою контролю метану по швидкості наростання об'ємної частки	с	2
Час опитування контролерів системи	с	Від 1 до 10
Швидкість передачі інформації по провідним каналам зв'язку, не менше	кБіт/с	9,6
Швидкість передачі даних по бездротових каналах зв'язку, не менше	кБіт/с	9,6

Дана характеристика показує в саму першу чергу не стільки межі системи УТАС в ролі швидкості реагування і передачі інформації, скільки мінімальні можливості даної системи, яким вона буде відповідати при повному навантаженні. У разі якщо кількість контролерів в одному вузлі зв'язку менше максимального, а також у випадку використання не повного набору функцій і всіх входів і виходів керуючого обладнання, швидкість реагування і передачі інформації буде в рази перевищувати зазначену вище.

Система УТАС, будучи в першу чергу системою телекомунікаційного зв'язку, має широкий спектр сигналів, які вона може обробляти в стандартному режимі без використання додаткових перетворювачів інтерфейсу і протоколів. Сигнали даної системи можуть відрізнятися як за типом, так і за середовищі передачі, можуть мати різні обмеження по максимальній і мінімальній швидкості і варіюватися в залежності від того, як

багато пристроїв використовується в лініях зв'язку і використовується в них обладнання для конвертації інтерфейсів і протоколів. Детальні характеристики входних сигналів, що обробляються безпосередньо на лініях установки контролерів, вказані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Характеристики входних сигналів, що обробляються модулями контролера системи УТАС.

Вхідний аналоговий сигнал	В	от 0,4 до 2
Вхідний цифровий сигнал	В	0; +5,0 (Закритий протокол передачі)
Вхідний частотний сигнал	В	14; 20; 26
Сигнал стану контакту без контролю стану лінії	кГц	замкнутий / розімкнути
Сигнал стану переключається контакту з контролем стану лінії		замкнутий / розімкнути / обрив / к.з. лінії
Частотний сигнал не більше 8.7 В	Гц	10000
Інтерфейс зв'язку RS-485 - рівні цифрового сигналу	В	-5,0; +5,0

Система УТАС складається з різних сегментів, що використовують різні типи сигналів і протоколи передачі даних. Кожен сегмент мають свою унікальну лінію зв'язку, відібрану виходячи з вимог техніки безпеки та існуючих стандартів, обкладається діяльність гірничо-шахтної промисловості. Дані системи можуть варіюватися від дротових, що використовують стандартні кабелі типу вита пара, до дротових, що використовують кабелі типу оптичне волокно при наявності спеціальних перетворювачів інтерфейсу, якщо такі можуть бути встановлені в системі УТАС без порушення політики підприємства або заданих стандартів безпеки. Кожен сегмент системи використовують свої власні стеки протоколів і володіє унікальною логікою роботи, розділяючи сегменти системи УТАС на сегменти різних рівнів, де виконують нижніми пристроями є датчики і реле, контролери виступають в якості змішаних устрій середнього рівня які керують обладнанням і виконують пересилання даних на сервер і диспетчерський пункт, а також прилади високого рівня які знаходяться на

поверхні і є сам диспетчерський пункт, робочі термінали персоналу або їх аналоги. Характеристика систем передачі даних системи УТАС представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Характеристика систем передачі даних.

Передача даних між диспетчерським пунктом управління і контролерами	RS485 інтерфейс, Ethernet
Передача даних між диспетчерським пунктом управління і віддаленими терміналами	SHDSL інтерфейс, Ethernet
Передача даних між датчиками і контролерами	Закритий протокол
Протокол передачі даних	MODBUS, MYSTIC, SAP, SAPRLY, TCP/IP

У висновку можна сказати, що система УТАС є багатофункціональною, просторово-розподіленою системою з монтуванням датчиків в робочі зони спостереження параметрів і розміщення інших елементів загальної технологічної системи в обґрунтованих точках об'єктів шахти з метою забезпечення її функціонування. При побудові системи УТАС пристрої розділяються по просторового розподілу. Підземні пристрої являють собою ті, що встановлені в підземних рівнях шахти з високими вимогами безпеки, як правило це включає нижню частину шахти ліфта, пророблені вироблення і кишені безпеки в разі аварійної ситуації.

Пристрої поверхневого типу надають собою ті, що встановлюються в верхніх рівнях шахти з низькими вимогами щодо безпеки, включаючи диспетчерський пункт і віддалені термінали робочого персоналу, інтегровані в сферу управління УТАС. По виконуваних функцій технічні засоби системи УТАС можна поділити на такі: Датчики; дискретні сигналізатори; Блоки харчування; логічні контролери програмованого типу; пристрою аудіовізуальної сигналізації; засоби передачі даних; пристрою ПОК; Технічні засоби відображення даних. За типом використовуваних сигналів всі пристрої системи УТАС можна поділити на аналогові, цифрові, дискретні і

частотні. Слід зауважити, що до складу системи можуть входити будь-які технічні пристрої, сумісні з вхідними та вихідними характеристиками пристроїв системи УТАС, а також мають відповідний рівень вибухозахисту, що повинен бути не нижче, ніж у самих пристроїв системи.

2.2 Аналіз системи КАГІ, її недоліки та переваги.

КАГІ являє собою комплекс інформаційного контролю атмосферності всередині виробок гірничо-шахтного підприємства. Він призначений для експлуатації в системах аерогазового контролю вугільних шахт, прийому, перетворення і уявлень оператору АГК необхідної інформації, обробки, видачі та збереження надходить на поверхню інформації від обладнання автоматичного контролю вмісту метану, вимірників швидкості і напрямку руху повітря, пристроїв тепло управління і телесигналізації спільно з обладнанням контролю провітрювання тупикових виробок, а також управління вентиляторами місцевого провітрювання і груповим обладнанням. Дана система може бути використана в одному комплексі з іншою вимірювальною апаратурою, що має уніфікований вихід в 0 ... 5 мА, а також спільно з пристроями контролерів для автоматизації контролю та управління обладнанням. Технічна характеристика система комплексу КАГІ наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Основні характеристики системи комплексу КАГІ.

Параметр	значення
Число одночасно підключаються:	
- Датчиків метану	- 168
- вимірювач	- 23
- Пультів управління	- 3

Продовження таблиці 2.5

Число одночасно підключаються сигналів:	- 96
- Від апаратів сигналізації	- 56
- Від датчиків метану	- 28
- Від вимірників	- 12
Діапазон величини струму сигналів	0...5 мА
Діапазон величини амплітуди сигналів ТС на частотах 14, 20 і 26 кГц	50...200 мВ
Діапазон величини амплітуди сигналів ТВ на частоті 5 кГц	100...700 мВ
Межа зведеної похибки перетворення значень аналогових сигналів	1,5 %
Відстань від джерел входних сигналів до пристрою ППП	10 км
Довжина лінії зв'язку від ППП до АПІ	12 м
Періодичність виведення на дисплей диспетчера сигналів з датчиків	2 с
Періодичність визначення і збереження середніх значень вимірників	60 с
Споживана потужність, не більше	450 Вт

Виконавчі і активні пристрої системи інформаційного контролю атмосферності гірничо-шахтного підприємства наділені специфічними габаритними розмірами, що тим не менше можуть бути змінені за бажанням підприємства покупця при зв'язку з постачальником системи. Габаритні розміри основних пристроїв системи контролю КАГІ позначені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Габаритні розміри і маса складових частин комплексу КАГІ.

Параметр	Значення			
	ППП	АПІ	ТА	ТТ
Довжина, мм	790	400	230	70
Ширина, мм	440	350	260	80
Висота, мм	1760	200	110	250
Маса, кг	200	5	1	0,7

До складу даного комплексу спостереження надходить так само персональна станція, параметри якої можуть бути обрані підприємством покупця при замовленні системи від заводу виробника системи КАГІ. Дана персональна станція контролю являє собою віддалений термінал, який має

такі характеристики: тактова частота в 1,7 ГГц; Об'єм оперативної пам'яті 256 МБ; ємність HDD в 40 ГБ; SSD 1 штука; послідовний порт інтерфейсу RS-232; Паралельний порт LPT1 1 штука; Принтер і монітор на вибір підприємства; Джерело безперебійного живлення не менше 800 VA.

Даний комплекс також мають стандартизовані показники надійності, що мають наступний розрахунок:

- Середнє напрацювання на відмову - не менше 5000 годин;
- Середній час відновлення - не більше 0,67 годин;
- Середній термін служби - не менше 6 років;

Відмовою комплексу вважається невиконання функцій по прийому, перетворення і поданням поточної інформації протягом 3 хвилин або більше. Однією з найголовніших функцій даної системи є забезпечення безперервного контролю атмосферності навколишнього робочого середовища в гірських виробках вугільних шахт. Система здатна виявляти неполадки за рахунок автоматичного технічного діагнозу обладнання атмосферного контролю, обладнання контролю надходження повітря в тупикові виробки, пультів управління і телесигналізації, що застосовуються в системах вентиляції і іншого контролюваного обладнання. Система здатна виявляти критичні показники атмосферної оболонки, порушення роботи систем і забруднення гірських виробок надлишковими газами. Система здійснює контроль і управління вентиляторами локальної системи управління, контролює групове обладнання та інші пристрої в міру зростання функціональних можливостей комплексу, включаючи блокування неправильних дій оператора і віддаленого персоналу зі своїми терміналами. Вся отримана в ході аналізу обстановки інформація надходить на зберігання і представляється в оперативній і ретроспективній інформації про стан атмосферного обстановки і устаткування на контрольованих ділянках. В системі реалізована функція «чорний ящик» для майбутнього аналізу в разі утворення аварії і необхідності виявлення її причин, або останнє відоме місце розташування персоналу в разі відмови системи [14].

До основного складу комплексу входять різні механізми, що переважають своїми функціями, вимогами до безпеки, габаритами і іншими технічними параметрами, визначальними місце розташування в проекті системи автоматичного контролю і збору інформації.

Першим пристроєм є пристрій прийому і перетворення інформації, що відповідає за безпосередній зв'язок з датчиками і перетворення одержуваної з них інформації в формат повідомлень різних протоколів, що потім вже передаються в сторону диспетчерського пункту, сервера або віддалених терміналів, встановлених в рамках діючої системи. Другим пристроєм є автономний пульт індикації, що відповідає за ручне управління з боку робочого персоналу.

Дане пристрої розташовано в відносній близькості від збирає інформацію устаткування щоб робочий персонал, в разі необхідності, міг подати команду на зупинку того чи іншого обладнання або подати сигнал в диспетчерський пункт. Третім пристроєм є встановлений в рамках діючої системи уніфікованого контролю телефон для зв'язку з диспетчерським пунктом в разі потреби. Цей пристрій може бути замінено у разі, якщо на підприємстві реалізована окрема підсистема зв'язку з персоналом через бездротові ретранслятори на верхніх рівнях шахти, передають хвилі особливої частоти в робочий простір для реалізації радіозв'язку між шахтарями і пунктами контролю.

Четвертим пристроєм слід зазначити персональний термінал, або ж персональну обчислювальну машину, що виконує роль робочої станції, що встановлюється безпосередньо на поверхні і виконує роль сполучної інтерфейсу між робочим персоналом і сервером системи спостереження і реагування. Склад комплексу може змінюватися в залежності від його виконання, інтеграції елементів інших систем, використання різних технологій, що не є прописаними в документації або ручних модифікацій самим підприємством, які можуть бути виконані щоб довести систему до потрібних вимог в разі, якщо стандартні параметри їм не відповідають. У

зразках системи атмосферного контролю КАГІ, починаючи з 2002 року, встановлюються спеціальні контролери обробки інформації, що надходить.

Принцип дії системи атмосферного контролю та реагування КАГІ полягає в постійному прийомі і передачі по фізичних каналах зв'язку, де використовуються пари провідників типу вита пара, спеціальних електричних сигналів, що містять корисну інформацію про стан рудникової атмосфери в гірничих виробках вугільних шахт від обладнання автоматичного контролю вмісту метану і інших складових, таких як витрата повітря або концентрація водню. Приймаюча сторона даної системи перетворює отриману інформацію робочому персоналу встановлених в рамках системи терміналів, включаючи диспетчерський термінал і термінал віддаленого персоналу. Дана інформація надходить на зберігання в оперативній і довготривалої пам'яті персональних терміналів і обчислювальних машин на магнітних носіях.

Пристрій прийому і перетворення інформації є шафа-стійку, в якій розташовані корпуси функціональних блоків, блок індикації, блок перехідних роз'ємів, контролер обробки інформації, що надходить і блок живлення. Схема підключення пристрою прийому і передачі інформації показана на рисунку 2.2.

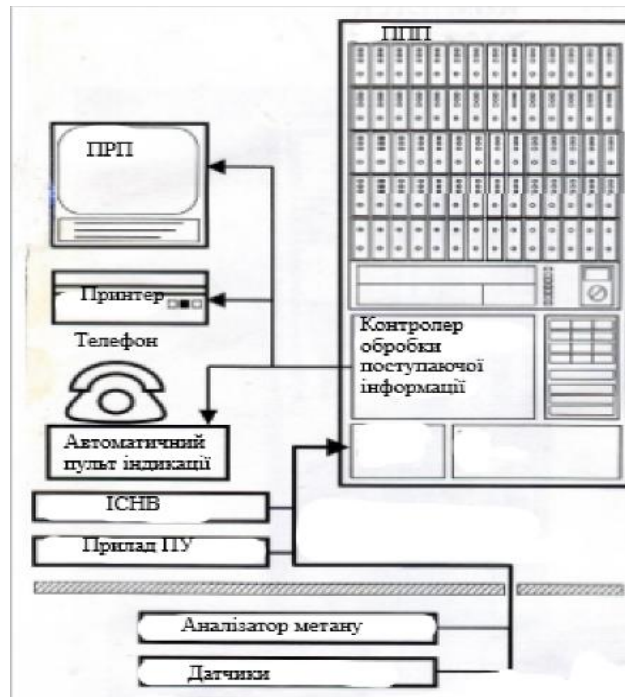


Рисунок 2.2 – Схема підключення приладу прийому та передачі інформації

Докладне вивчення системи уніфікованого контролю і спостереження за атмосферою в умовах гірничо-шахтної промисловості під назвою комплекс КАГІ показало структурну схему даного комплексу і особливості які слід враховувати при інтеграції даного рішення в ту чи іншу підприємства. За структурою своєї система КАГІ розділяє з системою УТАС загальні параметри і початкові сегменти збору інформації, однак метод їх підключення до контролерів і передачі інформації в сервер і диспетчерський пункт помітно відрізняються. Замість використання окремих протоколів передачі даних система КАГІ оперує за допомогою роздільних касет аналізу інформації, що надходить, які утворюють собою розділені лінії зв'язку з виконавчим обладнанням.

2.3 Засоби перетворювачів, Ethernet і міток для змішаних систем спостереження в умовах гірничо-шахтної промисловості.

Так як багато системи уніфікованого та автоматизованого контролю і спостереження за гірничо-шахтним устаткуванням мають комплексною структурою, що складається з безлічі різних підсистем, то дані підсистеми можна модифікувати окремо, розбавляючи окремі лінії зв'язку та обладнання більш сучасними аналогами які можна інтегрувати в систему при використанні перехідних пристроїв, що усувають собою необхідність підбору пристроїв з ідентичними характеристиками по передачі сигналу і робочому току.

Яскравим прикладом цього обладнання можна назвати використання медіа-конвертори МОХА, здатного перетворювати технологію інтерфейсу RS-485 в інтерфейс оптичного волокна різних категорій, як одномодових, так і багатомодових при необхідності. Конвертори даної моделі складаються з одного оптичного порту і двох універсальних СОМ портів, що підтримують швидкість від 50 біт / с до 921,6 Кбіт / с що помітно перевершує вимоги системи УТАС, дозволяючи визначити даний варіант як спосіб поліпшення швидкості і надійності передачі даних. Доповнює цей модуль функція автоматичного визначення швидкості передачі даних для синхронізації роботи різних протоколів передачі інформації і стабільної роботи обладнання у відповідності із заданими вимогами і функціями керованих контролерів, для яких даний фактор може мати велике значення.

Велика частина перетворювачів даної моделі мають функціональної підтримкою багатоточкового з'єднання, дозволяючи поліпшити топологію мережі системи контролю, пішовши від стандартної шини до древу з окремими витками. Загальна довжина лінії зв'язку в даному режимі підтримує дистанцію роботи оптичної лінії зв'язку до 100 кілометрів. Обладнання цієї моделі проходить перевірку за міжнародним стандартом і є захищеним від статичного розряду, перепадів напруги, імпульсних перешкод

і коротких замикань, що відповідає стандартам безпеки робочого обладнання в гірничо-шахтних виробках. Устаткування перетворювачів інтерфейсів моделі МОХА від частини розробляється з використанням технології безконтактної гальванічної розв'язки, усуваючи ризик протікання струмів, пошкодження компонентів ланцюга і обривів ліній зв'язку обладнання.

Послідовними інтерфейсами обладнано більшість типів випускаються промислових пристроїв. На жаль, дані пристрої наділені помітними недоліками і з практичного боку непридатні для створення гнучкої і масштабованої інформаційної мережі зв'язку. За допомогою перетворювачів моделі МОХА можна без особливих зусиль і грошових витрат впровадити будь-який промисловий контролер, сенсор, зчитувач карт або виконавчий механізм в автоматизовану індустріальну систему з найкращими показниками дальності, від 5 км - для багатомодового волокна, 40 км - для одномодового, пропускної спроможності і захисту від перешкод, так як дисперсія і загасання сигналу мінімальні.

Окремим питанням є проведення мережі в бездротовому полі дії обладнання шахти, де використання провідних технологій вважається або непрактичним, або неможливим за своєю природою. Яскравим прикладом такого обладнання можуть бути рухомі механізми, що можуть порвати підключений до них кабель під час обертання або швидкого пересування, яке обладнання персонального використання, на подібні радіоміток, використовуваних в головних світильниках робочого персоналу. Для підключення бездротових технологій використовуються свої приймачі та лінії передачі даних, що потім можуть зводитися в загальні лінії з провідними технологіями і передавати єдиним потоком інформацію на головний сервер і робочу станцію диспетчера. Система оповіщення та позиціонування персоналу гірничо-шахтного підприємства може бути реалізована за концепцією різних фірм. Інформація про одних з найпопулярніших фірм, що постачають підсистеми позиціонування, позначена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Основні системи позиціонування персоналу.

фірма	Система	Технологія
«Ингортех»	Система визначення місця розташування робочих і транспорту СПГТ-41	NanoLOC
«Информационная индустрия»	Система підземного зв'язку і спостереження з елементами автоматизації талнах	RFID
Mine Radio systems Inc	Flexcom - система підземного радіозв'язку та Systems Inc. передачі даних з функціями загального шахтного аварійного оповіщення та контролю місця розташування персоналу. Система позиціонування INsite	RFID
Devis Derby	MineWatch Система множинної радіочастотної ідентифікації персоналу і транспортних коштів, спостереження та управління	RFID
«Гранч»	Багатофункціональна система безпеки Granch SBGPS - система спостереження, оповіщення та пошуку людей, захоплених аварією	WiFi
КТИ ВТ СО РАН	Система спостереження та оповіщення персоналу	Радіосигнал 868 МГц, RSSI

Основні вимоги системи складаються з вимог самого підприємства і техніки безпеки прийнятої в стандартах, включаючи так само еталонні зразки систем відповідають міжнародним стандартам за своєю якістю і рейтингу безпеки. У разі використання даного набору систем можна успішно досягти точності виявлення персоналу до 20 метрів, є можливість завдання особливих алгоритмів виявлення і конфігурації обладнання на випадок ускладнення передачі бездротових сигналів в шумному середовищі гірських виробок при роботі стороннього обладнання. Робоча частота для даної технології відібрана в діапазоні 868 МГц. Вибір частоти обумовлений тим, що при більш високій частоті збільшується інтенсивність загасання радіосигналу, а при більш низькій збільшуються габарити антени.

Система побудована по трьох-рівневим принципом і має в своєму складі:

- 1) верхній рівень - управління, зберігання, обробка і представлення даних;
- 2) нижній рівень - збір даних;

3) локальний рівень - джерела даних.

До складу підсистеми входить обладнання верхнього рівня: центральний сервер, перетворювач інтерфейсу USB в RS-485, АРМ диспетчера, АРМ лампової, АРМ електромеханіка. До нижнього рівня відносяться контролери зв'язку RS-485, джерела безперебійного живлення шахти. Локальний рівень - радіомітки, що вбудовуються в індивідуальні світильники.

Всі контролери системи об'єднані локальною інформаційною мережею, що працює по інтерфейсу RS-485 або по радіоканалу при швидкості передачі даних до 115 кбіт / с, і мають свій унікальний логічний адресу. У зоні радіовидимості контролер виробляє опитування по радіоканалу зареєстрованих радіоміток, розташованих в шахтних акумуляторних світильниках, і передачу інформації про місце положення шахтарів на верхній рівень по лінії RS-485. Програмне забезпечення системи включає два незалежних програмних компонента: це програмне забезпечення інтерфейсу оператора та програмне забезпечення бази даних.

Після широкого впровадження систем глобального позиціонування (GPS) останнім часом в світі проявляється великий інтерес до систем локального позиціонування. Це пов'язано з тим, що системи GPS забезпечують точне позиціонування лише на відкритих просторах. В умовах щільної міської забудови їх точність знижується. У закритих приміщеннях з огляду на те, що сигнал з супутника в них не проникає, в ряді випадків вони взагалі не працюють.

Компанії Nokia, Samsung, Sony Mobile і ін. Оголосили про створення альянсу In-location Alliance для просування навігації усередині будівель (indoor positioning). Альянс включає 22 компанії, які будуть працювати над створенням тестового рішення для навігації усередині будівель. Опрацьовується рішення буде засновано на розширеній технології Bluetooth 4.0 з низьким енергоспоживанням і стандартах WiFi.

Проведене дослідження існуючих технологій дозволяє виявити

можливість модернізації існуючих комплексних систем автоматичного спостереження та реагування обладнання гірничо-шахтного підприємства. Ключовим приладом, який може дозволити провести модернізацію існуючих систем, варто відзначити медіа-перетворювач інтерфейсу промислового стандарту RS-485 в інтерфейс сумісний з технологіями ethernet, в якості яких можуть виступати лінії з оптичного волокна. Перехід системи з звичайного кабелю типу вита пара на оптичне волокно дозволить реалізувати тенденцію розвиток індустріального інтернету речей ПоТ і створити досить потужну структуру передачі даних на цілком безпечною для шахти середовищі, зберігаючи вимоги всіх існуючих стандартів безпеки.

Висновки до розділу 2

В даному розділі було розглянуто обладнання, що використовується при реалізації системи автоматичного моніторингу. Було обрано інтерфейси для передачі інформації по сегментах мережі, було розглянуто протокол передачі MODBUS, проведено аналіз характеристик еталонної системи УТАС і КАГІ.

3 РОЗРОБКА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ САМГШО

3.1 Структурна схема системи автоматичного моніторингу ГШО

Структурна схема комплексної системи автоматичного моніторингу повинна являти собою зображення загальної суті побудови системи, враховуючи з'єднання між ключовими елементами різних рівнів обраної мережі. Дана схема буде повторювати модель системи автоматичного моніторингу та показувати топологію, яка в ній використовується. На малюнку 3.1 показана загальна структурна схема побудови мережі автоматичного спостереження.

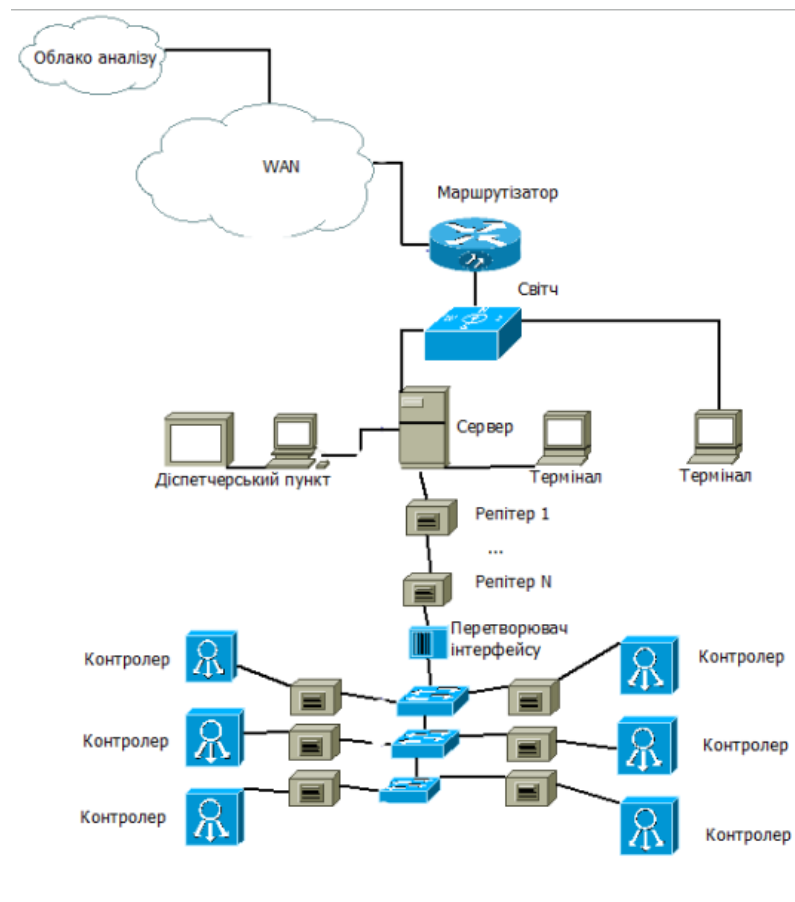


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи автоматичного моніторингу

Продемонстрована структурна схема відображає побудову існуючих систем передачі даних і їх узгодження на фізичному рівні з виконавчими механізмами в ролі яких виступають контролери моделі TX9042 як пристрої зарекомендували себе в системі уніфікованого контролю і спостереження комплексу УТАС.

Дана структурна схема відображає побудову мережі автоматичного спостереження з використанням топології загальна шина, так як це є необхідністю при використанні протоколу передачі даних MODBUS через його структуризації за принципом роботи Master-Slave.

Перетворювач інтерфейсу що з'єднує нижній рівень шахти з верхнім був відібраний з існуючих продуктів моделі перетворювачів MOXA з гальванічною розв'язкою і захисними кейсами здатними зіставити рівень захисту перетворювачів з вимогами стандартів безпеки по категорії IP.

Використання перетворювачів інтерфейсу дозволить перейти від стандартних кабелів типу вита пара до кабелів типу оптичне волокно. Перехід на дану технологію дозволить зіставити сучасну систему автоматичного контролю з концепцією розвитку ІоТ. Оптичне волокно дозволить добитися швидкості передачі інформації в десятки Гбіт в секунду, параметри можуть бути підвищені в разі вибору більш дорогих моделей оптичних кабелів для передачі інформації. Слабке загасання сигналу дозволить передавати інформацію на великі відстані, на 5 кілометрів при використанні багатомодового кабелю, на 40 кілометрів при використанні одномодового кабелю.

3.2 Розробка функціональної схеми

Після визначення структурної схеми побудови системи автоматичного спостереження і контролю за ГШО, можна перейти до розробки

Дана функціональна схема демонструє топологію мережі з використанням одного з контролерів типу TX9042. При створенні функціональної схеми були використані перетворювачі інтерфейсу з промислової технології RS-485 в технологію ethernet з використанням оптичного волокна, зазначеного як F-base. Як кабелю для з'єднання між інтерфейсами промислової технології RS-485 був обраний кабель типу вита пара під назвою 98411LS.

Дана Функціональна схема демонструє топологію мережі з Використання одного з контролерів типу TX9042. При створенні функціональної схеми були використано перетворювачі інтерфейсу з промислової технології RS-485 в технологію ethernet з Використання оптичні волокна, зазначеним як F-base. Як кабелю для з'єднання між інтерфейсами промислової технології RS-485 БУВ обран кабель типу вита пара під назв 98411LS.

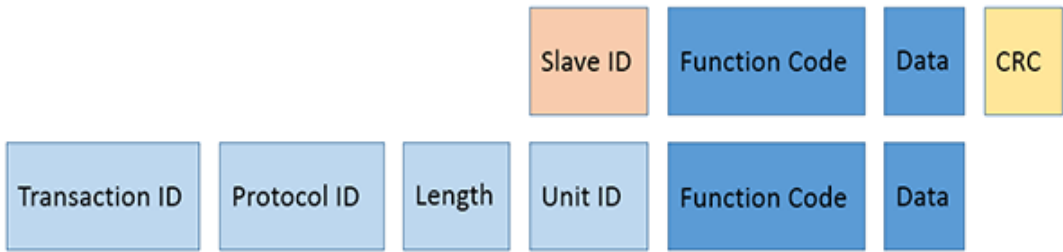


Рисунок 3.3 – формат пакета даних MODBUS TCP

Порівняльна характеристика пакетів MODBUS TCP і з MODBUS RTU приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика пакетів MODBUS TCP и RTU.

Назва поля	MODBUS TCP	MODBUS RTU
ID transis	2 байт	-
ID protocol	2 байт	-
Довжина остатку	2 байт	-
Адрес слейва	1 байт	1 байт

Продовження таблиці 3.1

PDU	253 байт	253 байт
CRC16	-	2 байт

3.3 Моделювання сегменту датчик-контролер

Більшість датчиків використовуваних в системах автоматичного контролю використовують закритий протокол передачі даних. Даний протокол відзначений в технічних таблицях і характеристиках системи уніфікованого контролю і спостереження за гірничо-шахтним обладнанням комплексу УТАС, а також відзначений в технічних документаціях підсистеми КАГІ.

Закритий протокол являє собою стандарт, який визначає алгоритми і характеристики поведінки того чи іншого обладнання, програмного забезпечення та процесів передачі даних, що були розроблені тим чи іншим підприємством з урахуванням комерційної таємниці. Це означає, що код і протоколи, за якими датчики спілкуються з контролерами системи автоматичного спостереження і контролю гірничо-шахтного обладнання не можуть бути вивчені або представлені в дослідницькій роботі, так як вони не були призначені для поширення поза того забезпечення, для якого ті і були розроблені.

Для того щоб розробити частина системи відповідає за збір інформації з датчиків, встановлених в гірничо-шахтних підприємствах, було вирішено провести побудова моделі датчика і контролера за допомогою існуючих у відкритому доступі аналогів. В якості контролера була відібрана робоча модель у відкритому доступі під назвою Arduino-uno, що представляє собою контролер з низкою цифрових і аналогових входів і виходів від компанії Arduino. Плата Arduino Uno представлена на малюнку 3.4.



Рис 3.4 – Плата Arduino Uno

Дана плата, побудована на мікроконтролері ATmega 328, має на собі 6 аналогових входів, 14 цифрових виходів загального призначення, кварцовий генератор на 16 МГц, два роз'єми: силовий і USB, роз'єм ISP для внутрисхемного програмування і кнопку гарячої перезавантаження пристрою. Для стабільної роботи плату необхідно підключити до харчування або через вбудований USB Роз'єм, або підключивши роз'єм живлення до джерела від 7 до 12В. Через перехідник живлення плата також може працювати і від батареї формату Крона.

Плата Arduino Uno має на борту 3 способу підключення харчування: через USB, через зовнішній роз'єм живлення і через роз'єм Vin, виведений на одну з гребінок збоку. Платформа має на борту вбудований стабілізатор, що дозволяє не тільки автоматично вибирати джерело живлення, але і вирівнювати ток до стабільних 5 вольт, необхідних контролеру для роботи. Зовнішнє живлення можна подавати як безпосередньо від USB порту комп'ютера, так і від будь-якого AC / DC блоку живлення через роз'єм живлення або USB.

На платі передбачено кілька висновків, що дозволяють жити від неї підключені датчики, сенсори та інші пристрої. Всі ці висновки позначені наступним чином:

1. Vin - вхід харчування, використовується для отримання живлення

від зовнішнього джерела. Через даний висновок відбувається тільки подача харчування на плату, отримати звідти харчування для зовнішніх пристроїв неможливо. На вхід Vin рекомендується подавати напругу в діапазоні від 7В до 20В, щоб уникнути перегріву і згоряння вбудованого стабілізатора.

2. 5V - джерело напруги на 5 вольт для живлення зовнішніх пристроїв. При отриманні харчування платою з будь-яких інших джерел (USB, роз'єм живлення або Vin) на цьому контакті ви завжди зможете отримати стабільну напругу 5 вольт. Його можна вивести на макетну плату або подати безпосередньо на необхідне устройство. 3V3 - джерело 3.3 вольт напруги для живлення зовнішніх пристроїв. Працює за таким-же принципом, що і контакт 5V. З даної ніжки також можна вивести напруга на макетну плату, або подати на необхідний датчик / сенсор безпосередньо.

3. GND - контакт для підключення землі. Необхідний для створення замкненого кола при підключенні до контактів Vin, 5V або 3V3. У всіх випадках ніжку GND необхідно виводити як мінус, інакше що ланцюг не буде замкнута і харчування не надійде.

Згідно техніці безпеки і експлуатації датчиків використовуваних в системах УТАС, необхідно щоб кожен з них проходив етап перевірки шляхом калібрування. У схемі що буде зібрана для показання роботи датчиків і реагування контролера буде приведено використання потенціометра, який буде калібрувати за допомогою програмного коду, задаючи його максимальне і мінімальне можливе значення, від якого в свою чергу буде загорятися світлодіод, символізуючи показники датчика. Так само буде налаштований серійний вихід показників датчика в термінал диспетчера шляхом передачі інформації від контролера на комп'ютер і видачу інформації про датчик у вигляді графіка або символічних позначень в консолі. Схема Підключення макету наведена на малюнку 3.5.

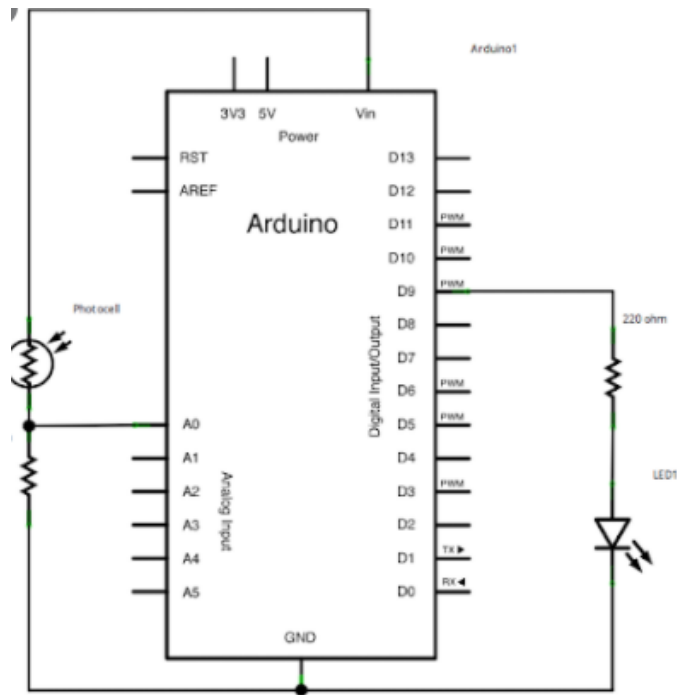


Рисунок 3.5 – підключення схема калібрування параметрів min/max.

Програма для реалізації даного датчика буде використовувати потенціометр для визначення максимального і мінімального порога значень струму, що приходить через нього щоб задавати на якому саме значенні, що буде названо критичним, загоряється світлодіод і відбувається оповіщення системи. Далі буде наведено лістинг програми, що використовується для реалізації даного сегмента.

```
const int sensorPin = A0;
const int ledPin = 9;
int sensorValue = 0;
int sensorMin = 1023;
int sensorMax = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
```

```

digitalWrite(13, HIGH);
while (millis() < 5000) {
    sensorValue = analogRead(sensorPin);
    if (sensorValue > sensorMax) {
        sensorMax = sensorValue;
    }
    if (sensorValue < sensorMin) {
        sensorMin = sensorValue;
    }
}
digitalWrite(13, LOW);
}

void loop() {
    sensorValue = analogRead(sensorPin);
    if (sensor Value >= 500)
        Serial.print("WARNING!!! ");
    Serial.print("sensor = ");
    Serial.println(sensorValue);
    sensorValue = map(sensorValue, sensorMin, sensorMax, 0, 255);
    sensorValue = constrain(sensorValue, 0, 255);
    analogWrite(ledPin, sensorValue);
}

```

Даний програмний код реалізує передачу інформації з датчика на контролер, а з контролера вже передає необхідні дані в серійний порт персональної робочої станції, з якої відбувається зчитування всіх необхідних параметрів. Так само програма підтримує функцію оповіщення про перевищення дозволених параметрів порівнюючи одержувані значення змінної sensorValue із заданим значенням. У разі якщо значення перевищено, то система буде посилати оповіщає повідомлення з кожним оновленням інформації про датчику. На малюнку 3.6 наведені інформаційні потоки

надходять від кінцевого обладнання схеми.

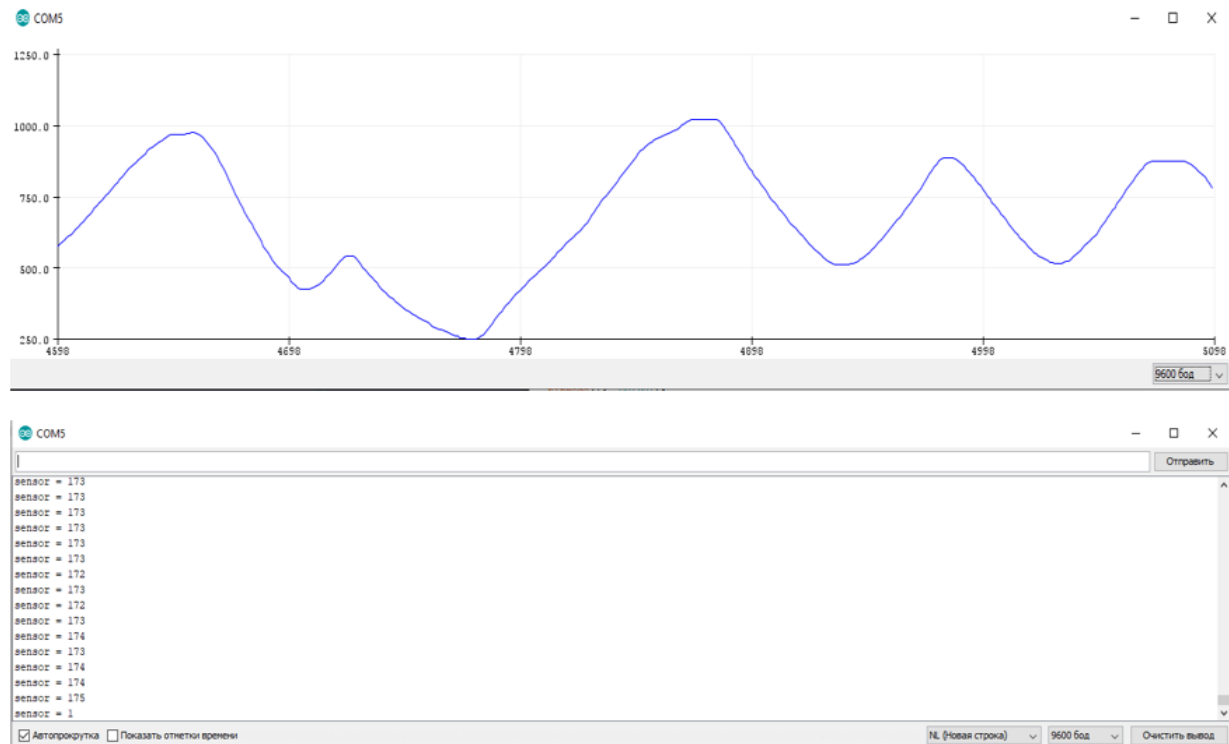


Рисунок 3.6 – Потік інформації із встановленого датчику

Дана модель демонструє як працюють датчики в рамках систем контролю і автоматичного збору інформації і являє собою повноцінну заміну закритому протоколу спілкування, виконуючи тим самим роль моделювання сегмента. З урахуванням різниці, єдиною відмінністю між передачею інформації по контролеру, встановленому на платі Arduino Uno і контролерами промислового типу на подібні TX9042.

З урахуванням характеристик контролера TX9042 можна зробити розрахунок швидкості передачі даних з датчиків до контролера. Так як датчики оперують за допомогою двійкового коду шляхом посилення рівнів напруги від 0 до 5 В то швидкість передачі інформації дорівнює такою формулою:

$$B = t_2, \text{біт/с} \quad (3.1)$$

Де:

- t_2 – інформаційний потік даних бінарного формату;
- B – кількість циклів передачі даних в бод;

Це означає що з одного датчика генерується 9600 бод рівні 7.68 Кбіт/с. Виходячи з того, що на один контролер розташовано 8 цифрових входів і 16 аналогових, то можна відняти, що при монтажу різної кількості вхідних модулів від датчиків потік даних на контролер буде відповідати таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок потоку інформації з датчиків різної кількості.

Кількість датчиків	Інформаційний потік, Кбіт/с
1	7,68
2	15,36
4	30,72
8	61,16

Документація контролера ТХ-9042 вказує що швидкість передачі даних по лінії зв'язку для нього може становити від 0,3 до 115 Кбіт/с, означаючи, що на нього можна поставити аж до 16 датчиків і він зможе без відчутних затримок посилати інформацію про них в лінію зв'язку до ПОК.

3.4 Моделювання сегменту контролер-ПОК

Моделювання сегментів зв'язку між численними контролерами системи уніфікованого контролю і збору інформації полягає в підключенні даних пристроїв до загальної шини, що з'єднана з ПОК підприємства.

Кожен контролер стоїть на постійному послідовному опитуванні завдяки системі Master-Slave і передає інформацію по загальному середовищу, означаючи, що швидкість передачі інформації в один момент часу не може перевищувати швидкість передачі інформації одного контролера і становить 115 Кбіт / с.

З урахуванням обмежень по документації системи УТАС в мережі всього може бути встановлено 32 контролера. Це дозволяє визначити як

багато зайвого адресного простору залишається через особливості протоколу і формату кадру, що використовується для передачі даних.

$$\square_A = \frac{\square\square}{\square\square\square} = \frac{32}{256} \approx 7 \quad (3.2)$$

Де:

- D_A – кількість адрес на один пристрій;
- k_m – максимум контролерів на одну лінію;
- Mb_m – максимум адрес протоколу MODBUS;

Даний розрахунок показує, що на одну стандартну лінію зв'язку контролерів можна виставити лише 32 одиниці обладнання, що вимагають свою адресу, проте це обмеження можна обійти якщо використовувати повторювачі. Схема підключення повторителів показана на малюнку 3.7.

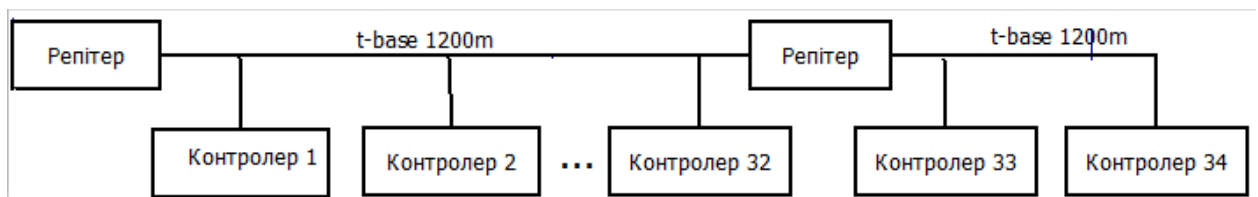


Рисунок 3.7 – Схема підключення репітерів

Даний метод дозволяє використовувати весь адресний простір пакета протоколу MODBUS що складається з 256 можливих адрес починаючи з 0 і закінчуючи 255. Варто відзначити, що заради забезпечення роботи додаткових функцій протоколу є необхідність резервування як мінімум кількох останніх адрес для реалізації лінії передачі інформації на серверну частину.

Основним недоліком використання кручений пари для інтерфейсу RS-485 є дистанція максимальної прокладки кабелю, складова 1200 метрів. У разі якщо є необхідність прокладки на далекі відстані, то для цього використовується установка повторителів, які продовжують максимальну

дистанцію кабелю на ще 1200 метрів. Кожен повторювач вимагає свого харчування і розташований в радіусі можливого підключення блоків живлення.

Хорошим рішенням даного недоліку варто назвати використання оптичного волокна для прокладки на далекі дистанції. Так як генерація трафіку з самого початку не перевершує навантаження з одного контролера по режиму роботи Master-Slave то для роботи системи зійде кабель з однією модою і стійкістю до згибів. Додатковою вимогою в даному випадку ставиться використання особливих перетворювачів для роботи в умовах гірничо-шахтної промисловості. Прикладом хороших перетворювачів з можливістю конвертації протоколів MODBUS RTU в MODBUS TCP є перетворювачі моделі MOXA. На малюнку 3.8 показана схема різниці підключення при використанні послідовних репітерів і при використанні перетворювачів MOXA.

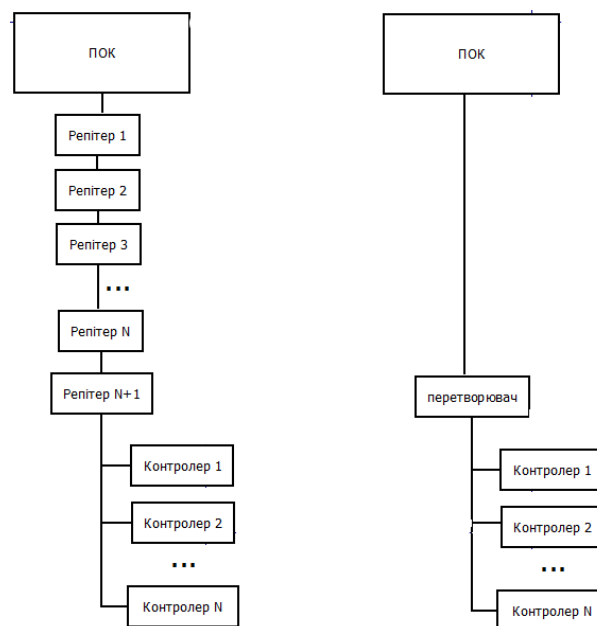


Рисунок 3.8 – Схема підключення ліній зв'язку контролерів із репітерами та перетворювачем

Продукція MOXA дозволяє використовувати особливі перетворювачі дозволяють переходити з протоколу MODBUS RTU в MODBUS TCP в разі

якщо є необхідність підключення існуючої системи УТАС до більш сучасного варіанту ПОК використовує систему SCADA.

В першу чергу необхідно запустити процес пошуку шлюзу за допомогою програми на подібні MGate Manager. Приклад виконання даного процесу показаний на малюнку 3.9.

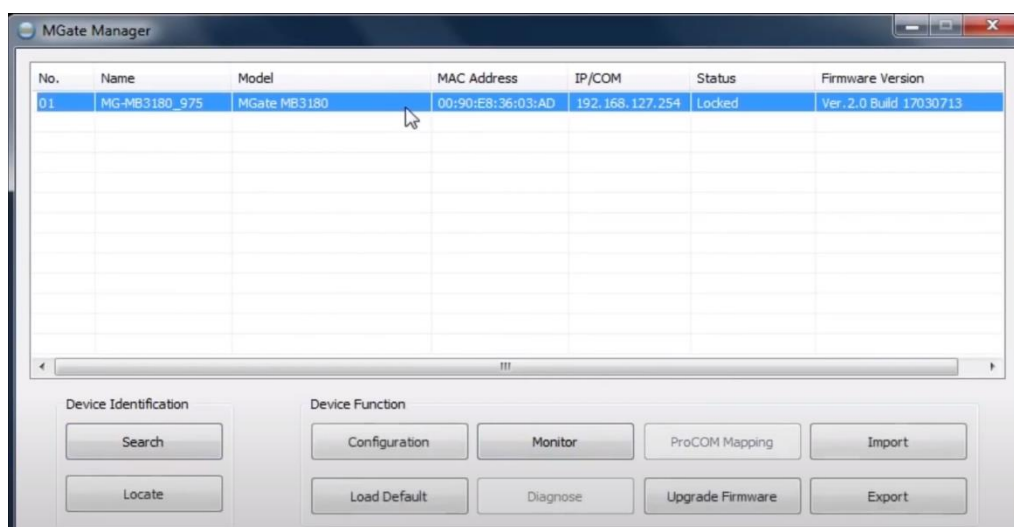


Рисунок 3.9 – Результат пошуку шлюзів в MGate Manager

Наступним кроком в виконанні налаштування шлюзу становиться налаштування у вкладці network, де можна задати адрес шлюзу у форматі IP. Пример реализации данного шага предоставлен на рисунке 3.10.

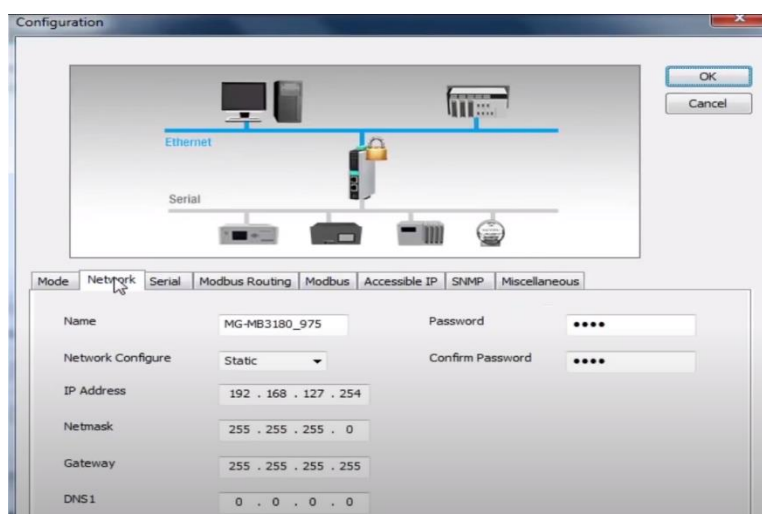


Рисунок 3.10 – Налаштування network

Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломного проекту було проведено актуальних і доступних для вивчення моделей обладнання, з яких можна буде побудувати сучасну систему оповіщення, збору інформації та контролю ГШО. Була розроблена модельна заміна сегменту підключення датчика з контролером, так як спочатку даний сегмент використовує закритий протокол передачі інформації і недоступний для вивчення.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СІТУАЦІЯХ НА ПІДПРИЄМСТВІ

4.1 Характеристика умов праці

Одним з важливих відділів лікарні є відділ моніторингу мережі.

Труд працівників цього відділу дуже інтенсивний та напружений, який потребує значні затрати розумової, емоційної та фізичної енергії. Працівники тісно пов'язані з комп'ютерною технікою. При роботі з комп'ютерною технікою людина піддається впливу багатьох шкідливих та небезпечних факторів: електромагнітних полів (діапазон радіочастот ВЧ, УВЧ, СВЧ), інфрачервоного та іонізуючого випромінювань, шуму та вібрації, статичної електрики та ін.

Робота з комп'ютером характеризується значною розумовою напруженістю та нервово-емоційним навантаженням операторів, високою напруженістю зорової праці та достатньо великим навантаженням на м'язи рук при роботі з клавіатурою.

В процесі роботи з комп'ютером необхідно дотримуватися правильного режиму праці та відпочинку.

Ці фактори можуть привести до професійних захворювань таких, як комп'ютерна алергія, радіохвильова хвороба, захворювання шкіри, синдром Сіка, язва шлунку, комп'ютерний зоровий синдром, стрес, кистьовий тунельний синдром.

Діяльність працівників відділу:

- моніторинг активного обладнання мережі, виявлення відмов та аварійних ситуацій на обладнанні;
- аналіз виникаючих аварій;
- організація оперативних дій по усуненню аварій;
- формування звітів;

– робота, за потребою, з оргтехнікою (факс, принтер, копіювальний апарат) та Інтернетом.

4.2 Вимоги до виробничих приміщень

4.2.1 Фарбування та коефіцієнти відображення

Фарбування приміщень та меблів повинна сприяти створенню добрих умов для зорового сприйняття, чудового настрою.

Джерело світла, такі як світильники та вікна, які дають відображення від поверхні екрану, значно погіршують точність символів та тягнуть за собою перешкоди фізіологічного характеру, які можуть виразитися у значному напруженні, особливо при тривалій роботі. Відображення, включно відображення від вторинних джерел світла, повинно бути зведено до мінімуму. Для захисту від надлишкової яскравості вікон можуть бути застосовані штори та екрани [15].

В залежності від орієнтації вікон рекомендується наступне фарбування стін та підлоги:

- вікна орієнтовані на південь – стіни зеленувато – блакитного або світло – блакитного кольору; підлога – зелена;
- вікна орієнтовані на північ – стіни світло – помаранчевого або помаранчево – жовтого кольору; підлога – червоно – помаранчева;
- вікна орієнтовані на схід – стіни жовто – зеленого кольору; підлога зелена або червоно – помаранчева;
- вікна орієнтовані на захід – стіни жовто – зеленого або блакитно – зеленого кольору; підлога – зелена або червоно – помаранчева.

В приміщеннях, де знаходиться комп'ютерна техніка, необхідно забезпечити наступні величини коефіцієнта відображення: для стелі –

60...70%, для стін – 40...50%, для підлоги – близько 30%. Для інших поверхонь та робочих меблів – 30...40%.

4.2.2 Освітлення

Правильно спроектоване та виконане освітлення покращує умови зорової роботи, знижує втому, сприяє підвищенню продуктивності труда, благотворно оказує вплив на виробниче середовище, надаючи позитивний психологічний вплив на працівника, підвищує безпеку праці та знижує травматизм.

Недостатнє освітлення призводить до напруження зору, послаблює увагу, призводить до передчасної втоми. Надмірна яскравість викликає осліплення, роздратування та різь в очах. Неправильний напрям освітлення на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтованість працівника. Всі ці причини можуть призвести до нещасного випадку або профзахворюванням, цьому важливий правильний розрахунок освітлення.

Згідно СНиП II-4-79 в приміщенні необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення.

При виконанні робіт категорії високої зорової точності (найменший розмір об'єкта розрізнення 0,3...0,5 мм) величина коефіцієнта природнього освітлення (КПО) повинна бути не нижче 1,5%, а при зоровій роботі середньої точності (найменший розмір об'єкта розрізнення 0,5...1,0 мм) КПО повинен бути не нижче 1%. В якості джерел штучного освітлення зазвичай використовуються люмінесцентні лампи типа ЛБ або ДРЛ, які попарно об'єднуються до світильників, які повинні розташовуватися над робочими поверхнями рівномірно.

Вимоги до освітлення у приміщеннях, де встановлені комп'ютерна техніка, наступні: при виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість повинна складати 300 лк, а комбінована – 750 лк; аналогічні

вимоги при виконанні робіт середньої точності – 200 и 300 лк відповідно.

Крім того все поле зору повинно бути освітлене достатньо рівномірно – це основна гігієнічна вимога. Іншими словами, степінь освітлення приміщення та яскравість екрану комп'ютера повинні бути приблизно однаковими, тому що яскраве світло у районі периферійного зору значно збільшує напругу очей та, як наслідок, призводить до їх швидкої втоми.

4.2.3 Параметри мікроклімату

Параметри мікроклімату можуть змінюватися в широких межах, в той час як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка постійності температури тіла завдяки терморегуляції, тобто здатності організму регулювати віддачу тепла до навколишнього середовища. Принцип нормування мікроклімату – створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем.

Комп'ютерна техніка є джерелом суттєвих тепловиділень, що може призвести до підвищення температури та зниженню відносної вологості в приміщенні. У приміщенні, де встановлені комп'ютери, повинні дотримуватися певні параметри мікроклімату. В санітарних нормах СН 245-71 встановлені величини параметрів мікроклімату, які створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу та характеру виробничого приміщення.

Об'єм приміщень, в яких розташовані робочі місця працівників відділу моніторингу, не повинен бути менш ніж 19,5 м³/людину з урахуванням максимального числа одночасно працюючих за зміну

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату для приміщення з комп'ютерами

Пора року	Параметри мікроклімату	Величина
Холодна	Температура повітря	22...24 °C
	Відносна вологість	40...60 %
	Швидкість руху повітря	До 0,1 м/с
Тепла	Температура повітря	23...25 °C
	Відносна вологість	40...60 %
	Швидкість руху повітря	0,1...0,2 м/с

Таблиця 4.2 – Норми подачі свіжого повітря в приміщення, де розташована комп'ютерна техніка

Характеристика приміщення	Об'ємні витрати свіжого повітря, що подається в приміщенні м³/на одну людину в годину
Об'єм до 20 м³ на людину	Не менш ніж 30
20...40 м³ на людину	Не менш ніж 20
Більш ніж 40 м³ на людину	Природня вентиляція

Для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи (раціональна організація проведення робіт в залежності від пори року та доби, чергування праці та відпочинку), так й технічні засоби (вентиляція, кондиціонування повітря, опалювальна система).

4.2.4 Шум та вібрація

Шум погіршує умови праці, надає шкідливий вплив на організм людини. Люди, що працюють в умовах тривалої шумової дії відчують роздратованість, головний біль, запаморочення, погіршення пам'яті, підвищення втоми, зниження апетиту, біль у вухах та ін. Такі порушення в роботі ряду органів та систем організму людини можуть визвати негативні зміни в емоційному стані людини аж до стресових. Під дією шуму знижується концентрація уваги, порушуються фізіологічні функції, з'являється втома у зв'язку з зростанням енергетичних затрат та нервово –

психічними напругами, погіршується речова комутація. Все це знижує працездатності людини та його продуктивність, якість та безпеку праці. Тривала інтенсивна дія шуму [більш ніж 80 дБ(А)] на слух людини призводить до його часткової або повної втрати.

Рівень шуму на робочому місці працівника відділу моніторингу не повинно перевищувати 75 дБА. Для зниження рівня шуму стіни та стелі приміщень, де встановлена комп'ютерна техніка, можуть бути облицьовані звукопоглинальними матеріалами. Рівень вібрації в приміщеннях таких відділів може бути знижений шляхом встановлення обладнання на спеціальних віброізоляторів.

Таблиця 4.3 – Граничні рівні звуку на робочих місцях, дБ

Категорія напруженості праці	Категорія важкості праці			
	I. Легка	II. Середня	III. Важка	IV. Дуже важка
I. Мало напружений	80	80	75	75
II. Помірно напружений	70	70	65	65
III. Напружений	60	60	-	-
IV. Дуже напружений	50	50	-	-

4.2.5 Електромагнітне та іонізуюче випромінювання

Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці взагалі не перевищує 10 мкбер/г, а інтенсивність ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань від екрану монітору лежить у межах 10...100 мВт/м².

Для зниження дії цих видів випромінювань рекомендується застосовувати монітори з пониженим рівнем випромінювань, встановлювати захисні екрани, а також дотримуватися регламентованих режимів праці та відпочинку.

Таблиця 4.4 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань (згідно з СанПиН 2.2.2.542-96)

Параметр	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні монітору	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні монітору	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати для дорослих користувачів	20 кВ/м

4.3 Ергономічні вимоги до робочого місця

Робоче місце та взаємне розташування всіх його елементів повинно відповідати антропометричним, фізичним та психологічним вимогам. Велике значення має також характер праці. При організації робочого місця у відділі моніторингу повинні бути дотримані наступні основні вимоги: оптимальне розміщення обладнання, яке входить у склад робочого місця та достатній робочий простір, який дозволяє здійснювати всі необхідні рухи та пересування[16].

Ергономічними аспектами у даному випадку є висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до розташування документів на робочому місці (наявність та розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрану, документа, клавіатури та ін.), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, регулювання елементів робочого місця.

Головними елементами робочого місця оператора відділу моніторингу є стіл та крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи.

Робоча поза сидячи викликає мінімальну втому оператора. Рациональне планування робочого місця передбачає чітку послідовність та постійне розміщення предметів, засобів праці та документації. Те, що потрібно для виконання роботи частіше, розташовано в зоні легкої досяжності робочого простору.

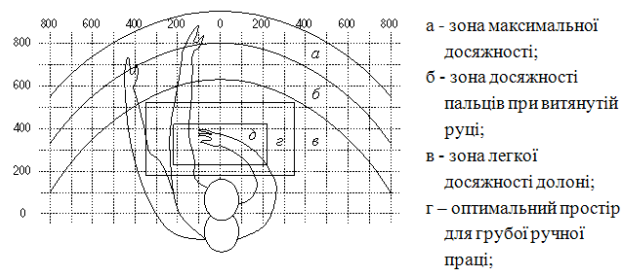


Рисунок 4.1 – Зони досяжності рук в горизонтальній площині.

Оптимальне розміщення предметів праці та документації у зонах досяжності: дисплей розміщується в зоні а (у центрі), системний блок розміщується у передбаченій ніші столу, клавіатура – у зоні г/д, миша – у зоні в (праворуч), сканер – у зоні а/б (ліворуч), принтер знаходиться у зоні а (праворуч), документація, яка необхідна при роботі – в зоні легкої досяжності долоні – в.

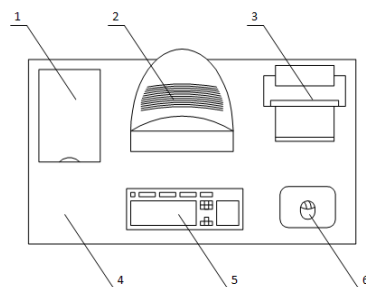


Рисунок 4.2 – Розміщення основних та периферійних складових ПК

1 – сканер, 2 – монітор, 3 – принтер, 4 – поверхня робочого столу,
 5 – клавіатура, 6 – маніпулятор типу «миша»

Для комфортної роботи стіл повинен відповідати наступним вимогам:

- висота столу повинна бути обрана з урахуванням можливості сидіти вільно, в комфортній позі, при необхідності опираючись на підлокітники;
- нижня частина столу повинна бути сконструйована таким чином, щоб оператор зручно сидів, не мусив піджимати ноги;

- поверхня столу повинна мати властивості, які виключають появлення відблисків у полі зору;
- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних ящиків (для зручності зберігання документації, канцелярії, літератури)
- висота робочої поверхні рекомендована в межах 680 – 760 мм. Висота поверхні, на яку встановлюється клавіатура повинна бути близько 650 мм.

Велике значення надається характеристикам робочого крісла. Так, рекомендована висота крісла над рівнем знаходиться у межах 420 – 550 мм. Поверхня сидіння м'яка, передній край закруглений, а кут нахилу спинки – регульований.

Необхідно передбачити при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від монітору та ін. Крім цього, у випадках, коли монітор має низьку якість зображення, відстань від очей до екрану роблять більшим (близько 700 мм).

Розташування екрану:

- відстань зчитування (0,6 ... 0,7 м);
- кут зчитування, напрямком погляду на 20° нижче горизонталі до центру екрану, при цьому екран перпендикулярний цьому напрямку;

Повинна також передбачатися можливість регулювання екрану:

- за висотою +3 см;
- за нахилом від -10° до +20° відносно вертикалі;
- у лівому та правому напрямках.

Велике значення також надається правильній робочій позі оператора. При незручній робочій позі можуть з'являтися біль у м'язах, суглобах та сухожиллях. Вимоги до робочої пози оператора:

- голова не повинна бути нахиленою більш ніж на 20°;
- плечі повинні бути розслабленими;
- лікті – під кутом 80°...100°;

– передпліччя та кісті рук – у горизонтальному положенні.

Причина неправильної пози операторів обумовлена наступними факторами: клавіатура знаходиться досить високо, немає місця для руки та кісті, недостатньо простору для ніг.

Задля здолання цих недоліків даються загальні рекомендації: краще клавіатура, що пересувається, повинні бути передбачені спеціальні засоби для регулювання висоти столу, клавіатури та екрану, а також підставка для рук.

Суттєве значення для продуктивної та якісної роботи на комп'ютерах має розміри знаків, щільність їх розташування, контраст та співвідношення яскравості символів та фону екрану. Якщо відстань від очей оператора до екрану дисплею складає 60...80 см, то висота знаку повинна бути не менше ніж 3 мм, оптимальне співвідношення ширини та висоти знаку складає 3:4, а відстань між знаками – 15...20% їх висоти. Співвідношення яскравості фона екрану та символів – від 1:2 до 1:15.

Під час роботи монітор потрібно встановлювати на відстань 50 – 60 см від очей. Верхня частина дисплея повинна бути на рівні очей або трохи нижче. Коли людина дивиться прямо перед собою, його очі відкриваються ширше, ніж коли він дивляться вниз. За рахунок цього площа обзору значно збільшується, викликає тим самим зневоднюючи очі. Якщо екран встановлений дуже високо, а очі широко відкриті, порушується функція моргання, що призводить до швидкої втоми.

Створення комфортних умов праці та правильне естетичне оформлення робочих місць на виробництві має велике значення як для полегшення труда, так й для підвищення його привабливості, що позитивно впливає на продуктивність праці.

4.4 Режим праці

Якщо не дотримуватися правил режиму праці, відзначаються значні напруги зорового апарату з появою скарг на незадовільність роботою, головний біль, роздратованість, порушення сну, втома та біль в очах, в попереку, в області ший та рук.

Час перерв наведено при дотриманні СанПин 2.2.2 542 – 97. При невідповідності фактичних умов труда потребам санітарних правил та норм час регламентованих перерв потрібно збільшити на 30%.

Згідно з СанПиН 2.2.2 546-96 всі види трудової діяльності, пов'язані з використанням комп'ютера, поділяються на три групи:

- група А: робота пов'язана з зчитування інформації з екрану ;
- група Б: робота пов'язана з вводом інформації;
- група В: творча робота в режимі діалогу.

Таблиця 4.5 – Час регламентованих перерв при роботі з комп'ютерною технікою

Категорія роботи з комп'ютерною технікою	Рівень навантаження за робочу зміну при видах роботи з монітором			Сумарний час регламентованих перерв, хвил	
	Група А, кількість символів	Група Б, кількість символів	Група В, годин	8 – годинна зміна	12 – годинна зміна
I	До 20 000	До 15 000	До 2,0	30	70
II	До 40 000	До 30 000	До 4,0	50	90
III	До 60 000	До 40 000	До 6,0	70	120

Ефективність перерв підвищується при співвідношенні з виробничою гімнастикою або організації спеціального приміщення для відпочинку персоналу з комфортними м'якими меблями, акваріумом, зеленою зоною та ін.

Висновки до розділу 4

В заключному розділі було висунуто вимоги щодо облаштування робочого місця оператора відділу моніторингу телекомунікаційної мережі. Було наведено розрахунки освітленості, рівня шуму та мікроклімату. Розраховані величини задовольняють всі вимоги згідно с санітарними правилами та нормами:

- світловий потік $F = 2946$ Лм, тому використовуємо 8 світильників;
- рівень шуму $L = 49,5$ Дб;
- витрати повітря в приміщенні $L = 1414$ м³/год.

ВИСНОВКИ

У першому розділі дипломного проекту була розібрана структура сучасної системи автоматичного моніторингу та контролю гірничо-шахтного устаткування, скорочено САМГШО.

Були розглянуті проблеми середовища передачі даних, викликані особливою структурою підземних шахт, які беруть форму подвійних тунелів, а також особливості передачі інформації в дротової і бездротової середовищі при повноцінній роботі ГШО і вплив такого на якість сигналу, що передається.

Для підбору еталонної моделі сучасної системи передачі даних були розглянуті частоти використовуються в бездротових елементах системи моніторингу, технології міток на основі передачі інформації за принципом RFID і WiFi.

Був проведений аналіз обладнання, що використовується в самій застосовуваній системі автоматичного спостереження на Укріна, включаючи контролери TX9042, повторювачі, перетворювачі інтерфейсу і радіопозначки з ретрансляторами.

У другому розділі дипломної роботи були розглянуті існуючі і відкриті для вивчення системи автоматичного моніторингу та контролю гірничо-шахтного устаткування.

На самому початку були проведено огляд та вивчення характеристик системи УТАС, уніфікованої телекомунікаційної автономної системи. Були розкриті подробиці техніки безпеки, монтажу, розглянута структурна схема нижнього і верхнього рівня, розкрита можливість модернізації системи і вказівки на те, що її параметри можуть бути змінені під вимоги гірничо-шахтного підприємства.

Другий розглянутої системою була автоматизована система атмосферного контролю КАГІ. Технічні характеристики дозволили

визначити використання в серверній стійці автономних блоків функцій здатних реагувати на критичні показники тих чи інших датчиків. Дана система є досить організованою щоб її можна було поєднати з системою УТАС.

Третій розділ був присвячений моделюванню і складання функціональної і структурної схеми системи автоматичного спостереження і моніторингу. Структурна схема, складена з умовами гірських виробок, показала можливість збору інформації в оптичні лінії і передачу таких на сервер або комутатор підприємства. Функціональна схема показала послідовність підключення інтерфейсів і перетворювачів, а також схему підключення контролерів до виконуючого обладнання.

Було проведено моделювання сегмента датчик-контролер за допомогою плати Arduino Uno, так як датчики з контролерами спілкуються по закритому протоколу передачі даних і не підлягають вільному вивчення.

В заключному розділі було висунуто вимоги щодо облаштування робочого місця оператора відділу моніторингу телекомунікаційної мережі. Було наведено розрахунки освітленості, рівня шуму та мікроклімату. Розраховані величини задовольняють всі вимоги згідно с санітарними правилами та нормами:

1. світловий потік $F = 2946$ Лм, тому використовуємо 8 світильників;
2. рівень шуму $L = 49,5$ Дб;
3. витрати повітря в приміщенні $L = 1414$ м³/год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до курсового проекту за курсом "Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж" для студентів заочної форми навчання по спеціальності 7.091402 "Телекомунікаційні системи та мережі" / Укл.: доц.. Дегтяренко І.В. - Донецьк: ДонНТУ, 2007.- 43 с.
2. Семенов А.В., «Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов»; ДМК – 2003.;416 стр.; ISBN: 5940742106
3. А.Н.Назаров. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров сетей АТМ.-М.:Наука,2002.-315с
4. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів самостійної роботи (для студентів спеціальності 7.092401 “Телекомунікаційні системи і мережі”). Сост. Т.Б. Надтока, І.В.Булах. – Донецьк, ДонНТУ, 2009. – 33 с.
5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проективання телекомунікаційних мереж. – К.: Техніка, 2002. – 792 с.
6. Структурированные кабельные системы. Стандарты, компоненты, проектирование, монтаж и техническая эксплуатация/Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. – М.: КомпьютерПресс, 1999. – 488 с.
7. А.Н.Назаров. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров сетей АТМ.-М.:Наука,2002.-315с
8. Жуков М.О., Иванов А.Е., Меркулов И.В., Нарымский Б.В. Использование сетей стандарта IEEE 802.15.4/ZigBee в системах шахтной автоматики // Пробл. информатики. 2009. № 3. С. 42–46.
9. Благодарный А.И., Гусев О.З., Журавлев С.С и др. Автоматизированная система.
10. Нессер Д.ДЖ. Оптимизация и поиск неисправностей в сетях. – К.: Диалектика, 1996.- 384 с

11. Microsoft Corporation. Компьютерные сети. Учебный курс / Пер. с англ. – М.: Русская редакция, 1997.- 696 с
12. Жельников В. Язык сообщения // Криптография от папируса до компьютера. — М.: АБФ, 1996. — 335 с. — ISBN 5-87484-054-0
13. Анализ локальных сетей Net Ware / Пер. с англ. – М.: ЛОРИ, 1995.- 596 с
14. Гоман В.В. Проектирование и расчет систем искусственного освещения: учебное пособие / авт.-сост. В. В. Гоман, Ф.Е. Тарасов ; Мин-во образ. РФ, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Уральский энерг. ин-т. – Екатеринбург: УрФУ, 2013 – 76 с.
15. Иозус А.П. Безопасность и экологичность проекта: методические указания по выполнению раздела дипломного проекта / Сост. А. П. Иозус; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2010. – 19 с
16. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности : Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. Под общей редакцией С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с

ДОДАТОК А

Система контролю нижнього рівня.

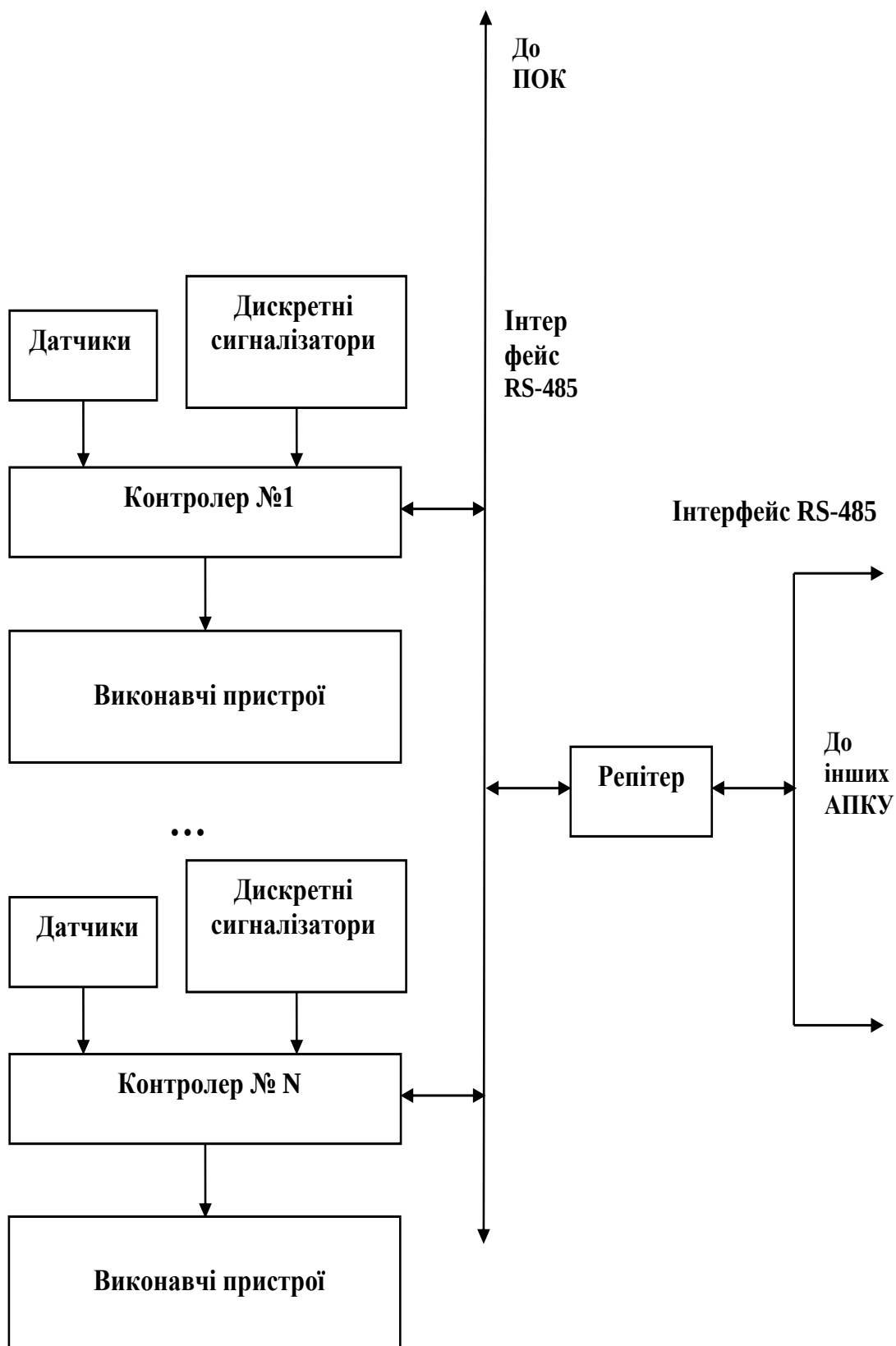
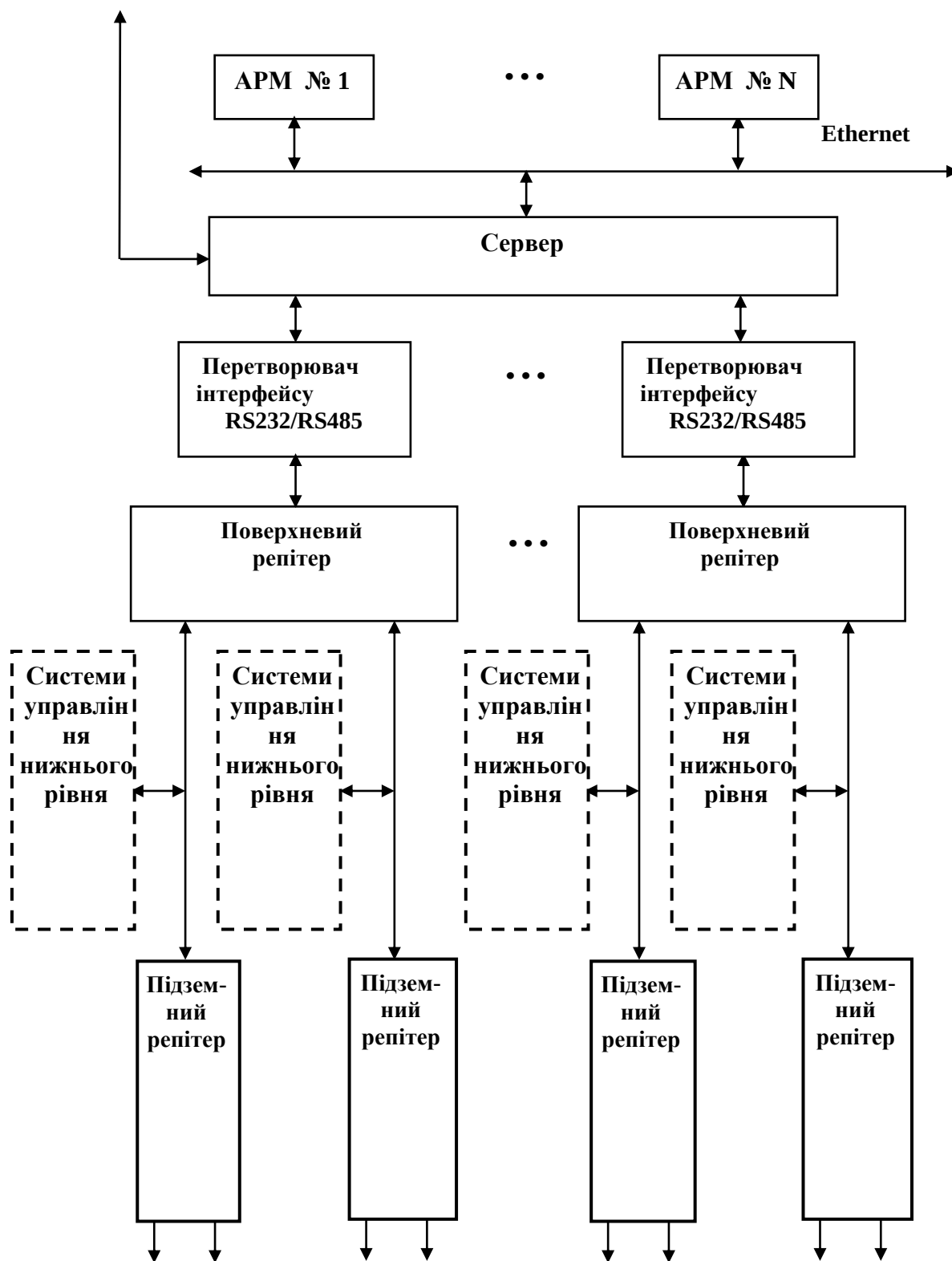


Рисунок А.1 – Схема підключення нижнього рівня системи контролю.

ДОДАТОК В

Система контролю верхнього рівня.

До інших підсистем



До інших підсистем підземного рівня

Рисунок Б.1 – Схема підключення верхнього рівня.