

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Автоматизоване управління механісними процесами  
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проект

другий магістерський рівень  
(рівень вищої освіти)

на тему Удосконалення автоматизованої системи управління промислою пружинно-важкого пристроєм Coil box прокатного стану КРС-1680 в умовах цеху гарячої прокату м. Запоріжжя Т.А.П. "Запоріжсталь"

Виконав: студент 2 курсу, групи Р.1510  
спеціальності

151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані механіки

(код і назва спеціальності)

освітньої програми

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані механіки

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

О.В. Махарецько

(ініціали та прізвище)

Керівник

доц., к.т.н. І.А. Обширнікова

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент

ТОС "ФПСВ Алюмінія Запоріжжя" зам. директора з автоматизації

Кресет О.І.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя

2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Автоматизованого управління механічними процесами

Рівень вищої освіти другий магістерський рівень

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

“ ” 20 року

**З А В Д А Н Н Я**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Макаренка Олександр Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра Удосконалення автоматизованої системи управління процесом переміщення по шинах вагонного стану КТЛС-1680 в умовах чату карбоної прокатки мартеновського плавильного агрегату ПЛАТ "Запорізький"

керівник кваліфікаційної роботи магістра Обишнікова Ірина Анатоліївна к.т.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "30" червня 2021 року № 974-С

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи магістра \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи магістра АСУ ПЛ "Cold box", Тематичні задачі, керівничий креслення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Тематико-реконостичне обґрунтування проекту

2. Аналіз роботи чату

3. Розробка АСУ ПЛ

4. Заходи з безпеки

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

1. Схема інформаційних потоків

5. Програма управління АСУ "Cold box"

2. Структурна схема КТЛЗ

6. Структурна електрична схема

3. Специфікація КТЛЗ

7. Екран АСУ оператора та веб-сторінки

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Овчинникова Ірина Анатоліївна, доцент		
2	Овчинникова Ірина Анатоліївна, доцент		
3	Овчинникова Ірина Анатоліївна, доцент		
4	Овчинникова Ірина Анатоліївна, доцент		

7. Дата видачі завдання 1 жовтня 2020р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Примітка
1.	Аналіз тематичної документації	16.07.2021-28.07.2021	виконано
2.	Аналіз літературних джерел	09.08.2021-13.08.2021	виконано
3.	Визначення головних розділів роботи	30.08.2021-18.10.2021	виконано
4.	Розробка АРМ оператора	01.11.2021-04.11.2021	виконано
5.	Розробка бази даних для зчитувачів інформації	06.11.2021-09.11.2021	виконано
6.	Розробка веб-сторінки	12.11.2021-14.11.2021	виконано
7.	Складання спеціалізації КІПЗ	25.11.2021-30.11.2021	виконано
8.	Розробка прикладної схеми електроживлення	01.12.2021-09.12.2021	виконано

Здобувач вищої освіти

( підпис )

Михиренко О.В.

( прізвище та ініціали )

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

( підпис )

Овчинникова І.А.

( прізвище та ініціали )

Нормоконтроль пройдено

( підпис )

Овчинникова І.А.

( прізвище та ініціали )

## АНОТАЦІЯ

Макаренко О. В. Удосконалення автоматизованої системи управління проміжного перемотувального пристрою Coil box прокатного стану НТЛС-1680 в умовах цеху гарячої прокатки тонкого листа ПАТ «Запоріжсталь».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, науковий керівник І. А. Овчинникова. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету. Кафедра автоматизованого управління технологічними процесами, 2021.

В роботі проаналізовано систему управління проміжного перемотувального пристрою Coil box в умовах ПАТ «Запоріжсталь». Розроблено методи із вдосконалення системи управління проміжного перемотувального пристрою Coil box.

Ключові слова: СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, COIL BOX, ПРОМІЖНИЙ ПЕРЕМОТУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ.

## ABSTRACT

Makarenko O. V. Improvement of the automated control system of the intermediate rewinding device Coil box of the hot rolling mill CSM-1680 in the conditions of hot rolling of thin sheets of PJSC "Zaporizhstal".

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies, scientific supervisor I. A. Ovchinnikova. Yu. M. Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Zaporizhzhya National University. Department of Automated Control of Technological Processes, 2021.

The work is analyzed the control system of the intermediate rewinding device Coil box in the conditions of PJSC "Zaporizhstal". Methods for improving the control system of the intermediate rewinding device Coil box were developed.

Keywords: CONTROL SYSTEM, COIL BOX, INTERMEDIATE REWINDING DEVICE.

#### АНОТАЦИЯ

Макаренко А. В. Совершенствование автоматизированной системы управления промежуточного перемотующего устройства Coil box прокатного стана НТЛС-1680 в условиях цеха горячей прокатки тонкого листа ПАО «Запорожсталь».

Квалификационная выпускная работа по получению степени высшего образования магистра по специальности 151 – Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии, научный руководитель И. А. Овчинникова. Инженерный учебно-научный институт им. Ю. М. Потемни Запорожского национального университета. Кафедра автоматизированного управления технологическими процессами, 2021.

В работе проанализирована система управления промежуточного перемотующего устройства Coil box в условиях ПАО «Запорожсталь». Разработаны методы совершенствования системы управления промежуточного перемотующего устройства Coil box.

Ключевые слова: СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, COIL BOX, ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ПЕРЕМОТУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО.

## ЗМІСТ

1	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ .....	12
1.1	Обладнання ПТК системи.....	12
1.2	Датчики .....	13
1.3	Пристрої управління .....	14
2	АНАЛІЗ РОБОТИ ЦЕХУ .....	15
2.1	Організація роботи .....	17
2.2	Опис технологічного процесу .....	21
2.3	Розробка схеми інформаційних потоків .....	24
2.4	Технічне завдання і вимоги до АСУ .....	24
2.4.1	Загальні організаційно-економічні вимоги.....	25
2.4.2	Заходи по вибору технічних засобів АСУ з оглядом на умови їх експлуатації .....	26
2.4.3	Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і збереження.....	26
2.4.4	Вимоги до збереження інформації при аваріях .....	27
2.4.5	Вимоги до захищеності від несанкціонованого доступу .....	27
2.4.6	Вимоги до технічного забезпечення .....	27
2.4.7	Вимоги до інформаційного забезпечення .....	28
2.4.8	Вимоги до математичного забезпечення .....	28
2.4.9	Вимоги до метрологічного забезпечення.....	28
2.4.10	Вимоги до засобів захисту від зовнішніх впливів .....	29
2.4.11	Вимоги до функцій протиаварійних захистів .....	30
2.4.12	Заходи по забезпеченню потрібної надійності пристроїв, що входять в АСУ .....	30
3	РОЗРОБКА АСУ ТП .....	31
3.1	Дослідження і аналіз існуючих АСУ .....	31
3.2	Вибір і обґрунтування функціональної структури АСУТП.....	36

3.2.1	Визначення рівнів автоматизації.....	38
3.2.2	Опис верхнього рівня АСУ.....	38
3.2.3	Обладнання нижнього рівня системи.....	40
3.3	Проект мереж АСУ.....	41
3.3.1	Мережа 1МВ+.....	42
3.3.2	Мережа 2МВ+.....	42
3.3.3	Мережа 3МВ+.....	44
3.3.4	Мережа 4МВ+.....	45
3.3.5	Мережа RIO.....	46
3.3.6	Мережа Profibus DP.....	47
3.3.7	Мережа Ethernet TCP/IP.....	50
3.4	Алгоритми управління АСУ «Coil box».....	51
3.5	Алгоритм послідовності роботи механізмів.....	54
3.6	Структурна схема КТЗ.....	56
3.6.1	Вибір структури КТЗ.....	56
3.6.2	АРМ оператора-технолога (робочі станції).....	57
3.6.3	АРМ оператора-електрика (станція діагностики електроприводів).....	58
3.6.4	АРМ інженера АСУ ТП (інженерна станція).....	59
3.6.5	Сервер.....	60
3.6.6	Станція діагностики ( іба аналізатор).....	61
3.7	Обладнання нижнього рівня системи.....	62
3.7.1	Контролери.....	62
3.7.2	Шафи вводу-виводу.....	64
3.7.3	Допоміжні контролери.....	69
3.8	Розробка бази даних.....	71
3.8.1	Перелік функцій, що підлягають автоматизації.....	71
3.8.2	Інформаційні функції.....	72
3.8.3	Керуючі функції.....	72
3.8.4	Функції, що забезпечують працездатність системи.....	73

3.8.5 Розробка бази даних.....	74
3.9 Розробка веб-сторінки для подання звітної документації .....	78
3.10 Розробка диспетчерського пункту, принципової електричної схеми і схеми зовнішніх з'єднань .....	79
3.10.1 Розробка диспетчерського пункту.....	79
3.10.2 Розробка принципової електричної схеми.....	79
3.10.3 Схеми зовнішніх з'єднань.....	80
4 ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ .....	81
4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів .....	81
4.2 Загальні заходи безпеки та покращення умов праці на безперервних прокатних станах.....	81
4.3 Заходи безпеки в машинних відділеннях.....	84
4.4 Заходи безпеки на постах операторів.....	85
ВИСНОВКИ .....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	89

Додаток А – Схема інформаційних потоків

Додаток Б – Структурна схема КТЗ

Додаток В – Специфікація КТЗ

Додаток Г – Зовнішній вигляд АРМ оператора

Додаток Д – Програма управління АСУ «Coil box»

Додаток Е – Код веб-сторінки

Додаток Ж – Проект АРМ диспетчера

Додаток К – Принципова електрична схема шафи ГКК

Додаток Л - Схема зовнішніх з'єднань шафи ГКК



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Процес прокатки металу є однією з найважливіших технологічних операцій та значною мірою визначає економічні показники виробничого процесу в цілому. Технологія прокатки висуває жорсткі вимоги до якості нагріву. Тому для забезпечення необхідних теплофізичних параметрів металу під час прокатки використовують проміжні перемотувальні пристрої (ППП) з технологією «Coil box». Технологія «Coil Box» представляє із себе проміжний процес, метою якого є змотування розкату для скорочення його площі поверхні тепловипромінювання. Дослідження методів покращення показників якості управління роботою ППП «Coil Box», було темою робіт багатьох науковців. Зокрема в роботі А. І. Рожкова приводяться основні напрямки розвитку листопрокатного виробництва, що передбачують використання проміжних перемотувальних пристроїв. Способи мінімізації охолодження прокату на проміжних пристроях широкополого стану гарячої прокатки досліджені у статті В.Н. Хлопоніна та А. Н. Тінігіна. Проблемам енергозберігаючого управління широкополосними прокатними станами, за допомогою технології «Coil box», присвячено роботи А. Л. Генкіна та А. Р. Куделіна. У статті А. А. Васильєва та В. А. Ніколаєва приведена нова технологія гарячої прокатки сталі за допомогою ППП «Coil box».

Не зважаючи те, що технологія «Coil box» має значний інтерес у науковців, методам та шляхам вдосконалення її системи управління приділено зовсім мало уваги. Це говорить про те, що завдання з вдосконалення системи АСУ «Coil box» залишаються актуальними. Тому головним завданням роботи є розробка методів модернізації АСУ «Coil Box».

**Мета** роботи полягає в обґрунтуванні теоретичних основ та визначенні напрямів удосконалення діючої системи управління ППП «Coil box» в умовах ПАТ «Запоріжсталь».

Досягнення поставленої мети реалізовується шляхом вирішення таких завдань:

- аналіз технічної документації ППП «Coil box»;
- ознайомлення із АСУ ППП «Coil box» на вітчизняних та зарубіжних металургійних підприємствах;
- інтеграція сучасних інформаційних технологій в діючу систему управління;
- розробка нової технічної документації на основі сучасних технічних та програмних засобів.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес проміжного перемотувального пристрою «Coil box».

**Предмет дослідження** – автоматизована система управління ППП «Coil box».

**Методологічною основою** стали загальнонаукові та спеціальні методи наукового пізнання. Зокрема використані емпіричні методи - порівняння (проаналізовані сучасні АСУ «Coil box» на підприємствах металургійних України та зарубіжних країн), спостереження (досліджено процес перемотування розкату на прокатному стані НТЛС - 1680), статистичний (аналіз даних складових системи управління «Coil box», що необхідні для розробки бази даних та АРМ).

**Наукова новизна отриманих результатів.** Удосконалено діючу АСУ «Coil box» шляхом заміни технічних засобів сучасними моделями та впровадження у верхній рівень системи управління веб-технологій.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в можливості застосування вдосконаленої АСУ «Coil box» на металургійних підприємствах, що використовують дану технологію.

**Особистий внесок дослідника.** Магістерська робота є самостійно виконаною науковою працею, в якій викладено авторський підхід до застосування теоретичних положень, методичних підходів та практичних рекомендацій щодо вдосконалення автоматизованої системи управління

проміжним перемотувальним пристроєм «Coil box». З наукових публікацій, які видані у співавторстві, у роботі використано ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом власних досліджень і становлять індивідуальний внесок автора.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення та результати дипломної магістерської роботи обговорювались на: I Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (19 – 21 жовтня 2021 р.).

**Публікації.** За результатами проведених досліджень опубліковано 1 наукову працю, в матеріалах конференції.

**Структура та обсяг магістерської роботи.** Магістерська робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 90 сторінок, з яких 87 сторінок складає основний текст. У роботі приведено 18 рисунків, 7 таблиць та 9 додатків. Список використаних джерел містить 31 найменування.

## 1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Техніко-економічні показники роботи ППП «Coil Vox» залежать як від технічних можливостей самого пристрою так і від якості управління його роботою.

Технічні можливості ППП «Coil Vox» визначаються сукупністю його конструктивних та технологічних характеристик. При роботі даного агрегату ці характеристики наперед задані, оскільки вони формуються при розрахунку, плануванню та конструюванні пристрою.

Покращення показників якості управління роботою ППП «Coil Vox», може бути досягнуто головним чином шляхом вдосконалення діючої системи управління.

### 1.1 Обладнання ПТК системи

В ПТК використовується обладнання наступних фірм-виробників:

- Modicon – контролери, комунікаційне обладнання Modbus Plus;
- Advantech – промислові комп'ютери;
- N-TRON – активне комунікаційне обладнання (комутатори Ethernet);
- БП -96 – джерела живлення польових пристроїв (24В пост. струму);
- Powerware – джерела безперебійного живлення;
- ABB – безконтактні (індуктивні) позиційні вимикачі, термісторні реле захисту двигунів, прилади плавного пуску двигунів гідравлічних насосів;
- Kübler – датчики положення (абсолютні енкодери);
- Hübner Berlin – імпульсні датчики швидкості (інкрементні енкодери);
- MTS Systems Corporation – LVDT-датчики положення гідравлічних циліндрів;
- Bosch Rexroth AG – обладнання гідравліки (клапани, циліндри, насоси);
- IFM – датчики тиску, індуктивні вимикачі;

- HYDAC – датчики тиску;
- BARKSDALE – датчики температури;
- DROPSA – автономна система густої змазки;
- Rockwell Automation – кнопки управління, сигнальні лампи;
- Helukabel, Belden – кабельна продукція;
- Hoffman – шафове обладнання;
- Weidmuller – клемні вироби.

## 1.2 Датчики

В якості датчиків використовуються:

- по швидкості обертання приводів – імпульсні датчики швидкості (інкрементні енкодери) типу HOG10DN;
- по положенню механізмів – LVDT-датчики положення гідравлічних циліндрів типу RH - M -0350M - H07 - 1 - V01;
- позиційні вимикачі – індуктивні вимикачі типу SIN15-M30N-V2-PK;
- по тиску – первинні перетворювачі типу PN 202X і типу HDA - 3845 - B - 250;
- по температурі – температурні вимикачі типу T2H-H154-S-A.

### 1.3 Пристрої управління

Управління виконавчими механізмами (гідравлічними циліндрами) здійснюється за допомогою:

- соленоїдні клапани типу 4WE и 4WEH;
- пропорційні клапани типів 4WRLE-.../G24, 4WRDE-.../6L 24, 4WRTE-.../6EG24;
- клапани для управління тиском типу DBETE-.../ 200 G24.

Управління швидкістю головних електроприводів відбувається за допомогою перетворювачів частоти серії VSI-RP.

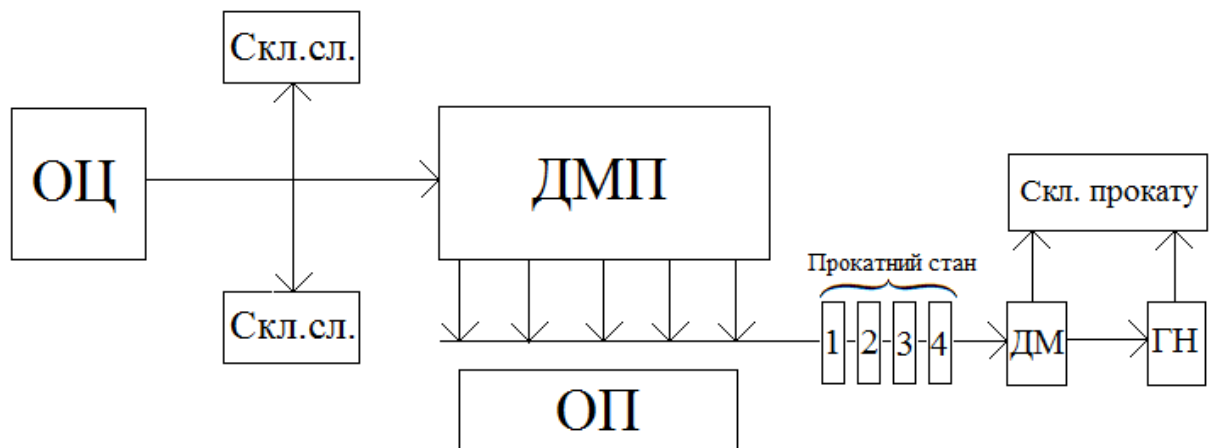
Управління двигунами електроприводів гідравлічних насосів відбувається за допомогою приладів плавного пуску серії PST.

## 2 АНАЛІЗ РОБОТИ ЦЕХУ

Цех гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ) виробляє гарячекатаний прокат в листах і рулонах товщиною до 8,0 мм. Структурна схема цеху представлена на рисунку 2.1.

Цех має агрегати для забезпечення постачання прокату в листах і рулонах. Цех оснащений методичними печами для нагріву металевих заготовок перед обробкою їх тиском, безперервним тонколистовим прокатним станом “1680” з максимальною виробничою потужністю 3,5 млн т/рік, що призначений для виробництва гарячекатаних смуг - товщиною 2,0-8,0 мм, шириною 860-1500 мм та масою рулону до 16 т. Сортамент продукції стану представлений в таблиці 2.1.

На трьох профілегибних агрегатах виробляється більше 500 типорозмірів холодногнутих профілів з вуглецевих і низьколегованих марок сталі товщиною від 1,0 до 8,0 мм і з шириною розгортки профілю до 1440 мм.



ОЦ – обтскний цех; Скл.сл. – склад слябів і злитків; ДМП – ділянка методичних печей; ОП – операторський пункт; ДМ – ділянка моталок; ГН – гільйотинні ножиці

Рисунок 2.1 - Структурна схема ЦГПТЛ:

Таблиця 2.1 - Сортамент продукції ЦГПТЛ

Тип	Перетин злитка, мм		Висота злитка, мм	Маса злитка, т	Ширина слябу, мм
	Верх	Низ			
Кипляча, напівспокійна і нестаріюча сталь					
XV	720x960	780x1000	2300	11,9	850-930
1Б	720x1170	780x1200	2300	13,4	970-1160
2Б	720x1350	780x1400	2350	16,0	1170-1360
4А	720x1570	780x1600	2300	17,7	1370-1520
Спокійна, низьколегована і високолегована сталь					
XV	780x1000	720x960	3100	14,4	850-960
Спокійна і низьколегована сталь злитки зі вставками з ЖСС					
1Б	720x1170	780x1200	2450	14,0	970-1160
2Б	720x1350	780x1400	2450	16,3	1170-1360
4А	720x1570	780x1600	2450	18,6	1370-1400 нл. 1370-1420 сп.
Спокійна високовуглецева сталь					
IX	640x990	580x942	2650	11,0	870-950
X	640x1100	580x1065	2650	11,8	960-1050
XI	640x1220	580x1196	2650	13,0	1060-1170
XII	640x1340	580x1305	2650	14,7	1180-1290
XIII	640x1480	580x1436	2650	16,2	1300-1400
Спокійна високовуглецева сталь злитки зі вставками з ЖСС					
1Б	720x1170	780x1200	2450	14,0	970-1160
2Б	720x1350	780x1400	2450	16,3	1170-1360
4А	720x1570	780x1600	2450	18,6	1370-1400



## 2.1 Організація роботи

Безперервний тонколистовий прокатний стан 1680 (НТЛС-1680) призначений для здійснення пластичної деформації металу за допомогою валків для отримання тонкого прокату товщиною до 4 мм [1].

Конструктивно НТЛС – 1680 відноситься до групи станів безперервної прокатки. У станах цієї групи полоса прокатується одночасно в декількох клітках, які розташовані послідовно в напрямку руху металу, що піддається прокатці [2]. В клітках метал прокатується тільки в одному напрямку.

З метою більш рівномірного розподілу температур розкату, що подається до чистової групи клітей, до складу лінії НТЛС – 1680 входить проміжний перемотувальний пристрій «Coil box» (ППП «Coil box»).

Проміжний перемотувальний пристрій «Coil Box» встановлюється між чорною та чистовою групами клітей НТЛС – 1680 (рисунок 2.2).

Схема конструкції проміжного перемотувального пристрою «Coil Box» зображена на рисунку 2.3.

Специфікації прокатного стану і робочі характеристики «Coil Box» приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Специфікації та робочі характеристики стану НТЛС – 1680 та ППП «Coil Box»

Річна продуктивність стану	3,500,000 млн. тон в рік
Марки сталі	Низьковуглецеві і високовуглецеві сталі, високоміцні низьколеговані сталі, нержавіючі сталі
Товщина слябу	140 – 168 мм
Довжина слябу	4200 – 9500 мм
Товщина розкату	18 - 36 мм
Ширина розкату	850 - 1520 мм
Температура розкату	950 - 1150 °С
Питома маса рулону, на од. ширини	4.5 – 12.5 кг/мм
Максимальна маса рулону	18.6 т
Діаметр отвору рулону	600 – 650 мм
Максимальний зовнішній діаметр рулону	1600 мм
Заправна швидкість ППП «Coil Box»	2.0 – 4.5 м/сек
Максимальна робоча швидкість ППП «Coil Box»	4.5 м/сек
Максимальна швидкість змотування	2.5 м/сек
Швидкість розрізання частини розкату обрізними ножицями	2.0 м/сек
Швидкість зближення з чистовою кліттю F5	2.0 м/сек і 1.5 м/сек
Мінімальний час паузи чистової кліті F5	5 секунд

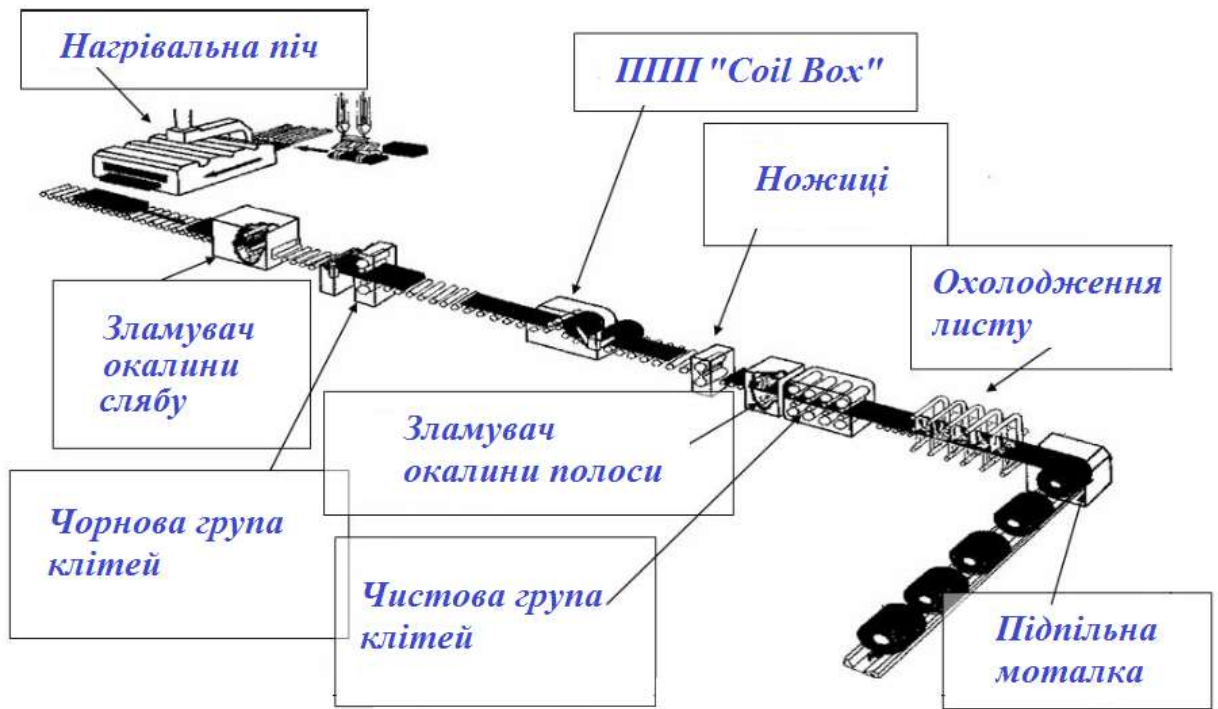
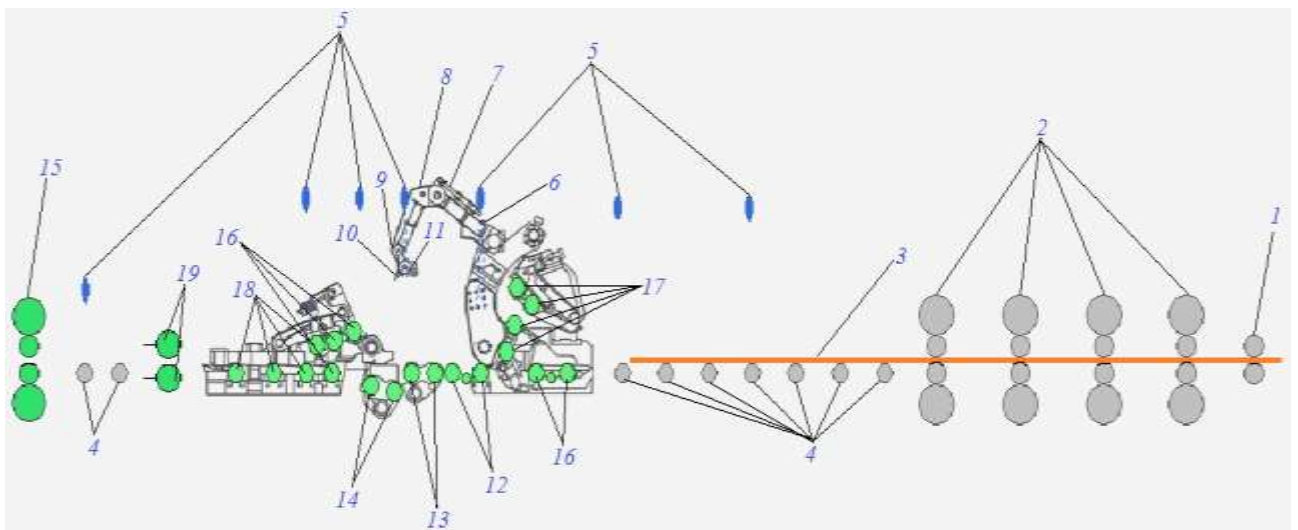


Рисунок 2.2 - ППП «Coil Box» в складі конструкції прокатного стану  
НТЛС – 1680



1 – кліть DUO; 2 – чорнова група клітей (R1...R4); 3 – розкат; 4 – ролики рольгангу; 5 – датчики наявності гарячого металу (HMD1...HMD7); 6 – основний важіль відгинача; 7 – циліндр знижувального важелю; 8 – знижувальний важіль відгинача; 9 – притискний ролик відгинача; 10 – лезо відгинала; 11 – допоміжний ролик відгинача; 12 – колискові ролики КР1А та КР1В; 13 – колискові ролики КР2А та КР2В; 14 – колискові ролики КР3А та КР3В; 15 – чистова кліть F5; 16 – входні бокові направляючі; 17 – згинальні формуючі ролики; 18 – тягові ролики; 19 – обрізні ножиці.

Рисунок 2.3 - Схема конструкції ППП «Coil Box»:

Технологія «Coil Box» представляє із себе проміжний процес, метою якого є змотування розкату на високій швидкості при виході із чорнової групи клітей із подальшим розмотуванням металу на більш низькій швидкості та подачею його в чистову групу клітей [3].

Процес змотування скорочує площу поверхні тепловипромінювання розкату. В результаті розкат після розмотування має фактично таку ж температуру, що й під час змотування, що в свою чергу дозволяє вести прокатку в чистових клітях з постійною швидкістю. Технологія «Coil Box» дозволяє скоротити затрати електроенергії при прокатці матеріалу в чистовій групі клітей, забезпечує високу однорідність металургійних властивостей по довжині кінцевого продукту та дозволяє розширити асортимент продукції, що прокатується на стані [4]. На додаток до цього, змотування розкату може бути розпочато, коли розкат все ще знаходиться в чорновій групі, таким чином, НТЛС - 1680 може обробляти більш довгі розкати.

Але не дивлячись на всі переваги «Coil Box», він має ряд недоліків:

- більш висока вартість в порівнянні з тепловідбиваючими екранами;
- зниження продуктивності стану;
- наявність додаткового обладнання, яке може стати джерелом аварійних ситуацій;
- обмежена товщина полос, що змотуються (до 35...40 мм) [5].

## 2.2 Опис технологічного процесу

ППП «Coil Box» готується до прокатки шляхом підйому вхідного жолобу і формуючого ролика; переміщенням відгинача в положення готовності; підняттям коліскового ролика 1В у верхнє положення; переміщенням коліскових роликів № 2 і № 3 в положення розмотування; опусканням тягнучого ролика в положення очікування.

В процесі налаштування змотування використовується інформація про товщину та ширину розкату для позиціонування вхідних бокових направляючих «Coil Box» та позиціонування проміжку згинального ролика на вході і виході. Налаштування розмотування включає в себе: позиціонування рам коліскових роликів № 2 і № 3 для розмотування, втягування утримуючих штирів; переміщення тягнучого ролика в положення очікування; виставлення бокових направляючих обрізних ножиць на ширину розкату.

ППП «Coil Box» приймає розкат із чорнової кліті R4 і направляє головний кінець у вхідні бокові направляючі «Coil Box», які розходяться на величину короткого ходу, щоб забезпечити додатковий проміжок для головного кінця. Головний кінець переміщається по вхідному жолобу до трьох згинальних роликів, які були завчасно підлаштовані під товщину розкату. Головний кінець розкату згинається за допомогою згинальних роликів, в результаті чого головний кінець виходить в контакт із верхньою формуючою проводкою. Коли додатковий матеріал виходить із згинальних роликів, головний кінець ковзає вниз по проводці над формуючим роликом до нижньої формуючої проводки та колісковому ролику 1А. При цьому розкат прокручується відносно головного кінця, збільшуючи таким чином згин. Коли зігнутий кінець розкату дотикається коліскового ролика 1А, він одразу ж направляється вгору по нижній формуючій проводці і формуючому ролику, завершуючи формування отвору рулону. Частина розкату, що залишилась, намотується на отвір рулону, в той час як

відбувається корекція швидкості намотування і положення стабілізаторів рами вихідного згинального ролика і рами колискового ролика 1В. Коли хвостовий кінець наближається до ППП «Coil Box», швидкість розкату зменшується. Послідовність зупинки хвостової частини починає контролювати положення хвостового кінця для відгинання та ініціює швидкий підйому згинального ролика, опускання колискового ролика 1В до рівня лінії прокатки і позиціонування стабілізатора. В умовах безперервного змотування і розмотування контроль зупинки хвоста сигналізує про початок розмотування шляхом ініціювання опускання відгинача і опускання колискового ролика 1В в положення розмотування. Все обладнання змотування встановлюється у положення готовності до прийому наступного розкату, коли ділянка звільняється від металу.

Процес розмотування починається із опускання колискового ролика 1В в положення розмотування і опускання важеля відгинала для відгинання хвоста рулону і подальшого утримування розкату у лінії прокатки. Якщо цього потребує розмір рулону, притискний ролик опускається і міцно утримує рулон в колискових роликах, щоб забезпечити відгинання і розмотування за допомогою тягнутого ролика. Коли відгинач переходить в положення механічної зупинки, ролики починають розмотувати розкат в напрямку кліті F5. Коли головний кінець проходить тягнучий ролик, рама опускається в положення притискання, щоб сприяти розмотуванню з регулюванням тиску. Головний кінець розкату проходить через вхідні бокові направляючі обрізних ножиць, піддається обрізанню на ножицях і переміщується в напрямку кліті F5. Коли головний кінець входить в першу чистову кліть, тягнучий ролик піднімається в положення правки, і вхідні бокові направляючі ножиць розходяться. Тим часом починається підйом відгинала після завершення різання.

Після того як відгинач опустить рулон, притискний ролик починає підніматися, якщо до цього він був опущений. Форсована без оправна передача може бути почата в залежності від вибору оператора, параметрів

матеріалу і вибору режиму тривалого різання. Послідовність форсованої передачі автоматично блокується в разі малих рулонів, передача яких відбувається пасивно вслід за обрізкою головного кінця.

Стандартний процес заключається в передачі всіх рулонів до коліскових роликів № 2, як тільки виникає можливість забезпечення максимального часу перебування рулону між боковими термічними екранами. Операція передачі починається із опускання коліскового ролика 1В в положення передачі і опускання коліскового ролика 2А в положення прийому. При опусканні коліскового ролика 1В рулон стикається з виштовхувальним роликом, примушуючи рулон переміщуватися від коліскового ролика 1А. Рулон перекочується через колісковий ролик 1В і стикається з колісковим роликом 2А. Коліскові ролики 2А і 2В потім опускаються в положення передачі, в той час як колісковий ролик 1В починає підніматися. Внаслідок цього рулон перекочується через колісковий ролик 2А і стикається з колісковим роликом 2В. Коліскові ролики 1В і 2А одночасно підіймаються до тих пір, поки рулон не покине колісковий ролик 1В. Коліскові ролики 2А і 2В піднімаються і займають положення розмотування. Розмотуючі бокові направляючі переміщаються в положення утримування рулону.

Коли рулон зменшується до розміру пасивної передачі, що залежить від параметрів матеріалу, обертання рулона припиняється, і він переміщується до утримуючого ролика. Розмотуючі бокові направляючі переміщуються в положення відгинання хвоста, і вводяться утримуючі штирі, коли рулон досягає критичного діаметру. Хвостовий кінець повністю розгинається на утримуючих штирях і піддається правці, проходячи через тягнучий ролик, після чого обрізається на ножицях. Все обладнання розмотування потім встановлюється в положення прийому наступного розкату.

Конструкція ППП «Coil Box» передбачає пасивну безоправочну передачу від коліскових роликів № 1 або із будь якого положення перед

утримуючим роликом. Ця особливість конструкції є вирішальною в підтриманні високого темпу при прокатці рулонів малих розмірів.

### 2.3 Розробка схеми інформаційних потоків

Спираючись на відомості про конструкцію ППП «Coil box» та процеси, які відбуваються в ньому під час роботи, необхідно розробити схему матеріальних та інформаційних потоків. Ця схема стане основою для розробки функціональної схеми автоматизації [6], а також вибору технічних засобів автоматизації та компонування контролера.

Схему інформаційних потоків наведено в додатку А.

### 2.4 Технічне завдання і вимоги до АСУ

Система повинна бути багатофункціональною, відновлюваною, із можливістю багаторазового відновлення після відмов, і функціонувати в безперервному режимі із зупинками на технічне обслуговування. [7] Відмови будь-якої функції системи не повинні призводити до поломок та аварій технологічного обладнання.

В системі повинна бути передбачена можливість ручного вводу даних, що характеризують процес, але не тих, що продукуються самою системою керування. [8]

Система повинна бути відкритою і допускати можливість функціонального розширення з урахуванням перспектив розвитку і адаптації до змінних технологічних умов.

Система повинна складатися з трьох рівнів.

Перший рівень (польовий) повинен здійснювати збір інформації за допомогою датчиків, які по мережі Profibus DP повинні передавати дані в програмований логічний контролер, та управляти виконавчим механізмом.



Другий рівень (нижній) являє собою щит КВПіА. На цьому рівні повинна здійснюватися обробка інформації, що надійшла з першого рівня, реєстрація і стабілізація технологічних параметрів, підготовка та видача оперативної інформації на третій рівень, отримання виробничих обмежень і завдань від третього рівня. Щит КВПіА повинен включати в себе такі прилади: засоби сигналізації, прилади реєструючі, задатчики, кнопки перемикання режимів ручний/автоматичний, дистанційні вказівники положення виконавчого механізму. [9]

Візуалізація технологічного процесу (третій рівень або верхній) повинна здійснюватися на робочій станції оператора. Вона повинна забезпечувати відображення стану всіх пристроїв і датчиків, визначення аварійних ситуацій та їх відображення із зазначенням джерела аварії і причини виникнення, збереження аварійних повідомлень в довгостроковому архіві, а також оперативне відображення всіх контрольованих параметрів на екрані комп'ютера.

Робоча станція оператора має бути з'єднана з сервером баз даних, який виконує функції збору та накопичення інформації про хід технологічного процесу. [10]

#### 2.4.1 Загальні організаційно-економічні вимоги

КТЗ повинен забезпечити:

- збір інформації з автоматичних датчиків і датчиків ручного вводу;
- вирішення задач у реальному масштабі часу з можливістю прямого цифрового керування;
- контроль достовірності інформації на усіх етапах її перетворення;
- передачу інформації до верхнього рівня АСУТП;
- можливість зміни і розвитку структури СУ. [11].

2.4.2 Заходи по виборі технічних засобів АСУ з оглядом на умови їх експлуатації

Засоби автоматизації повинні бути стійкими до механічних впливів. У конструкції електротехнічних виробів повинні бути передбачені засоби шумо- і віброзахисту, що забезпечують рівні шуму і вібрації на робочих місцях відповідно до затверджених санітарних норм. Допустимі значення шумових і вібраційних характеристик електротехнічних виробів повинні бути встановлені в стандартах і технічних умовах на конкретні види [12].

Вироби, які створюють електромагнітні поля, повинні мати захисні елементи (екрани, поглиначі і т.д.) для обмеження впливу цих полів у робочій зоні до припустимих рівнів [13].

Вимоги до цих захисних елементів повинні бути зазначені в стандартах і технічних умовах на конкретні види виробів.

Допустимий рівень шумів на робочих місцях повинен складати не більше 120 дБ [14].

2.4.3 Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і збереження

Система працює безперервно. Щомісяця система повинна проходити технічне обслуговування. На технічні засоби раз на три місяці повинна проводитися державна перевірка.

Живлення здійснюється змінною напругою 220В, а для окремих її частин проводиться живлення постійним струмом напругою 24В за допомогою блоків живлення.

При виході з ладу будь-якого технічного засобу в системі, повинна бути передбачена заміна. Тому необхідно мати запасні вироби та прилади в кількості 1шт. Вони повинні зберігатися в шафах, закритих на ключ. Шафи з ЗПП повинні розміщуватися в опалювальних приміщеннях з температурою повітря 10...25°C, вологістю не більше 75%. У таких приміщеннях не повинно бути агресивних парів і великої запиленості [15].

У приміщеннях з ЕОМ повинно передбачатися кондиціонування повітря, а також повинна підтримуватися температура повітря 15-25°C, вологість не більше 75% [16].

#### 2.4.4 Вимоги до збереження інформації при аваріях

При виникненні аварійних ситуацій вся інформація повинна зберігатися на сервері. Повинен бути додатковий сервер. Якщо відбувається поломка основного сервера, запис повинна відбуватися на додатковий сервер. Також необхідно вести журнал зміни, в який мають вноситися всі дані і відомості про аварію і процесах, що протікають в системі, із зазначенням дати і часу.

#### 2.4.5 Вимоги до захищеності від несанкціонованого доступу

Оператору начальником ділянки видається логін і пароль, з параметрами доступу, необхідними для забезпечення функціонування системи.

#### 2.4.6 Вимоги до технічного забезпечення

Комплекс технічних засобів повинен забезпечити виконання всіх функцій АСУ ТП, мати модульний принцип побудови, що дозволяє нарощувати і розвивати функції АСУ ТП.

У КТЗ повинна бути передбачена можливість реалізації зв'язку з інтелектуальним периферійним обладнанням (датчики, приводи) по цифровому інтерфейсу.

Повинна формуватися і сигналізуватися персоналу інформація про порушення в роботі технічних засобів.

#### 2.4.7 Вимоги до інформаційного забезпечення

Інформаційне забезпечення має бути достатнім для виконання функцій системи. Вся інформація повинна ділитися на нормативно - довідкову та оперативну. Повинно бути передбачено дублювання інформації щоб уникнути її втрати (пропажа електроживлення) [17]

Обмін даними між компонентами системи відбувається по загальній шині об'єднуючою ПЛК різних підсистем по протоколу Modbus Plus або Ethernet.

Інформаційна сумісність із суміжними системами повинна забезпечуватися застосуванням єдиних протоколів передачі даних а також застосуванням шлюзів при переходах від одного інформаційного рівня або сегмента до іншого.

#### 2.4.8 Вимоги до математичного забезпечення

Алгоритми АСУ ТП повинні бути виконані по функціональних групах, передбачати можливість обміну інформацією з АСУ верхнього рівня, здійснювати логічний контроль вхідної інформації.

До складу математичного забезпечення повинні входити методи та алгоритми обробки інформації, контролю та управління об'єктами, що використовуються для розробки програмного забезпечення та функціонування АСУ ТП.

#### 2.4.9 Вимоги до метрологічного забезпечення

Затримка з моменту виклику стандартної оперативної мнемосхеми на екрані робочої станції до її повного виникнення не перевищує 1 с.

Цикл оновлення оперативної (поточної) інформації на мнемосхемах не більше 1 с.

Затримка часу передачі інформації про аварійні ситуації не перевищує 0,5 с.

Час видачі керуючого впливу від аварійної кнопки не перевищує 0,1 с.

Загальна затримка після проходження команди від аварійної кнопки до відображення відповідної інформації не більше 1,5 с.

Загальна затримка передачі інформації по контуру регулювання або управління нижнього рівня від датчика до виконуючого механізму не перевищує 200 мс.

Загальна затримка передачі керуючих впливів персоналу по контуру дистанційного управління не більше 200 мс.

Загальна затримка в передачі зворотніх сигналів про зміну дискретного стану об'єктів управління не більше 0,5 с.

Точність сигналів стосовно положення виконавчих механізмів не нижче 0,05%.

Точність сигналів стосовно швидкості електроприводів не нижче 0,1%.

Сигнали, що використовуються в схемах управління, регулювання, технологічних захистів і сигналізації (окрім положення виконавчих механізмів і швидкості електроприводів), мають похибку не вище 1,0%.

Точність реєстрації часу подій не менше 1 с відносно загальносистемного часу.

Значення параметрів, що відображені за допомогою цифрової індикації та цифрової печаті, мають не менше двох значущих цифр.

Вибіг виконавчих механізмів не перевищує 0,5% від діапазону.

Для регулюючих органів тривалість подачі на виконавчий механізм керуючої напруги не відрізняється від тривалості подачі керуючого впливу більше чим на 50 мс [18].

#### 2.4.10 Вимоги до засобів захисту від зовнішніх впливів

Для забезпечення надійності системи всі контролери, перетворювачі, пускачі повинні встановлюватися в герметичні шафи. У приміщеннях з шафами повинні бути встановлені кондиціонери. [19] Показуючі прилади на ділянках КВПіА повинні бути встановлені на щитах під спеціальними кришками для захищеності від пилу [20].

#### 2.4.11 Вимоги до функцій протиаварійних захистів

Під час аварії на екрані ЕОМ верхнього рівня повинна з'являтися інформація в текстовому вигляді.

На мнемосхемах повинна бути передбачена кольорова індикація перед аварійних та аварійних елементів системи.

#### 2.4.12 Заходи по забезпеченню потрібної надійності пристроїв, що входять в АСУ

Система повинна обслуговуватись, відновлюватися і призначатись для безперервної роботи з зупинками для проведення профілактичних робіт. Середній час напрацювання на відмову по кожній підсистемі - не менше 720 годин. Середній час відновлення не більше 2 годин. Середній термін служби - не менше 8 років [21].

Обслуговування технічних засобів системи має включати в себе щомісячне, піврічне, річне і проводиться за план-графіку. Обслуговуючий персонал здійснює обслуговування технічних засобів, супровід і коригування програмного забезпечення.

Електроживлення засобів АСУ ТП повинно здійснюватися від окремого введення із заземленням, окремим від цехового контуру. Електроживлення повинно мати резерв зі схемою АВР. Номінал живлення повинен бути в межах 220 вольт -10% ...+ 15% змінного струму [22].

Розробник АСУ ТП забезпечить необхідні технічним завданням показники надійності:

- вибором відповідних технічних засобів;
- введенням при необхідності гарячого резерву;
- достатністю номенклатури і складу ЗІП для холодного резерву.

## 3 РОЗРОБКА АСУ ТП

### 3.1 Дослідження і аналіз існуючих АСУ

Основне завдання досліджень - це аналіз технічного рівня конструкцій проміжних перемотувальних пристроїв і тенденцій розвитку з метою обґрунтування техніко-економічних показників і використання результатів дослідження для створення технічних розв'язків, спрямованих на вдосконалення роботи даної установки й регулювання її роботи.

На основі досліджень наукових літературних джерел, було проведено аналіз та визначено стан рівня автоматизації на аналогічних об'єктах підприємств України та інших держав.

Перемотувальні пристрої використовуються на металургійних підприємствах як України, так і інших держав. Вони мають відмінності в конструкції, що пов'язано з особливими потребами виробництва на кожному конкретному підприємстві (кількістю та типом заготовок, які необхідно обробляти, марками сталі та ін.) [23]. Однак при цьому для автоматичного управління цими пристроями використовуються аналогічні методи автоматизації [24].

Основними є такі системи як:

- система управління електроприводами;
- система керування механізмами;
- система датчиків положення матеріалу;
- гідравлічна система;
- система густого змазування;
- система водяного охолодження;

Ці системи є обов'язковими та застосовуються на всіх пристроях незалежно від сортаменту металу, який прокатується на станах.

Також для покращення якості змотування та економічного використання енергоресурсів на підприємствах застосовують наступні системи:

- автоматичного регулювання швидкості роликів;
- система управління головними насосами і насосами контура рециркуляції;
- автоматичного контролю температури поверхні заготовок [25].

Так на безперервному тонколистовому прокатному стані 1680 комбінату «Запоріжсталь» (Запоріжжя, Україна) окрім основних контурів, реалізовано наступні:

- автоматичного контролю нагрівання редуктора згинальних роликів;
- система ПЛК (віддалене введення-виведення) і електроживлення;
- людино-машинний інтерфейс НМІ.

Структурна схема автоматизації складається з трьох рівнів.

Перший рівень виконує збір інформації за допомогою датчиків, управління виконавчими механізмами та передачу інформації на другий рівень.

Другий рівень виконує обробку інформації, яка надійшла з першого рівня, відображення та реєстрацію значень параметрів, видачу керуючих впливів (здійснюється мікроконтролерами S7-200), а також обмін інформацією з третім рівнем.

Третій рівень включає в себе ЕОМ, через яку відбувається дистанційна взаємодія обслуговуючого персоналу з технологічним процесом

Тобто на стані 1680 комбінату «Запоріжсталь», окрім першочергово необхідних, наявні також системи автоматичного регулювання та контролю, які підвищують якість обробки металу. Всі системи реалізовані на сучасному обладнанні з використанням мікроконтролерів, які пов'язані з управляючою ЕОМ. Поєднання таких систем управління та обладнання є доцільним через підвищення якості продукції та можливості більш економічного електроенергії.



Проміжний пристрій широкополосного стану гарячої прокатки фірми «KruppStahl» на заводі в Бохумі (Німеччина) обладнано системою ЕОМ, яка складається з чотирьох рівнів:

- перший рівень – центральна ЕОМ для планування виробництва;
- другий рівень – ЕОМ управління виробництвом продукції;
- третій рівень – ЕОМ управління процесом прокатки;
- четвертий рівень – базова ЕОМ для управління роботою проміжного пристрою.

Ця система, що складається з блоків реєстрації та обробки даних, а також з моніторів для візуального контролю за роботою обладнання, забезпечує централізацію та спрощення управління технологічним процесом. Введення цієї системи дозволило в цілому відмовитись від реєстрації результатів вимірів за допомогою самописців.

Робота централізованої системи управління дозволяє виконувати задачі:

- оптимізації прокатки;
- стеження за процесом перемотування;
- реєстрації результатів вимірів (окрім виміру проводяться розрахунки для визначення тенденції зміни вимірюваних параметрів);
- управління процесом розмотування і охолодження.

Оновлення апаратного забезпечення та управління перемотувальним пристроєм не як відокремленим агрегатом, а в комплексі з устаткуванням суміжних етапів обробки дозволило оптимізувати роботу всього стану та швидко реагувати на порушення робочого режиму [26].

Фірмою «Genersl Electric» (Великобританія) запропоновано дворівневу систему. Нижній рівень реалізовано на мікро-ЕОМ. Він здійснює управління локальними засобами під час та після зупинок. Економія електроенергії при цьому окупає вартість системи за один рік. Верхній рівень управління підвищує якість заготівки завдяки прогнозуванню та оптимізації процесу прокатки для кожної заготівки. З врахуванням даних про заготівки в кожній

зоні пристрою система обирає таку швидкість валків і роликів, котра забезпечує необхідну якість прокатки заготовок [27].

На заводах фірм «Lukens Stell» (США) та «Italmimpianti» (Німеччина) впроваджені схожі дворівневі системи. Перший рівень представляє собою локальну САР, побудовану на програмованих мікропроцесорних контролерах, які об'єднано в одну мережу. Цей рівень забезпечує регулювання швидкості, витрат змазки, тиску роликів. Другий рівень побудовано на керуючій ЕОМ. Зв'язок між двома рівнями здійснюється оптико-волоконним або коаксіальним кабелем. Стратегія змотування розраховується на ЕОМ, що забезпечує оптимальний графік прокатки. Стратегія управління змотуванням містить в собі систему стеження за заготівками, модель, побудовану на базі одномірного диференціального рівняння, блок розрахунку оптимальної траєкторії температури кожної заготівки та блок розрахунку уставок регуляторам для всіх зон.

В системі фірми «Kobe Steel» (Японія) окремими параметрами керують локальні регулятори, які працюють в режимі прямого цифрового управління. ЕОМ, яка керує роботою проміжного перемотувального пристрою, отримує інформацію про розміри сляба, умови прокатки та інші параметри процесу від ЕОМ, що керує процесом прокатки, визначає стратегію управління та встановлює завдання локальним регуляторам. Для кожного нового слябу, що надійшов до стану, розраховується проміжок між валками та темп просування його через стан, а потім кожні чотири хвилини розраховується задана швидкість в зонах прокатного стану та мінімальна кількість електроенергії, необхідної для механізмів згинальних роликів [28].

Введення зазначених систем автоматичного управління дало можливість знизити витрату палива на нагрів металу. При цьому біля половини економії палива припадає на періоди нагріву в процесі простою стану. Використовування систем управління нагрівом сприяло значному покращенню якості прокатної продукції в результаті стабілізації температурних параметрів заготовок, що видаються з печі.

Таким чином можна дійти висновку, що на підприємствах різних країн світу застосовуються системи, спрямовані на покращення якості продукції та зниження витрат на її виробництво. Також можна зазначити, що широкого розповсюдження отримали системи, побудовані із застосуванням сучасних мікропроцесорних засобів, які мають високу надійність. При цьому вони компактні, мають малий час встановлення та використовують спеціальні алгоритми самодіагностування, що дозволяє скоротити час ремонту та обслуговування таких систем.

Після розгляду наявного рівня автоматизації та рівня автоматизації аналогічних об'єктів на різних підприємствах світу можна зробити висновок, що існуюча система має ряд недоліків як апаратного забезпечення, так і з боку принципів управління.

Недоліком технічного забезпечення об'єкта є використання застарілих моделей мікропроцесорних контролерів, що може впливати на коректність уставок стану і забезпеченість персоналу оперативною інформацією. Також слід зазначити, що використання застарілого технічного забезпечення може спричинити регулярну відмову обладнання ПТК, що в свою чергу може привести до зупинки прокатного стану та інших аварійних ситуацій.

Враховуючи сучасний розвиток технічних засобів та програмного забезпечення, які використовуються для автоматизації процесів всіх галузей, а в тому числі і металургії, до недоліків існуючої системи можна також віднести відсутність на автоматизованому робочому місці оператора SCADA-систем з можливістю використання веб-технологій. Використання даної технології значно полегшить умови праці та дозволить наочно відображати роботу ППП «Coil box» на будь-якому ПК, що входить до складу мережі цеху або всього підприємства.

### 3.2 Вибір і обґрунтування функціональної структури АСУТП

До складу АСУ ТП входять інформаційно-обчислювальні та керуючі підсистеми.

Перелік і коротка характеристика інформаційно-обчислювальних підсистем приведена в таблиці 3.1. У цій же таблиці вказані назви завдань, за допомогою яких реалізуються функції відповідних підсистем.

Таблиця 3.1 - Характеристика інформаційно-обчислювальних підсистем

Найменування підсистеми	Задачі, що реалізують функції підсистеми	Призначення і коротка характеристика задачі
Підсистема збору і первинної обробки інформації	«Збір і первинна обробка інформації»	Збір і первинна обробка інформації, що надходить з датчиків аналогових і дискретних сигналів, органів управління. Завдання запускається на виконання автоматично по подачі живлення в систему і виконується на нижньому (контролером) рівні у всіх режимах роботи системи з оперативним циклом контролера. Вихідною інформацією завдання є оброблені значення параметрів з відповідними ознаками проведеного контролю та обробки.
Підсистема представлення інформації	«Контроль і відображення інформації оператору-технологу»	Видача оперативному персоналу інформації про режим роботи, поточні значення параметрів, стан механізмів, швидкості обертання роликів, станіли основного і допоміжного технологічного обладнання та системи управління, сигналізація порушень технологічного процесу і подання інформації на екранах дисплеїв в зручному для сприйняття вигляді, прийом запитів оператора-технолога до системи, а також друк необхідної інформації. Спілкування оператора-технолога з системою здійснюється в діалоговому режимі.
Підсистема інформаційно-обчислювальних задач	«Реєстрація аварій і попереджень»	Реєстрація аварійної та попереджувальної інформації, а також її обробка для запису в базу даних, яка використовується для подання оператору-технологу інформації у вигляді списків, що дають можливість проаналізувати послідовність проявлення.
	«Реєстрація подій»	Реєстрація інформації про поточний стан обладнання, органів управління і її обробка для запису в базу даних, яка використовується для подання оператору-технологу інформації у вигляді списків, що дають можливість проаналізувати хід технологічного процесу.

Найменування підсистеми	Задачі, що реалізують функції підсистеми	Призначення і коротка характеристика задачі
	«Архів»	Формування архіву, що містить історію зміни аналогових і дискретних параметрів, для подання оператору у вигляді трендів, що дають можливість проаналізувати хід технологічного процесу.

В таблиці 3.2 представлені керуючі підсистеми (блоки) та їх призначення.

Таблиця 3.2 – Призначення керуючих підсистем

Найменування підсистеми (блока)	Призначення підсистеми (блока)
Блок визначення готовності	У блоці визначення готовності виконуються по черзі наступні п/пр: 1. Блок визначення готовності – алгоритм. 2. Готовність датчиків гарячого металу. 3. Готовність механізмів в автоматичному, ручному і режимі моделювання. 4. Готовність системи електроприводів в автоматичному, ручному і режимі моделювання. 5. Визначення готовності роботи в автоматичному і режимі моделювання. 6. Визначення готовності роботи в транзитному режимі. 7. Діагностика ПЛК, ПВВ. 8. Діагностика системи водяного охолодження.
Режими роботи	В блоці вибору режиму роботи виконується коректний перехід із одного режиму роботи в другий, запускається послідовність виконання підпрограм, характерних для кожного режиму.
Механізми і приводи	Запускається послідовність виконання підпрограм управління приводами, механізмами і системами.
Переключення резерву і комутація сигналів	Запускається послідовність виконання підпрограм переключення на резервний або на основний перетворювач. Відбувається комутація сигналів управління і стану перетворювача частоти (основний/резервний) в змінні, приладдя до приводу.
Загальні алгоритми	В блоці загальних алгоритмів виконується алгоритм автоматичного управління системою, масштабування аналогових входів і виходів і др. задачі, спільні для всієї системи.
Зчитування НМД	Запускається послідовність виконання підпрограм зчитування, діагностики стану датчиків гарячого металу.
Гідравліка	В блоці управління гідравлікою запускається послідовність виконання підпрограм управління і діагностики гідравлічної системи.
Система змазки	Виконання підпрограм управління і діагностики системи густої змазки.

### 3.2.1 Визначення рівнів автоматизації

АСУ побудована за традиційною ієрархічною схемою. В залежності від виконуваних функцій можна виділити наступні рівні: верхній рівень (робочі станції, сервер, інженерна станція); нижній рівень (контролери); польовий рівень (датчики, виконавчі механізми) [28]

Верхній рівень системи забезпечує взаємодію операторів-технологів і інженерного персоналу з керуючим технологічним обладнанням і організовує роботу системи.

Окрім цього, верхній рівень забезпечує взаємодію інженера АСУ ТП з обслуговуючим ПТК. Верхній рівень представлений комп'ютерами: робочих станцій оператора-технолога, інженера АСУ ТП, обслуговуючого персоналу системи електроприводів і сервера.

Нижній рівень виконує збір, ввід і обробку аналогової та дискретної інформації, формує і відпрацьовує дискретні і аналогові керуючі впливи на механізми, а також регулювання по різним законам, вирішує завдання захисту. Він включає в себе:

- контролери (головний керуючий і керування приводами), об'єднані дубльованою мережею Modbus Plus. Зв'язок з польовими пристроями здійснюється за допомогою дубльованої мережі RIO;

- допоміжне обладнання, що забезпечує проміжне підсилення сигналів і другі допоміжні функції.

Нижній рівень може виконувати окремі функції захисту і автоматичного управління.

### 3.2.2 Опис верхнього рівня АСУ

На верхньому рівні АСУ розташовані робочі станції. На робочій станції оператора встановлений монітор реального часу, з його допомогою здійснюється супервізорний контроль і управління технологічними процесами в ППП «Coil box». Під управлінням монітору реального часу виконуються такі завдання, як:

- запит даних про стан технологічного процесу з контролера нижнього рівня по кожному з вбудованих протоколів або через драйвер;
- передача на нижній рівень команд управління по кожному з вбудованих протоколів або через драйвер;
- обмін даними із платами ПЗО;
- управління сервером документування;
- збереження даних в архівах;
- передача даних по мережі на наступний рівень АСУ;
- подання операторові графічної інформації про стан технологічного процесу;
- автоматичне й супервізорне управління технологічним процесом.

До складу верхнього рівня автоматизованої системи управління входять наступні елементи:

- АРМ оператора-технолога (пост оператора), які призначені для візуалізації параметрів технологічного процесу, дистанційного управління допоміжними пристроями, вводу завдань регуляторам, перегляду архівів, включення чи вимкнення управляючих підсистем (густої змазки, водяного охолодження і др.) і виконання других функцій;

- АРМ оператора-електрика (станція діагностики електроприводів), що призначена для візуалізації параметрів приводів, дистанційного управління перемикачем резерву, вводу параметрів, перегляду архівів і виконання других функцій. АРМ оператора-електрика розміщується в машинному залі;

- АРМ інженера АСУ ТП (інженерна станція), що призначена для обслуговування ПТК. На ньому виконуються такі задачі як: проведення діагностики технічних засобів ПТК, завантаження прикладного ПО в контролери та ін. Окрім задач, зв'язаних з обслуговуванням ПТК, на АРМ інженера АСУ ТП встановлено повний програмний пакет проектування, що дозволяє інженерному персоналу при наявності відповідного доступу самостійно модифікувати програмне забезпечення верхнього і нижнього

рівнів системи. АРМ інженера АСУ ТП розташовується в приміщенні АСУТП;

- станція діагностики (іба аналізатор), яка є монітором окремих вузлів і механізмів системи. Дані на станцію діагностики поступають по мережі Profibus DP з головного керуючого контролера. Комп'ютер станції розташований в приміщенні АСУТП;

- сервер, який є сховищем архіву системи. Комп'ютер сервера розташований в шафі сервера (ШС) у приміщенні АСУТП.

### 3.2.3 Обладнання нижнього рівня системи

Основу нижнього рівня системи складають контролери Modicon – головний керуючий і контролер управління електроприводами, що встановлені в шафах ШГКК і ШУЕП.

Мікроконтролер забезпечує прийом і видачу аналогових і дискретних сигналів, первинне перетворення сигналів по запрограмованим користувачем алгоритмам і обмін інформацією з послідовних каналів зв'язку на базі інтерфейсу RS- 485 або Ethernet. Контролер має відкриту архітектуру і може програмуватися як за допомогою традиційних мов програмування, так і за допомогою мов логічного програмування у відповідності зі стандартом ІЕС 61131.

Зв'язок головного керуючого контролера з польовими пристроями реалізується за допомогою мережі віддаленого вводу-виводу (дубльована мережа RIO). В мережі RIO є 5 вузлів, що розподілені по цеху в шафах ПВВ1...ПВВ5. В якості модулів вводу-виводу використовуються модулі Quantum.

Ряд функцій системи виконують допоміжні контролери:

- контролер RMC100-H2-MB+;
- плата управління VT-HACD-1-1X/V0 / VT3002.



### 3.3 Проект мереж АСУ

Найбільшого поширення в АСУ ТП отримали розподілені системи, елементи яких (контролери, модулі вводу-виводу) розподілені в просторі, незалежні один від одного, але взаємодіють між собою для виконання поставленого завдання.

Основою для побудови розподілених систем збору даних і управління є промислова мережа. Існує безліч способів з'єднання мережевих пристроїв.

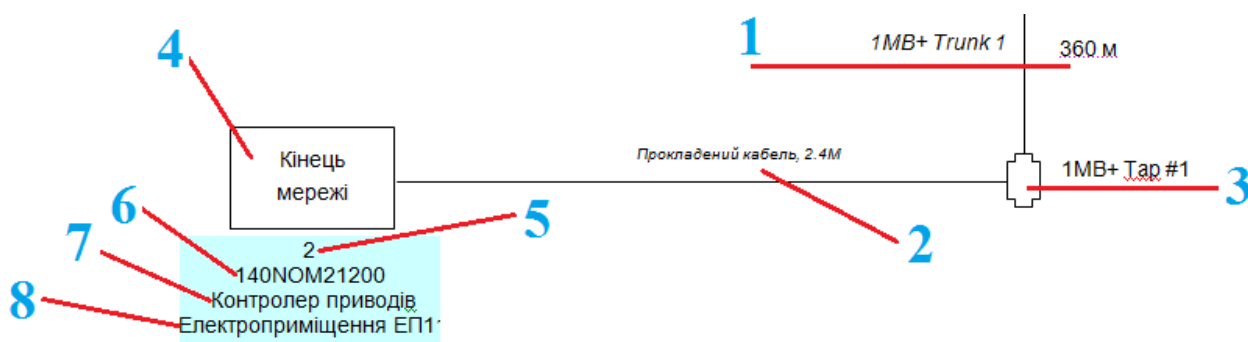
Топологія мережі відображає структуру зв'язків між її основними функціональними елементами. Існують такі типи топологій як:

- лінійна;
- дерево;
- шина;
- зірка;
- кільце.

Для створення і організації розподіленої системи управління та об'єднання обладнання різних рівнів в єдину мережу використовуються наступні мережі, кожна з яких має різну топологію:

- 1 Modbus+ (1МВ+);
- 2 Modbus+ (2МВ+);
- 3 Modbus+ (3МВ+);
- 4 Modbus+ (4МВ+);
- Profibus DP;
- Ethernet TCP/IP.

На рисунку 3.1 зображено умовні позначення на топологічних планах розроблених мереж.



- 1 – підходящий кабель; 2 – відходящий кабель; 3 – відгалужувач;  
 4 – кінець фізичної мережі; 5 – номер вузла; 6 – тип пристрою;  
 7 - назва пристрою; 8 – місце розташування

Рисунок 3.1 - Умовні позначення на топологічних планах мереж

### 3.3.1 Мережа 1МВ+

Дана мережа використовується для об'єднання між собою робочої станції №2, НМІ сервера, інженерної станції, головного керуючого контролера та контролера керування електроприводами.

Ця мережа використовує такий тип з'єднання як шина.

На рисунку 3.2 зображений топологічний план мережі 1МВ+.

### 3.3.2 Мережа 2МВ+

Дана мережа використовується для об'єднання пристроїв станції діагностики та контролера керування електроприводами, що розташований електроприміщенні №11.

В мережі 2МВ+ використовує тип з'єднання - шина.

На рисунку 3.3 зображений топологічний план мережі 2МВ+.

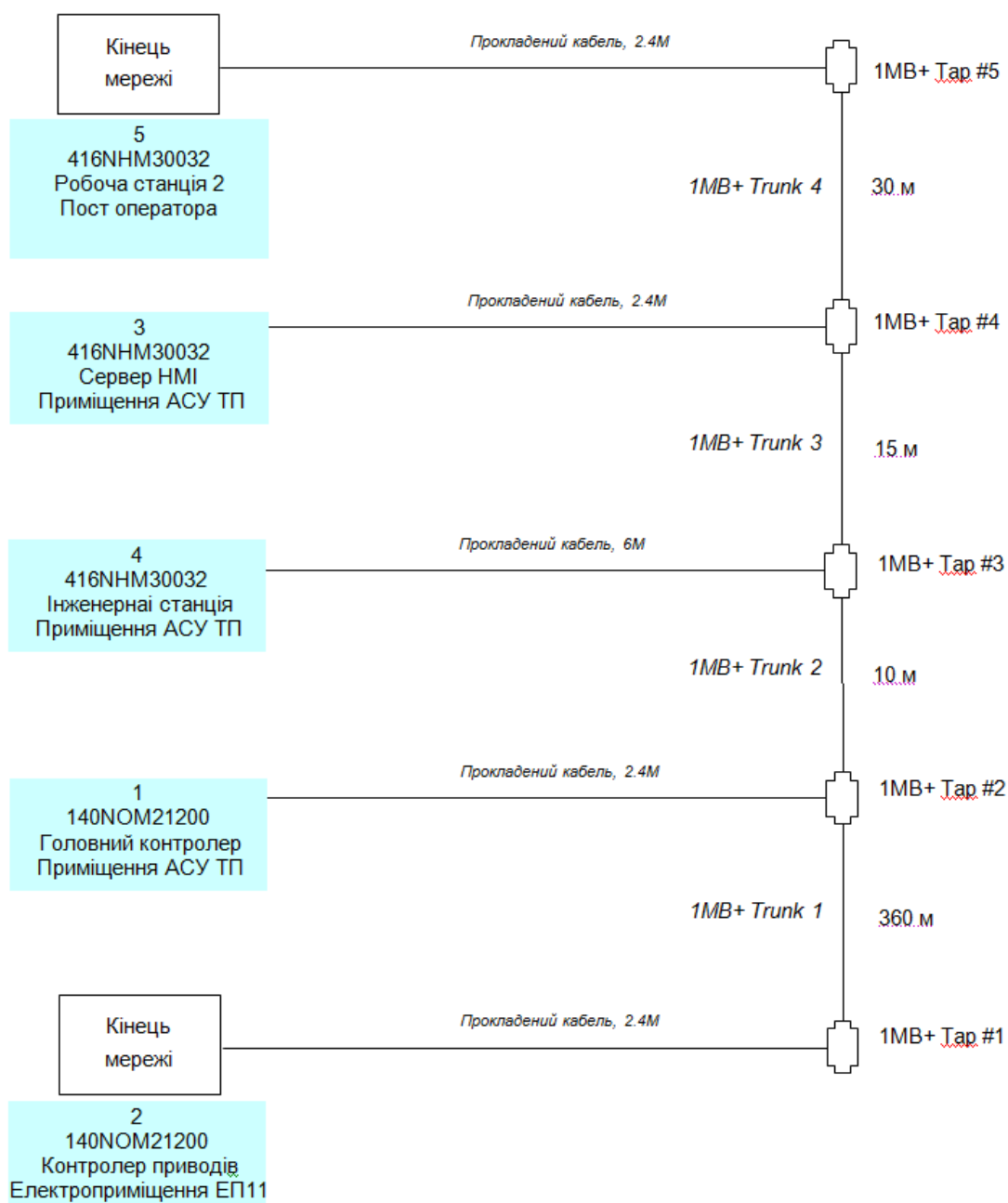


Рисунок 3.2 - Топологічний план мережі 1MB+

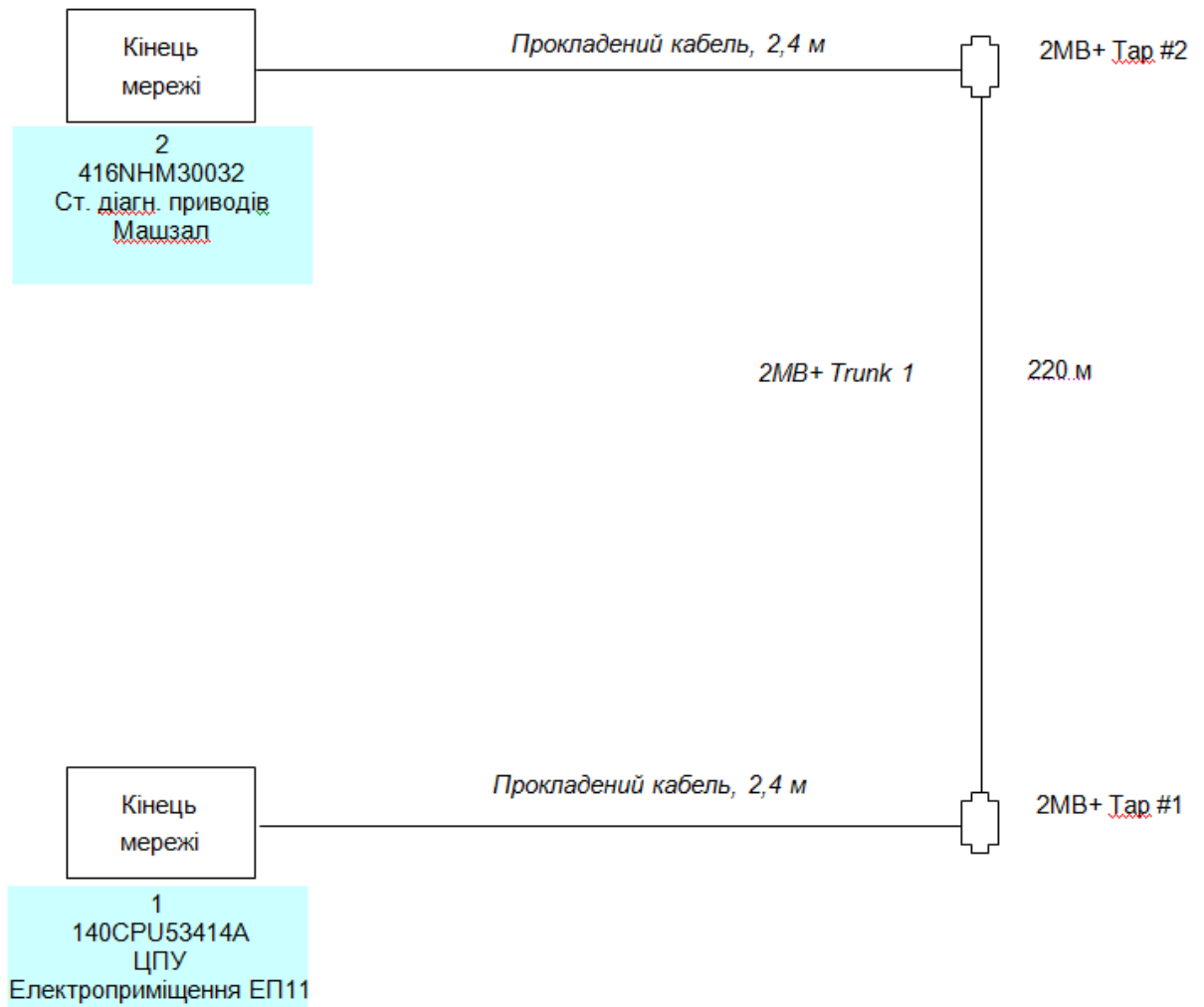


Рисунок 3.3 - Топологічний план мережі 2MB+

### 3.3.3 Мережа 3MB+

В цій мережі між собою з'єднані головний керуючий контролер, що розташований в приміщенні АСУ ТП та обладнання шафи вузла вводу/виводу №4.

Ця мережа використовує такий тип з'єднання як шина.

На рисунку 3.4 зображений топологічний план мережі 3MB+.

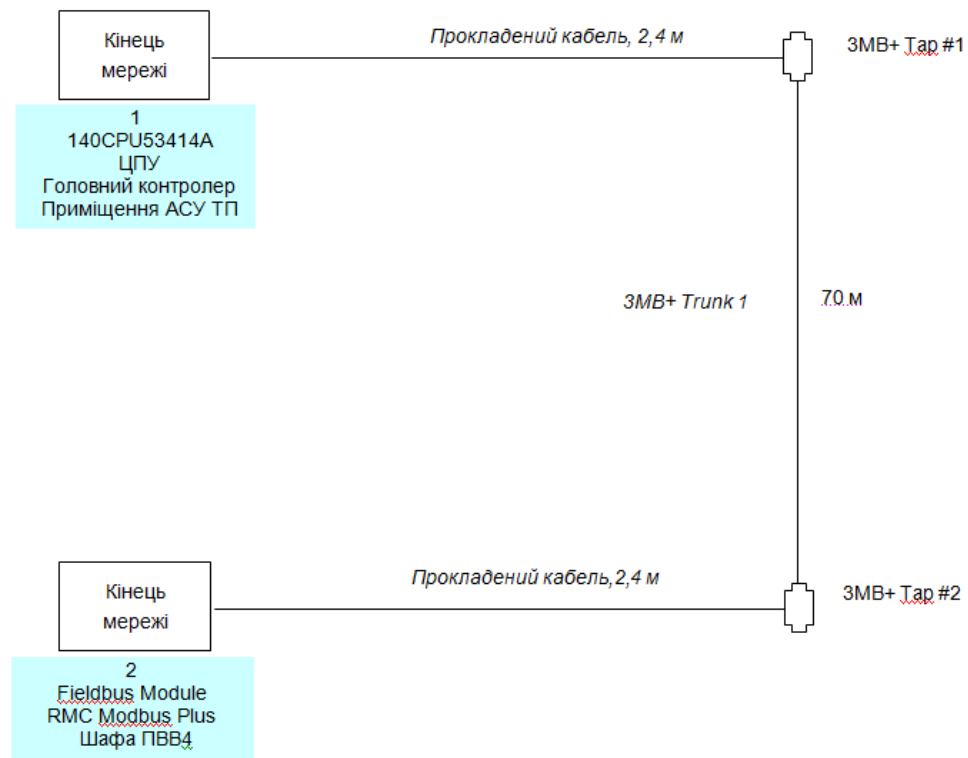


Рисунок 3.4 - Топологічний план мережі 3MB+

### 3.3.4 Мережа 4MB+

Дана мережа використовується для об'єднання між собою головного керуючого контролера, що розташований в приміщенні АСУ ТП та контролера керування електроприводами, розташованого в електроприміщенні №11.

В мережі 4MB+ використовує тип з'єднання - шина.

На рисунку 3.5 зображений топологічний план мережі 4MB+.

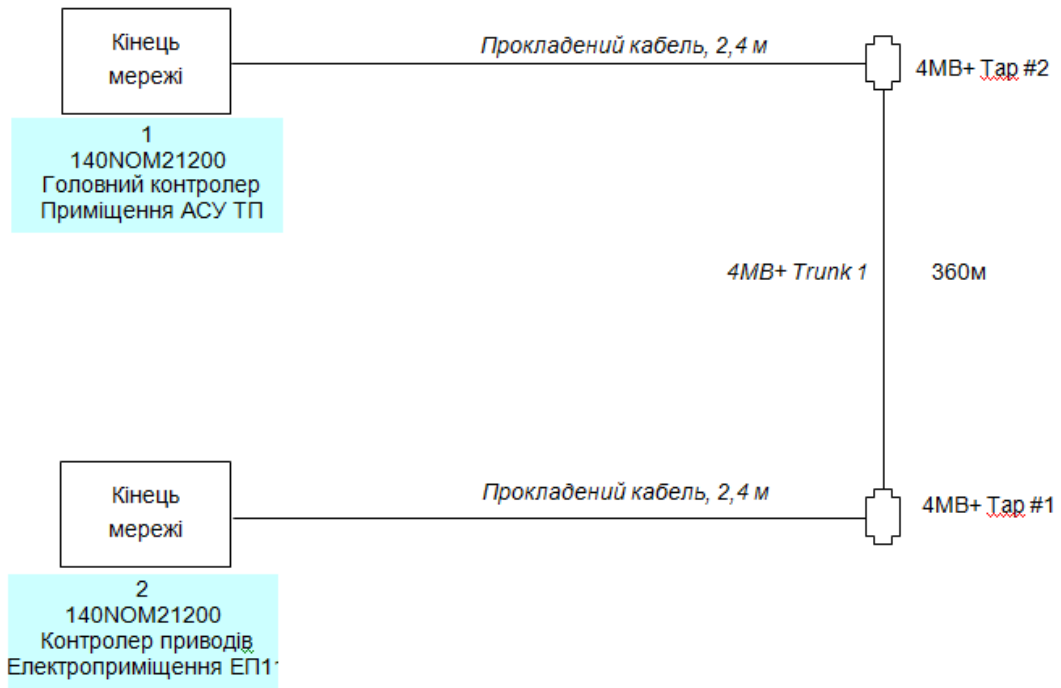


Рисунок 3.6 - Топологічний план мережі 4MB+

### 3.3.5 Мережа RIO

В цій мережі між собою з'єднано обладнання шафи головного керуючого контролера та пристрої розподіленого вводу/виводу, що розташовані в окремих шафах (вузли RIO#1...RIO#5).

В мережі RIO використовується тип з'єднання - дерево.

На рисунку 3.7 зображений топологічний план мережі RIO.

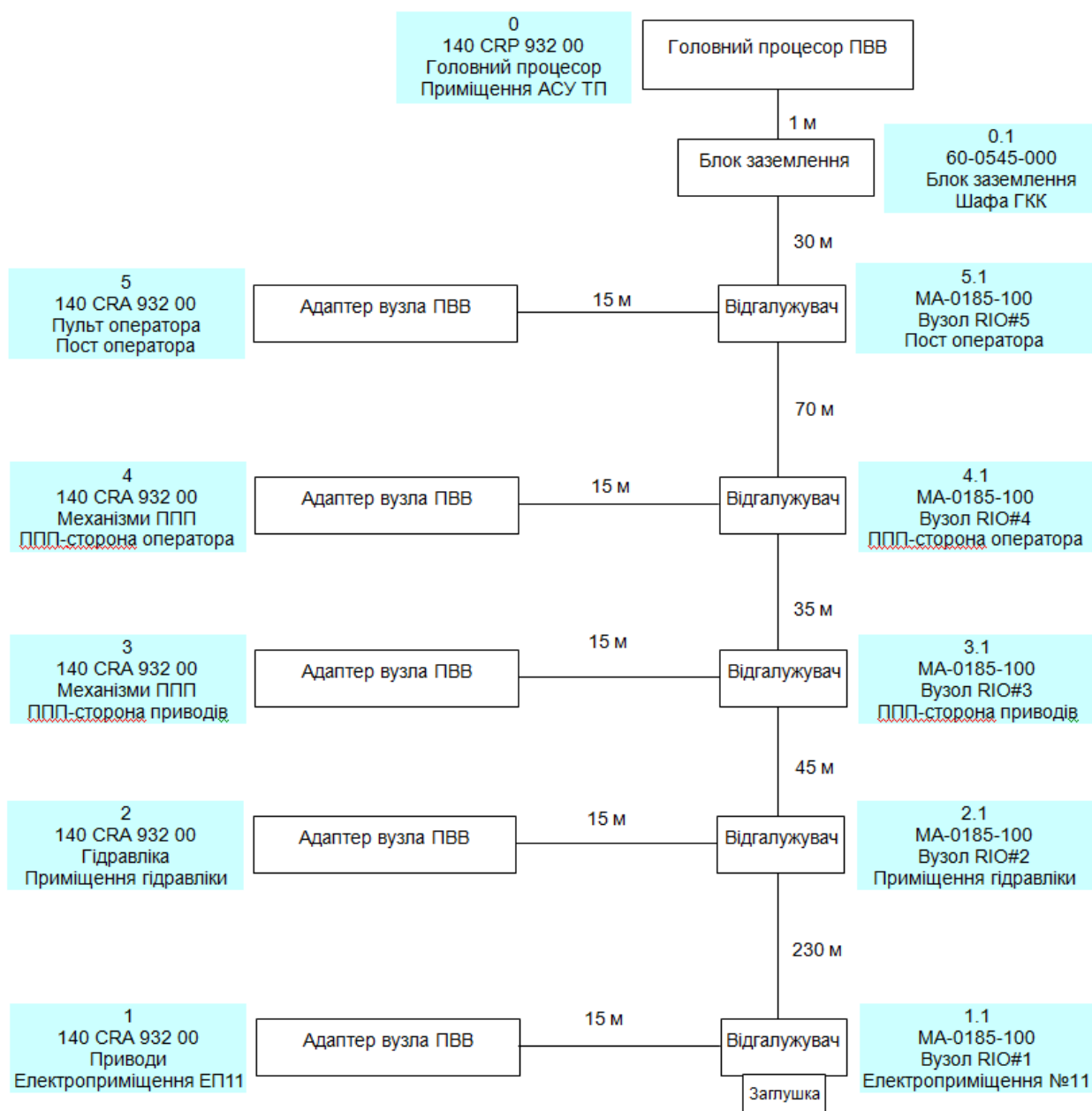


Рисунок 3.7 - Топологічний план мережі RIO

### 3.3.6 Мережа Profibus DP

Мережа Profibus DP використовується для об'єднання обладнання шафи контролера керування електроприводами із приводами ВМ ППП «Coil box», а саме: утримуючих роликів, згинальних роликів, вхідних роликів, рольгангів ножиць, коліскових роликів, верхніх та нижніх тягнутих роликів. Мережа Profibus DP використовує тип з'єднання - дерево. На рисунку 3.8 зображений топологічний план мережі Profibus DP.

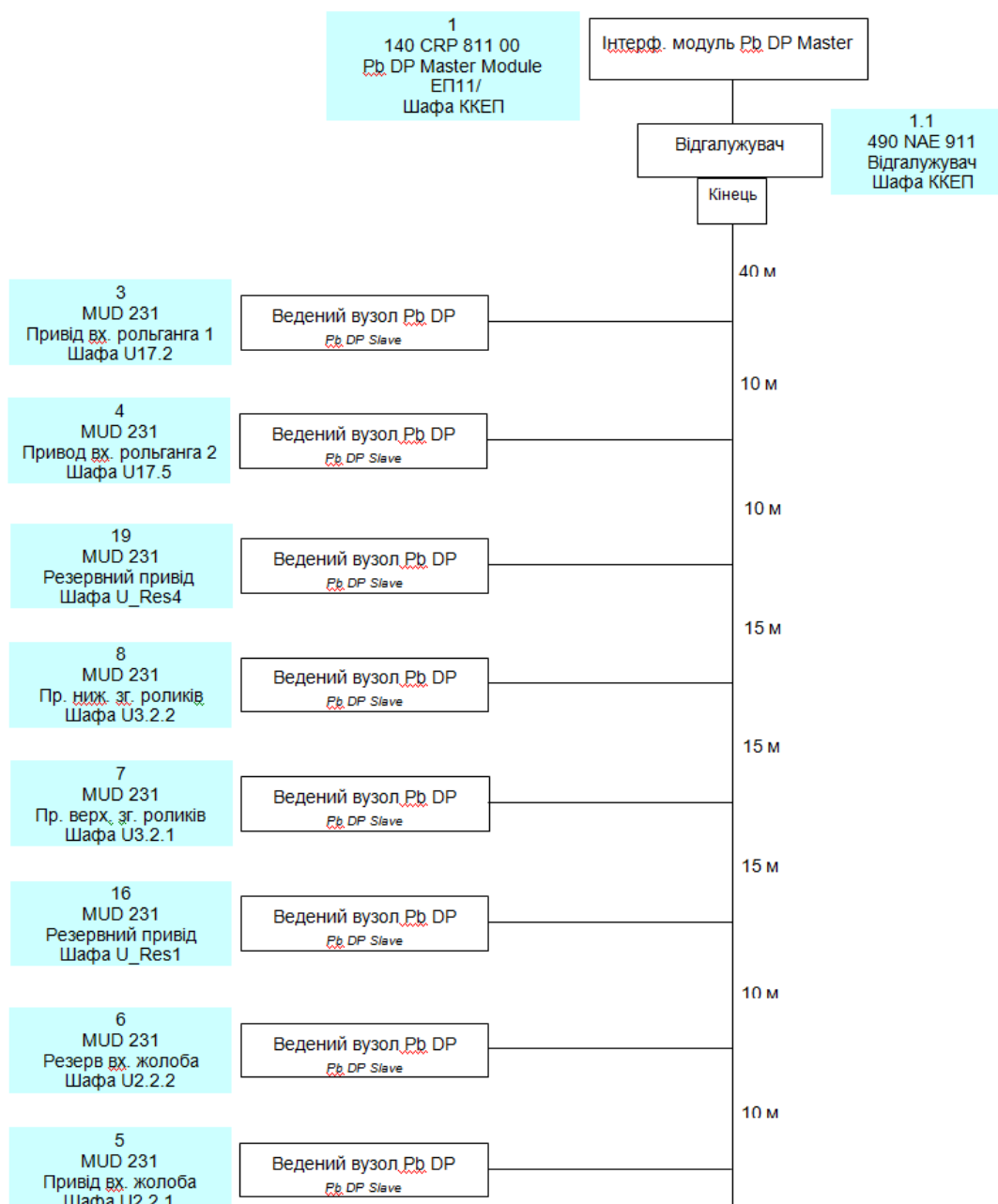


Рисунок 3.8 - Топологічний план мережі Profibus DP



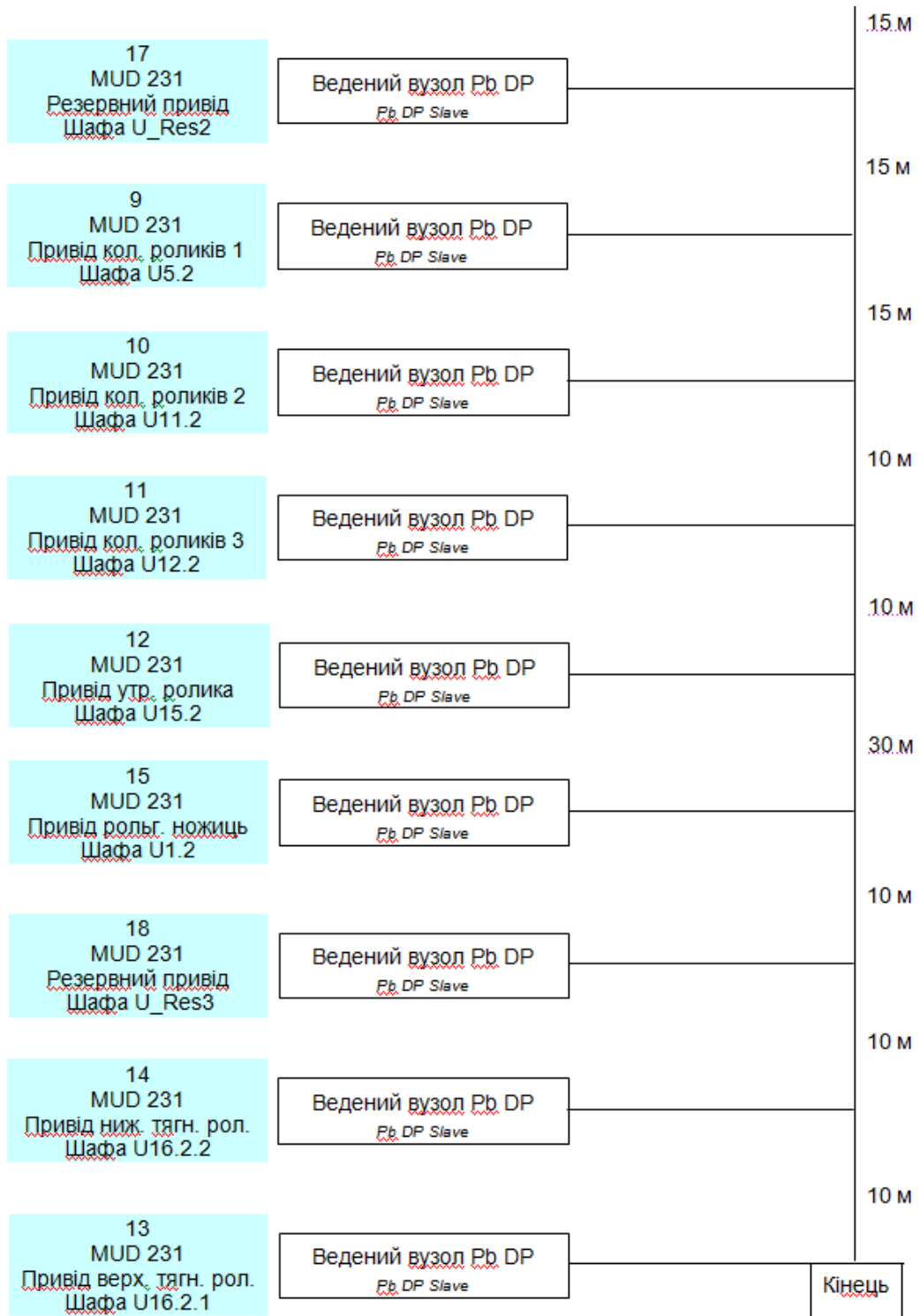


Рисунок 3.8, аркуш 2

### 3.3.7 Мережа Ethernet TCP/IP

Мережа Ethernet TCP/IP використовується для об'єднання обладнання верхнього рівня АСУ «Coil box» та передачі інформації на інші рівні. В цій мережі між собою з'єднано обладнання робочих станцій, переносної робочої станції, інженерної станції, сервер НМІ та інше допоміжне обладнання (принтери і комутатори).

В мережі використовується тип з'єднання - зірка.

На рисунку 3.9 зображений топологічний план мережі Ethernet TCP/IP.

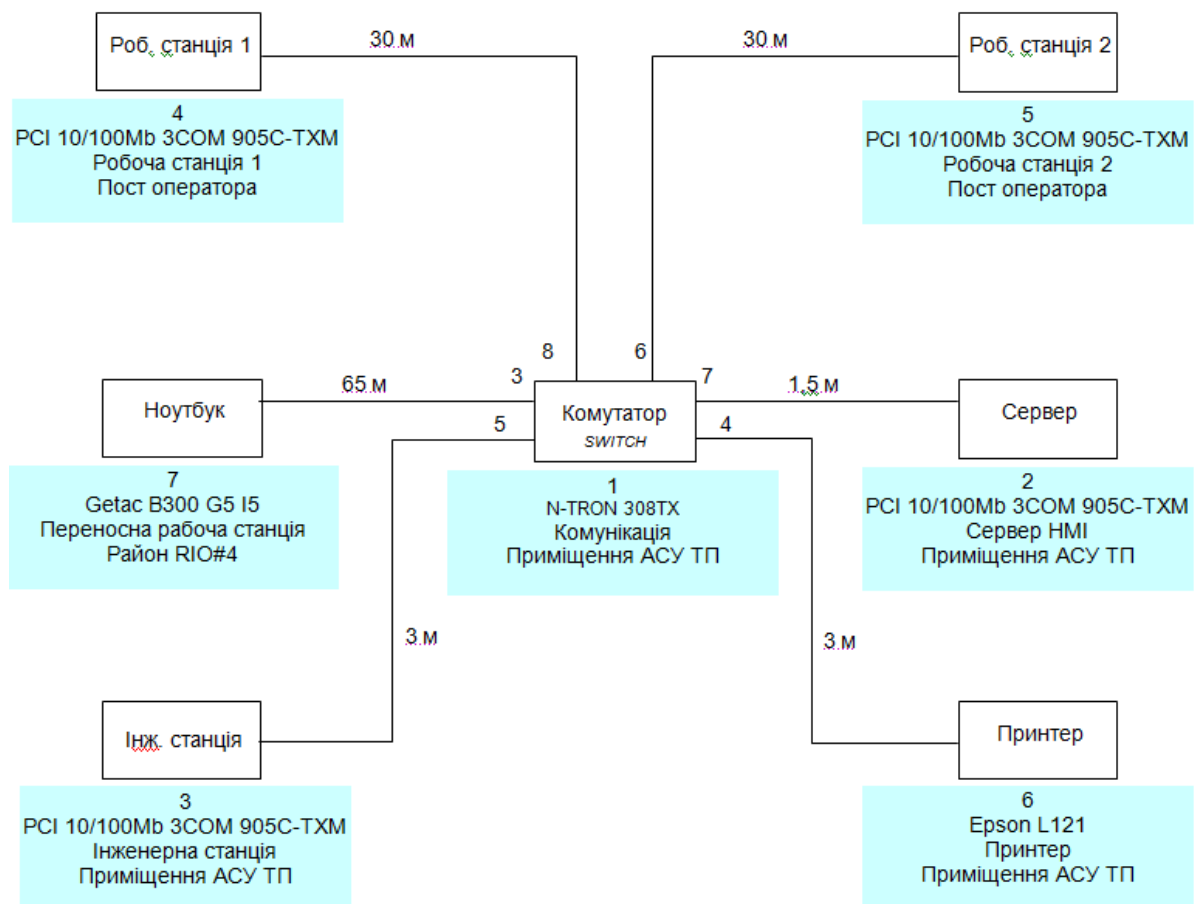


Рисунок 3.9 - Топологічний план мережі Ethernet TCP/IP

### 3.4 Алгоритми управління АСУ «Coil box»

Даний алгоритм (рисунок 3.10) призначений для автоматизованої системи управління технологічним процесом «Coil box».

За допомогою цього алгоритму визначається робота головного ПЛК АСУ «Coil box». Алгоритм визначає роботу ППП «Coil box» у всіх режимах. Також під управлінням алгоритму працюють всі механізми пристрою.

Перелік масивів інформації та перелік сигналів, що використовуються при реалізації алгоритму:

- перелік дискретних вхідних сигналів;
- перелік аналогових вхідних сигналів;
- перелік цифрових сигналів, що отримуються від Drive PLC;
- перелік змінних, що у роботі алгоритму (внутрішні змінні алгоритму);
- перелік параметрів, які можна змінити за допомогою РС НМІ;
- перелік цифрових сигналів, які отримують від PLC Momentum;
- перелік цифрових сигналів, які отримують від АСУ по Ethernet;
- перелік цифрових сигналів, які отримують від АСУ ТП таймера по RS485.

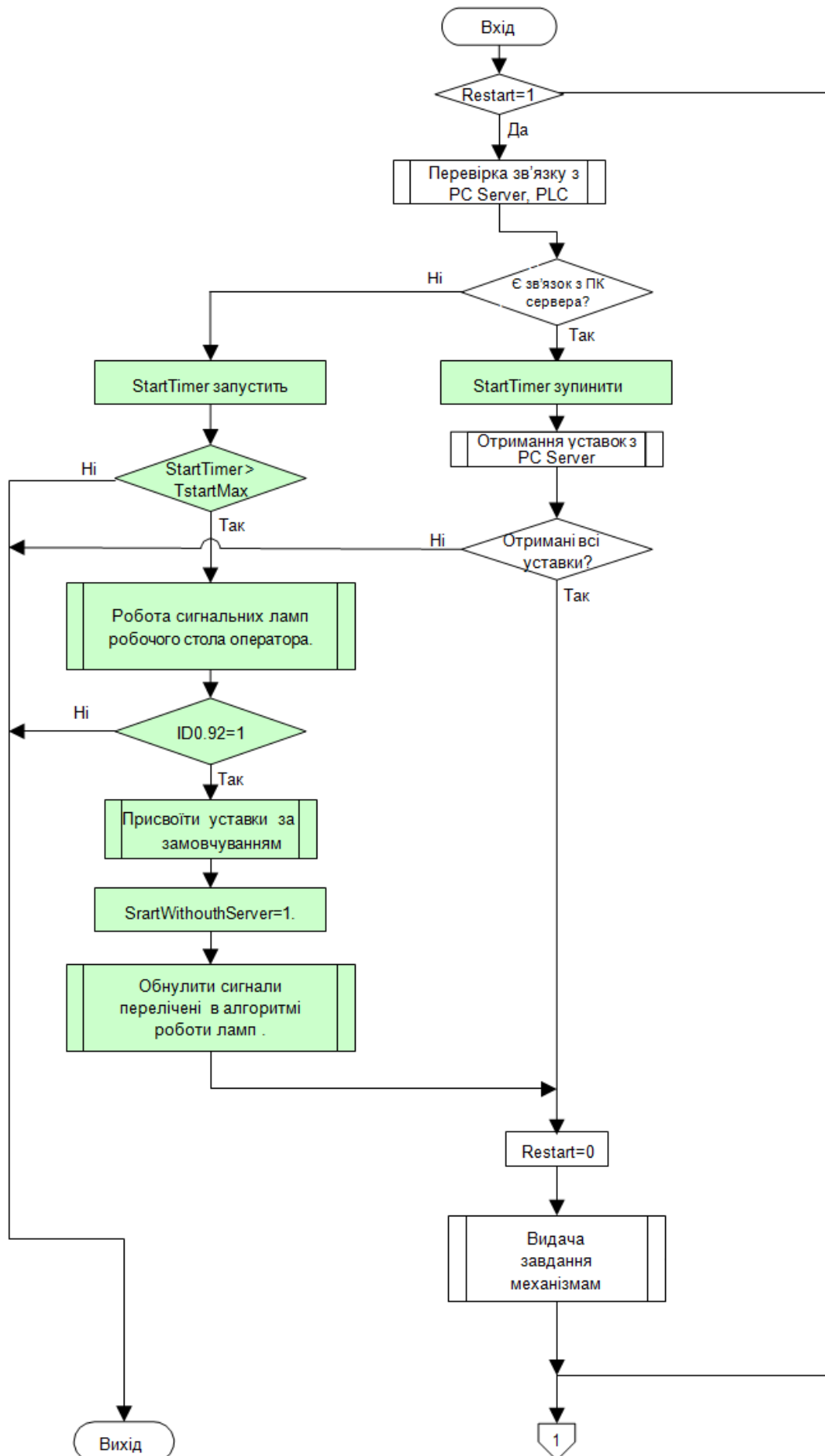


Рисунок 3.10 - Алгоритм управління АСУ «Coil box»

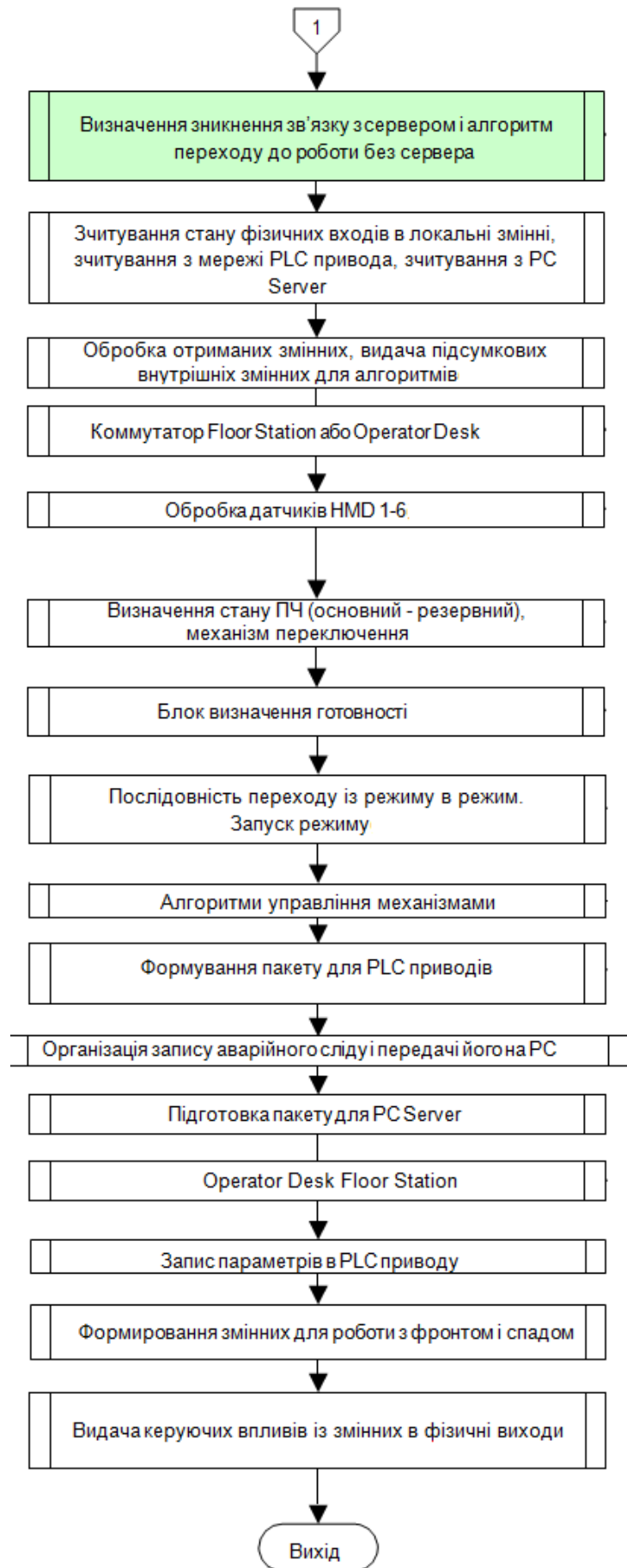


Рисунок 3.10, аркуш 2

### 3.5 Алгоритм послідовності роботи механізмів

Цей алгоритм має блокову структуру (рисунок 3.11). Алгоритм призначений для визначення послідовності роботи механізмів ППП «Coil box». Управління кожному блоку передається кожен такт, не рідше ніж 50 мс. Основні частини виконуються у певній послідовності, заздалегідь вказаному порядку. Деякі блоки алгоритму виконуються детерміновано з тактом 50 мс.

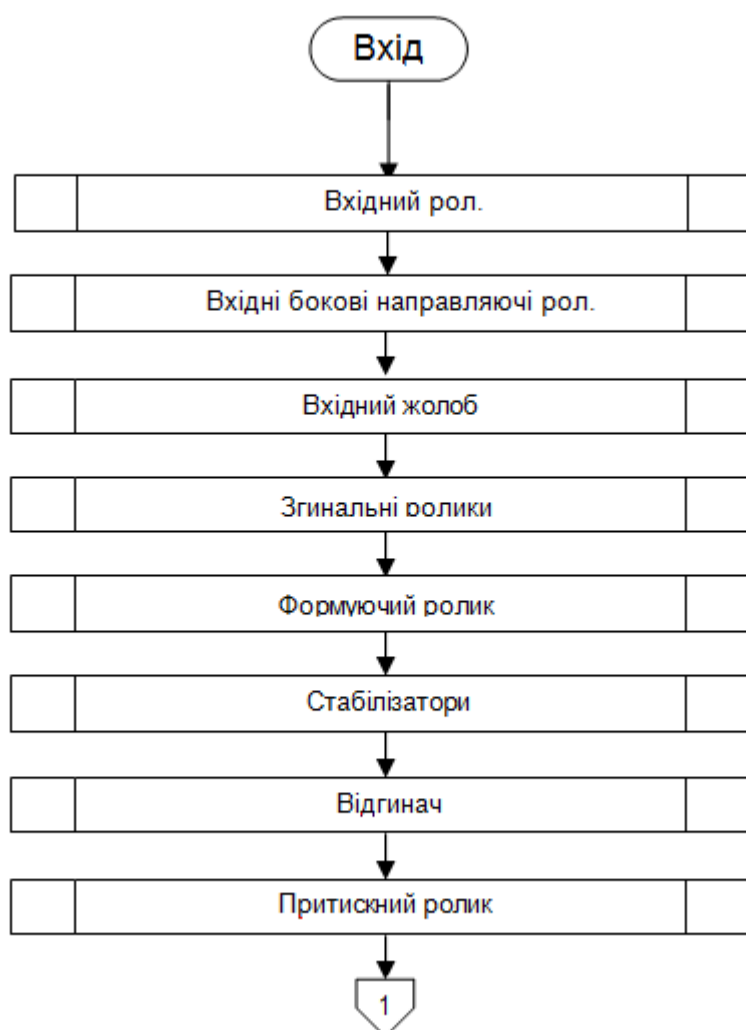


Рисунок 3.11 - Алгоритм послідовності роботи механізмів

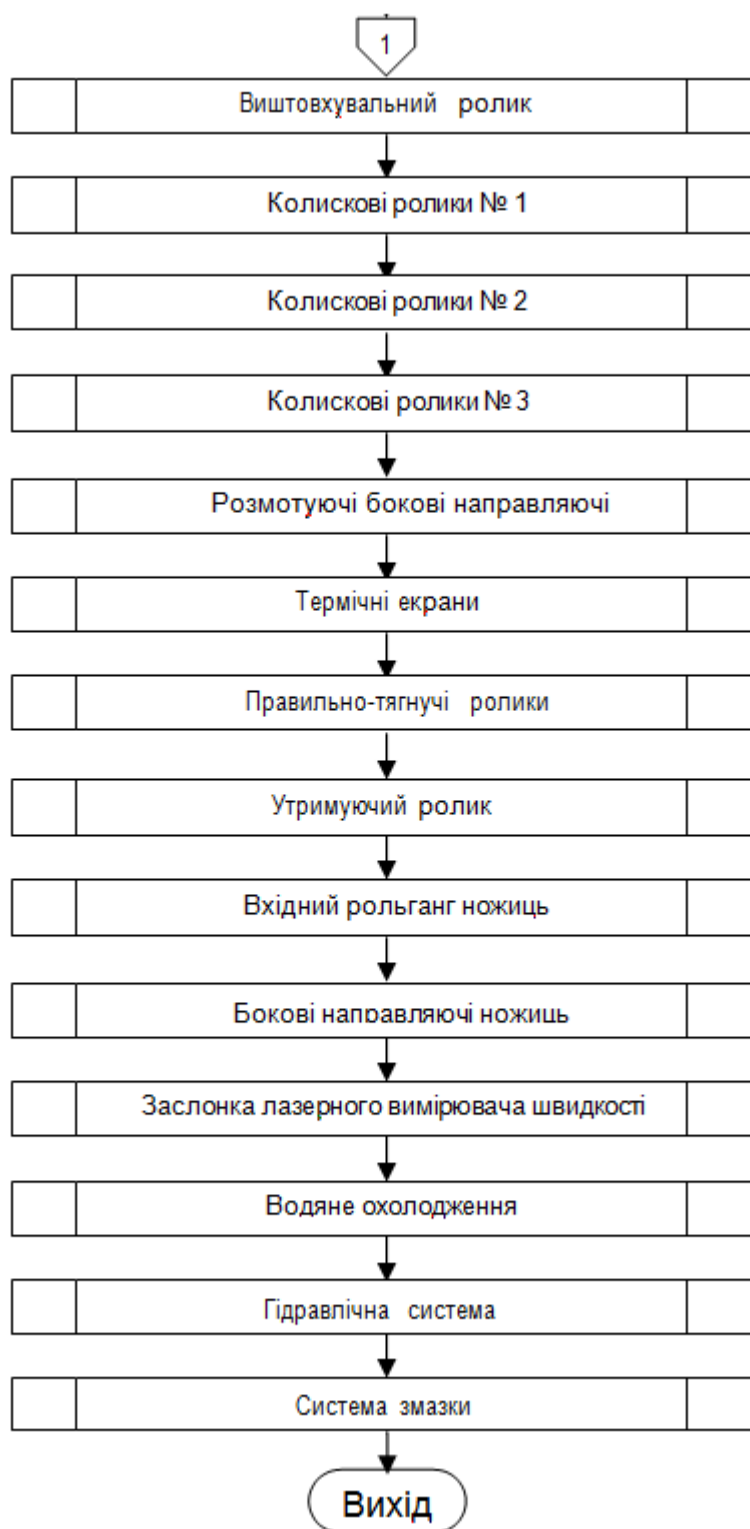


Рисунок 3.11, аркуш 2

### 3.6 Структурна схема КТЗ

Прилади й засоби автоматизації, встановлені на обладнанні та трубопроводах, вибираються з урахуванням вимог і особливостей технології прокатки сталі, а саме – висока температура, напруга, рівень електромагнітного випромінювання та ін. У зв'язку з цим до первинних датчиків і виконавчих механізмів пред'являються підвищені вимоги. Вони повинні бути надійні в роботі, мати широкий діапазон вимірювань, високу чутливість і точність.

Технічні засоби верхнього рівня повинні мати високу стійкість до електромагнітного випромінювання, захищеність від механічних пошкоджень, пилу та високого рівня вологи. Тому технічні засоби верхнього рівня АСУ, обираються з урахуванням даних вимог відповідно до стандартів захисту ІЕС 60529.

#### 3.6.1 Вибір структури КТЗ

Комплекс побудований за традиційною ієрархічною схемою. Узагальнена структурна схема комплексу технічних засобів представлена в додатку Б.

В залежності від виконуючих функцій можна виділити наступні рівні:

- верхній рівень (робочі станції, сервер, інженерна станція);
- нижній рівень (контролери);
- польовий рівень (датчики, виконавчі механізми).

Верхній рівень системи забезпечує взаємодію операторів-технологів і інженерного персоналу з керуючим технологічним обладнанням і організовує роботу системи. Окрім цього, верхній рівень забезпечує взаємодію інженера АСУ ТП з обслуговуючим ПТК. Верхній рівень представлений комп'ютерами: робочих станцій оператора-технолога, інженера АСУ ТП, обслуговуючого персоналу системи електроприводів і сервера.



Нижній рівень виконує збір, ввід і обробку аналогової та дискретної інформації, формує і відпрацьовує дискретні і аналогові керуючі впливи на механізми, а також регулювання по різним законам, вирішує завдання захисту. Він включає в себе:

- контролери (головний керуючий і керування приводами), об'єднані дубльованою мережею Modbus Plus. Зв'язок з польовими пристроями здійснюється за допомогою дубльованої мережі RIO;

- допоміжне обладнання, що забезпечує проміжне підсилення сигналів і другі допоміжні функції.

Нижній рівень може виконувати окремі функції захисту і автоматичного управління.

Комп'ютери верхнього рівня об'єднуються між собою мережею Ethernet. Зв'язок з нижнім рівнем здійснюється за допомогою сервера, який входить в склад дубльованої мережі Modbus Plus.

Специфікація КТЗ наведена в додатку В.

### 3.6.2 АРМ оператора-технолога (робочі станції)

Робочі станції оператора-технолога призначені для: візуалізації параметрів технологічного процесу, дистанційного управління допоміжними пристроями, вводу завдань регуляторам, перегляду архівів, включення чи вимкнення управляючих підсистем (густої змазки, водяного охолодження і др.) і виконання других функцій. АРМ оператора-технолога розташовано на посту оператора і виконано дубльованим на двох комп'ютерах (IPC-610 фірми Advantech). Кожен із комп'ютерів має монітор із розміром екрану 17".

Комп'ютери АРМ оператора-технолога працюють під управлінням ОС Windows. В якості графічного інтерфейсу використано програмний пакет Monitor Pro V7.2 фірми Schneider Automation.

АРМ оператора-технолога розміщується на посту управління обрізних ножиць. Технічні характеристики комп'ютерів АРМ оператора:

- промислова АТХ материнська плата - AIMB-742VE-00A1;

- процесор - Intel Core i3, 3.0GHz;
- пам'ять – Kingston 2 Гбайт;
- жорсткий диск – Samsung 160 Гбайт ;
- операційна система – Windows 10;
- мережа - два інтерфейси Ethernet 10/100 Мбіт;
- Modbus Plus карта - Schneider 416NHM30032A
- відео - SVGA-адаптер;
- периферія – промислова клавіатура X-PP81F, трекбол X-BP3D-R, CD-RW, FDD-disk;
- монітор - TFT LCD-монітор розміром 17" з функцією Touchscreen;
- людино-машинний інтерфейс – Monitor Pro V7.2 RunTime Client.

В якості переносної робочої станції використовується ноутбук Getac B300.

### 3.6.3 АРМ оператора-електрика (станція діагностики електроприводів)

Робоча станція оператора-електрика призначена для: візуалізації параметрів приводів, дистанційного управління перемикачем резерву, вводу параметрів, перегляду архівів і виконання других функцій. АРМ оператора-електрика розміщується в машинному залі.

АРМ оператора-електрика виконано на РС-сумісному комп'ютері IPC-610 фірми Advantech.

Комп'ютер має монітор з розміром екрану 17". Комп'ютер АРМ оператора-електрика працює під управлінням ОС Windows 2000. В графічного інтерфейсу використаний програмний пакет Monitor Pro V7.2 фірми Schneider Automation.

Технічні характеристики комп'ютера станції діагностики електроприводів:

- промислова АТХ материнська плата - АІМВ-742VE-00А1;
- процесор - Intel P-4, 3.0GHz/1Мб/800;
- пам'ять – Samsung 2 Гбайт;

- жорсткий диск – Samsung 160 Гбайт ;
- операційна система – Windows 10;
- Controller RAID (2 дзеркальних HDD);
- мережа - два інтерфейси Ethernet 10/100 Мбіт;
- Modbus Plus карта - Schneider 416NHM30032A;
- відео - SVGA-адаптер;
- периферія - промислова клавіатура X-PP81F, трекбол X-BP3D-R, CD-RW, FDD-disk;
- монітор - TFT LCD-монітор розміром 17";
- пакет розробки Monitor Pro V7.2 BuildTime and RunTime system bases 1500 I/O;
- прикладне ПЗ - Microsoft SQL Server.

#### 3.6.4 АРМ інженера АСУ ТП (інженерна станція)

АРМ інженера АСУ ТП призначена для обслуговування ПТК. На ньому виконуються такі задачі як: проведення діагностики технічних засобів ПТК, завантаження прикладного ПО в контролери та ін. Окрім задач, зв'язаних з обслуговуванням ПТК, на АРМ інженера АСУ ТП встановлено повний програмний пакет проектування, що дозволяє інженерному персоналу при наявності відповідного доступу самостійно модифікувати програмне забезпечення верхнього і нижнього рівнів системи.

АРМ інженера АСУ ТП розташовується в приміщенні АСУТП.  
Технічні характеристики комп'ютера АРМ інженера АСУ ТП:

- промислова АТХ материнська плата - АІМВ-742VE-00А1;
- процесор - Intel P-4, 3.0GHz/1Мб/800;
- пам'ять – Samsung 4 Гбайт;
- жорсткий диск – 160 Гбайт ;
- операційна система – Windows 10;
- Controller RAID (2 дзеркальних HDD);
- мережа - два інтерфейси Ethernet 10/100 Мбіт;

- Modbus Plus карта - Schneider 416NHM30032A;
- відео - SVGA-адаптер;
- периферія - промислова клавіатура X-PP81F, трекбол X-BP3D-R, CD-RW, FDD-disk;
- монітор - TFT LCD-монітор розміром 17";
- пакети розробки: Concept 2.6 XL; Configuration Package for 140 CRP 811 00 for Profibus DP Network, for Concept 2.2 or greater; Monitor Pro V7.2 BuildTime and RunTime system bases 1500 I/O;
- прикладне ПЗ - Microsoft SQL Server 2000.

### 3.6.5 Сервер

Сервер є сховищем архіву системи. Сервер виконаний на комп'ютері, що працює під управлінням ОС Windows. В якості ПЗ баз даних використовується Microsoft SQL Server. Комп'ютер сервера розташований в шафі сервера ШС.

В шафі сервера розміщені наступні основні елементи:

- ІРС – ПК сервер;
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 1МВ+;
- комутатор N-Tron NTR308TX;
- процесорний блок лазерного спідометра LS2100;
- універсальний перетворювач RS232 - RS422/485;
- перетворювачі аналогових сигналів.

Технічні характеристики комп'ютера сервера:

- промислова АТХ материнська плата - AIMB-742VE-00A1;
- процесор - Intel Core i7, 3.0GHz;
- пам'ять – Kingston Fury 8 Гбайт;
- жорсткий диск – Samsung 512 Гбайт ;
- ОС – Windows 10;
- Controller RAID (2 дзеркальних HDD);
- мережа - два інтерфейси Ethernet 10/100 Мбіт;

- Modbus Plus карта - Schneider 416NHM30032A;
- відео - SVGA-адаптер;
- периферія - промислова клавіатура X-PP81F, трекбол X-BP3D-R, CD-RW, FDD-disk;
- монітор - TFT LCD-монітор розміром 17";
- прикладне ПЗ: Microsoft SQL Server; Monitor Pro V7.2 RunTime system bases 1500 I/O, 24000 tags.

### 3.6.6 Станція діагностики ( іба аналізатор)

Станція діагностики є монітором окремих вузлів і механізмів системи. Станція діагностики виконана на PC-сумісному комп'ютері, що працює під управлінням ОС Windows. Дані на станцію діагностики поступають по мережі Profibus DP з головного керуючого контролера. Обробка, зберігання і аналіз інформації відбуваються за допомогою ПО Іба PDA. Комп'ютер станції розташований в приміщенні АСУТП.

Технічні характеристики комп'ютера станції діагностики:

- материнська плата - P8SCT SuperMicro;
- процесор - Intel P-4, 3.0GHz/1Mб/800;
- пам'ять – Kingston 4 Гбайт;
- жорсткий диск – Samsung 160 Гбайт;
- операційна система – Windows 10;
- мережа - два інтерфейси Ethernet 10/100 Мбіт;
- інтерфейсна карта Profibus DP L2B 8/8 PCI;
- відеокарта - NV19PL PCI NVidia;
- відео - SVGA-адаптер;
- периферія - промислова клавіатура X-PP81F, трекбол X-BP3D-R, CD-RW, FDD-disk;
- монітор - TFT LCD-монітор розміром 19";
- прикладне ПО – іба Analyzer, іба PDA.

### 3.7 Обладнання нижнього рівня системи

#### 3.7.1 Контролери

Основу нижнього рівня системи складають контролери Quantum – головний керуючий і контролер управління електроприводами, що встановлені в шафи ШГКК і ШУЕП відповідно. Контролери мають 100% «холодний» резерв. Параметри контролерів: 140 CPU 534 14A процесор 80586, частота 133 МГц, оперативна пам'ять SRAM 4Мб, постійна пам'ять User logic 2,5Мб.

В даній системі застосовується шафи одностороннього обслуговування зі ступенем захисту від зовнішніх факторів IP54. ШГКК розташовується в приміщенні АСУ ТП. В шафі ГКК розташовані наступні основні елементи:

- головний керуючий контролер;
- головний керуючий контролер (резервний);
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 1МВ+;
- розгалужувачі Modbus Plus (ПК інженерної станції) мережі 1МВ+;
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 3МВ+;
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 4МВ+;
- розгалужувачі мережі RIO;
- RS232 - RS422/485 перетворювачі.

ШУЕП розташована в електро-приміщенні ЕП11. В шафі розташовані наступні основні елементи:

- контролер управління електроприводами;
- контролер управління електроприводами (резервний);
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 1МВ+;
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 2МВ+;
- розгалужувачі Modbus Plus мережі 4МВ+;
- захисне реле XPSAR311144Р (реле схеми аварійної зупинки приводів ППП «Coil Box»);
- захисне реле (реле схеми аварійної зупинки гідравліки).

ШГКК і ШУЕП зв'язані між собою дубльованою мережею Modbus Plus (за допомогою комунікаційних модулів 140 NOM 212 00).

Для зв'язку з підсистемою верхнього рівня (робочі станції, сервер та ін.) використовується дубльована мережа Modbus Plus.

Зв'язок контролера управління приводами з перетворювачами частоти реалізується за допомогою мережі Profibus DP (за допомогою комунікаційних модулів 140 CRP 811 00).

Зв'язок головного керуючого контролера з польовими пристроями реалізується за допомогою мережі віддаленого вводу-виводу (дубльована мережа RIO). В мережі RIO є 5 вузлів, що розподілені по цеху в шафах ПВВ1...ПВВ5. В якості модулів вводу-виводу використовуються модулі Quantum. В таблиці 5 приведені застосовані в системі модулі вводу-виводу.

Таблиця 3.3 - Модулі вводу-виводу системи

Найменування	Опис
140 DDI 853 00	32 дискретних входи (4 групи по 8 входів), 10 ... 60 Vdc, 6 ... 30 mA, <100 Hz max
140 DDO 353 00	32 дискретних виходи (4 групи по 8 виходів), 5 ... 30 Vdc, 2A, OFF – ON 1 ms (max)
140 DRA 840 00	16 релейних виходів (н.о.), 19.2 ... 30 Vdc, 0.5A, Varistor, 275 V (internal)
140 AVI 030 00	8 диф. входів 0 ... 10 Vdc, +/- 10 Vdc -16 Bit, +/- 5 Vdc, +/- 20 mA, 0 ...5 Vdc, 0 ... 20 mA -15 Bit, 1 ... 5 Vdc, 4 ... 20 mA - 14 Bit, оптоізоляція від системи 750 VAC, час перетворення 10 мс, вхід. опір 250 Ом
140 AVO 020 00	4 оптоізольованих, вихідних уніполярних / біполярних аналогових каналів (0 ... 10 Vdc, 0 ...5 Vdc, +/- 10 Vdc, +/- 5 Vdc), 12 розрядів, оптоізоляція від системи 1780VAC
140 ENC 202 00	Високошвидкісний квадратурний лічильник 500 кГц, 2 канали, 4 дискретних виходи 24 Vdc, оптоізоляція від системи 1780VAC

### 3.7.2 Шафи вводу-виводу

Шафа ПВВ1 розташована в електроприміщенні ЕП11 (входи-виходи перемикачів резерву головних приводів ППП «Coil Vox», допоміжних приводів, системи електропостачання і др.).

В шафі ПВВ1 розташовані наступні основні елементи:

- вузол ПВВ №1;
- джерело живлення 24 В для модулів вводу-виводу;
- клемники і кабелі системи швидкого монтажу CableFast;
- елементи системи аварійного управління.

Шафа ПВВ2 розташована в приміщенні насосно-акумуляторної станції (входи-виходи обладнання гідравліки, системи густої змазки, зовнішні сигнали і др.). В шафі ПВВ2 розташовані наступні основні елементи:

- вузол ПВВ №2;
- джерела живлення 24В для модулів вводу-виводу;
- ГПС – гідравлічна панель управління і сигналізації;
- термісторні реле двигунів гідравлічних насосів;
- реле схеми управління нагрівачами гідравлічного баку;
- клемники і кабелі системи швидкого монтажу CableFast;
- елементи системи аварійного управління.

Шафа ПВВ3 розташована в районі установки ППП «Coil Vox» зі сторони приводів (входи-виходи механізмів ППП «Coil Vox» зі сторони приводів, датчиків гарячого металу, теплового захисту головних двигунів приводів і др.).

В шафі ПВВ3 розташовані наступні основні елементи:

- вузол ПВВ №3;
- джерела живлення 24В для модулів вводу-виводу, клапанів, датчиків;
- термісторні реле двигунів головних приводів ППП «Coil Vox»;
- плата управління притискного ролика VT-НАСD;
- перетворювачі аналогових сигналів;
- кондиціонер;



- кнопки аварійного відключення приводів і гідравліки;
- клемники і кабелі системи швидкого монтажу CableFast;
- елементи системи аварійного управління.

Вузол ПБВЗ має виходи управління клапанів і входи зворотніх зв'язків контурів регулювання механізмів, що вказані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Пристрої і механізми, що підключені до ПБВЗ

Механізм	Призначення	Сигнал	Клапан	Гідр.па- нель, №	Датчик зворотнього зв'язку	Примітка
Колисковий ролик 1В	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE25-W8- 500L- 4XH/6EG24K31- A1M	2	LVDT, RH-M-XXXXM- H07-1-V01 (0- 10V)	2 датчика: 1 аналог. вхід - ПБВ3 1 аналог. вхід - ПБВ4
	Клапан блокування	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D6X / EG24N9K4 / V	2	ні	
Колисковий ролик 2А	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE25-W8- 220L-4X/6EG24 K31-A1M	2	LVDT, RH-M- XXXXM-H07- 1-V01 (0-10V)	2 датчика: 1 аналог. вхід - ПБВ3 1 аналог. вхід - ПБВ4
Колисковий ролик 2В	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE25-W8- 220L-4X/6EG24 K31-A1M	2	LVDT, RH-M- XXXXM-H07- 1-V01 (0-10V)	2 датчика: 1 аналог. вхід - ПБВ3 1 аналог. вхід - ПБВ4
Колисковий ролик 3А	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE25-W8- 220L-4X/6EG24 K31-A1M	2	LVDT, RH-M- XXXXM-H07- 1-V01 (0-10V)	2 датчика: 1 аналог. вхід - ПБВ3 1 аналог. вхід - ПБВ4
Колисковий ролик 3В	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE25-W8- 220L-4X/6EG24 K31-A1M	2	LVDT, RH-M- XXXXM-H07- 1-V01 (0-10V)	2 датчика: 1 аналог. вхід - ПБВ3 1 аналог. вхід - ПБВ4
Вхідний жолоб	Управління положенням	+24 В	Соленоїдний, 4WEH16 - D - 7X / 6EG24N9K4V	2	Індуктивний, SIN15-M30N- V2-PK	2 датчика: 2 цифр. входу - ПБВ4

Продовження таблиці 3.4

Механізм	Призначення	Сигнал	Клапан	Гідр.панель, №	Датчик зворотнього зв'язку	Примітка
Формуючий ролик	Управління положенням	+24 В	Соленоїдний, 4WEN22 - D - 7X / 6EG24N9K4V	2	Індуктивний, SIN15-M30N-V2-РК	2 датчика: 2 цифр. входу - ПВВ4
Утримуючі штирі	Управління положенням	+24 В	Соленоїдний, 4WEN 10 -HD - 4X / OF6EG24N9K4V	2	Індуктивний, SIN15-M30N-V2-РК	4 датчика: 2 цифр. входу - ВВ3, 2 цифр. входи - ПВВ4
Відгинач	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE-27-W6-500L-4X/ 6EG24K31/A1M	3	Абс. енкадер, type 5850 (4...20 mA)	1 аналог. вхід - ПВВ4
	Клапан блокування	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D 6X / EG24N9K4V	3	ні	
Стабілізатори сторона приводів	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-16-W1-180S-J-3X/G24-K0/A1-M	3	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід - ПВВ3
Знижувальний важіль відгинача	Управління тиском	0...+10 В	Пропорційний, DBETE - 6X / 200 G24K31V	3	ні	
	Перемикання високий / низький тиск	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D 6X / EG24N9K4V	3	ні	
	Управління положенням	+24 В	Соленоїдний, 4WEN16 - J - 7X / 6EG24N9K4 / V	3	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	2 датчика: 2 аналог. входи - ПВВ4
Поворот притискного ролика	Регулювання положення	+24 В	Соленоїдний, 4WE6 - J - 6X / EG24N9K4V	3	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід - ПВВ4
Виштовхувальний ролик	Гідромотор	+24 В	Соленоїдний, 4WE6Q6X / EG24N9K4V	3	ні	
	Муфта	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D 6X / EG24N9K4V	3	ні	

Кінець таблиці 3.4

Механізм	Призначення	Сигнал	Клапан	Гідр.панель, №	Датчик зворотнього зв'язку	Примітка
Рама тягнучого механізму	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRTE16 -W8-200L-4X / 6EG24 K31A1M	4	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	2 датчика: 1 аналог. вхід - ПВВ3 1 аналог. вхід - ПВВ4
	Регулювання тиску	0...+10 В	Пропорційний, DBETE - 6X / 200 G24K31V	4	Датчик тиску, HDA-3845-B-250-000	2 датчика: 2 аналог. входи - ПВВ3
Розмотуючі і направляючі	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-10-W1-80S-J-3X/G24-K0/A1-M	4	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід - ПВВ3
Направляючі ножниць	Регулювання положення, сторона приводів	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-10-W1-80S-J-3X/G24-K0/A1-M	4	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід - ПВВ3
	Регулювання положення, сторона оператора	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-16-W1-180S-J-3X/G24-K0/A1-M	4	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід - ПВВ3
Колисковий ролик 2А	Гідромотор	+24 В	Соленоїдний 4WE6Q6X / EG24N9K4V	4	ні	
	Муфта	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D 6X / EG24N9K4V	4	ні	
Колисковий ролик 3В	Гідромотор	+24 В	Соленоїдний, 4WE6Q6X / EG24N9K4V	4	ні	
	Муфта	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D 6X / EG24N9K4V	4	ні	
Правильний ролик	Гідромотор	+24 В	Соленоїдний, 4WE6Q6X / EG24N9K4V	4	ні	
	Муфта	+24 В	Соленоїдний, 4WE6D 6X / EG24N9K4V	4	ні	

Шафа ПБВ4 розташована в районі установки ППП «Coil Box» зі сторони оператора (входи-виходи механізмів позиціонування ППП «Coil Box» зі сторони оператора, переносного пульта управління, системи водяного охолодження і др.). В шафі ПБВ4 розташовані наступні основні елементи:

- вузол ПБВ №4;
- джерела живлення 24В для модулів вводу-виводу, клапанів, датчиків;
- джерела живлення 24В для контролера згинальних роликів;
- контролер управління згинальних роликів RMC100-H2-MB+;
- розгалужувач Modbus Plus мережі 3МВ+;
- кнопки аварійного вимкнення приводів і гідравліки;
- клемники і кабелі системи швидкого монтажу CableFast;
- елементи системи аварійного управління.

Вузол ПБВ4 має виходи управління клапанів і входи зворотніх зв'язків контурів регулювання механізмів, що вказані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Пристрої і механізми, що підключені до ПБВ4

Механізм	Призначення	Сигнал	Клапан	Гідр.панель №	Датчик зворотнього зв'язку	Примітка
Розмотуючі направляючі, сторона оператора	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-10-W1-80S-J-3X/G24-K0/A1-M	1	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід -ПБВ4
Стабілізатори, сторона оператора	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-16-W1-180S-J-3X/G24-K0/A1-M	1	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід -ПБВ4
Вхідні направляючі	Регулювання положення	+/- 10 В	Пропорційний, 4WRLE-16-W1-180S-J-3X/G24-K0/A1-M	1	LVDT, RH-M-XXXXM-H07-1-V01 (0-10V)	1 аналог. вхід -ПБВ4

Шафа ПВВ5 розташована на посту оператора (входи-виходи для пульта управління ППП «Coil Vox» і др.). В шафі ПВВ5 розташовані наступні основні елементи:

- вузол ПВВ №5;
- джерела живлення 24В для модулів вводу-виводу;
- клемники і кабелі системи швидкого монтажу CableFast.

Шафа управління датчиків гарячого металу (HMD1...HMD7) розташована в районі установки ППП «Coil Vox» зі сторони приводів (входи-виходи датчиків гарячого металу ППП «Coil Vox»).

В шафі управління ДГМ розташовані наступні основні елементи:

- контролер управління датчиками гарячого металу Momentum;
- джерела живлення 24В для контролера і модулів вводу-виводу;
- розгалужувач Modbus Plus мережі 2МВ+;
- кондиціонер;
- елементи системи аварійного управління .

### 3.7.3 Допоміжні контролери

Ряд функцій системи виконують допоміжні контролери: контролер RMC100-H2-MB+ та плата управління VT-HACD-1-1X/V0 / VT3002.

Контролер RMC100-H2-MB+ - виконує функції регулювання положення згинальних роликів.

Сигнали завдання положення надходять по мережі 3МВ+. По мережі також передаються сигнали стану, діагностики контролера RMC100, сигнали положення згинальних роликів.

Вхідними аналоговими сигналами (0-10 В) контролера RMC100 є 4 сигнали зворотного зв'язку по положенню стоків циліндрів (RH-M-XXXXM-H07-1-V01).

Вихідними є 4 сигнали (+/-10 В) управління пропорційними клапанами циліндрів згинальних роликів 4WRDE16-V1-200L-5X/6L 24-K9/V, що

розташовані на гідравлічній панелі клапанів №3 – для циліндрів зі сторони приводів і на панелі клапанів №1 – для циліндрів зі сторони оператора.

Плата управління VT-HACD-1-1X/V0 / VT3002 виконує функції регулювання положення і зусилля притискного ролика. Сигнали завдання положення і зусилля, сигнал вибору режиму управління (положення або зусилля) поступають на входи плати. Вхідними сигналами плати також є сигнали зворотних зв'язків по положенню (LVDT датчик положення штока циліндра RH-M-XXXXM-H07-1-V01) і тиску зі сторони штока та зі сторони поршня типу HDA - 3845 - B - 250 - 000. Вихідним є сигнал управління пропорційного клапана притискного ролика 4WRDE - 16V1-200L-5X / 6L24K9/V, що розташований на гідравлічній панелі клапанів №3.

### 3.8 Розробка АРМ оператора АСУ ТП

АРМ є професійно орієнтованою інформаційно-обчислювальною системою, що працює як автономно, так і в мережі. Його традиційно організовують за функціональною ознакою. Воно забезпечує діалогову інформаційну взаємодію користувачів і оперативний доступ до централізованих баз даних [31].

Для розробки АРМ оператора «Coil box» було використано SCADA-систему Trace mode 6.

Розроблене АРМ дозволяє контролювати технологічний процес в режимі реального часу. З його допомогою можна проводити моніторинг роботи кожної із складових систем ППП «Coil box», обирати режими роботи пристрою, проводити взаємний обмін інформацією із АСУ прокатного стану, перевіряти готовність до роботи пристрою, контролювати стан механізмів та параметри їх роботи та ін. Також АРМ має звіт тривоги, що дозволяє реєструвати аварійні ситуації, вихід параметрів за технологічні межі, повідомлення про помилки в роботі ППП «Coil box».

Загальний вигляд АРМ оператора представлений в додатку Г.

Для повноцінного функціонування АРМ, розроблено програму управління на мові FBD. Дана програма реалізує алгоритм управління в ручному режимі головними механізмами ППП «Coil box», а саме:

- роликом зламувала окалини;
- роликом ножиць;
- нижнім та верхнім тягнучими роликами;
- утримуючим роликом;
- колисковими роликами 1, 2В, 3А;
- нижнім та верхнім згинальними роликами;
- роликами 1 і 2 вхідного жолобу;
- вхідними роликами 1 та 2;
- роликом за чорною кліттю R4.

Фрагмент програми управління ППП «Coil box» в ручному режимі представлений в додатку Д.

### 3.8 Розробка бази даних

#### 3.8.1 Перелік функцій, що підлягають автоматизації

Комплекс автоматизованих функцій системи включає:

- інформаційні функції, включаючи отримання, первинну обробку, зберігання, накопичення і представлення інформації, а також вирішення інформаційно-обчислювальних задач;
- керуючі функції, включаючи технологічний захист, блокування і всі види автоматичного, автоматизованого і дистанційного управління;
- функції, що забезпечують працездатність системи.

По режимам роботи функції системи поділяються на:

- оперативні функції, які зв'язані з поточним управлінням, збором і представленням інформації, діагностикою і реконфігурацією схем в режимі реального часу;

- неоперативні функції, які не зв'язані жорстко з реальним часом і полягають в обробці, зберіганні, передачі і представленні інформації, що використовується в неоперативному управлінні, обслуговуванні, ремонті і т.д.

### 3.8.2 Інформаційні функції

Інформаційні функції, що виконуються автоматично (за ініціативи системи) в темпі перебігу технологічного процесу:

- збір, обробка і реєстрація інформації про технологічний процес і стан технологічного обладнання;

- збір і реєстрація інформації про стан виконавчих механізмів, схем автоматичного управління, регулювання і технологічного захисту та блокувань;

- відображення інформації на операторських екранах НМІ і панелях управління, що встановлені за місцем;

- технологічна сигналізація.

Інформаційні функції, що виконуються по запитам персоналу:

- представлення на моніторах оперативної інформації: мнемосхем, графіків, таблиць, та ін.;

- друкування оперативних звітних документів: графіків, таблиць та ін.

### 3.8.3 Керуючі функції

Керуючі функції, що виконуються автоматично із впливом на технологічне обладнання:

- підтримка параметрів в межах заданих обмежень;

- регулювання технологічних процесів;

- логічне управління окремими вузлами і системами обладнання;

- аварійне відключення установки чи окремих агрегатів при пошкодженні обладнання або недопустимому відхиленні параметрів.



Керуючі функції, що виконуються оперативним персоналом із впливом на технологічне обладнання:

- керування виконавчими механізмами, електроприводами з пульта оператора чи за місцем;
- вплив на технологічний процес в непередбачуваних чи перед аварійних режимах.

#### 3.8.4 Функції, що забезпечують працездатність системи

Функції, що забезпечують працездатність системи і виконуються автоматично:

- діагностика стану технічних засобів управління, в тому числі справності вимірювальних і виконавчих каналів;
- перевірка достовірності інформаційних сигналів;
- перевірка виконання керуючих впливів;
- автоматичне тестування цілісності програмних засобів при завантаженні;
- реєстрація відмов програмно-технічних засобів.

Функції, що забезпечують працездатність системи і виконуються оперативним персоналом:

- калібрування датчиків і технологічних налаштувань;
- контроль за виконанням дистанційних керуючих впливів;
- розпізнавання відмов інформаційних і керуючих функцій, не виявлених автоматично.

Функції, що забезпечують працездатність системи і виконуються інженером АСУ ТП:

- перевірка правильності функціонування програмно-технічних засобів і виявлення несправностей, що не розпізнаються автоматично;
- відключення відмовивших технічних засобів і переключення на резервні або здійснення другої ре конфігурації схем, якщо дані дії не здійснюються автоматично;

- реєстрація дефектів, що не розпізнані автоматично;
- корегування налаштувань схем управління і регулювання в регламентованих межах;
- заміна відмовивших програмно-технічних засобів;
- установка і відміна заборон на проходження інформації по каналам вимірювання і управління.

### 3.8.5 Розробка бази даних

Управління технологічним процесом прокатки без застосування інформаційних технологій неможливо. Розвиток інформаційних систем, що забезпечують роботу прокатного виробництва, є одним із стратегічно важливих завдань будь-якого металургійного підприємства.

В основі сучасних інформаційних технологій промислових підприємств лежить принцип побудови інформаційних систем (ІС) на основі реляційних баз даних (БД), що дозволяє ефективно керувати виробничим циклом, забезпечувати та безперервно покращувати якість продукції, а також відкриває широкі можливості аналізу та вдосконалення систем управління [32].

Світовий досвід впровадження та розвитку ІС показує необхідність застосування системного підходу, що передбачає розбиття всього підприємства як об'єкта управління на окремі структурні та блокові елементи.

Для організації та упорядкування даних про хід технологічного процесу, стан обладнання та складових систем «Coil box», архівування аварійних повідомлень, в середовищі MS Access, розроблено базу даних.

Розроблена БД містить дані про параметри основних складових систем АСУ «Coil box», стан обладнання КТЗ, аварійні і попереджувальні повідомлення. Всі дані організовані і структуровані у вигляді таблиць.

Для зручного доступу і перегляду даних, БД має інтерфейс для користувача, представлений на рисунку 3.12. З його допомогою користувач отримує доступ до даних кожної системи у вигляді звіту (рисунок 3.13). Аналогічно відбувається і відображення звіту тривоги (рисунок 3.14).

Розроблена база даних зберігається на ПК, що розміщується в диспетчерському пункті.

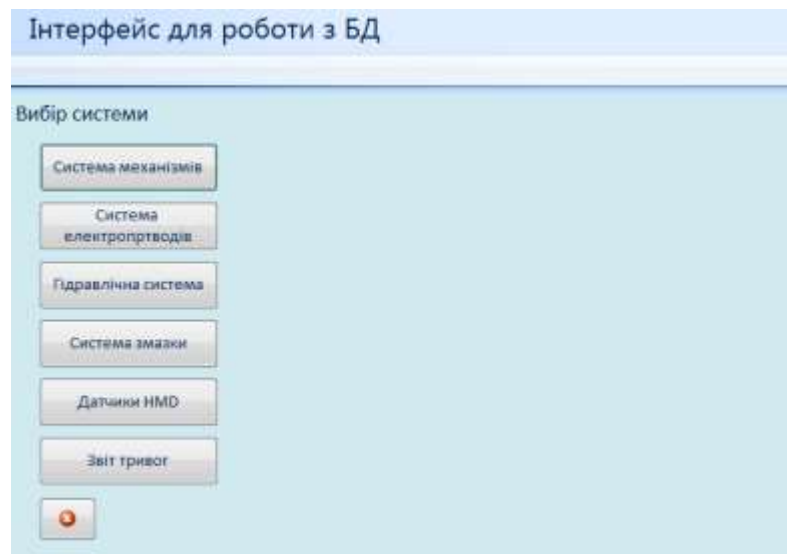


Рисунок – 3.12 – Інтерфейс БД

Механізми				Вихід	09.12.2021 17:29:28
Код Механізма	Назва механізму	Стан	Швидкість, об/хв	Координата положення	Дата реєстрації
1	Ролик зламувача окалини	Неактивний	0	12,5	12.10.2021
2	Ролик ножиць	Неактивний	0	10	12.10.2021
3	Нижній тягнучий ролик	Активний	200	23,3	12.10.2021
4	Верхній тягнучий ролик	Активний	240	30,5	12.10.2021
5	Утримуючий ролик	Активний	0	50	12.10.2021
6	КР3А	Неактивний	0	12,22	12.10.2021
7	КР2В	Активний	0	14,61	12.10.2021
8	КР1	Активний	180	15,2	12.10.2021
9	Вхідний ролик	Активний	204	13	12.10.2021

Рисунок 3.13 – Звіт про стан обладнання системи механізмів

Аварійні повідомлення 09.12.2021 17:28:49

Код повідомлення	Обладнання/Система	Аварійні і попереджувальні повідомлення	Статус	Розташування	Дата реєстрації
1	Щит розподілу, секція 1	Вимкнення автомату живлення АСУТП від секції 1	Попередження	ЕП №11	21.09.2021 14:33:32
2	Щит розподілу, секція 2	Перенапруження - секція 2, фаза А	Попередження	ЕП №11	21.09.2021 18:45:52
3	Щит розподілу, секція 3	Перенапруження - секція 3, фаза В	Попередження	ЕП №11	21.09.2021 22:03:38
4	Щит розподілу, секція 1	Падіння напруги в мережі - секція 1, фаза С	Попередження	ЕП №11	21.09.2021 6:30:12
5	Шафа ПБВ1	Немає готовності слоту №7	Аварія	ЕП №11	21.09.2021 11:13:02
6	Шафа ПБВ1	Відсутній зв'язок із ПБВ1	Аварія	ЕП №11	21.09.2021 9:12:51

Страница 1 из 1

Вихід

Рисунок 3.14 – Звіт тривоги

Однією з найважливіших етапів на стадії формуванні основи є заповнення таблиць. Від правильності даних залежить її подальша працездатність. У зв'язку з цим необхідно розробити єдині вимоги, виконання яких дозволить мінімізувати появу помилок у базі. Причому ці вимоги повинні діяти як на стадії підготовки даних, так і на стадії їх заповнення.

Розроблена БД виконує такі функції:

- зберігання даних про кліті, їх приводи, КВП, нагрівальні та охолоджувальні пристрої, загальна структурована інформація про стани, а також опис форм калібрів (струмів), режимів прокатки різних профілів та їх особливостей;

- джерела даних;

- для моделювання процесу прокатки;

- для управління та контролю за технологічним процесом прокатки.

Схема структури даних представлена на рисунку 3.15.

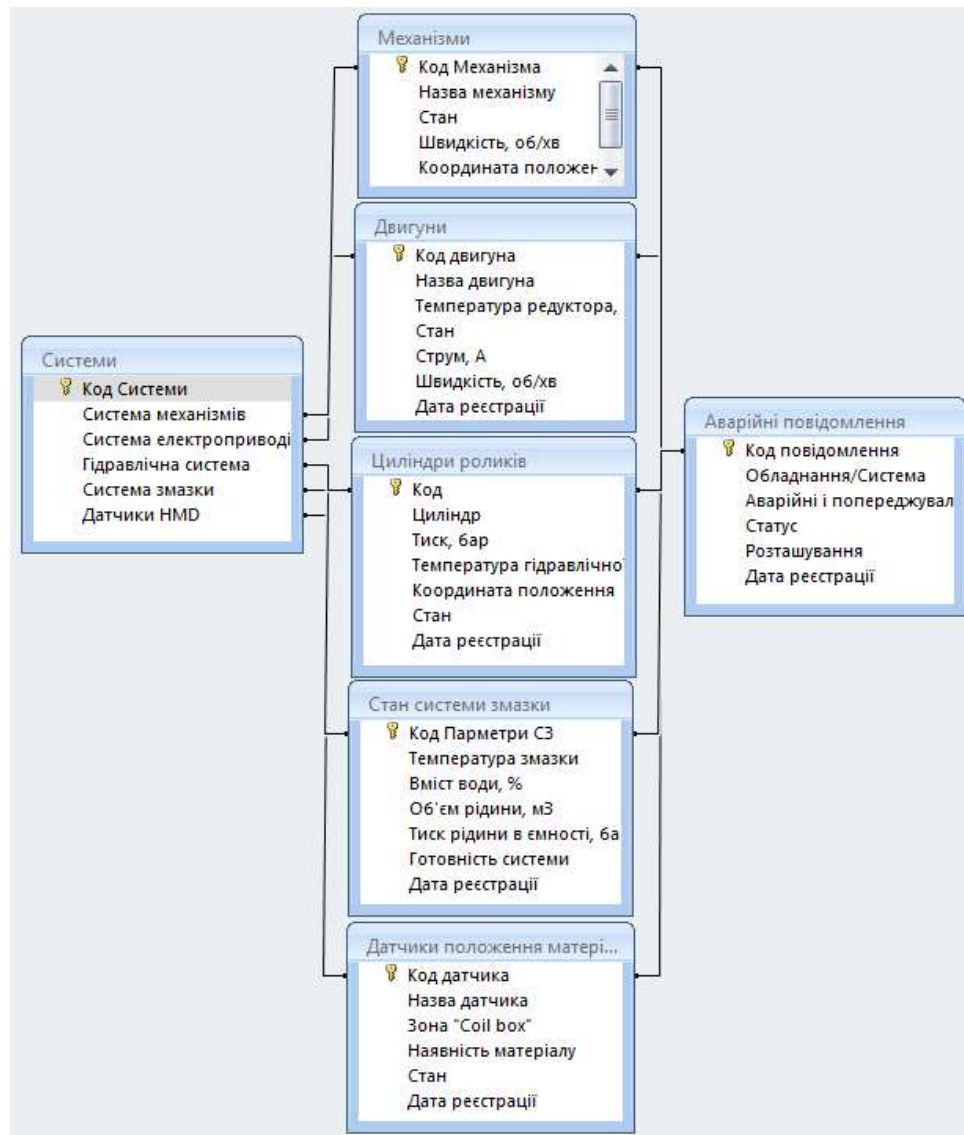


Рисунок 3.15 – Структурна схема БД

### 3.9 Розробка веб-сторінки для подання звітної документації

Для більш зручного і оперативного подання інформаційно-звітної документації розроблено веб-сторінку (рисунок 3.16), що дозволяє отримати інформацію про роботу ППП «Coil box» і його складових систем як в надрукованому вигляді так і на будь-якому ПК, що підключений до мережі цеху.

Особливістю даної веб-сторінки є те, що вона дозволяє обирати систему про яку необхідно отримати інформацію. В залежності від обраної системи змінюється і вміст сторінки.

Для захисту веб-сторінки від несанкціонованого доступу, встановлено логін і пароль.

Розробка відбувалась за допомогою мов програмування JavaScript, гіпертекстової розмітки HTML та каскадних таблиць CSS.

Код веб-сторінки представлений в додатку Е.

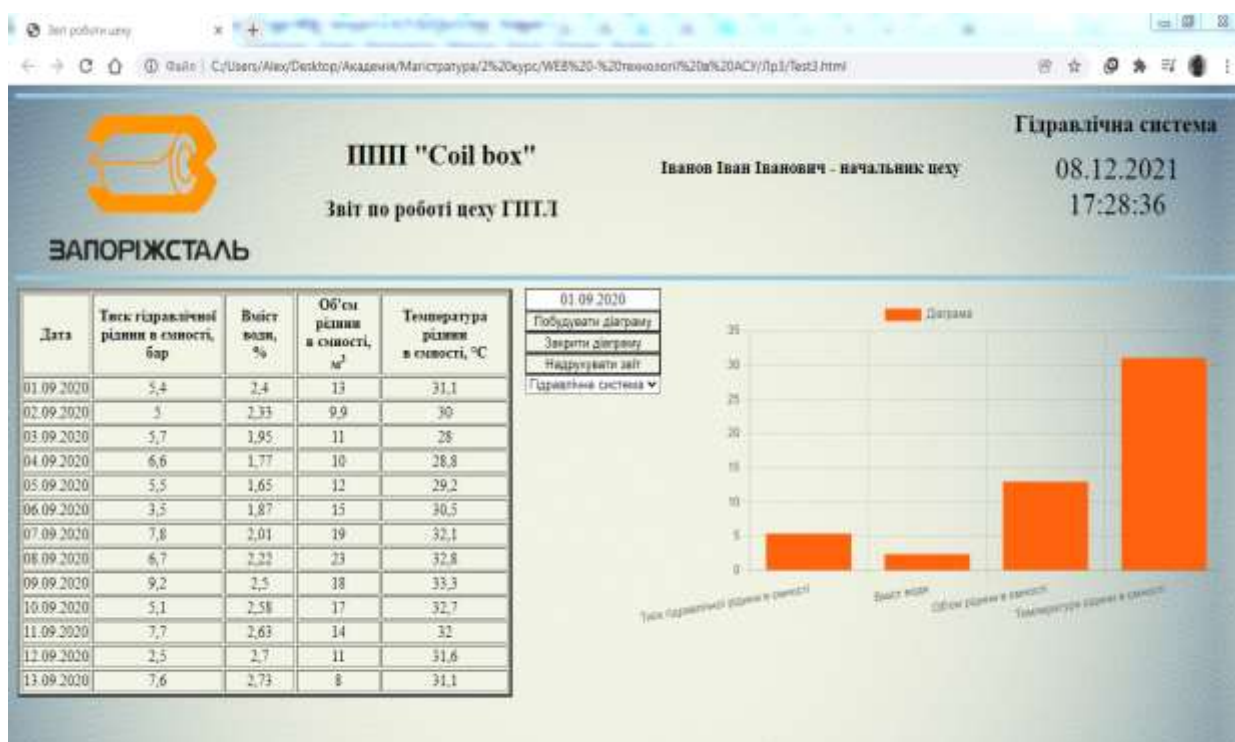


Рисунок 3.16 – Веб-сторінка для звіту про роботу «Coil box»

### 3.10 Розробка диспетчерського пункту, принципової електричної схеми і схеми зовнішніх з'єднань

#### 3.10.1 Розробка диспетчерського пункту

Для того, щоб усі відділи могли безперебійно та якісно виконувати свої завдання, необхідно мати чітку координацію між мережами. Для підтримки такої координації використовується спеціальна служба, основою якої є диспетчерські пункти (ДП).

Диспетчеризація - це процес централізації (концентрації) управління та контролю за всіма системами під керівництвом однієї людини – диспетчера. За допомогою цієї людини здійснюється узгоджена робота між окремими ділянками, що становлять єдиний комплекс.

Диспетчерські пункти можуть бути автоматизовані по-різному. Залежно від ступеня своєї автоматизації вони діляться на кілька різних типів. Є повністю автоматизовані системи, які не потребують диспетчерського управління, для забезпечення стабільної роботи газопостачання, водопостачання та іншого. Є повністю автоматизований тип із дублюванням управління усіма основними агрегатами системи з ДП. Останній тип - часткова автоматизація системи та управління основними агрегатами лише з диспетчерського пункту .

Розроблений пункт диспетчера представлений в додатку Ж. Він є частково автоматизованим, тобто передбачує управління за допомогою команд, які диспетчер здійснює за допомогою ПК.

#### 3.10.2 Розробка принципової електричної схеми

Для стандартизації та універсальності позначень, різних радіоелементів та електричних приладів було введено стандарт їх зображення на схемах, що дозволило досить чітко розрізняти вузли. Завдяки цьому стало можливим не лише підписувати їх буквально, а й графічно .

Принципова схема визначає повний склад електричних елементів і з'єднань, що входять в конструкцію будь-якого виробу.

Розроблені креслення зі схемою призначені вивчення принципу роботи пристрою чи електричної системи. Вони часто використовуються при проведенні профілактичних та ремонтних робіт. Уміння читати та складати план значно спрощує пояснення та призначення використовуваного елемента у роботі якогось приладу.

Принципова електрична схема приведена в додатку К.

### 3.10.3 Схеми зовнішніх з'єднань

Схема зовнішніх з'єднань електричних і трубних провідок є кресленням, на якому умовно, у вигляді зв'язку, показуються електричні дроти, кабелі і захисні труби, що прокладаються поза щитами та пультами.

При виконанні схеми було обрано підбір дротів та кабелів за необхідними параметрами.

Розроблена схема зовнішніх з'єднань представлена в додатку Л.



## 4 ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

### 4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Прокатне виробництво характеризується високою швидкістю технологічних операцій, інтенсивністю вантажопотоків, рухом великої кількості вантажу і насиченістю механічним і електричним обладнанням.

Більша частина обладнання прокатних цехів має автоматичні і напівавтоматичні системи управління і продовжує працювати незалежно від виробничої ситуації.

Основними небезпечними виробничими факторами є: рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, рухомі вироби, матеріали, заготовки, ріжучі інструменти, нагрівальні агрегати, підвищена напруга в електромережі, гострі кромки, заусенці і шороховатість на поверхні заготовок, підвищений рівень шуму, відсутність або нестача природного світла, недостатня освітленість робочої зони, розташування робочого місця на значній висоті відносно землі.

### 4.2 Загальні заходи безпеки та покращення умов праці на безперервних прокатних станах

Тонколистові безперервні стани мають високий рівень безпеки. Досвід експлуатації цих станів показує, що можливими травмами є забиття окалиною, що відлітає, на першій кліті, пошкодження ніг вальцівників листами, що прокатуються при переході через проводкові столи між клітями, опіки гарячим металом при прибиранні петель застряглого на вихідному рольгангу листа і пошкодження механізмами моталок.

Для запобігання травмам при експлуатації тонколистових безперервних станів необхідно виконувати вимоги безпеки, а також дотримуватися заходів безпеки, які є специфічними для цих станів.

Щоб запобігти відлітання окалини з поверхні слябів, перед чорновими клітьми слід встановлювати зламувач окалини і спеціальний пристрій для гідрозбиву окалини. Ці пристрої повинні бути покриті кожухом, що запобігає відлітання окалини.

Для безпечного переходу через лінію прокатки на інший бік клітей перед першою чорною кліткою, між групами клітей та за останньою чистовою кліткою стану необхідно встановлювати перехідні містки. З боку руху металу містки повинні мати міцну огорожу заввишки не менше ніж 1,8 м.

Для вимірів листів, що прокатуються, необхідно застосовувати дистанційні прилади.

Щоб усунути утворення петель після виходу листа з останньої чистової кліті, пристрій, що відводить рольганг, повинен виключати можливість застрягання переднього кінця листа. Прибирання недокату та бракованих листів від клітей з прибирального рольгангу слід здійснювати кранами після розрізання листів на частини, прибравши попередньо людей із зони транспортування браку.

Для видалення пилу, що утворюється під час прокатування листів, робочі кліті стану необхідно обладнати витяжною вентиляцією.

З метою безпечного доступу до моталок повинен бути влаштований спеціальний прохід, відгороджений від механізмів моталок на висоту не менше 2 м. Двері в цій огорожі для проходу до окремих моталок необхідно обладнати блокуванням, що унеможлиблює доступ до них під час роботи. Очищення роликів моталок від металевого нальоту слід механізувати [39].

Розміри тунелю транспортера гарячих рулонів повинні забезпечувати можливість зручного та безпечного обслуговування. Для захисту від тепловипромінювання прохід у тунелі з боку рулонів необхідно обладнати

екранами. У зв'язку з великими тепловиділеннями від рулонів, що охолоджуються, тунель необхідно забезпечити ефективною вентиляцією.

При прибиранні та обробці тонких листів характерні наступні небезпеки: падіння листів при їх транспортуванні кранами, порізи рук при різанні листів на ножицях, захоплення рук при обслуговуванні правильних машин, травмування кромками листів при обробці пакетів вручну та порізи рук та ніг при сортуванні та упаковці листів.

Для безпеки прибирання та обробки тонких листів усі операції мають бути механізовані.

При перенесенні листів кранами слід застосовувати спеціальні захватні пристрої, що виключають небезпеку падіння листів. При різанні листів на ножицях повинні дотримуватися правил безпеки, описані вище. Для обрізки кромки та поперечного різання тонких листів бажано застосовувати дискові ножиці. При різанні листів на летких ножицях подача кінців рулонів у ролики розмотуючого пристрою має бути механізована.

Правильні машини для запобігання захвату рук разом з механізмом подачі листів повинні бути обладнані запобіжними щитами або проводками у формі розтруба, що встановлюються перед роликами машини.

Роздирання пакетів листів вручну ножами є малопродуктивною, важкою та небезпечною роботою. Вона має бути механізована застосуванням спеціальних машин.

Сортування, маркування та пакування тонких листів, як правило, необхідно механізувати. У всякому разі, при ручних роботах потрібно застосовувати зручні стелажі, механічні укладальники. Для запобігання порізам ніг робітникам слід видавати спеціальні захисні чоботи.

#### 4.3 Заходи безпеки в машинних відділеннях

Характерними небезпеками при обслуговуванні електродвигунів та електроустаткування прокатних станів є: ураження електричним струмом та опіки електричною дугою.

Для запобігання травм, відкриті струмопровідні частини двигунів (колектори, кільця, щітки) необхідно надійно захищати. Підведення до обмоток статора електродвигунів повинні бути добре ізольовані і захищені від механічних пошкоджень. Кожухи електродвигунів і рубильників, а також корпуси щитів керування необхідно надійно заземлювати (занулювати).

Конструкція та розташування двигунів прокатних станів повинні задовольняти вимоги раціональної технології та безпеки їх обслуговування. Зокрема, керування електродвигунами має бути дистанційним з пультів керування прокатними станами. Сполучні муфти електродвигунів слід захищати запобіжними кожухами.

Для швидкої зупинки нереверсивних станів, яка може знадобитися в аварійному випадку або при нещасних випадках, електродвигуни станів повинні бути обладнані електродинамічним гальмуванням з включенням гальмування з пульта керування та робочих місць біля станів.

На деяких станах застосовують маховики, які становлять небезпеку у разі розриву через тріщини в корпусі або через надмірне збільшення числа оборотів.

З метою своєчасного виявлення дефектів маховиків не рідше одного разу на квартал маховики та вали двигунів станів необхідно перевіряти,

використовуючи сучасні методи дефектоскопії. Огляди маховиків повинні проводитись кожна декаду механіком цеху.

Канатні передачі, через небезпеку розриву канатів, слід захищати не тільки з боків, а й зверху. Розташовувати робочі місця у площині обертання маховика неприпустимо.

Умови праці машинних відділеннях характеризуються високою температурою повітря у літню пору року. Тому необхідно вживати заходів для забезпечення нормальних умов праці. Насамперед слід застосовувати ізольовану вентиляцію електродвигунів з відведенням нагрітого повітря назовні приміщення. Важливим заходом є також природна та штучна вентиляція машинних приміщень.

При аерації машинних відділень не можна допускати надходження надмірно запиленого повітря. Для цього район розташування прокатних цехів треба максимально озеленяти та систематично поливати водою прилеглу до цехів територію.

#### 4.4 Заходи безпеки на постах операторів

Пости управління прокатними станами і допоміжними агрегатами повинні бути розташовані так, щоб оператори добре бачили агрегати, що ними обслуговуються. Одночасно пости управління не повинні перешкоджати доступу свіжого повітря до гарячих агрегатів цеху. Для цього доцільно розміщувати пости на 2...25 мм від рівня підлоги цеху.

Прилади керування та контрольно-вимірювальну апаратуру необхідно розташовувати з урахуванням найбільш зручної роботи для операторів постів керування. Пульти керування слід постачати зручними поворотними кріслами з пружинним сидінням, зі спинкою та підлокітниками.

У приміщеннях постів управління не можна розміщувати апаратуру, що виділяє багато тепла (реостати) і генерує шум (контактори).

Для запобігання випадковому включенню агрегатів при їх огляді та ремонті пускові пристрої пультів керування слід постачати ключами-жетонами, що розмикають ланцюг пускового струму і одночасно служать жетоном на право виконання ремонтних робіт.

Пости керування повинні бути обладнані сигнальними пристроями та гучномовцями для повідомлення про пуск, зупинку або зміну режиму роботи агрегатів, що обслуговуються.

Пости керування зазвичай піддаються сильному нагріванню тепловипромінюванням від печей та нагрітого металу, тому температура повітря у цих приміщеннях значно перевищує допустимі норми. Основними заходами зниження температури повітря є теплоізоляція і екранування стін постів управління і подача в приміщення охолодженого повітря.

Для захисту операторів постів від надмірного тепловипромінювання оглядові вікна слід виконувати зі скла товщиною 10...15 мм, а у разі особливо сильного тепловипромінювання охолоджувати скло водою або обдувати їх холодним повітрям .

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра було представлено проект по вдосконаленню діючої АСУ проміжного перемотувального пристрою «Coil box» в умовах ПАТ «Запоріжсталь».

У першому розділі роботи приведені основні показники техніко-економічного обґрунтування проекту. Розглянуто склад діючої системи управління, що представлений у вигляді технічних засобів польового, нижнього та верхнього рівнів.

У другому розділі роботи приведений аналіз роботи ЦГПТЛ та його підрозділів. Проведено ознайомлення із агрегатами, а саме: станом прокатки НТЛС-1680 та проміжним перемотувальним пристроєм «Coil box»; їх технічною документацією та технологічними процесами цих об'єктів. На основі цього аналізу, було визначено основні недоліки діючої системи управління.

У третьому розділі представлено порівняння наявного рівня автоматизації з аналогічними об'єктами інших підприємств, в результаті чого зроблено висновки про недоліки діючої системи управління та способи їх усунення. Серед них:

- відсутність в складі АСУ веб-технологій;
- використання застарілих версій ПЗ та технічних засобів.

Зважаючи на виявлені недоліки існуючої системи, було розроблено методи та способи їх усунення, а також напрямки вдосконалення діючої АСУ. Для вирішення питання щодо веб-технологій, розроблено веб-сторінку, що містить дані про кожну складову підсистему ППП «Coil box», а також базу даних, що зберігає інформацію про систему управління та всі її складові. Розроблена веб-сторінка працює разом із базою даних АСУ, що підвищує якість інформування персоналу та обмін інформацією із суміжними системами.

Окрім цього, було розроблено нове АРМ для оператора АСУ, що містить нову мнемосхему для моніторингу та управління технологічним процесом ППП «Coil box». Для усунення недоліку із застарілим обладнанням, було розроблено схему комплексу технічних засобів, що містить нове більш сучасне обладнання та складено специфікацію нових технічних засобів. Для нової системи було розроблено документацію в яку увійшли: принципова електрична, монтажна комутаційна схеми, схема інформаційних потоків та проект диспетчерського пункту . На основі розробленої документації було підбрано нові технічні засоби автоматизації, що в свою чергу підвищать надійність обладнання та роботу всієї АСУ в цілому.

У четвертому розділі розглянуто заходи з охорони праці проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів на території цеху та розроблено заходи щодо їх запобігання та поліпшення умов праці.

Підсумовуючи всі результати виконаної роботи можна зробити такі висновки:

- використання ППП “Coil box” при гарячій прокатці має ряд переваг.
- на АСУ покладаються повномасштабні функції контролю і управління установкою «Coil Box» та взаємодії з суміжними системами.
- існуюча система управління ППП “Coil box” має певні недоліки.
- для підвищення якості роботи «Coil box» необхідно вдосконалити діючу систему управління шляхом впровадження веб-технологій та нового КТЗ.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конструкция станов горячей прокатки. *Metallurgist «Научно-технический портал»* : веб-сайт. URL: <https://metallurgist.pro>. (дата звернення 12.10.2021)
2. Храмшин В.Р. Энергосберегающие тиристорные электроприводы прокатных станов: монография. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 180 с.
3. Васльев А. А., Николаев В. А. Новая технология горячей прокатки широкополосной стали. *Вестник Череповецкого государственного университета*. 2013. № 4. Т. 2. С. 5 – 10.
4. Тришевский О. И. Состояние и направления развития и совершенствования производства горячекатанного листа в Украине. *Вестник ХНАДУ*. 2018. № 80. С. 67-73.
5. Снижение потерь тепла на промежуточных рольгангах широкополосных станов. *Metallurgist «Научно-технический портал»* : веб-сайт. URL: <https://metallurgist.pro>. (дата звернення 04.09.2021)
6. Методичні вказівки з розробки функціональних схем автоматизації технологічних процесів / Упоряд. В. В. Стопкевич, В. К. Лисиця.-Запоріжжя, ЗДІА.-1995.- 43с.
7. Проектування систем автоматизації технологічних процесів /А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровський, А.А. Ключев. Під ред. А.С. Ключева. 2-е вид. перероб. та доп. – Москва.: Энергоатомиздат, 1990.-464с.
8. Балашов Е.П., Пузаков Д.В. Проектирование информационно управляемых систем – М.: Радио и связь, 1987-256с.ил.
9. Ніколаєнко А. М. Виконавчі пристрої та регулювальні органи. Методичні вказівки до курсового проекту для студентів за фахом "Автоматизоване управління технологічними процесами». Запоріжжя : Видавництво ЗДІА, 2004. 33 с.

10. Проектирование систем автоматизации технологических процессов/ А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев. Под ред. А.С. Клюева. 2-е изд. перераб. и доп. –Москва.: Энергоатомиздат, 1990.-464с.
11. ГОСТ 12.1.012 – 90. Вибрационная безопасность.
- 12 Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах №3223-90.
13. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений №4088-86.
14. Вентиляция и кондиционирование воздуха. СН 245-71.
15. СНиП II-92-79. Производственная пыль. Общие требования.
16. СНиП II-4-79. Часть II. Нормы проектирования. Глава 4. Естественное и искусственное освещение.
17. Правила устройства электроустановок. Москва.: Энергия, 1987
18. Пазюк М.Ю., Ренгевич О.В., Семендяева И.А. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Технологические измерения и приборы», «Метрология и основы измерений»: Для студентов специальности «АУТП». – Запорожье: ЗГИА, 2002. – 55с.
19. Хлопонин В. Н., Тинигин А. Н. Способы снижения тепловпотерь на промежуточном рольганге ШПС, их тепловая и энергетическая эффективность. *Наука и образование* : электрон. науч.- тех.
20. Генкин А. Л. Куделин А. Р. Проблемы энергосберегающего управления листопрокатным комплексом. *Проблемы управления*. 2007. № 1. С. 51 – 57.
21. Современные технологические процессы и предприятия: материалы Междунар. конф. металлургов. Дюссельдорф, 2011. С. 147 – 150

22. Хлопонин В. Н., Тинигин А. Н. Способы снижения тепловых потерь на промежуточном рольганге ШПС, их тепловая и энергетическая эффективность. *Наука и образование* : электрон. науч.- тех. изд. 2011. Выпуск 8. С. 1 - 23. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/205554.html> (дата обращения: 20.08.2021).

23. Генкин А. Л. Куделин А. Р. Управления листопрокатным комплексом. *Проблемы управления*. 2009. № 7. С. 15 – 23.

24. Левандовский С. А., Сеницкий О. В., Ручинская Н. А. Опыт оптимизации формы калибров по критерию неравномерности деформации. *Калибровочное бюро* : электрон. науч. журн. Выпуск 3. 2014. С. 52 – 80. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/205554.html> (дата обращения: 10.08.2021).

25. Рашников В. Ф. Развитие ОАО «ММК» как инновационного предприятия. *Вестник МГТУ им. Г. И. Носова*. 2008. №1. С. 12 – 16.

26. Храмин В.Р. Энергосберегающие тиристорные электроприводы прокатных станов: монография. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 180 с.

27. Саранча С. Ю., Кинзин Д. И., Левандовский С. А., Моллер А. Б. Пути оптимизации и перспективы развития программного обеспечения для моделирования технологических процессов. *Калибровочное бюро* : электрон. науч. журн. Выпуск 4. 2014. С. 32-35. URL:<http://www.passdesign.ru/numbers/> (дата обращения: 20.10.2021).

28. Шохин В. В., Храмин В. Р., Новецкий Р. Ю. Исследование на математической модели электроприводов черновых клеток сортового стана 450 СПЦ ОАО «ММК». *Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика»*. 2017. Т. 17. № 2. С. 58–66.

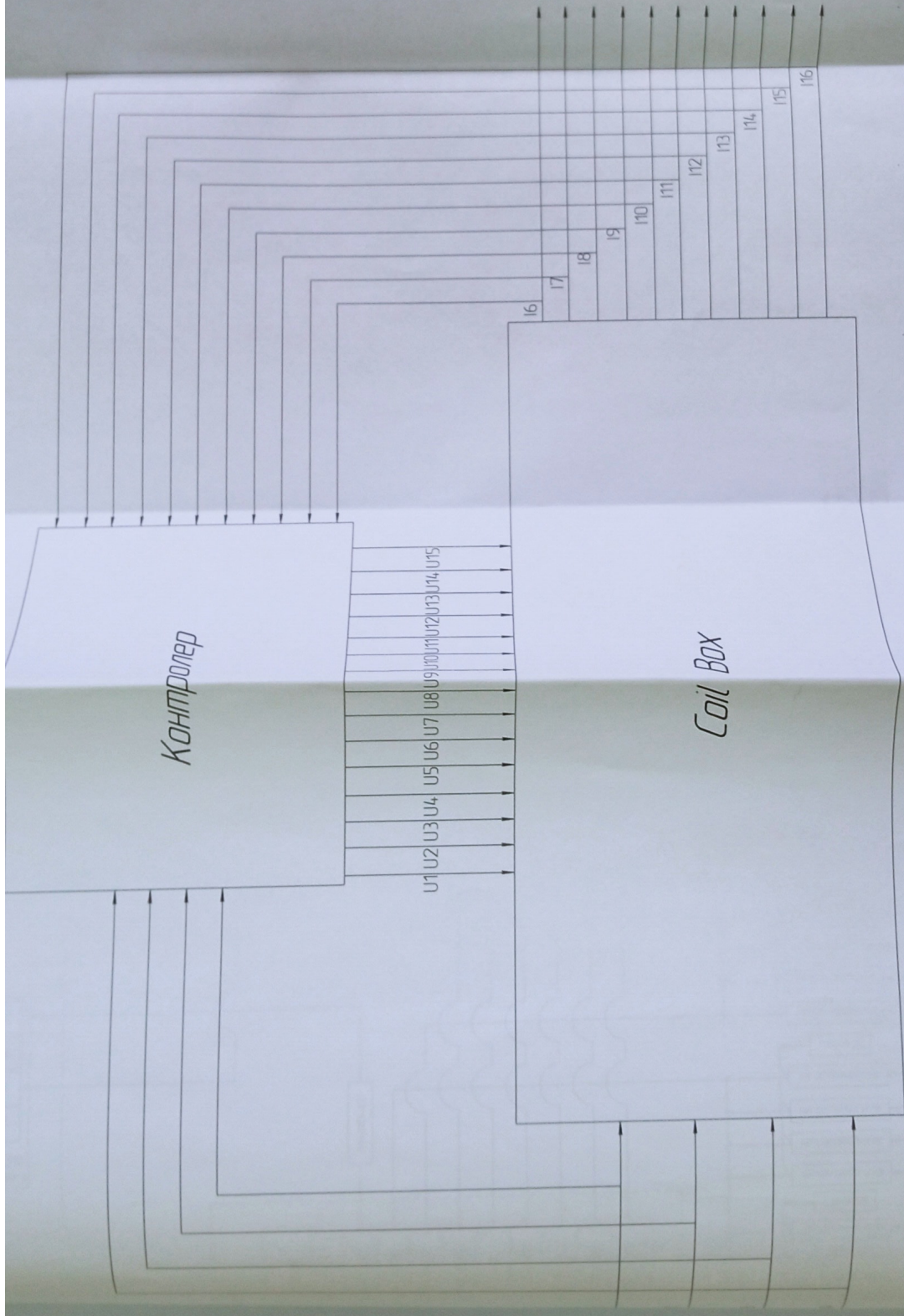
29. Глуштенко Ф. С. Исследование влияния технологических параметров прокатки на оптимизацию программ настроек стана. *Вестник самарского государственного аэрокосмического университета*. 2011. №1 (25). С. 101 – 109.

30. Храмшин В. Р. Разработка и внедрение автоматизированных электроприводов и систем регулирования технологических параметров широкополосного стана горячей прокатки. *«Вестник ИГЭУ»*. 2012 . № 6. С. 1 – 6.

31. Васльев А. А., Николаев В. А. Новая технология горячей прокатки широкополосной стали. *Вестник Череповецкого государственного университета*. 2013. № 4. Т. 2. С. 5 - 10

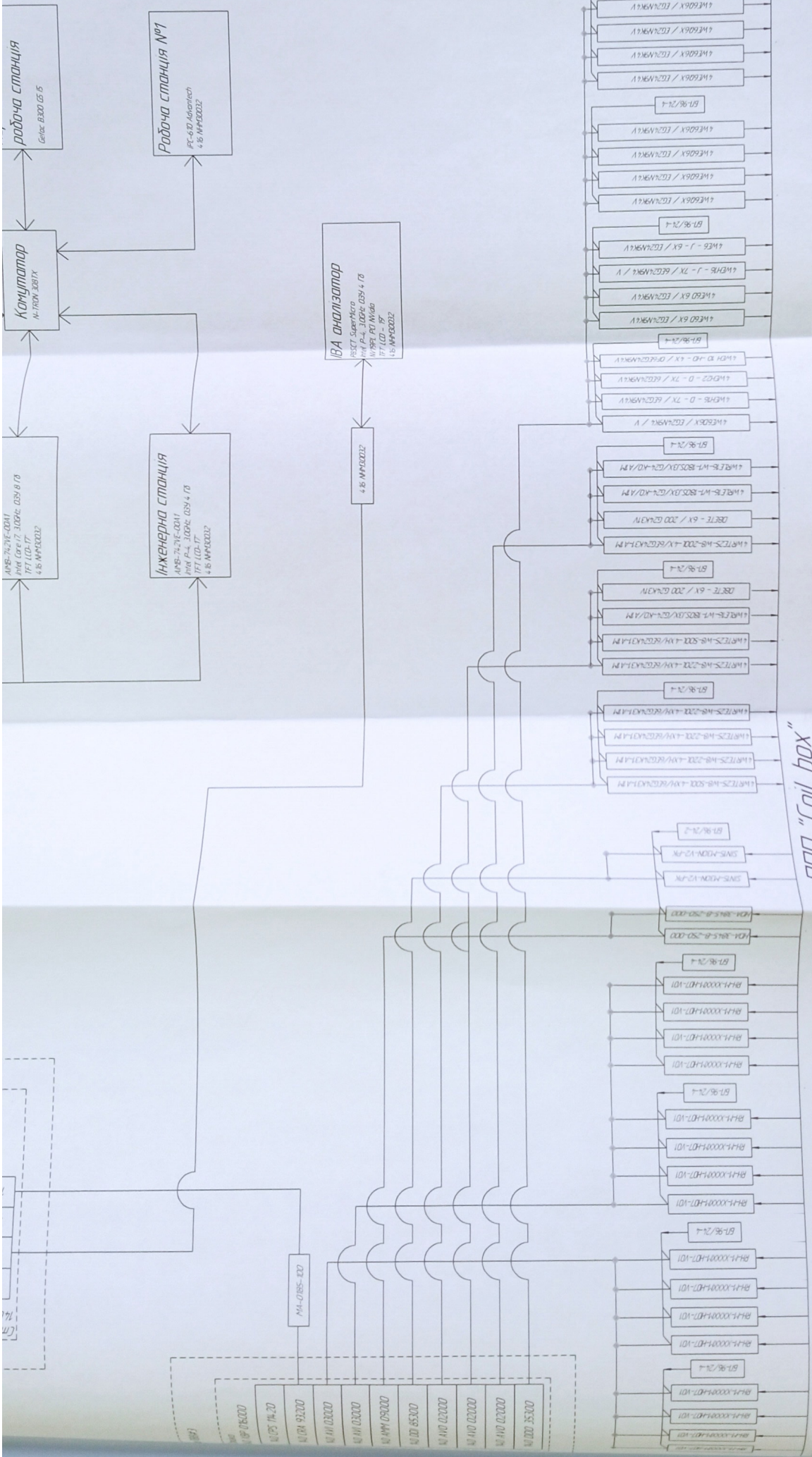
- 112- Положення dx формування ролика
- 113- Положення dx формування КР1
- 114- Положення КР2В
- 115- Положення КР3А
- 116- Положення КР3А

- U1-швидкість верх згинального ролика
- U2-тиск циліндра рами верх згинального ролика
- U3-швидкість ниж згинального ролика
- U4-тиск циліндра рами ниж згинального ролика
- U5-тиск упрямуючого ролика
- U6-швидкість dx формування ролика
- U7-тиск циліндра рами dx формування ролика
- U8-швидкість dx формування ролика
- U9-тиск циліндра рами dx формування ролика
- U10-швидкість КР1
- U11-тиск циліндра рами КР1
- U12-швидкість КР2В
- U13-тиск циліндра рами КР2В
- U14-швидкість КР3А
- U15-тиск циліндра рами КР3А



№	Ім'я	№	Підп.	Дата
1	Король	1		
2	Григор	2		
3	Молод	3		
4	Степан	4		
5	Левко	5		
6	Микола	6		
7	Олександр	7		
8	Сергей	8		
9	Владимир	9		
10	Александр	10		
11	Сергей	11		
12	Владимир	12		
13	Александр	13		
14	Сергей	14		
15	Владимир	15		
16	Александр	16		
17	Сергей	17		
18	Владимир	18		
19	Александр	19		
20	Сергей	20		
21	Владимир	21		
22	Александр	22		
23	Сергей	23		
24	Владимир	24		
25	Александр	25		
26	Сергей	26		
27	Владимир	27		
28	Александр	28		
29	Сергей	29		
30	Владимир	30		
31	Александр	31		
32	Сергей	32		
33	Владимир	33		
34	Александр	34		
35	Сергей	35		
36	Владимир	36		
37	Александр	37		
38	Сергей	38		
39	Владимир	39		
40	Александр	40		
41	Сергей	41		
42	Владимир	42		
43	Александр	43		
44	Сергей	44		
45	Владимир	45		
46	Александр	46		
47	Сергей	47		
48	Владимир	48		
49	Александр	49		
50	Сергей	50		
51	Владимир	51		
52	Александр	52		
53	Сергей	53		
54	Владимир	54		
55	Александр	55		
56	Сергей	56		
57	Владимир	57		
58	Александр	58		
59	Сергей	59		
60	Владимир	60		
61	Александр	61		
62	Сергей	62		
63	Владимир	63		
64	Александр	64		
65	Сергей	65		
66	Владимир	66		
67	Александр	67		
68	Сергей	68		
69	Владимир	69		
70	Александр	70		
71	Сергей	71		
72	Владимир	72		
73	Александр	73		
74	Сергей	74		
75	Владимир	75		
76	Александр	76		
77	Сергей	77		
78	Владимир	78		
79	Александр	79		
80	Сергей	80		
81	Владимир	81		
82	Александр	82		
83	Сергей	83		
84	Владимир	84		
85	Александр	85		
86	Сергей	86		
87	Владимир	87		
88	Александр	88		
89	Сергей	89		
90	Владимир	90		
91	Александр	91		
92	Сергей	92		
93	Владимир	93		
94	Александр	94		
95	Сергей	95		
96	Владимир	96		
97	Александр	97		
98	Сергей	98		
99	Владимир	99		
100	Александр	100		
101	Сергей	101		
102	Владимир	102		
103	Александр	103		
104	Сергей	104		
105	Владимир	105		
106	Александр	106		
107	Сергей	107		
108	Владимир	108		
109	Александр	109		
110	Сергей	110		
111	Владимир	111		
112	Александр	112		
113	Сергей	113		
114	Владимир	114		
115	Александр	115		
116	Сергей	116		

Схема  
інформаційних потоків  
Катушки



№	П	Л	Д	В	Г	З	И	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	

Лист № 1  
 Дата: 10.10.2007  
 Автор: [Signature]  
 Проверка: [Signature]

Найменування	Тип	Кількість	Примітка
Стійка для модулів I/O	ШАФА ПБВВ№3		
Модуль живлення	140 XBP 01600	1	
Адаптер вузла I/O	140 CPS 11420	1	
Модуль аналогового вводу	140 CRA 93200	1	
Модуль аналогового вводу	140 AVI 03000	2	
Модуль аналогового вводу	140 AMM 09000	1	
Модуль аналогового виводу	140 AVO 02000	3	
Модуль дискретного вводу	140 DDI 85300	1	
Модуль дискретного виводу	140 DDI 35300	1	
Блок заземлення	Modicon 60-0545-000	2	
Відгалужувач мережі	Modicon MA-0185-100	1	
Заглушка	Modicon 52-0422-000	2	
Магістральний кабель	AS-MBII-003	10	842 м
	ШАФА ГКК		
Головний керуючий контролер	140 CPU 534 14A	2	
Стійка для модулів	140 XBP 01000	2	
Модуль живлення	140 CPS 21400	2	
Комунікаційний модуль	140 NOM 21200	4	
Адаптер головного вузла I/O	140 CRP 93200	2	
Адаптер мережі MB+	4 16 NMH 30032	5	
Магістральний кабель	4 90 NAA 27104	2	930 м
Відгалужувач	990 NAD 230 10	11	
Кабель відгалужувача	990 NAD 211 30	2	
	Робочі станції 1 і 2		
Промисловий ПК	IPC-610 Advantech	2	
Материнська плата	AIMB-742VE-00A1	2	
Процесор	Intel Core i3	2	
Пам'ять	Kingstone 2 Gb	4	
HDD	Samsung 160 Gb	2	
MB+ карта	4 16 NMH 30032	2	
Відео адаптер	SVGA	2	
Клавіатура	X-PP81F	2	
Трекбол	X-BP3d-R	2	

ЗНУ ІННІ Д2.42320.002.СКТЗ

ЗНУ ІННІ Д2.42320.002.СКТЗ

Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Макаренко ОВ					1:1
Проб.		Обчинникова ІА					
Т.контр.							
Н.контр.		Обчинникова ІА					
Утв.							

Удосконалення АСУ  
проміжного переметувального пристрою  
"air box" прокатного стану  
НТЛС-1680 в умовах ЦПТІІІ  
ПАТ "Запорожсталь"

Специфікація КТЗ  
частина 1

ЗНУ ІННІ  
Кафедра АУТІІ  
група 8.1510  
Формат А3

Копіював

Найменування	Тип	Кількість	Примітка
	Робочі станції 1 і 2		
Монітор	FPM-2170G	2	
	Переносна робоча станція		
Ноутбук	Getac B300	1	
	Станція приводів		
Промисловий ПК	IPC-610 Advantech	1	
Материнська плата	AIMB-742VE-00A1	1	
Процесор	Intel P-4	1	
Пам'ять	Samsung 2Gb	2	
HDD	Samsung 160 Gb	1	
МВ+ карта	416 NMH 30032A	1	
Відео адаптер	SVGA	1	
Клавіатура	X-PP81F	1	
Трекбол	X-BP3d-R	1	
Монітор	FPM-2170G	1	
	Інженерна станція		
Материнська плата	AIMB-742VE-00A1	1	
Процесор	Intel P-4	1	
Пам'ять	Samsung 4Gb	1	
HDD	Samsung 160 Gb	1	
МВ+ карта	416 NMH 30032A	1	
Відео адаптер	SVGA	1	
Клавіатура	X-PP81F	1	
Трекбол	X-BP3d-R	1	
Монітор	FPM-2170G	1	
	Сервер		
Материнська плата	AIMB-742VE-00A1	1	
Процесор	Intel Core i7	1	
Пам'ять	Kingstone Fury 8 Gb	2	
HDD	Samsung 512 Gb	1	
МВ+ карта	416 NMH 30032	1	
Відео адаптер	SVGA	1	
Клавіатура	X-PP81F	1	
Трекбол	X-BP3d-R	1	

ЗНУ ІННІ Д2.42320.002.СКТЗ

ЗНУ ІННІ Д2.42320.002.СКТЗ

Изм/Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Макаренко О.В.					1:1
Проб.	Обчинникова І.А.					
Т.контр.						
И.контр.	Обчинникова І.А.					
Утв.						

Удосконалення АСУ  
проміжного перемітального пристрою  
"oil box" прокатного стану  
НТЛС-1680 в умовах ЦГПТ71  
ПАТ "Запорожсталь"

**Специфікація КТЗ**

Копіював

ЗНУ ІННІ,  
Кафедра АУТТ  
група 8.1510  
Формат А3



ЗНУ ІННІ Д2.42320.002.СКТЗ

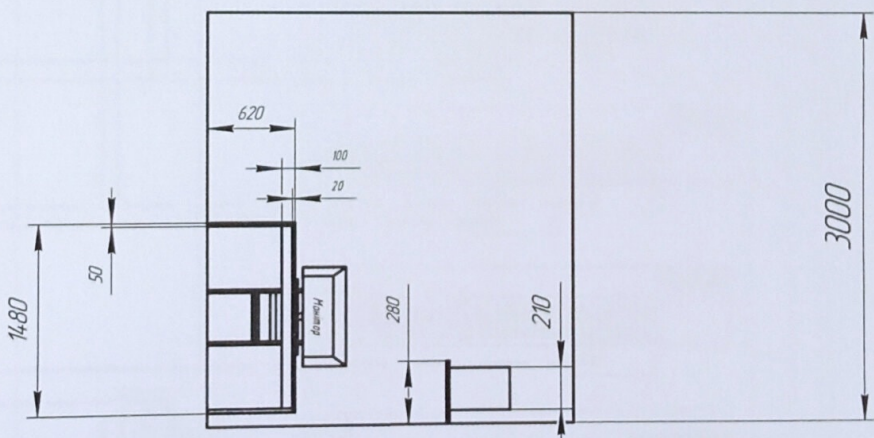
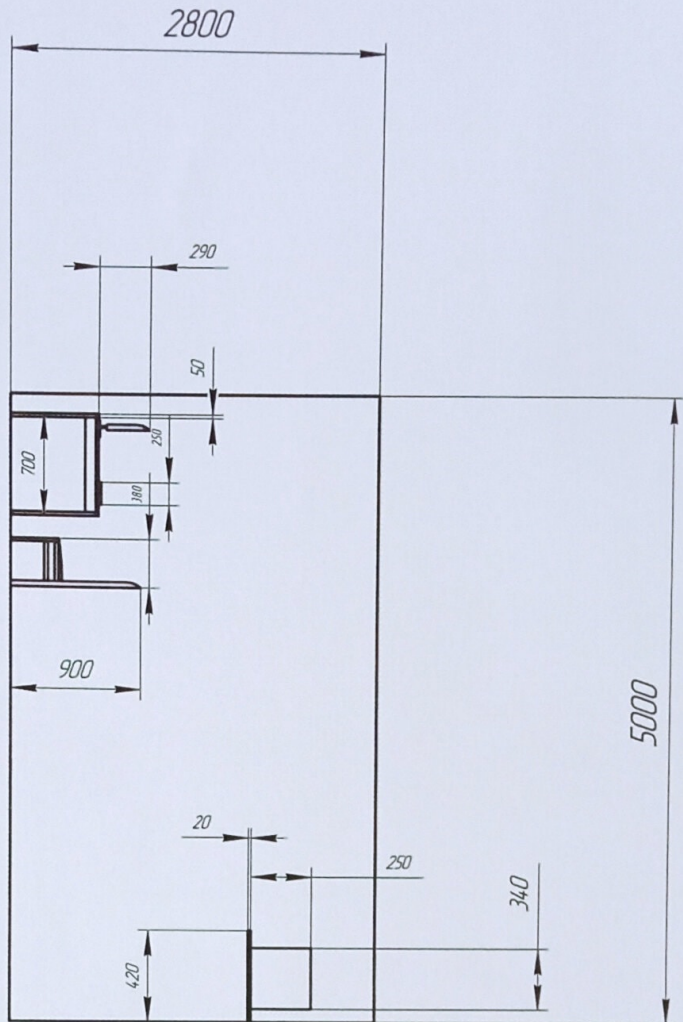
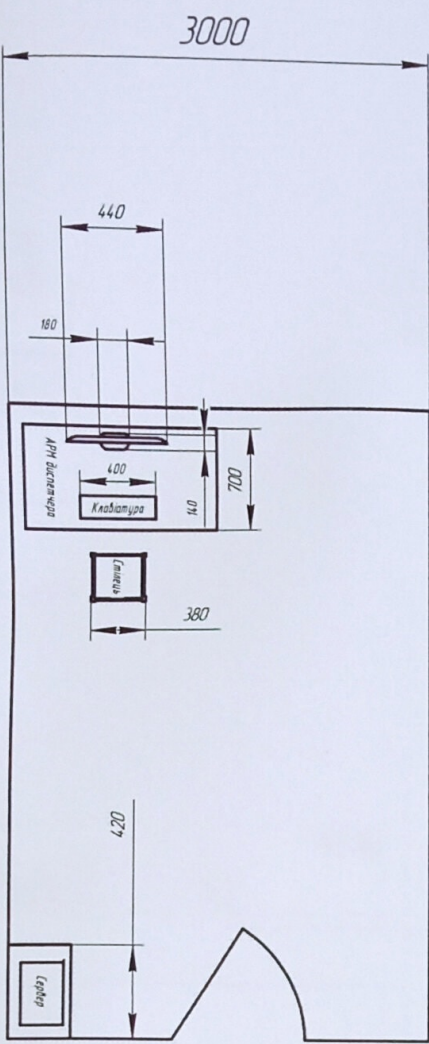
Найменування	Тип	Кількість	Примітка
	Сервер		
Монітор	FPM-2170G	2	
	Станція діагностики		
Материнська плата	P8SCT SuperMicro	1	
Процесор	Intel P-4	1	
Пам'ять	Kingstone 4 Gb	1	
HDD	Samsung 160 Gb	1	
Відеокарта	NV19PL PCI NVidia	1	
Відеоадаптер	SVGA	1	
Клавіатура	X-PP81F	1	
Трекбол	X-BP3d-R	1	
Монітор	IDS-3219	1	
	Допоміжне обладнання		
Принтер	Epson L121	1	
Комутатор	NTRON 308TX	1	
Мережевий адаптер	PC 10/100Mb 3COM 905C-TXM	4	
Мережевий кабель	490 NTW 00002 U	1	2 м
Мережевий кабель	490 NTW 00005 U	2	5 м
Мережевий кабель	490 NTW 00040 U	2	40 м
Мережевий кабель	490 NTW 00080 U	1	80 м

				<b>ЗНУ ІННІ Д2.42320.002.СКТЗ</b>				
Изм	Лист	№ док-м	Подп	Дата	Удосконалення АСУ проміжного підприємствального пристрою "col box" прокатного стану НТЛС-7680 в умовах ДІПТМ ПАТ "Запорожсталь"	Лист	Масштаб	Масштаб
Разраб		Макаренко ОВ						1:1
Проб		Обчинникова ІА	<i>[Signature]</i>			Лист	Листов	1
Т.контр								
И.контр		Обчинникова ІА	<i>[Signature]</i>		<b>Специфікація КТЗ</b>		ЗНУ ІННІ	
Утв					частина 3		Кафедра АУТМ	
						Формат А3		

Копіював

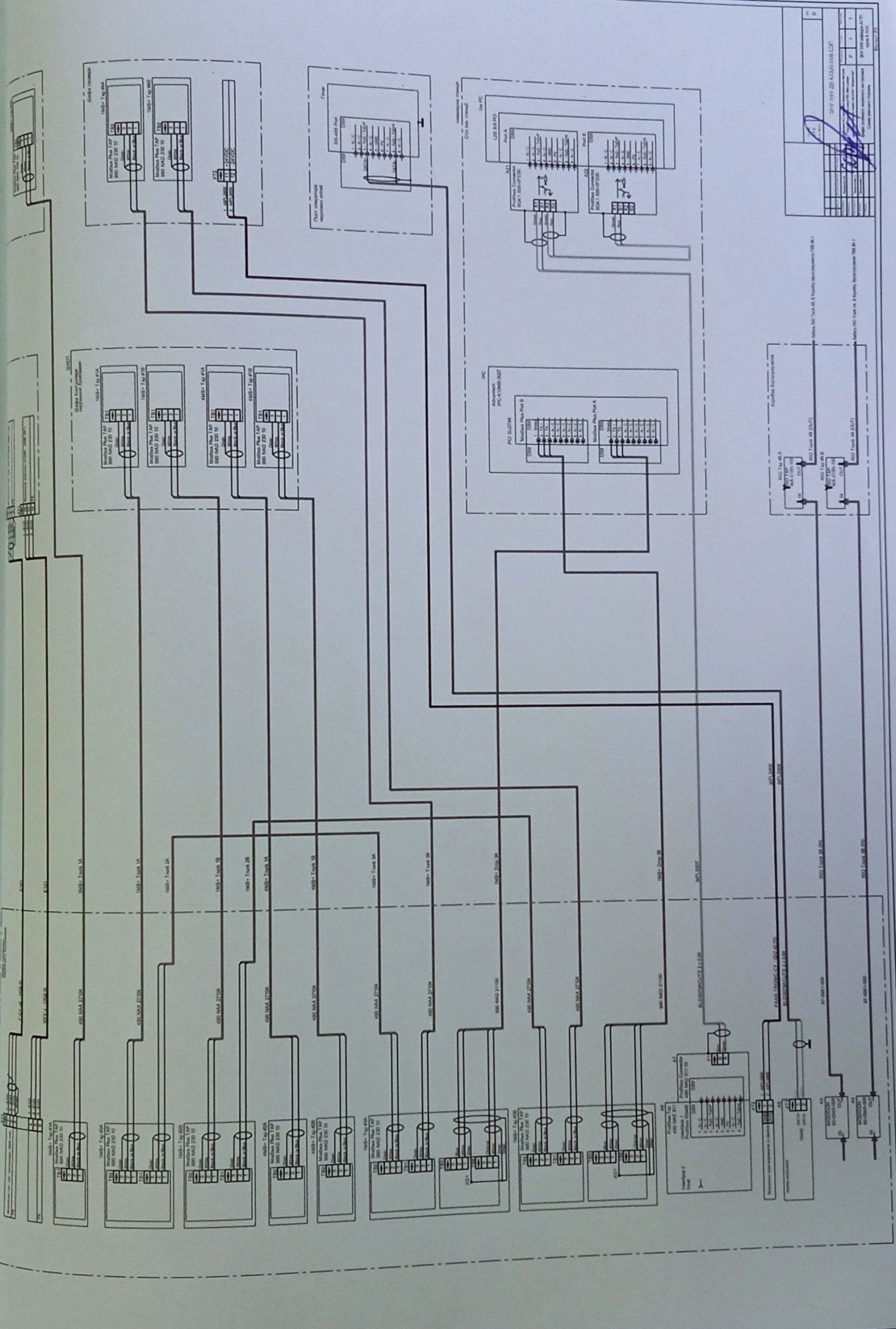
ЗНУ ІННІ Д7.42320.007.ПДП

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50



<b>ЗНУ ІННІ Д7.42320.007.ПДП</b>					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Удосконалення АСУ проміжного передатувального пристрою "Cair box" прокатного стану НТЛС-1680 в умовах ЦПТЛ ПАТ "Запоріжсталь"		1:1
Разроб.	Макаренко О.В.						
Проб.	Обчинникова І.А.						
Т.контр.							
Н.контр.	Обчинникова І.А.						
Утв.					Лист	Листов	1
Проект дипломатерського пункту Копиравал						ЗНУ ІННІ Кафедра АУТП група В.1510 Формат А3	





Rev.	Change	Date	By	Check
1	Initial Issue	1997-01-01	J. Smith	
2	Minor Revisions	1997-01-15	J. Smith	
3	Final Approval	1997-01-30	J. Smith	

386/486 PC-168/167  
 386/486 PC-168/167  
 386/486 PC-168/167

