

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНОГО ВВОДУ-ВИВОДУ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ КОМПРЕСОРНОГО ЦЕХУ

¹І.В. Назаренко, ²М.Я. Николайчук, ³В.Д. Ференець

¹Управління магістральних газопроводів «Київтрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз»;
03065, м. Київ, пр. Комарова, 44; тел. (044) 2397791, факс (044) 2397896,
e-mail: nazarenko-iv@utg.ua

²ІФНТУНГ; 76019, м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727167,
e-mail: ktsu@nuing.edu.ua

³Філія Управління «Укргазтехзв'язок»; 08150, м. Боярка, вул. Маяковського, 49,
моб.тел. +38-050-418-12-30, e-mail: ferenets-vd@utg.ua

Проведено аналіз стану систем автоматичного керування (САК) газоперекачувальними агрегатами (ГПА) по компресорних цехах (КЦ) УМГ «Київтрансгаз».

Розглянуто типовий на даний час підхід до автоматизації основного та допоміжного технологічного обладнання компресорних станцій (КС) на базі локальних систем автоматичного керування.

Досліджено особливості побудови децентралізованих систем автоматичного керування на базі уніфікованих апаратно-програмних засобів Simatic S7. Для забезпечення безперебійного живлення всіх компонентів САК ГПА, в систему гарантованого живлення інтегровано функції діагностики та управління. Визначено переваги та недоліки типової та запропонованої структур САК.

Запропоновано новий підхід до автоматизації КС – комплексна централізована система автоматичного керування технологічним обладнанням з використанням технології розподіленого вводу-виводу на основі резервованих програмованих логічних контролерів (PLC – Programmable Logic Controller) з функціями аварійної зупинки технологічного обладнання.

Розроблено функціональну схему автоматизації на базі відмовостійких резервованих модулів PLC системи управління (в яких запрограмовані всі алгоритми та математичні моделі цехового регулятора) та промислової оптичної мережі передачі даних за топологією «подвійне оптичне коло», що об'єднує окремі підсистеми розподіленого вводу-виводу.

На основі одержаних результатів, вказано перспективи і сформульовано рекомендації щодо організації та впровадження нових уніфікованих САК ГПА на об'єктах газотранспортної системи України.

Ключові слова: система автоматичного керування (САК), компресорна станція (КС), уніфікація апаратно-програмних засобів, моделювання, оптимізація.

Проведен анализ систем автоматического управления (САУ) газоперекачивающими агрегатами (ГПА) по компрессорным цехам (КЦ) УМГ «Киевтрансгаз».

Рассмотрен типичный современный подход к автоматизации основного и вспомогательного технологического оборудования компрессорных станций (КС) на базе локальных систем автоматического управления.

Исследованы особенности построения децентрализованных систем автоматического управления на базе унифицированных аппаратно-програмных средств Simatic S7.

Для обеспечения бесперебойного питания всех компонентов САУ ГПА в систему гарантированного питания интегрированы функции диагностики и управления. Определены преимущества и недостатки типичной и предложенной структур САУ.

Предложен новый подход к автоматизации КС – комплексная централизованная система автоматического управления технологическим оборудованием с использованием технологии распределенного ввода-вывода на базе резервированных программируемых логических контроллеров (PLC – Programmable Logic Controller) с функциями аварийной остановки технологического оборудования.

Разработана функциональная схема автоматизации на базе отказоустойчивых резервированных модулей PLC системы управления (в которых запрограммированы все алгоритмы и математические модели цехового регулятора) и промышленной оптической сети передачи данных по топологии «двойное оптическое кольцо», которая объединяет отдельные подсистемы распределенного ввода-вывода.

По полученным результатам, определены перспективы и сформулированы рекомендации по организации и внедрению новых унифицированных САУ ГПА на объектах газотранспортной системы Украины.

Ключевые слова: система автоматического управления (САУ), компрессорная станция (КС), унификация аппаратно-программных средств, моделирование, оптимизация.

Analysis of automatic control systems (ACS) of gas pumping units (GPU) at compressor departments (CD) of «Kievtransgaz» has been conducted.

A typical modern approach to automatic control of main and auxiliary process equipment of compressor stations (CS) on the basis of local automatic control systems has been studied.

Peculiarities of decentralized construction of automatic control systems on the basis of standardized Simatic S7 hardware and software have been studied. To ensure uninterrupted power supply of all components of ACS GPU, diagnostic and control functions have been integrated into the system of uninterrupted power supply. Advantages and disadvantages of typical and proposed ACS structures have been specified.

A new approach to CS automatic control – a complex centralized automatic control system of the process equipment with distributed input-output (I/O) technology utilization on the basis of redundant programmable logic controllers (PLC) with the functions of the process equipment emergency shutdown has been developed.

The functional scheme of automatic control based on the fault-tolerant redundant PLC modules of the control system (in which all the algorithms and mathematical models of the department regulator have been programmed) and industrial optical data communication network via the «double optical loop» layout, which combines individual distributed input-output subsystems has been developed.

Perspectives and recommendations concerning organization and introduction of new standardized ACS GPU at the facilities of Ukrainian gas pipeline system (GPS) have been specified on the basis of the obtained results.

Keywords: automatic control system (ACS), compressor station (CS), standardization of hardware and software, modeling, optimization.

Аналіз поточного стану систем автоматичного керування газоперекачувальних агрегатів в УМГ «Київтрансгаз» свідчить, що для 67% систем перевищено паспортний ресурс експлуатації, ще 17% вичерпають свій ресурс протягом 1-3 років, по системах САК компресорної станції (КС) відповідно 59% та 18%. Відсутність запчастин, які не випускаються, відсутність деяких виробників САК та розробників програмного забезпечення САК унеможлиблює забезпечення безвідмовної роботи систем автоматики.

Історичного так склалося, що впровадження систем автоматики відбувалося за принципом: окрема одиниця технологічного обладнання - окрема система автоматичного керування.

Результатами такого підходу можна вважати достатньо велику кількість різноманітних систем на КС від різних виробників, десятки протоколів обміну з різними типами інтерфейсу. Проблеми зі збору та обробки інформації з подальшою уніфікацією з метою централізованої обробки, зберігання та подання для кінцевих споживачів вирішують диспетчерські пунк-

ти компресорних станцій (ДПКС).

Найбільшим недоліком впровадження локальних САК можна вважати значні витрати під час впровадження та ще більші експлуатаційні витрати. Витрати під час впровадження обумовлені тим, що кожна локальна система автоматики потребує розроблення окремого проекту на впровадження, а також майже кожна система автоматики постачається зі своєю специфічною системою верхнього рівня (вартість якої складає, як правило, 20-30% від вартості впровадження системи в цілому). Значні експлуатаційні витрати пов'язані з тим, що обслуговування різнотипного обладнання потребує значно більших затрат за рахунок придбання нетипового ЗІП, навчання експлуатаційного персоналу роботі з різними системами, необхідності укладання договорів на обслуговування із декількома сторонніми організаціями.

До переваг такого підходу можна віднести той факт, що вихід з ладу локальної системи автоматики окремого технологічного обладнання суттєво не впливає на роботу компресорної станції в цілому. Вимушена зупинка одного ГПА, що відбулася з причин некоректної робо-

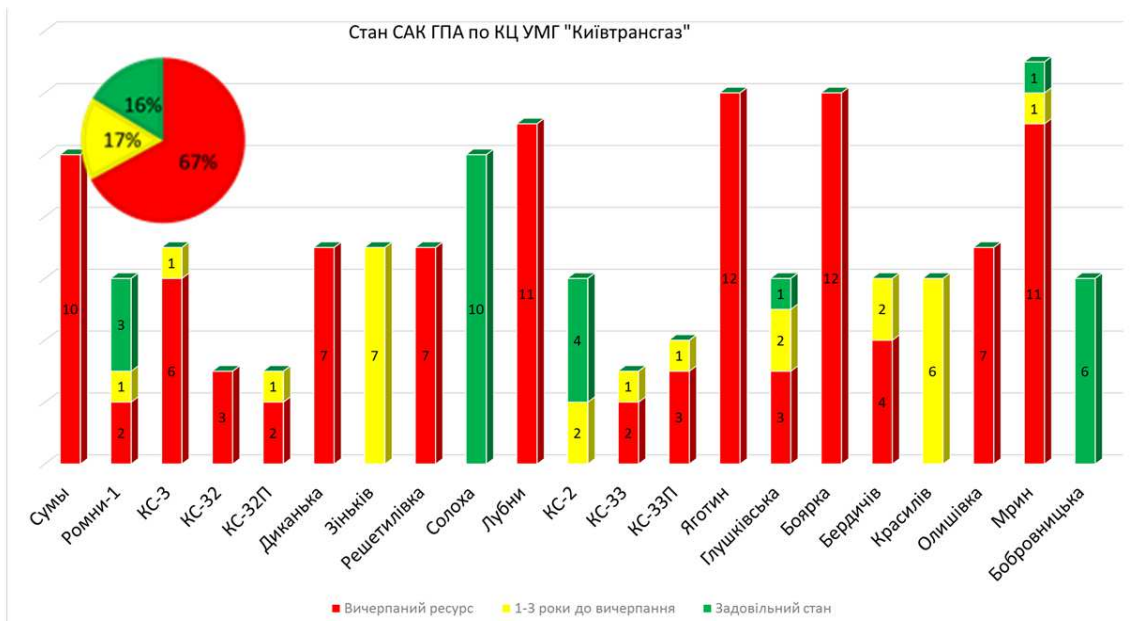


Рисунок 1 – Аналіз поточного стану систем автоматичного керування газоперекачувальних агрегатів в УМГ «Київтрансгаз»

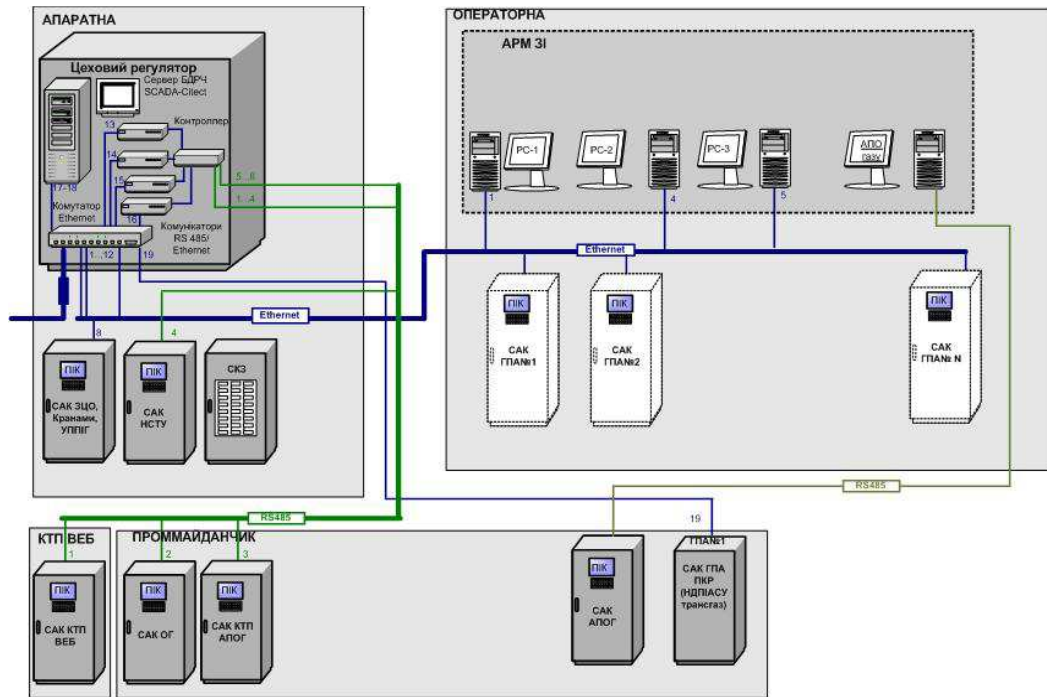


Рисунок 2 – Типова структура децентралізованої системи автоматизації КС

ти САК, є нештатною ситуацією, але не призводить до значного порушення режиму транспортування газу (у разі виходу з ладу систем автоматики допоміжного обладнання КС застосовують режим ручного керування).

На рис. 2 зображено типову структуру децентралізованої системи автоматизації КС. Як правило, на КС функціонує від 1-го до 12-ти незалежних САК ГПА, а також системи автоматизації загальностанційних систем (САК кранами КС, САК апаратів повітряного охолодження газу, САК оливогосподарства та ін.). Кожна така САК має окрему шафу керування, контролер, систему живлення, протокол обміну даними та програмне забезпечення верхнього рівня.

Новий підхід до автоматизації КС полягає в комплексній автоматизації основного та допоміжного технологічного обладнання КС шляхом впровадження централізованої системи автоматичного керування обладнанням з використанням технології розподіленого вводу-виводу.

Основою такого підходу є забезпечення надійності трьох основних підсистем:

- резервований центральний процесорний модуль (Redundant Central Processing Unit) (рис. 3);

- промислова мережа передачі даних;
- система безперебійного живлення.

Для реалізації даного підходу доцільно застосувати центральний процесорний модуль Siemens S7-400F/FH, який розроблено для систем безпечного автоматичного керування підвищеної надійності, в яких виникнення відмов може призвести до виникнення небезпечної для життя обслуговуючого персоналу ситуації, значних матеріальних наслідків, техногенних катастроф.

Модуль відповідає таким міжнародним стандартам з надійності та безпеки:

- клас AK1 ... AK6 по DIN V 19250 / DIN V VDE 0801;
- клас SIL 1 ... SIL 3 по IEC 61508;
- категорія 1 ... 4 по EN 954-1.

Всі алгоритми та програмне забезпечення, необхідне для керування технологічним процесом КС, розміщені в енергонезалежній пам'яті обох PLC і виконуються одночасно. В разі виходу з ладу одного з модулів, інший продовжує працювати. Апаратна частина обох модулів має додаткові захищені модулі аварійної зупинки технологічного обладнання, які продовжують працювати у разі виходу з ладу обох основних процесорних модулів.

Не менш важливою задачею є забезпечення надійного каналу передачі даних між центральними процесорними модулями та модулями вводу-виводу. Промислову мережу передачі даних Industrial Ethernet побудовано за топологією «подвійне оптичне коло». Оптичний кабель забезпечує достатню швидкість передачі даних та заводозахищеність, необхідні в умовах проммайданчика КС. Топологія «подвійне оптичне коло» забезпечує надійність мережі.

На рис. 4. наведено варіанти відновлення мережі передачі даних з топологією «подвійне оптичне коло».

Систему гарантованого живлення всіх компонентів системи розподіленого вводу-виводу представлено на рис. 5. Два джерела живлення (ДЖ), один з яких має в буфері акумуляторну батарею (АКБ) ємністю 12 Аг., підключені до різних джерел зовнішнього живлення. Через комутатор, постійна напруга 24 В подається на обладнання. За допомогою модулів вводу-виводу здійснюється постійний контроль обох джерел живлення і заряду АКБ.

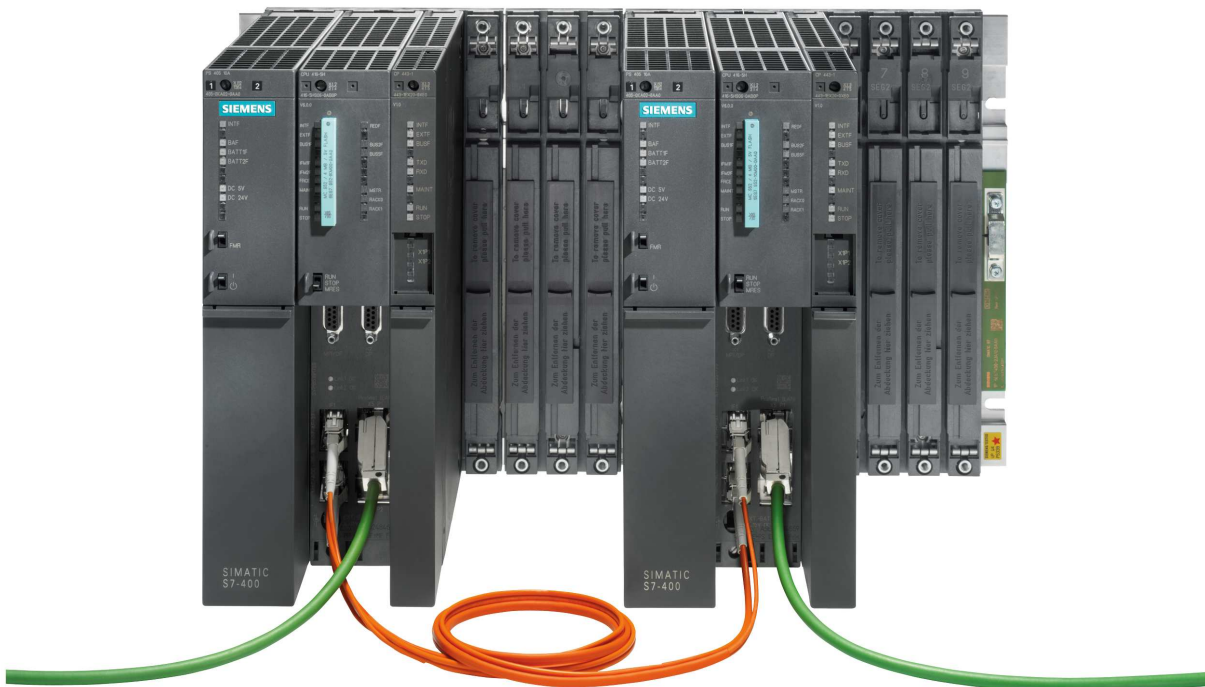


Рисунок 3 – Резервований центральний процесорний модуль S7-400H (Redundant Central Processing Unit)

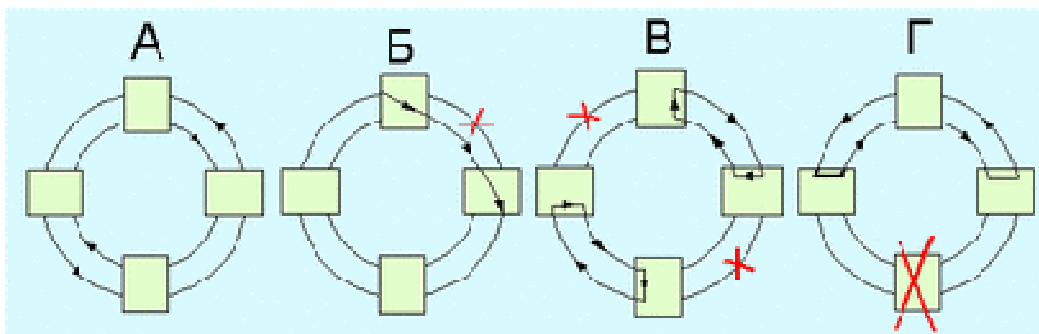


Рисунок 4 – Варіанти відновлення мережі передачі даних з топологією «подвійне оптичне коло»

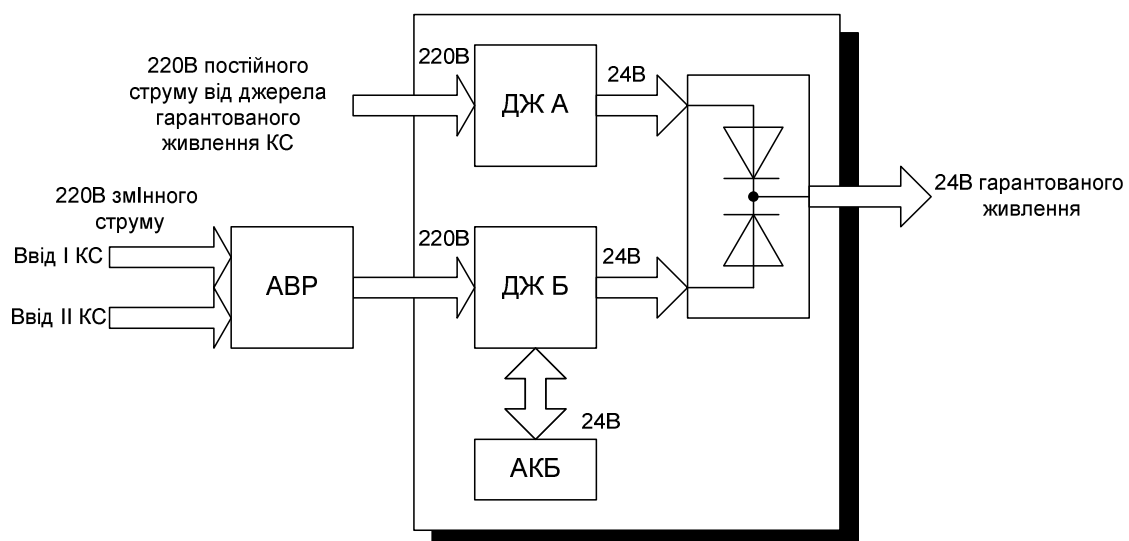


Рисунок 5 – Система гарантованого живлення всіх компонентів системи розподіленого вводу-виводу

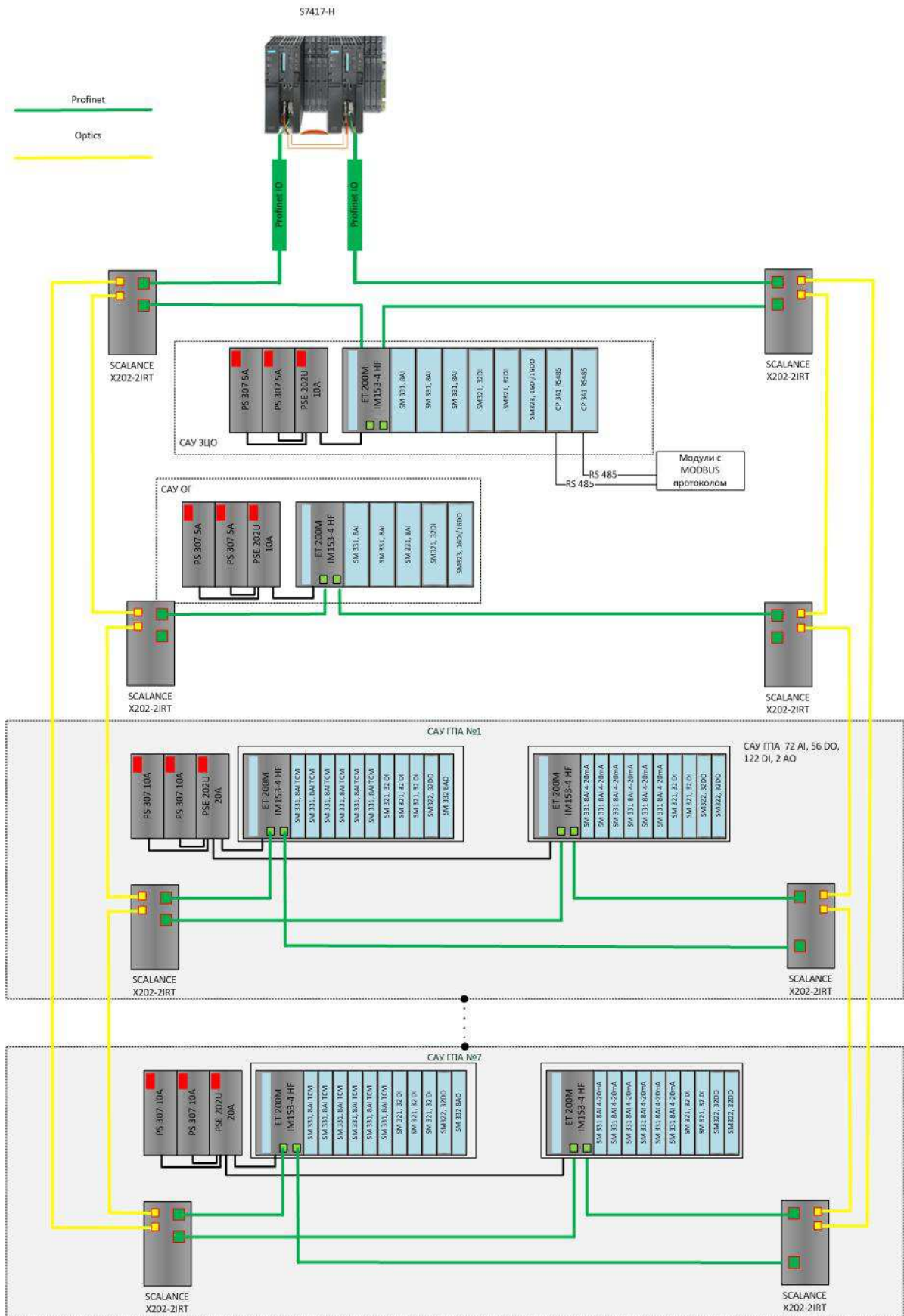


Рисунок 6 – Функціональна схема автоматизації КС на базі відмовостійких резервованих модулів центрального контролера системи управління та промислової оптичної мережі передачі даних за топологією «подвійне оптичне коло»

Запропоновано нову структуру автоматизації технологічного обладнання КС на базі обладнання Simatic S7 «Siemens» (рис. 6). На кожному ГПА та на загальностанційному обладнанні, яке підлягає автоматизації згідно проекту, встановлюється шафа з модулями вводу-виводу аналогових та дискретних сигналів, два модулі зв'язку та система гарантованого живлення. Центральні процесорні модулі встановлюються в приміщенні диспетчерської, підключаються до системи гарантованого живлення та промислової комп'ютерної мережі. Як верхній рівень системи автоматизації (візуалізація технологічних процесів, диспетчерське керування обладнанням, архівування даних, аварійні повідомлення, адміністрування прав доступу, забезпечення промислових комунікацій) в дистанційному режимі використовується SCADA-система, яка встановлюється на робочі станції у промисловому виконанні, кількість робочих станцій визначається проектом [1]. В зв'язку з тим, що весь математичний апарат [2], який використовується для контролю та керування технологічним обладнанням, розташовано безпосередньо в контролері, під час роботи САК в автоматичному режимі можливий збій в роботі програмного забезпечення верхнього рівня, не впливає на роботу програмного забезпечення контролера та перебіг технологічного процесу. Відповідно до відомчих нормативних документів, система автоматики повинна мати можливість дистанційного ручного керування обладнанням, що може бути реалізовано через пульт ручного керування, якій взаємодіє безпосередньо з контролером.

До можливих недоліків запропонованого рішення можна віднести значні капітальні витрати на будівництво нових кабельних ліній системи живлення та оптичної промислової мережі передачі даних в межах КС.

До переваг структури автоматизації за технологією розподіленого вводу-виводу можна віднести:

- для всіх систем автоматики КС використовується однотипне уніфіковане обладнання;
- вартість і терміни впровадження зменшуються за рахунок уніфікації;
- зменшується кількість та номенклатура групового ЗПП;
- зменшується вартість експлуатації за рахунок використання однієї системи верхнього рівня для всіх систем автоматики;
- зменшуються витрати на навчання обслуговуючого персоналу за рахунок уніфікації обладнання;
- за рахунок підвищення надійності систем автоматики загалом зменшується кількість вимушених зупинок та простоїв технологічного обладнання;
- впровадження системи дозволяє перейти від керування режимом роботи ГПА до керування роботи цехом, що дасть змогу оптимізувати роботу обладнання з метою енергозбереження ресурсів.

До теперішнього часу задача управління турбоагрегатами вирішена на рівні агрегатних

систем автоматичного керування газоперекачувальними агрегатами. У зв'язку з потребою енергозбереження при заданій ефективності роботи компресорного цеху постає задача цехового регулювання ГПА. Зараз керування на рівні цеху здійснюється диспетчером на основі розрахункових характеристик і фактичних замірів, що найчастіше має суб'єктивний характер і не забезпечує оптимального управління за мінімумом витрат ресурсів на перекачування газу. При цьому за основний критерій використовується забезпечення заданої витрати і тиску газу на виході КЦ при максимальному відведенні роботи окремих агрегатів від аварійних режимів (режимів помпажу).

Висновок

Враховуючи сказане, комплексна автоматизація основного та допоміжного технологічного обладнання КС шляхом впровадження централізованої системи автоматичного керування обладнанням з використанням технології розподіленого вводу-виводу є оптимізованою (з точки зору витрат на впровадження та експлуатаційних витрат) платформою для створення цехової системи керування з можливістю оптимального вибору схеми включення окремих агрегатів, розподілу у заданому співвідношенні навантаження між агрегатами та керування ними в зоні безпечної роботи. Виходячи з мінімуму витрат енергії на перекачування газу вона є актуальною науково-технічною задачею, яка повинна вирішуватись шляхом математичного та алгоритмічного моделювання з подальшою автоматичною генерацією моделей в програмний код PLC [2].

Література

- 1 Николайчук М.Я. Методи і способи організації WEB-орієнтованих систем диспетчерського керування компресорними станціями на основі SCADA WinCC / М.Я. Николайчук, І.В. Назаренко // Нафтогазова енергетика. – 2010. – № 2(11). – С. 53-63.
- 2 Назаренко І.В. Побудова систем управління об'єктами газотранспортної системи на базі уніфікованої технології генерування функціональних блоків з їх математичних моделей / І.В. Назаренко, М.Я. Николайчук // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2012. – № 3 (44). – С. 177-186.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
07.10.13*

*Рекомендована до друку
професором **Заміховським Л.М.**
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
професором **Адасовським Б.І.**
(ІВНЗ «Галицька академія»,
м. Івано-Франківськ)*