

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається  
В.о. завідувача кафедри  
комп'ютерних наук та інженерії  
д.т.н., проф. Рязанцев О. І.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**НА ТЕМУ:**

**Алгоритми та програмне забезпечення підсистеми керування стапелем**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “Магістр”  
Спеціальність 122 – “Комп’ютерні науки”

Науковий керівник роботи:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ларгін В. А.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Критська Я. О.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Студент:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Бриль В. О.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Група:

КН-19зм

Сєвєродонецьк 20\_\_

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії  
Освітньо-кваліфікаційний  
рівень магістр  
Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
(шифр і назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

т.в.о. завідувача кафедри  
компютерних наук та інженерії  
к.т.н., доц. Кардашук В. С.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Брилю Вадиму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Алгоритми та програмне забезпечення підсистеми керування стапелем

керівник проекту (роботи) Ларгін В. А.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «05» 10 2020 р. № 141/15.15

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи матеріали науково-дослідницької практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд об'єкту дослідження. Розробка алгоритмів комплексу програм. Написання комплексу програм. Тестування роботи комплексу програм. Охорона праці. Висновки.

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

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	ст. викл. кафедри КНІ Критська Я. О.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту ( роботи )	Примітка
1	Огляд літератури з теми ДП і постановка задачі	07.09.2020 – 27.09.2020	
2	Дослідження сучасних методів розробки програмного забезпечення	28.09.2020 – 11.10.2020	
3	Дослідження методів алгоритмізації	12.10.2020 – 01.11.2020	
4	Розробка комплекту програм	02.11.2020 – 13.12.2020	
5	Розробка розділу охорона праці	14.12.2020 – 27.12.2020	
6	Оформлення електронних плакатів	28.12.2020 – 07.01.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	08.01.2021 – 14.01.2021	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бриль В. О.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Науковий керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ларгін В. А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту магістра: 88 сторінок, 51 рисунок, 10 таблиць, 16 бібліографічних джерел, 1 додаток.

Предметом дослідницької праці є дослідження та розробка алгоритмів та програмного забезпечення підсистеми керування стапелем.

У вступі представляється об'єкт дослідження з обґрунтуванням його практичної та теоретичної важливості.

У першому розділі представлена інформація про структуру об'єкту дослідження та визначаються вимоги до програмного забезпечення з постановкою технічного завдання.

Другий розділ містить у собі детальний опис інструментів розробки.

В третьому розділі представлено проектування та розробку програми та алгоритмів.

Висновок являє собою підведення підсумків та перспектив проекту у майбутньому.

## ЗМІСТ

Вступ	6
<b>1 ОГЛЯД СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІЙ ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАПЕЛЕМ. ПОСТАНОВКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ</b>	7
1.1 Програмно-технічний комплекс системи групового та індивідуального управління	7
1.1.1 Призначення ПТК СГІУ	7
1.1.2 Структура ПТК СГІУ	8
1.1.2.1 Підсистема захисту, групового та індивідуального управління	8
1.1.2.2 Підсистема контролю та управління приводами	9
1.1.2.3 Підсистема електроживлення	9
1.1.2.4 Підсистема взаємодії з оператором	10
1.1.2.5 Підсистема контролю та діагностування	11
1.1.2.6 Підсистема управління стапелем	11
1.2 Структура підсистеми управління стапелем	12
1.3 Актуальність розробки	13
1.4 Основні вимоги до програмного забезпечення підсистеми управління стапелем	13
1.5 Постановка задачі	17
Висновок до розділу 1	17
<b>2 АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ</b>	18
2.1 Загальні відомості	18
2.2 Системне програмне забезпечення операторських та серверних станцій. Підсистема відображення даних та ведення архівів	18
2.2.1 Загальні відомості	18
2.2.2 Основні компоненти комплексу програм «20298»	18
2.2.3 Інструментальні компоненти комплексу програм «20298»	19
2.2.4 Використання комплексу «20298» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем	22
2.3 Комплекс програм цільового програмування КМп	22
2.3.1 Загальні відомості	22
2.3.2 Використання комплексу «20400» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем	23
2.4 Комплекс програм технологічного програмування «ЯРУС 4.0»	23
2.4.1 Загальні відомості	23
2.4.2 Функціональні можливості	24
2.4.3 Алгоритми вирівнювання	24
2.4.4 Використання комплексу «40400» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем	27
2.5 Інструментальні засоби автоматизованого проектування	28
2.5.1 Загальні відомості	28
2.5.2 Функціональні можливості	28
2.5.3 Модулі комплексу програм «70400»	29
2.5.4 Використання комплексу «70400» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем	34
2.6 Аналіз отриманих даних	35
Висновок до розділу 2	35
<b>3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	36
3.1 Розробка ПЗ для ноутбука (ПЗ ВР) за допомогою комплексу програм «20298»	36

<b>3.1.1 Розробка інтерфейсу взаємодії з користувачем</b>	36
<b>3.1.2 Налаштування роботи компонентів інтерфейсу</b>	43
<b>3.1.3 Налаштування ОБД</b>	45
<b>3.1.4 Прив'язка компонентів інтерфейсу до ОБД</b>	47
<b>3.2 Розробка ПЗ для КМп (ПЗ НР) за допомогою комплексів програм «20400» та «40400»</b>	48
<b>3.2.1 Загальні відомості</b>	48
<b>3.2.3 Реалізація алгоритмів управління</b>	50
<b>3.2.3.1 Реалізація алгоритму подачі команд «Вверх» та «Вниз»</b>	50
<b>3.2.3.2 Реалізація алгоритму подачі команди «Сброс»</b>	52
<b>3.2.3.3 Реалізація алгоритму подачі команди «Утримування»</b>	54
<b>3.3 Збір проекту за допомогою комплексу програм «70400»</b>	55
<b>3.4 Перевірка функціональних можливостей ПЗ підсистеми управління стапелем</b>	57
<b>Висновок до розділу 3</b>	62
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	63
<b>4.1. Загальні питання з охорони праці</b>	63
<b>4.2 Аналіз стану умов праці</b>	64
<b>4.3 Вимоги до приміщення</b>	65
<b>4.4 Вимоги до організації місця праці</b>	65
<b>4.5 Пожежна безпека</b>	66
<b>4.6 Мікроклімат</b>	66
<b>4.7 Освітлення</b>	67
<b>4.8 Вентилювання</b>	69
<b>4.9 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій</b>	69
<b>4.10 Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі)</b>	70
<b>4.11 Охорона навколишнього природного середовища</b>	73
<b>Висновки до розділу 4</b>	74
<b>ВИСНОВКИ</b>	75
<b>ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ</b>	76
<b>ДОДАТОК А</b>	77

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АЗ	– Аварійний захист;
АРП	– Автоматичний регулятор потужності;
БД	– База даних;
БЩУ	– Блоковий щит управління;
ДФБ	– Додатковий функціональний блок;
ІПП	– Індикатор положення приводу;
КМп	– Контролер мікропроцесорний;
Комплекс програм «20298»	– Системне програмне забезпечення операторських та серверних станцій;
Комплекс програм «20400»	– Комплекс програм цільового програмування МСКУ/КМп;
Комплекс програм «40400»	– Комплекс програм технологічного програмування «ЯРУС 4.0»;
Комплекс програм «70400»	– Інструментальні засоби автоматизованого проектування;
НЖУ	– Нижній жорсткий упор;
ОБД	– Оперативна база даних;
ОР СУЗ	– Орган регулювання системи управління та захисту;
ПВО	– Підсистема взаємодії з оператором ;
ПВП	– Пристрій визначення положення ;
ПДУ	– Пульт дистанційного управління;
ПЕ	– Підсистема електроживлення ;
ПЗ	– Програмне забезпечення;
ПЗ ВР	– Програмне забезпечення верхнього рівня;
ПЗ НР	– Програмне забезпечення нижнього рівня;
ПЗ-1	– Попереджувальний захист першого рівня;
ПЗ-2	– Попереджувальний захист другого рівня;
ПЗГУ	– Підсистема захисту, групового та індивідуального управління;
ПКД	– Підсистема контролю та діагностування;
ПКУП	– Підсистема контролю та управління приводами;
ППЗ	– Прискорений попереджувальний захист ;
ПСЖ	– Пристрій силового живлення;
ПУ	– Пульт управління;
РЩУ	– Резервний щит управління;
СГУ	– Система групового та індивідуального управління;
СД	– Сервер діагностики;
УС	– Управляюча система;
ФБ	– Функціональний блок;
ШУС	– Шафа управління стапелем.

## ВСТУП

Ядерний реактор є головним елементом атомної електростанції. Він являє собою ємність циліндричної форми з поміщеними всередину стрижнями з ядерним паливом. Для контролю ядерної реакції між стрижнями ядерного палива поміщаються поглинаючі стрижні, які вловлюють нейтрони речовини, наприклад, кадмію, гафнію або бору. Регулювання обсягу виробленого тепла відбувається завдяки введенню або вийманню поглинаючих стержнів.

Введення та виймання стержнів відбувається за допомогою органів регулювання системи управління та захисту (далі – ОР СУЗ).

Система групового та індивідуального управління (далі – СГІУ) призначена для управління та контролю положення ОР СУЗ.

Підсистема управління стапелем є частиною СГІУ та призначена для:

- управління і контролю положення одного ОР СУЗ, встановленого на колоні вертикального станду;
- перевірки працездатності індикаторів положення та блоків, що входять до складу підсистем управління та контролю положення.

Стапель – це вертикальний станд, на якому встановлений один ОР СУЗ. Положення ОР СУЗ визначається датчиком положення та передається у підсистему управління стапелем для подальшої обробки та візуалізації.

У зв'язку з виконанням робіт по розробці СГІУ (з використанням новітнього обладнання та алгоритмів) виникла необхідність в розробці програмного забезпечення для підсистеми управління стапелем.

Метою дипломного проекту є розробка програмного забезпечення для підсистеми управління стапелем, яке:

- перевіряє працездатність встановленого на вертикальному станді приводу і датчика положення;
- забезпечує функції управління ОР СУЗ (для перевірки працездатності встановленого на вертикальному станді приводу і датчика положення);
- забезпечує реєстрацію та індикацію технологічної інформації;
- забезпечує функцію постійної діагностики обладнання;
- формує протоколи перевірок обладнання.



# 1 ОГЛЯД СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІЙ ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАПЕЛЕМ. ПОСТАНОВКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

## 1.1 Система групового та індивідуального управління

### 1.1.1 Призначення СГІУ

СГІУ призначена для виконання наступних основних функцій:

- знеструмлення електроживлення всіх приводів ОР СУЗ при надходженні команд аварійного захисту (далі – АЗ), що викликає їх падіння до нижнього жорсткого упору (далі – НЖУ);
- автоматичне зниження потужності реактора при надходженні сигналів прискореного попереджувального захисту (далі – ППЗ) шляхом знеструмлення електроживлення приводів ОР СУЗ однієї задалегідь заданої групи, що викликає їх падіння до НЖУ;
- автоматичне зниження потужності реактора при надходженні сигналів попереджувального захисту першого рівня (далі – ПЗ-1) шляхом почергового руху вниз груп ОР СУЗ в проектній послідовності (при знятті сигналу ПЗ-1 рух груп вниз припиняється);
- введення (на час дії попереджувального захисту другого рівня (далі – ПЗ-2)) заборони на рух усіх ОР СУЗ вгору при надходженні сигналів ПЗ-2, рух вниз при цьому дозволяється;
- управління індивідуальним ОР СУЗ або групою ОР СУЗ в режимах дистанційного (ручного) індивідуального або групового управління ОР СУЗ з передачею руху від групи до групи і без передачі руху;
- автоматичне регулювання потужності реактора по командам від автоматичного регулятора потужності;
- контроль положення ОР СУЗ за сигналами від датчиків положення ОР СУЗ;
- індикація положення ОР СУЗ на блоковому щиті управління (далі – БЩУ) і резервному щиті управління (далі – РЩУ);
- формування сигналу про несанкціоноване падіння ОР СУЗ;
- вибір робочої групи ППЗ, а також переведення СГІУ в режим підтримки виконання фізексперимента або імітації;

– формування масивів даних по положенню і стану всіх ОР СУЗ реактора, функціонуванню і стану обладнання СГІУ, даних для побудови діаграми падіння ОР СУЗ з метою оцінки часу падіння ОР СУЗ за сигналами АЗ і ППЗ;

– інформаційну підтримку оперативного персоналу БЩУ в частині формування масивів даних для подання на відеокадрах монітора пульта БЩУ інформації по положенню всіх ОР СУЗ, стану і функціонуванню СГІУ, сформованим командам та іншій інформації, необхідній оператору для ведення процесу управління.

### **1.1.2 Структура СГІУ**

СГІУ складається з наступних підсистем:

– підсистема захисту, групового та індивідуального управління (далі – ПЗГІУ);

– підсистема контролю та управління приводами (далі – ПКУП);

– підсистема електроживлення (далі – ПЕ);

– підсистема взаємодії з оператором (далі – ПВО);

– підсистема контролю та діагностування (далі – ПКД);

– підсистема управління стапелем.

#### **1.1.2.1 Підсистема захисту, групового та індивідуального управління**

ПЗГІУ складається з трьох каналів управління (реалізованих у вигляді трьох незалежних шаф захисту і управління, які мають власне програмне забезпечення (далі – ПЗ). Кожен з каналів управління забезпечує:

– прийом сигналів захисту в від двох комплектів систем захисту і команд управління від пультавого обладнання та автоматичного регулятора потужності (далі – АРП);

– прийом інформації про поточне положення і стан усіх ОР СУЗ від ПКУП;

– зв'язок з сусідніми каналами управління для прийняття рішень на основі мажоритарного принципу «два з трьох»;

– формування команд управління і захисту для груп ОР СУЗ або індивідуальних ОР СУЗ відповідно до прийнятих сигналів і поточного положення приводів;

– обмін інформацією з пультом оперативного спостереження, підсистемою діагностики обладнання, індикаторами положення приводів (далі – ІПП) на БЩУ і РЩУ;

– вибір групи УПЗ;

- підтримку функції виконання фізексперименту, можливість переведення СГІУ в режим «Імітація»;
- діагностування власних технічних і програмних засобів з видачею діагностичної інформації в ПКД.

### **1.1.2.2 Підсистема контролю та управління приводами**

ПКУП забезпечує управління приводами ОР СУЗ по командам від ПЗГІУ, контроль положення ОР СУЗ за сигналами від датчиків положення, формування інформації про стан ОР СУЗ в ПЗГІУ для використання в алгоритмах управління ОР СУЗ і відображення на ІПП БЩУ, РЩУ.

Основні функції ПКУП:

- формування дій на електромагніти приводів ОР СУЗ по командам управління від ШЗУ. Формування узагальнених команд управління ОР СУЗ виконується на основі мажоритарної логіки "два з трьох";
- утримання ОР СУЗ в режимі зупинки під струмом в будь-якому положенні від низу активної зони реактора;
- забезпечення повного управління ОР СУЗ при переході з основного на резервний канал управління;
- контроль опору і індуктивності котушок електромагнітів приводів ОР СУЗ;
- передачу в ПЗГІУ технологічної і діагностичної інформації.

### **1.1.2.3 Підсистема електроживлення**

Обладнання ПЕ забезпечує:

- надійне електроживлення всього логічного обладнання СГІУ при наявності хоча б одного з трьох вводів надійного електроживлення;
- резервування обладнання логічного електроживлення;
- резервування обладнання розподілу логічного електроживлення, включаючи кабельні лінії зв'язку;;
- захист від перевантаження і короткого замикання ліній;
- діагностику параметрів електроживлення і стану власних технічних засобів (з використанням вбудованих в шафи ПЕ контролерів);
- видачу діагностичної інформації в ПКД по інтерфейсу Ethernet.

#### 1.1.2.4 Підсистема взаємодії з оператором

ПВО виконує наступні функції:

– вибір режиму управління переміщенням ОР СУЗ по командам, отриманим від органів управління, розташованих на пульті оператора БЩУ:

1) режим групового управління ОР СУЗ з передачею і без передачі руху по командам від оператора пульта БЩУ;

2) режим індивідуального управління ОР СУЗ по командам від оператора пульта БЩУ;

3) режим групового управління ОР СУЗ з передачею і без передачі руху по командам від АРП;

4) зняття ОР СУЗ з упору;

5) режим вирівнювання ОР СУЗ в групі;

– вибір індивідуального ОР СУЗ або групи ОР СУЗ для ручного управління по командам від оператора БЩУ;

– ручне управління переміщенням ОР СУЗ в заданих режимах за допомогою органів управління, розташованих на пульті оператора БЩУ;

– зняття ПЗ-2 по кнопці «Блокування ПЗ-2» в разі несанкціонованого падіння ОР СУЗ (наявність сигналу несанкціоноване падіння ОР СУЗ на виході ПТК СГІУ);

– вибір групи АРП для управління в автоматичному режимі;

– введення режиму вирівнювання ОР СУЗ в групі, що працює під управлінням АРП;

– інформаційну підтримку оператора БЩУ шляхом подання на моніторі пульта БЩУ інформації про важливі параметри функціонування СГІУ, а також стан ОР СУЗ;

– індикацію положення окремих ОР СУЗ на індикаторах табло БЩУ та РЩУ;

– підтримку виконання функцій «фізексперимент» і «імітація».

Функції «фізексперименту» використовуються для перевірки роботи системи під час аварійної ситуації. До функцій «фізексперименту» відносяться:

– сброс всіх ОР СУЗ з «застряванням» одного;

– сброс індивідуального ОР СУЗ;

– сброс всіх ОР СУЗ.

### 1.1.2.5 Підсистема контролю та діагностування

ПКД виконує наступні основні функції:

- прийом діагностичної та технологічної інформації від обладнання СГГУ;
- візуалізацію і архівування, отриманих діагностичних і технологічних даних;
- прийом сигналу єдиного часу;
- формування сигналів мережі єдиного часу для синхронізації роботи компонентів СГГУ;
- формування звітів і протоколів в зручній для користувача формі;
- формування дискретних сигналів для викличної сигналізації на БЩУ;
- управління підсвічуванням органів управління БЩУ;
- видачу інформації про стан ОР СУЗ в існуючі інформаційні системи атомної станції.

### 1.1.2.6 Підсистема управління стапелем

Підсистема управління стапелем повинна забезпечувати:

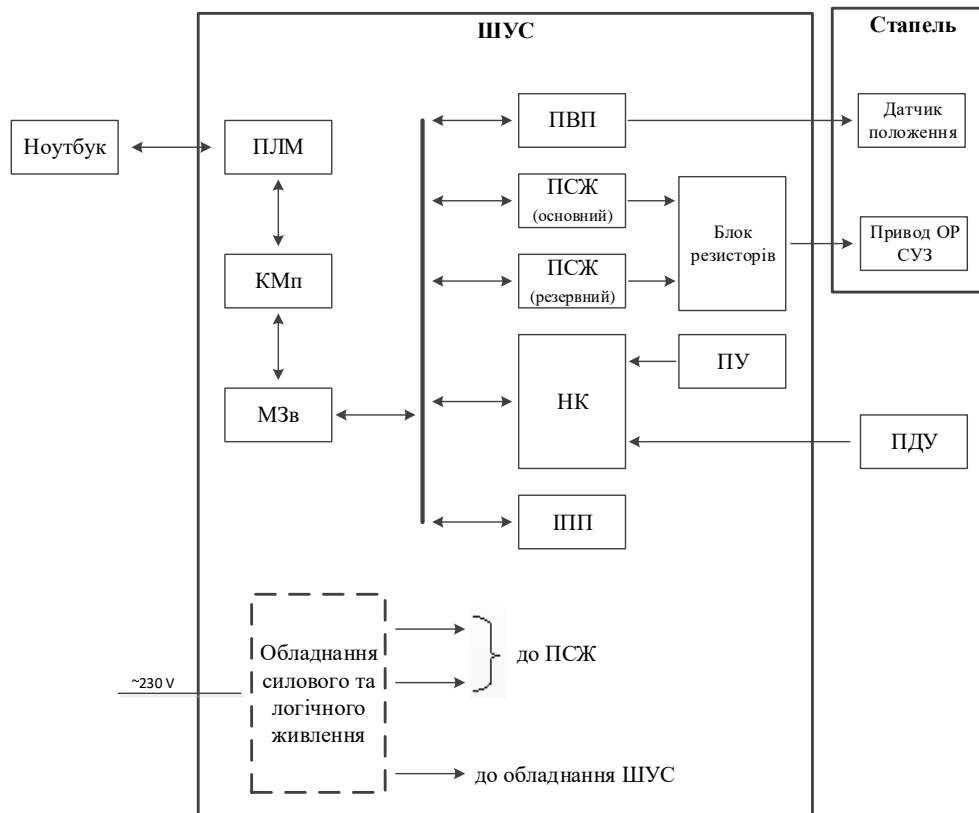
- прийом команд управління від:
  - 1) органів ручного управління, розташованих на лицьовій панелі шафи управління стапелем (далі – ШУС);
  - 2) зовнішнього пульта дистанційного керування;
  - 3) зовнішнього ноутбука (або комп'ютера);
- формування сигналів на привід ОР СУЗ відповідно до прийнятих команд управління за допомогою дубльованих пристроїв силового живлення (далі – ПСЖ);
- контроль положення ОР СУЗ за сигналами від датчика за допомогою пристрою визначення положення (далі – ПВП);
- індикацію положення ОР СУЗ за допомогою ППП на лицьовій панелі шафи;
- перевірку працездатності блоків та пристроїв, що входять до складу ПКУП;
- можливість перемикання для роботи з зовнішнім датчиком положення або з вбудованим в ШУС імітатором датчика;
- імітацію наявності / відсутності трьох дискретних сигналів “Скидання ОР СУЗ” для ПСЖ;
- можливість контролю струму, що формуються на привід ОР СУЗ.

## 1.2 Структура підсистеми управління стапелем

Підсистема управління стапелем реалізується у вигляді шафи управління стапелем (далі – ШУС) та обладнання стапеля (одного ОР СУЗ та датчику положення).

Загальну схему ШУС наведено на рисунку 1.1.

Схема обміну даними підсистеми управління стапелем наведено на рисунку 1.2.



Примітки:

ПЛМ – перетворювач локальної мережі;

МЗв – модуль зв'язку;

НК – нормалізатор контактний.

Рисунок 1.1 – Загальна схема ШУС

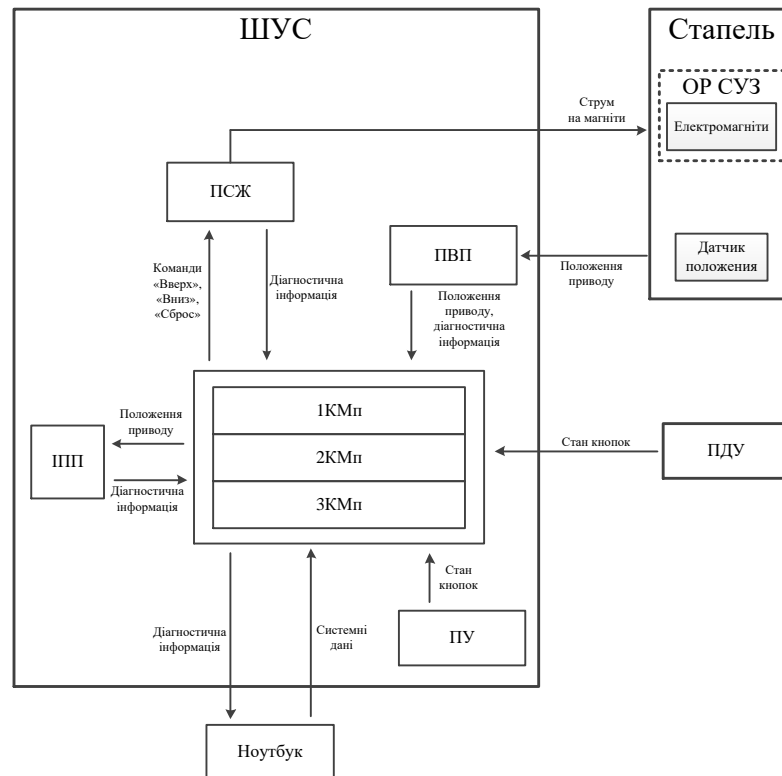


Рисунок 1.2 – Схема обміну даними підсистеми управління стапелем

### 1.3 Актуальність розробки

У зв'язку з виконанням робіт по розробці СГІУ (з використанням новітнього обладнання та алгоритмів) виникла необхідність в розробці ПЗ для підсистеми управління стапелем.

### 1.4 Основні вимоги до програмного забезпечення підсистеми управління стапелем

ПЗ підсистеми управління стапелем має забезпечувати виконання наступних функцій:

– перевірка працездатності електромагнітів, а також датчиків положення на вертикальному стенді (стапель);

– перевірка працездатності обладнання ПКУП в складі:

- 1) ПВП;
- 2) ПСЖ;

## 3) ПП.

Для перевірки працездатності встановленого на вертикальному стенді приводу і датчика положення ПЗ підсистеми управління стапелем має забезпечувати такі функції управління ОР:

- формування команд на підйом (команда “Більше”) або опускання (команда “Менше”) підключеного ОР, як в автоматичному, так і ручному режимі управління;
- формування команди АЗ для знеструмлення електромагнітів приводу ОР, що викликає падіння його під дією власної ваги до крайнього нижнього положення (скидання ОР);

В частині інформаційних функцій діагностики приводу і датчика положення ПЗ підсистеми управління стапелем має забезпечувати реєстрацію та індикацію наступної інформації:

- кількість виконаних команд скидання ОР;
- кількість виконаних кроків;
- кількість подвійних повних переміщень (ходів) приводу;
- поточну зону положення ОР, а також положення в кроках, в мм;
- обраний режим управління ОР та напрямок переміщення;
- загальний час падіння при скиданні, а також час падіння по кожній зоні;
- поточна напруга на котушках датчика положення;
- поточна осцилограма струмів електромагнітів приводу.

У частині інформаційних функцій діагностики ПВП, ПСЖ та ПП ПЗ підсистеми управління стапелем має забезпечувати функцію фонові діагностики перерахованого обладнання.

ПЗ підсистеми управління стапелем має забезпечувати виконання наступних сервісних функцій:

- копіювання всіх архівних даних на зовнішній flash-носій (при відповідності обсягу даних і обсягу носія);
- перегляд збережених архівних даних на будь-якому ПК під управлінням ОС Windows;
- збереження обраних оператором протоколів, а також отримання протоколів для друку у вигляді, що не вимагає додаткового форматування;
- роботу з групою параметрів «уставки СГІУ». Забезпечення можливості введення і подальшого запису уставок для наступного обладнання СГІУ:

1) ПСЖ;

2) ПВП;



3) Обладнання ПЗГІУ;

4) Обладнання ПКД;

5) Обладнання ПКУП.

ПЗ підсистеми управління стапелем ділиться на дві групи:

– ПЗ нижнього рівня (далі – ПЗ НР), яке функціонує в контролері мікропроцесорному (далі – КМп);

– ПЗ верхнього рівня (далі – ПЗ ВР), що функціонує в ноутбучі (або комп'ютері).

ПЗ НР має виконувати всі функції ПЗ підсистеми захисту, групового та індивідуального управління.

В ПЗ НР має бути реалізована можливість прийому даних по мережі Ethernet у вигляді сигналів аварійних захистів, а також команд на переміщення ОР від ноутбука.

ПЗ ВР повинно забезпечувати роботу в наступних режимах:

– «Основний» – передбачається ручне або автоматизоване управління переміщенням ОР СУЗ. У режимі ручного управління повинно забезпечуватися формування команд на рух, утримання і скидання ОР СУЗ шляхом впливу на органи управління пульта управління (далі – ПУ) або пульта дистанційного управління (далі – ПДУ). Команди, що формуються в режимі ручного управління, в залежності від положення органів управління на ПУ і ПДУ, наведені в таблиці 1.1. У режимі автоматизованого управління ОР СУЗ має забезпечуватися формування команд на рух, утримання і скидання ОР СУЗ відповідно до сценарію, обраним оператором на ПК;

– «Перевірка» – передбачається ручна або автоматизована перевірка роботи (справності датчиків струму і напруги) ПСЖ.

Таблиця 1.1 – Формування команд управління

Положення органів управління переміщенням приводу ОР СУЗ					Кнопки ПДУ			Сигнали стану автоматичних вимикачів в монтажному корпусі		Стан ПДУ	Команда
Кнопка «Сброс ОР»		Кнопка «Ручне управління»			Вверх*	Стоп	Вниз*	Стан привода	Стан датчика		
Сброс	Управління	В	О	Н							
+	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Сброс
-	+	x	x	x	x	x	x	0	x	x	
-	+	x	x	x	x	x	x	x	0	x	
-	+	x	x	x	+	x	+	1	1	1	Вниз
-	+	-	-	+	x	x	x	1	1	0	
-	+	x	x	x	-	-	+	1	1	1	Утримання
-	+	-	+	-	x	x	x	1	1	0	
-	+	x	x	x	-	-	-	1	1	1	
-	+	x	x	x	-	+	-	1	1	1	
-	+	x	x	x	+	+	-	1	1	1	
-	+	x	x	x	-	+	+	1	1	1	Вверх
-	+	+	-	-	x	x	x	1	1	0	
-	+	x	x	x	+	-	-	1	1	1	

Примітки:

1) У таблиці прийняті умовні позначення:  
«+» - ключ або кнопка повинні знаходитися в зазначеному положенні;  
«-» - ключ або кнопка не повинні знаходитися в зазначеному положенні;  
«X» - зазначене положення ключа або кнопки байдуже;  
«1» - замкнутий стан контакту (включений автоматичний вимикач або підключений ПДУ);  
«0» - розімкнутий стан контакту (виключеному автоматичний вимикача або відключений ПДУ).

2) Символом «\*» позначені кнопки, при тривалому (більше 5 с) утриманні яких має бути забезпечено програмний самопідхват до натискання іншої кнопки (рух ОР СУЗ має зупинитися по досягненню одного з кінцевих положень).

Додатково ПЗ ВР має надавати наступні можливості:

– реєстрація, архівування та перегляд, як поточних, так і за будь-який проміжок часу всіх параметрів приводу і датчика положення;

– отримання штатних протоколів перевірки приводу і датчика положення;

– використання ПЗ фонові діагностики для контролю працездатності ПВП, ПСЖ і

ППП.

## **1.5 Постановка задачі**

Повинно бути розроблено ПЗ підсистеми управління стапелем, яке повинно відповідати вимогам пункту 1.4 та виконувати наступні функції:

- перевірка працездатності встановленого на вертикальному стенді приводу і датчика положення;
- управління ОР СУЗ (для перевірки працездатності встановленого на вертикальному стенді приводу і датчика положення);
- реєстрація та індикація технологічної інформації;
- забезпечення постійної діагностики обладнання;
- формування протоколів перевірок обладнання.

## **Висновок до розділу 1**

У цьому розділі був проведений огляд структури і функцій підсистеми управління стапелем. Були сформовані вимоги до програмного забезпечення підсистеми управління стапелем.

## **2. АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ**

### **2.1 Загальні відомості**

У розділі 2 має бути проведений аналіз та детальний опис інструментів розробки для ПЗ систем автоматизованого управління технологічними процесами.

### **2.2 Системне програмне забезпечення операторських та серверних станцій. Підсистема відображення даних та ведення архівів**

#### **2.2.1 Загальні відомості**

Системне програмне забезпечення операторських та серверних станцій (далі – комплекс програм «20298») призначене для реалізації функцій відображення стану технологічного процесу, накопичення архівів та формування звітів в операторських станціях систем управління технологічними процесами.

Комплекс програм «20298» включає програмні компоненти, які забезпечують можливість налаштування та подальшого функціонування у реальному часі програмних підсистем відображення інформації у вигляді відеокадрів, формування повідомлень про події та порушення, архівування повідомлень про події та порушення, архівування параметрів, архівування звітів, звукових супроводжень сформованих повідомлень про порушення.

Комплекс програм «20298» також надає бібліотеки функцій формування елементів оперативної бази даних (далі - ОБД) по значенням інших елементів ОБД та організації взаємодії між ОБД та зовнішнього обладнання. Ці бібліотеки функцій розширюють функціональні можливості сервера ОБД.

Комплекс програм «20298» також надає ряд сервісних програм, які оптимізують процес розробки та наладки систем.

Детальний опис комплексу програм «20298» наведено у документі [13].

#### **2.2.2 Основні компоненти комплексу програм «20298»**

Комплекс програм «20298» включає компоненти, що призначені для реалізації функцій наступних основних програмних підсистем:

- підсистеми відображення інформації у вигляді відеокадрів;
- підсистеми формування повідомлень про події та порушення;
- підсистеми архівування повідомлень про події та порушення;
- підсистеми архівування параметрів;
- підсистеми архівування звітів;
- підсистеми звукових супроводжень сформованих повідомлень про порушення.

Комплекс програм «20298» використовує «клієнт-серверну» технологію та реалізує в даній технології як функції серверів, так і функції клієнтських додатків різного функціонального призначення. Сервери та клієнтські програми можуть бути розміщені на одній або на різних робочих станціях.

Основним джерелом інформації для програмних компонент комплексу програм «20298» є дані, які надає сервер ОБД або декілька серверів ОБД.

Конфігураційними файлами налаштування програм комплексу «20298» являються текстові файли, які створюються за допомогою будь-якого штатного текстового редактора. Файлу можна присвоїти будь-яке ім'я, допустиме в ОС Linux або ОС Windows, він може знаходитися у будь-якому каталозі. Шлях та ім'я файлу передаються програмно під час запуску (в командному рядку).

Налаштування програми можуть бути включені у склад текстового файлу, який має інші дані (наприклад, налаштування інших підпрограм). Пошук своїх налаштувань програма виконує по операторам наступного формату: **Section ім'я{...}EndSection**, де ім'я – найменування секції конфігурування відповідної програми.

### 2.2.3 Інструментальні компоненти комплексу програм «20298»

Всі функціональні компоненти комплексу програм «20298» налаштовуються, в основному, за допомогою текстових конфігураційних файлів.

Інструментальні компоненти комплексу програм «20298», перераховані у даному підрозділі, являються додатковими автономними інструментальними програмами, призначеними для налаштування підсистеми відображення та підвищення ефективності використання мови скриптів.

До інструментальних компонентів комплексу програм «20298» відносяться:

- інструментальна програма «**EDS\_designer**»;
- інструментальна програма «**CalcLib**»;
- інструментальна програма «**CreateCalc**».

Інструментальна програма підготовки відеокadrів «EDS\_designer» (дизайнер відеокadrів) та її компоненти (примітиви) відображення інформації, які дозволяють створювати інтерактивні відеокadри, які оператор буде використовувати для перегляду даних та управління технологічним процесом.

Результатом підготовки відеокadrів за допомогою дизайнера відеокadrів є XML-файли відеокadrів (файли з розширенням .ui). Загальний вигляд дизайнера відеокadrів приведено на рисунку 2.1.

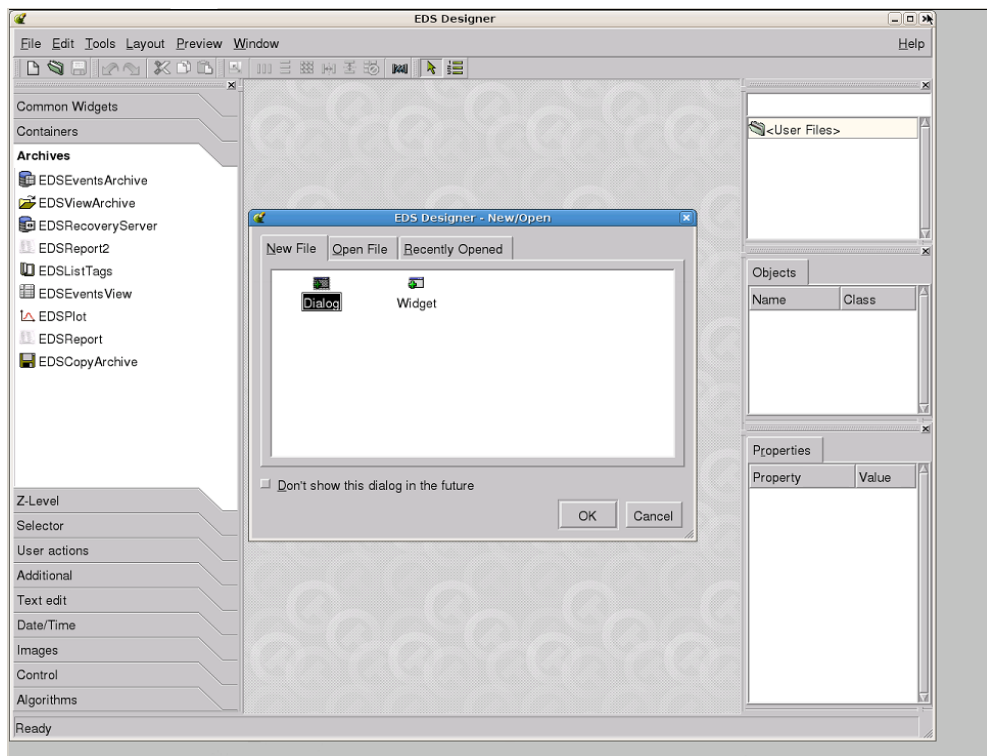


Рисунок 2.1 - Робоче вікно програми підготовки відеокadrів

Інструментальна програма «CalcLib» надає можливість створення бібліотек скриптів.

Бібліотека скриптів – це бінарний файл (як правило, с розширенням «.lib»), що включає один або декілька скриптів, які перетворені у бінарний формат.

Перетворення у бінарний формат забезпечує прискорений процес виконання скриптів, а також спрощує спосіб зберігання та контроль цілісності даних скриптів.

Інструментальна програма «CalcLib» призначена для виконання наступних дій:

1) перетворення текстового файлу скриптів (.cpp) у бінарний файл бібліотеки скриптів (.lib);

2) перетворення текстового файлу скриптів (.cpp) у бінарний машинезалежний формат і додавання його до існуючої бібліотеки скриптів (.lib);

3) виконання сервісних операцій:

- перегляд вмісту бібліотеки скриптів;
- тестового виконання вказаної функції (без реального запиту до ОБД);
- оцінки часу виконання вказаної функції (без реального запиту до ОБД);
- тестового виконання вказаної функції (без реального запиту до ОБД) з наданням можливості перегляду проміжних значень змінних.

Формат команди запуску програми (ОС Linux, ОС Windows):

- запуск програми для створення або доповнення бібліотеки скриптів: **CalcLib**

*CppFile LibFile*

де *CppFile* - шлях та ім'я текстового файлу (як правило, з розширенням «.cpp») об'явлення функцій, які включаються до бібліотеки скриптів;

*LibFile* - шлях та ім'я файлу бібліотеки (як правило, з розширенням «.lib»).

Якщо бібліотеки *LibFile* не існує, то виконується перетворення текстового файлу *CppFile* у бінарний формат та збереження результату перетворення у вигляді файлу бібліотеки з вказаним ім'ям.

Якщо бібліотека *LibFile* існує, то виконується перетворення файлу *CppFile* і додавання результату перетворення в існуючу бібліотеку.

- запуск програми для перегляду вмісту бібліотеки

**CalcLib** *LibFile*

де *LibFile* - шлях та ім'я файлу бібліотеки скриптів

- запуск програми для виконання сервісних операцій

**CalcLib** *CppFile* – *NameFunc* [**run**] [**debug/time**]

де *CppFile* - шлях та ім'я текстового файлу скриптів (як правило, з розширенням «.cpp»);

*NameFunc* - ім'я функції для тестового виконання;

**run** - ознака необхідності виконання вказаної параметром *NameFunc* функцію з файлу *CppFile*;

**debug** - ознака необхідності виконати:

або **1) debug** - вказану параметром *NameFunc* функцію в покроковому режимі;

**time**

**2) time** - оцінку часу виконання вказаної параметром *NameFunc* функції.

Інструментальна програма «CreateCalc» використовується для перетворення скриптів формування елементів ОБД по значенням інших елементів ОБД у бінарному форматі.

#### **2.2.4 Використання комплексу «20298» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем**

Під час виконання розробки ПЗ підсистеми управління стапелем, комплекс програм «20298» використовується для розробки ПЗ ноутбука, який входить до складу підсистеми управління стапелем.

Використання комплексу програм «20298» дозволяє:

- створити та редагувати інтерактивні відеокадри (для перегляду даних та управління технологічним процесом);
- створити та редагувати бібліотеки скриптів (для прискорення процесу виконання скриптів та забезпечення контролю цілісності ПЗ);
- сформувавши ОБД;
- реалізувати функції архівування та формування протоколів.

### **2.3 Комплекс програм цільового програмування КМп**

#### **2.3.1 Загальні відомості**

Комплекс програм цільового програмування МСКУ/КМп (далі – комплекс програм «20400») призначений для цільового програмування та налаштування компонентів ПТК систем управління.

Функціональні можливості комплексу програм «20400»:

- створення цільових управляючих систем для функціонування у КМп що входять до складу ПТК;
- створення налаштувань для робочих станцій, які входять до складу ПТК робочих станцій, які функціонують під управлінням комплексу програм «20298».

Налаштування для робочих станцій забезпечують:

- створення файлів налаштування для сервера (серверів) ОБД;
- створення файлів налаштування для бібліотек комплексу програм «20298», які забезпечують формування елементів ОБД.
- створення файлів налаштування для бібліотек комплексу програм «20298», які забезпечують формування значень параметрів, що передаються зовнішнім абонентам. Значення параметрів можуть бути отримані як від зовнішніх абонентів, так і сформовані у



результаті виконання алгоритмів. При передачі враховується фактор недостовірності та режим роботи контролера мікропроцесорного. Файли налаштувань для бібліотек формуються на основі списку параметрів, які передаються зовнішнім абонентам (список параметрів існує в окремому файлі).

- створення відеокадрів відображення алгоритмів прикладних програм;
- можливість підключення до створених комплексом програм «20400» файлів налаштувань робочої станції додаткових файлів налаштувань і упаковку всіх підготованих файлів настройки робочої станції в один zip-архів.

### **2.3.2 Використання комплексу «20400» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем**

Під час виконання розробки ПЗ підсистеми управління стапелем, комплекс програм «20400» використовується для розробки базового ПЗ кожного з трьох КМп, які входять до складу підсистеми управління стапелем.

Використання комплексу програм «20400» дозволяє:

- виконати розробку базового ПЗ КМп;
- виконати налаштування ноутбука, який функціонує під управлінням комплексу програм «20298».

Детальний опис комплексу програм «20400» наведено у документі [14].

## **2.4 Комплекс програм технологічного програмування «ЯРУС 4.0»**

### **2.4.1 Загальні відомості**

Комплекс програм технологічного програмування «ЯРУС 4.0» (далі – комплекс програм «40400») призначений для виконання наступних видів робіт по налаштуванню компонентів ПТК:

- розробка прикладного ПЗ КМп;
- підготовка налаштувань оперативної бази даних робочих станцій, підключених через мережу Ethernet до компонентів нижнього рівня ПТК і функціонуючих під управлінням комплексу програм «20298»;
- встановлення цільового ПЗ у Flash-пам'ять прикладних програм відповідного КМп;
- встановлення «резидентного ядра» у КМп;
- налагодження прикладних програм КМп.

«Резидентне ядро» включає програмні модулі для виконання базових функцій та являється незмінним.

«Резидентне ядро» забезпечує виконання наступних основних функцій:

- ініціалізація вузлів КМп згідно з конфігурацією технічних засобів;
  - контроль по «watch-dog» для захисту від «зависань» КМп;
  - ведення часу;
  - введення та виведення інформації для модулів зв'язку з об'єктом;
  - запуск і управління виконанням прикладних програм;
  - підтримка операцій обміну інформацією з іншими компонентами ПТК по каналам Ethernet;
  - періодичний та безперервний контролю стану технічних і програмних засобів.
- Детальний опис комплексу програм «40400» наведено у документі [15].

#### **2.4.2 Функціональні можливості**

При включенні КМп виконується автоматичний запуск стартових програм КМп (далі – СП) стартової системи (однакової для будь-якого КМп).

Стартова система записується у СП КМп виробником КМп та містить програми початкового тестування та ініціалізації КМп при включенні напруги, а також програми початкового завантаження і запуску ПЗ КМп.

Конфігурація технічних засобів УС МСКУ описуються за допомогою текстової мови макрокоманд опису конфігурації технічних засобів ПТК и текстової мови програмування прикладних програм УС МСКУ.

Програмування прикладних програм, які функціонують в КМп, може виконуватися за допомогою текстової мови програмування з використанням типових алгоритмів, реалізованих в вигляді зумовлених функціональних блоків (далі – ФБ). Також, за допомогою засобів комплексу програм «40400» є можливість створювати додаткові функціональні блоки (далі - ДФБ).

#### **2.4.3 Алгоритми вирівнювання**

Для підвищення надійності ПТК у кожному основному такті функціонування виконуються обміни даними між КМп та їх вирівнювання. Вирівнювання виконується для наступних видів даних:

- результатів введення аналогових і дискретних сигналів;

– робочих елементів ФБ та ДФБ з «внутрішньою пам'яттю» (наприклад, значення сигналів на виходах тригерів в алгоритмах ФБ);

– оперативно-вимірюваних значень за ініціативою серверу діагностики (налаштувань алгоритмів).

У формуванні результату вирівнювання приймають участь лише достовірні дані. Достовірність даних для формування результату вирівнювання визначається по наступним правилам:

– при відсутності прийому даних від будь-якого джерела даних усі дані цього КМп об'являються недостовірними. Власні дані кожного КМп при цій умові завжди вважається достовірними. Дані від іншого КМп вважаються прийнятими, якщо нормальний прийом повідомлень з даними для вирівнювання від цього КМп виконаний у поточному циклі роботи або не пізніше двох циклів назад. При відсутності нормального прийому повідомлень з даними для вирівнювання у продовж трьох та більше циклів підряд все дані цього КМп об'являються недостовірними;

– при допустимості використання даних для вирівнювання по факту їх прийому далі враховується індивідуальна достовірність прийнятих даних, сформована джерелами відповідних даних. Результати введення аналогових і дискретних сигналів в МСКУ вирівнюються з урахуванням поточного стану каналу вводу для кожного аналогового та дискретного вхідного сигналу. Окрім значення результату введення параметру присвоюється властивість «достовірність» (достовірний/недостовірний), яка передається разом з параметром. Дані, для яких не формується властивість недостовірності, вважаються достовірними.

Примітка – У процедурах фонові діагностики використовуються вихідні дані (без вирівнювання).

Правила вирівнювання аналогових параметрів приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Правила вирівнювання для аналогових сигналів

Достовірність для операції вирівнювання значення від КМп			Додаткова умова на співвідношення між значеннями КМп ( $X_A, X_B, X_C$ )	Результат вирівнювання в поточному КМп ( $V_C$ )
A	B	C (поточний)		
Так	Так	Так	$X_A \approx X_B \approx X_C$	$V_C =$ медіана від $X_A, X_B, X_C$
			$X_A \neq X_B \neq X_C$	Вирівнювання не виконується: $V_C = X_C$
			$X_A \approx X_B, X_A \neq X_C$	$V_C = (X_A + X_B)/2$
			$X_A \approx X_C, X_B \neq X_C$	$V_C = (X_A + X_C)/2$
			$X_B \approx X_C, X_B \neq X_A$	$V_C = (X_B + X_C)/2$
Так	Так	Ні	$X_A \approx X_B$	$V_C = (X_A + X_B)/2$
			$X_A \neq X_B$	Вирівнювання не виконується: зберігається попередній результат вирівнювання, встановлюється біт його недостовірності
Так	Ні	Так	$X_A \approx X_C$	$V_C = (X_A + X_C)/2$
			$X_A \neq X_C$	Вирівнювання не виконується, $V_C = X_C$
Ні	Так	Так	$X_B \approx X_C$	$V_C = (X_B + X_C)/2$
			$X_B \neq X_C$	Вирівнювання не виконується: $V_C = X_C$
Ні	Ні	Так	-	Вирівнювання не виконується: $V_C = X_C$
Так	Ні	Ні	-	Вирівнювання не виконується: зберігається попередній результат вирівнювання, встановлюється біт його недостовірності
Ні	Так	Ні		
Ні	Ні	Ні		

Примітки

- У таблиці прийняті наступні позначення: A, B, C – номери КМп ( $A, B, C = 1, 2, 3; A \neq B \neq C$ ).
- Значення аналогового сигналу вважається медіанним, якщо воно знаходиться між двома іншими або співпадає з одним із них.
- Умови  $X_A \approx X_B, X_A \approx X_C, \dots$  означають, що відповідні значення відрізняються одне від одного не більш ніж на 10 % від діапазону вимірювання сигналу.
- Умови  $X_A \neq X_B, X_A \neq X_C, \dots$  означають, що відповідні значення відрізняються одне від одного не більш ніж на 10 % від діапазону вимірювання сигналу.
- Фактично вирівнювання значень аналогового сигналу в КМп виконується тільки при приблизному збігу значень у двох або трьох КМп, а у всіх інших випадках кожен КМп передає на подальшу обробку своє значення при його достовірності або попередній результат при недостовірності поточного вимірюваного значення.

Правила вирівнювання дискретних параметрів приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Правила вирівнювання для дискретних сигналів

Достовірність для операції вирівнювання значення від КМп			Додаткова умова на співвідношення між значеннями КМп ( $X_A, X_B, X_C$ )	Результат вирівнювання в поточному КМп ( $V_C$ )
A	B	C (поточний)		
Так	Так	Так	$X_A = X_B = X_C$	$V_C = X_C$
			$X_A = X_B, X_A \neq X_C$	$V_C = X_A$
			$X_A = X_C, X_B \neq X_C$	$V_C = X_C$
			$X_B = X_C, X_A \neq X_C$	$V_C = X_C$
Так	Так	Ні	$X_A = X_B$	$V_C = X_A$
			$X_A \neq X_B$	Вирівнювання не виконується: зберігається попередній результат вирівнювання, встановлюється біт його недостовірності
Так	Ні	Так	$X_A = X_C$	$V_C = X_C$
			$X_A \neq X_C$	Вирівнювання не виконується, $V_C = X_C$
Ні	Так	Так	$X_B = X_C$	$V_C = X_C$
			$X_B \neq X_C$	Вирівнювання не виконується, $V_C = X_C$
Ні	Ні	Ні	-	Вирівнювання не виконується, $V_C = X_C$
Так	Ні	Ні	-	Вирівнювання не виконується: зберігається попередній результат вирівнювання, встановлюється біт його недостовірності
Ні	Так	Ні		
Ні	Ні	Ні		

Примітки  
 1 У таблиці прийняті наступні позначення: А, В, С – номери КМп (А, В, С =1, 2, 3; А≠В≠С).  
 2 Фактично вирівнювання значень дискретного сигналу в КМп виконується тільки при збігу значень в двох або трьох КМп, а у всіх інших випадках кожен КМп передає на подальшу обробку своє значення при його достовірності або попередній результат при недостовірності поточного виміряного значення.

#### 2.4.4 Використання комплексу «40400» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем

Під час виконання розробки ПЗ підсистеми управління стапелем, комплекс програм «40400» використовується для розробки базового ПЗ кожного з трьох КМп, які входять до складу підсистеми управління стапелем.

Використання комплексу програм «40400» дозволяє:

– виконати розробку прикладного ПЗ КМп;

- виконати налаштування підключення через мережу Ethernet;
- реалізувати функції діагностики обладнання підсистеми управління стапелем;
- реалізувати алгоритми вирівнювання;
- реалізувати алгоритми роботи підсистеми управління стапелем.

## **2.5 Інструментальні засоби автоматизованого проектування**

### **2.5.1 Загальні відомості**

Інструментальні засоби автоматизованого проектування (далі - комплекс програм «70400») призначені для автоматизованого проектування компонентів ПТК: створення програмного проекту, організація обмінних операцій між компонентами ПТК, редагування прикладних програм у графічному вигляді.

Детальний опис комплексу програм «70400» наведено у документі [16].

### **2.5.2 Функціональні можливості**

Основні функції комплексу програм «70400»:

- функція авторизації користувача;
- функція редагування списку користувачів;
- функція перегляду конфігураційної БД;
- функція синхронізації БД користувача з зовнішнім джерелом даних;
- функція перегляду вмісту БД користувача;
- функція синхронізації прикладних програм з зовнішнього джерела даних;
- функція синхронізації ДФБ з зовнішнього джерела даних;
- функція редагування прикладних програм у графічному вигляді;
- функція формування списку прикладних програм, які відображаються на робочі станції;
- функція редагування блоків обміну даними;
- функція редагування набору зображень;
- функція редагування ФБ та ДФБ;
- функція перегляду та редагування бази знань (типів обладнання);
- функція формування завдання на збірку комплектів ПЗ;
- функція наладки та редагування підпрограм перевірки даних;
- функція формування результуючих файлів групового проекту для отримання комплектів ПЗ.

Додаткові функції комплексу програм «70400», необхідні для реалізації основних функцій:

- функція завантаження модулів;
- функція відображення конфігураційної бази даних, технологічної бази даних, редактора прикладних програм, редактора сценаріїв, редактора обміну блоків даних у вигляді роздільних графічних областей, які називаються видами;
- функція переключення видів даних;
- функція роботи с груповим проектом ПТК;
- набір функцій взаємодії з технологічною базою даних, конфігураційною базою даних та базою знань (додавання, видалення, редагування, вибірка даних);
- функція відміни/повернення останньої дії користувача при роботі з даними;
- набір функцій фонові перевірки даних, які редагує користувач.

### **2.5.3 Модулі комплексу програм «70400»**

Комплекс програм «70400» складається з наступних модулів:

- майстер синхронізації даних користувача з зовнішнього джерела;
- перегляд даних користувача;
- редактор обладнання;
- редактор технологічних параметрів;
- редактор блоків обміну даними;
- редактор прикладних програм;
- редактор бази знань;
- редактори сценаріїв;
- редактор набору зображень;
- редактор ФБ;
- редактор списку прикладних програм;
- редактор списку користувачів;
- формування комплектів ПЗ.

Організація роботи з комплексом програм «70400» виконується у діалоговому режимі.

На головному вікні надається можливість створити новий проект або відкрити існуючий. Зовнішній вигляд головного вікна комплексу програм «70400» наведено на рисунку 2.2.

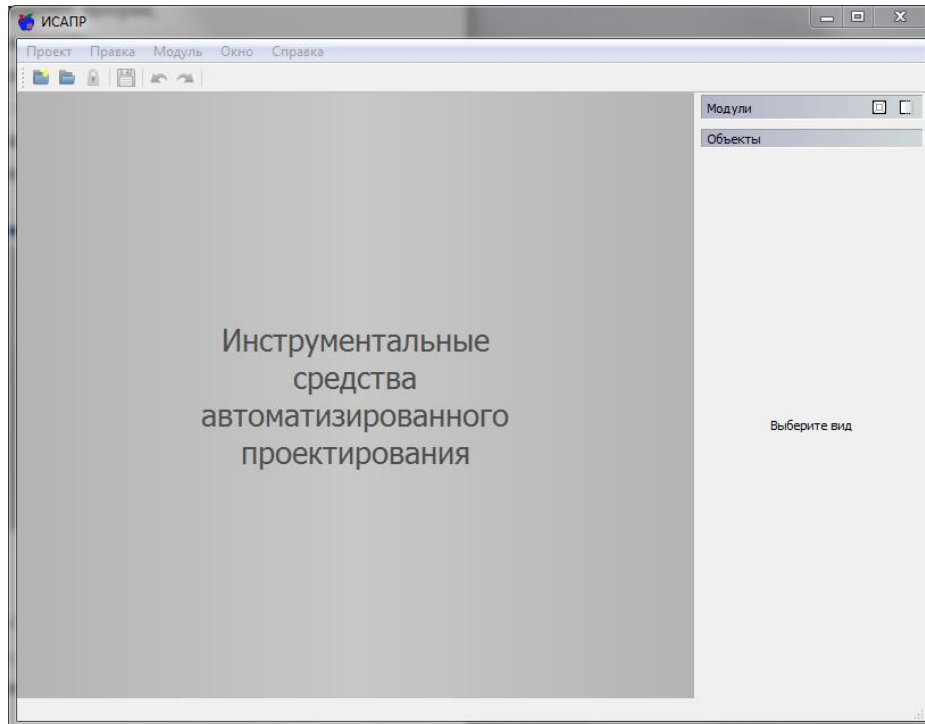


Рисунок 2.2 – Головне вікно комплексу програм «70400»

Редактор обладнання призначений для перегляду конфігурації обладнання у вигляді дерева типів об'єктів так окремого дерева об'єктів, створення нових об'єктів у дереві об'єктів, а також редагування значень властивостей цих об'єктів. Також для кожного типу об'єкта передбачено окреме відображення лінійного списку властивостей. Зовнішній вигляд редактору обладнання комплексу програм «70400» наведено на рисунку 2.3.



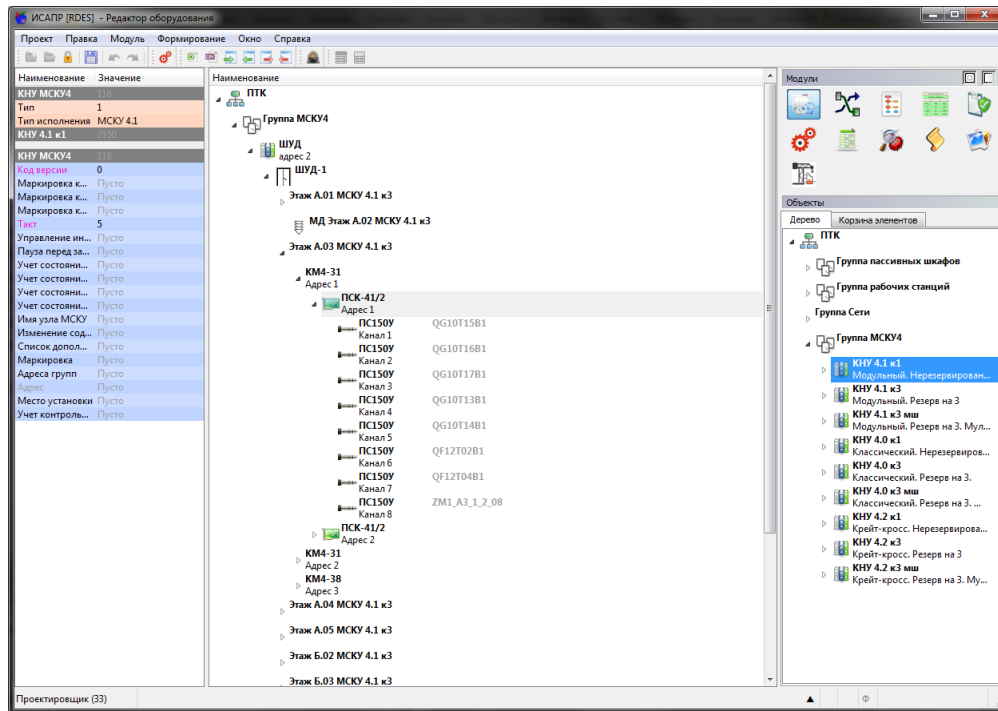


Рисунок 2.3 – Редактор обладнання комплексу програм «70400»

Редактор блоків обміну даними дозволяє створювати, видаляти та редагувати вміст блоків обміну даними між компонентами ПТК. Зовнішній вигляд редактору блоків обміну даними комплексу програм «70400» наведено на рисунку 2.4

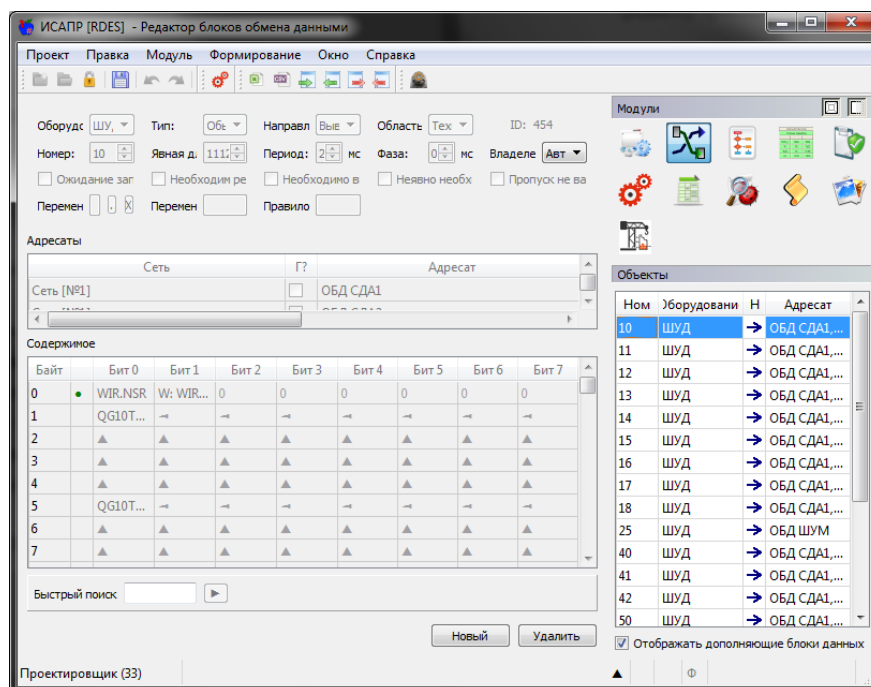


Рисунок 2.4 – Редактор блоків обміну даними комплексу програм «70400»

Редактор прикладних програм призначений для створення, видалення та редагування прикладних програм у графічному вигляді. Прикладні програми можуть бути об'єднані в групи, які називаються секціями. Зовнішній вигляд редактору прикладних програм комплексу програм «70400» наведено на рисунку 2.5

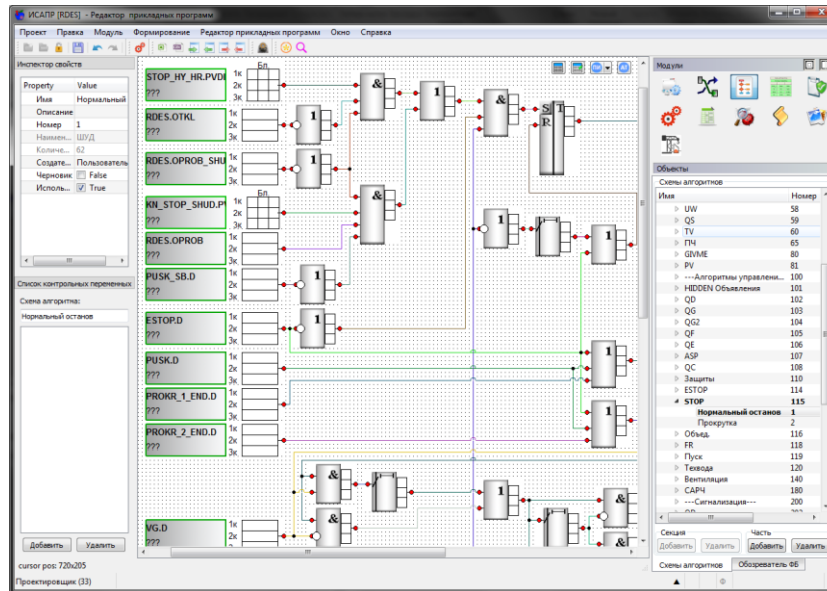


Рисунок 2.5 - Редактору прикладних програм комплексу програм «70400»

Зовнішній вигляд редактору сценаріїв Lua комплексу програм «70400» наведено на рисунку 2.6

```

1 include ('ProjLib/Script/UserData/Start.lua')
2 --include ('lib/dumpNotifies.lua')
3
4 isLogTime = true
5
6 function UpdateState(state, comment)
7     warning(string.format("^^^ New state %s - %s", state, comment))
8 end
9
10 function AppendLog(text)
11     warning(text:gsub("<br>", "\r\n"))
12 end
13
14 function CallTool(name, ...)
15     warning(string.format("^^^ Call tool %s", name))
16     delayed(1000, ToolAnswer, name, true)
17 end
18
19 sync:ApplyGenerate()
20
21 --for _, proc in ipairs(processorsGenerate) do
22     print(serialize(proc.filesData))
23 --end
24

```

Рисунок 2.6 – Редактор сценаріїв Lua комплексу програм «70400»

Зовнішній вигляд редактору tr-сценаріїв комплексу програм «70400» наведено на рисунку 2.7

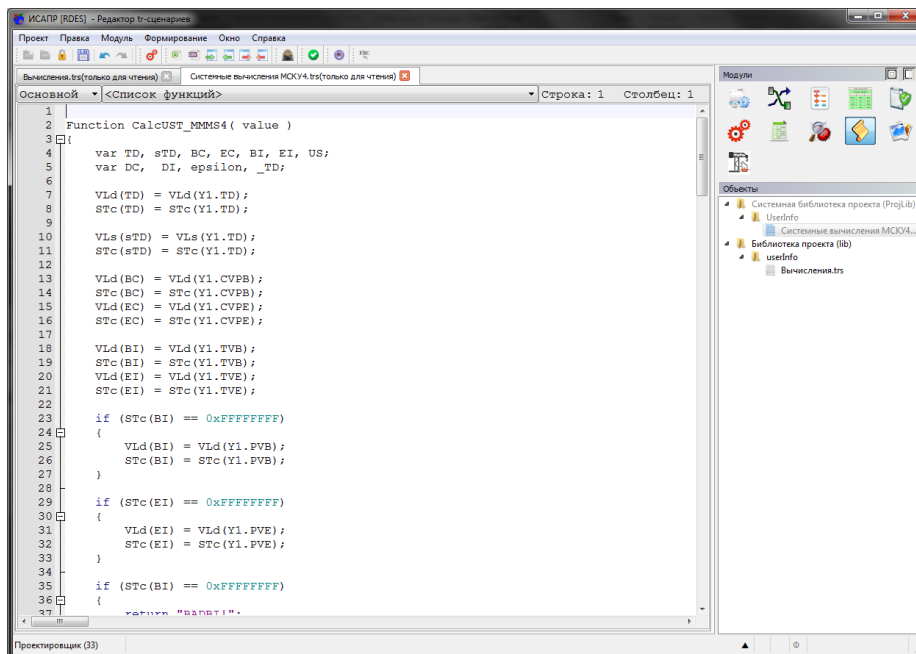


Рисунок 2.7 – Редактор tr-сценаріїв комплексу програм «70400»

Редактор завдань на збір комплектів ПЗ призначений для організації технології розробки, обліку, зберігання, поставки та введення в експлуатацію програмного забезпечення ПТК. Дана технологія забезпечує виконання повного циклу робіт, пов'язаних з підготовкою комплексів програм для передачі до архівів, зберіганням, обліком і контролем збереження комплектів цих комплексів в архіві, а також їх тиражуванням, внесенням змін та введенням в експлуатацію.

Основний алгоритм роботи з редактором завдання на збір комплектів ПЗ складається з наступних пунктів:

- створити шаблон опису комплектів ПЗ для даного ПТК, вказавши позначення, номер версії та назву комплектів;
- додати необхідну кількість комплектів для даного ПТК, вказавши номер комплекту та його опис;
- для кожного комплекту вказати документацію, а також вказати необхідні додаткові файли для налаштування компонентів ВР робочих станцій.

Зовнішній вигляд редактору завдань на збір комплектів ПЗ наведено на рисунку 2.8.

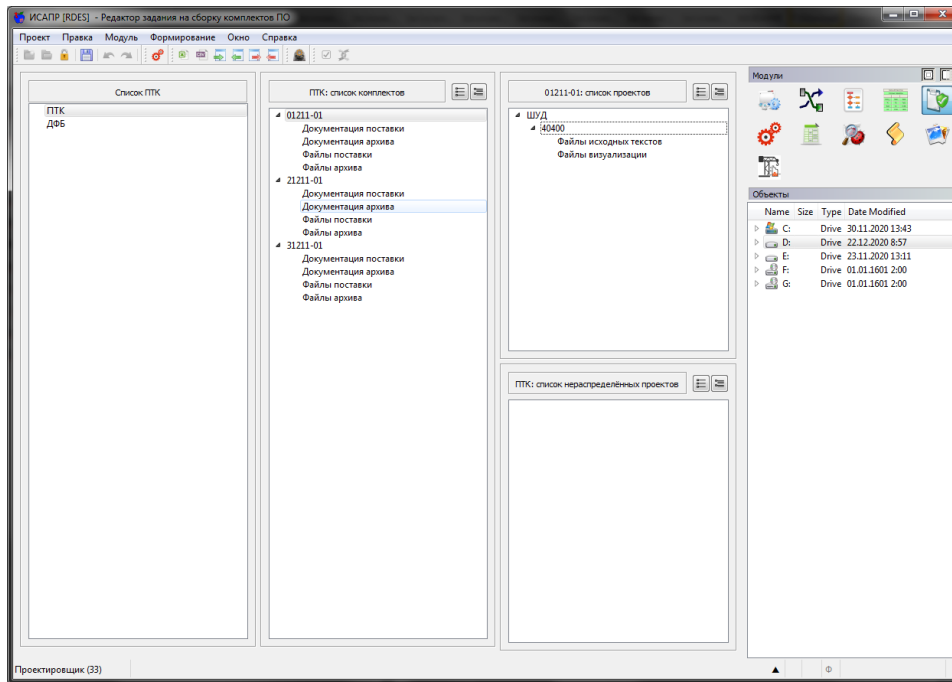


Рисунок 2.8 – Редактор завдань на збір комплектів ПЗ

## 2.5.4 Використання комплексу «70400» під час розробки ПЗ підсистеми управління стапелем

Під час виконання розробки ПЗ підсистеми управління стапелем, комплекс програм «70400» використовується для об'єднання робочих проектів комплексів програм «20298», «20400», «40400» в єдиний проект. Це дозволяє виконати загальне налагодження ПЗ КМп та ноутбука, які входять до складу підсистеми управління стапелем.

Використання комплексу програм «70400» дозволяє:

- створити загальний робочий проект ПЗ підсистеми управління стапелем;
- виконати наладку ПЗ підсистему управління стапелем;
- виконати збір файлів проекту у комплект для встановлення на обладнання підсистеми управління стапелем (комплект ПЗ КМп та ноутбука);
- реалізувати контроль версій та контрольної суми ПЗ.

## **2.6 Аналіз отриманих даних**

Розглянувши отримані результати дослідження сучасних інструментальних засобів розробки та їх функціонал були прийняті наступні рішення:

- розробка ПЗ для ноутбука (ПЗ ВР) має бути виконана за допомогою комплексу програм «20298»;
- розробка ПЗ для КМп (ПЗ НР) має бути виконана за допомогою комплексу програм «40400»;
- базове ПЗ для КМп не потребує змін та має бути налаштоване за допомогою комплексу програм «20400»;
- для забезпечення взаємодії між ПЗ ноутбука та ПЗ КМп необхідно використати загальну ОБД, яка може бути реалізована за допомогою комплексу програм «20298»;
- створення проекту ПЗ має бути виконано за допомогою комплексу програм «70400», що дозволить корегувати ПЗ за результатами випробувань, виконувати контроль версій та цілісності ПЗ.

### **Висновок до розділу 2**

У цьому розділі був проведений аналіз сучасних інструментальних засобів розробки ПЗ для систем автоматизованого управління технологічними процесами.

На основі порівняння функціональних можливостей кожного програмного комплексу був вибраний оптимальний для використання при розробці ПЗ підсистеми управління стапелем.

## 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 3.1 Розробка ПЗ для ноутбука (ПЗ ВР) за допомогою комплексу програм «20298»

#### 3.1.1 Розробка інтерфейсу взаємодії з користувачем

Інтерфейс взаємодії з користувачем реалізується за допомогою інструментальної програми «EDS\_designer».

Після запуску програми «EDS\_designer» обираємо тип відеокадру: діалог (рисунок 3.1).

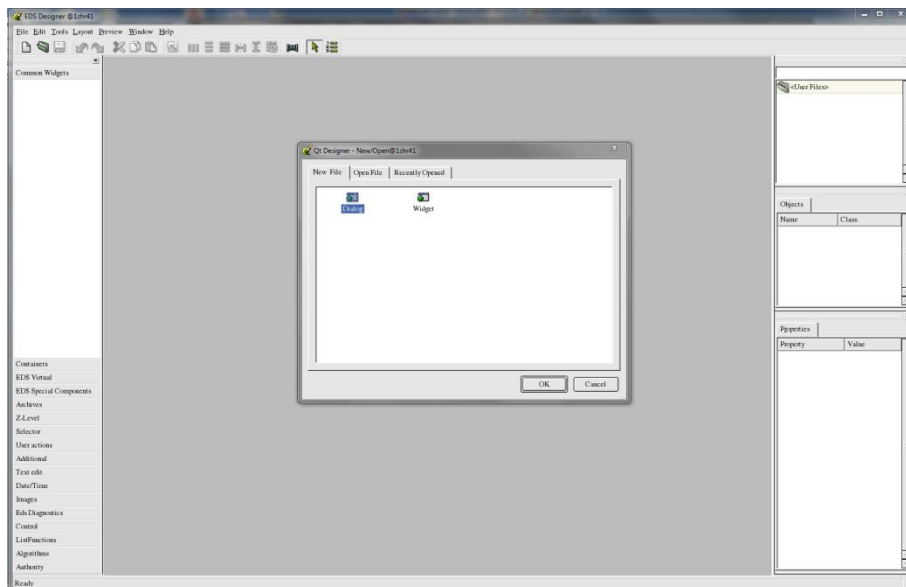


Рисунок 3.1 – Вибір типу відеокадру

Після вибору типу відеокадру було створено порожню форму Form1 (рисунок 3.2).

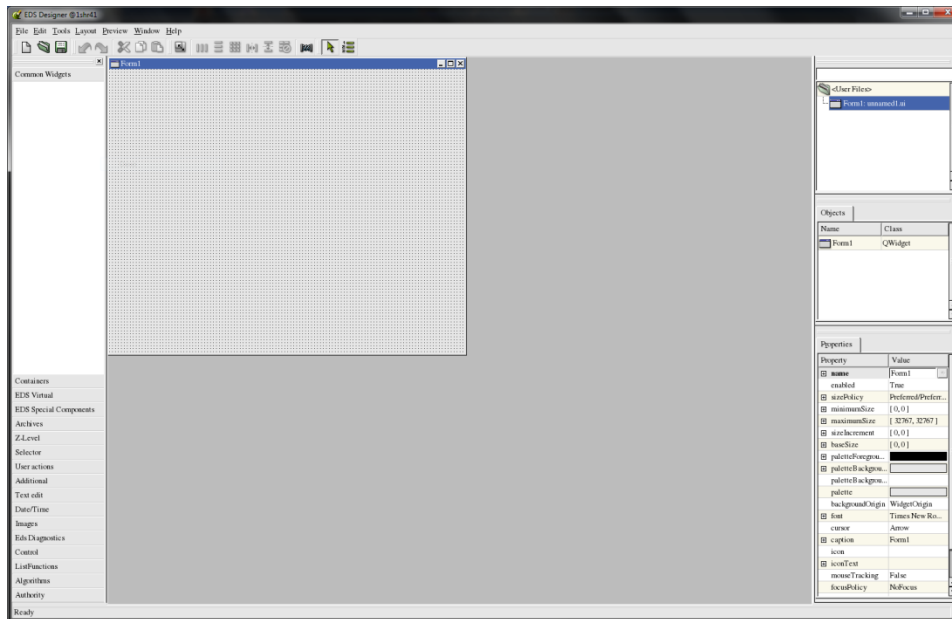



Рисунок 3.2 – Створена форма Form1

У таблиці 3.1 наведено використані компоненти відображення, за допомогою яких реалізується вивід на екран діагностичної та технологічної інформації у режимі реального часу.


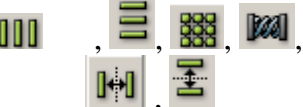









Компоненти відображення можна поділити на наступні групи:

- основні компоненти;
- компоненти для роботи з архівною інформацією;
- компоненти з ієрархією по Z-рівню;
- компоненти для відображення алгоритмів;
- допоміжні компоненти.

Таблиця 3.1 – Компоненти відображення та їх призначення







Назва компонента	Призначення компонента	Позначення компонента
<b>1 Основні компоненти</b>		
<b>1.1 «Невидимі» компоненти (Control)</b>		
EDS_DynamicCommand	Виконання «команд», циклічне виконання розрахунку скриптів з набору властивостей, виконання розрахунку при ініціалізації або при завершенні роботи компонента	 EDS_DynamicCommand

Продовження таблиці 3.1













Назва компонента	Призначення компонента	Позначення компонента
EDS_Substitution	Формування імені змінної, яка приймає участь у розрахунку скриптів у властивостях компонентів	 EDS_Substitution
HBox, QVBox, Qgrid, Spacer и Splitter	Управління розміщенням компонентів на відеокадрі (елементи для реалізації динамічного інтерфейсу)	
<b>1.2 Контейнери (Containers)</b>		
EDSFrame	Відображення області, яка об'єднує на одній платформі декілька компонентів відображення	 EDSFrame
EDS_ContainerUI	Відображення «вбудованих» відеокадрів з контейнера	 EDS_ContainerUI
EDSWidgetStack	Відображення декількох областей, кожна область об'єднує на одній платформі декілька компонентів (стек відеокадрів з сторінками)	 EDSWidgetStack
<b>1.3 Робота з текстом (Text edit)</b>		
EDSStaticText	Відображення тексту, який не змінюється на відеокадрі (статичний текст)	 EDSStaticText
EdsDynamicText	Відображення тексту, який змінюється на відеокадрі в залежності від вихідних даних (динамічний текст)	 EdsDynamicText
EDSLineEdit	Відображення області редагування	 EDSLineEdit
EDSRichText	Відображення статичного багаторядкового тексту	 EDSRichText
<b>1.4 Робота з числовими значеннями (Selector)</b>		
EdsQwtKnob	Зміна значення параметру	 EdsQwtKnob
EdsQwtCounter	Зміна значення параметру з заданим кроком	 EdsQwtCounter






Продовження таблиці 3.1

Назва компонента	Призначення компонента	Позначення компонента
<b>1.5 Виведення зображень (Images)</b>		
EdsStaticPixmap	Відображення статичного зображення (рисунок) на відеокадрі	 EdsStaticPixmap
EDSDynamicPixmap	Відображення динамічного зображення (рисунок), яке змінюється в залежності від виконання умов (обчислення скриптів), заданих у властивостях компонента	 EDSDynamicPixmap
EDSAnimate	Відображення динамічних рисунків (анімаційного зображення)	 EDSAnimate
<b>1.6 Робота з датою та часом (Date/Time)</b>		
EDSDynamicDateTime	Відображення поточної дати та часу	 EDSDynamicDateTime
EDSDateTimeEdit	Введення та відображення дати та часу	 EDSDateTimeEdit
<b>1.7 Виконання інших команд (User actions)</b>		
EDSButton	Виконання необхідних дій або команд	 EDSButton
EDSMenuItem	Формування пунктів контекстного меню з елементами «спливаючого» меню	 EDSMenuItem
EDSLoadUserVideogram	Завантаження зовнішніх модулів відображення інформації	 EDSLoadUserVideogram
<b>2 Компоненти для роботи з архівною інформацією (Archives)</b>		
EdsPlot	Відображення інформації у вигляді графіка (тренду) з архіву технологічних параметрів	 EdsPlot
EDSEventsArchive	Перегляд архіву порушень та подій	 EDSEventsArchive
EDSEventsView	Перегляд поточних порушень та подій	 EDSEventsView

Продовження таблиці 3.1

Назва компонента	Призначення компонента	Позначення компонента
EdsReport, EdsReport2	Перегляд інформації з архіву звітів	 EDSReport
EDSViewArchive	Перегляд архівних даних з зовнішніх носіїв (Flash-пристроїв, компакт-дисків)	 EDSViewArchive
EDSCopyArchive	Збереження архівних даних на зовнішні носії (Flash-пристрої, компакт-диски)	 EDSCopyArchive
<b>3 Компоненти з ієрархією по Z-рівню (Z-Level)</b>		
EdsZOrderFigure	Відображення однієї з геометричних фігур типу «прямокутник», «лінія» і т.д.	 EdsZOrderFigure
EdsZOrderAnalogMeter	Відображення аналогової величини	 EdsZOrderAnalogMeter
EdsZOrderScale	Відображення шкали, на фоні якої можна розміщати інші компоненти	 EdsZOrderScale
EdsZOrderText	Відображення та введення тексту	 EdsZOrderText
EdsZOrderBarChart	Відображення прямокутної діаграми, висота якої визначається значенням відносно шкали	 EdsZOrderBarChart
<b>4 Компоненти для відображення алгоритмів (Algorithms)</b>		
AlgoSelect	Відображення списку найменувань секцій алгоритмів, списку частин кожної секції алгоритмів і перехід на обрану частину алгоритму	 AlgoSelect
AlgoView	Відображення схеми алгоритму (частини алгоритму)	 AlgoView
<b>5 Допоміжні компоненти (Additional)</b>		
EDS_viewMSKU	Відображення поточного списку пристроїв та їх стану	 EDS_viewMSKU
EDSCopyingRepBackup	Збереження та відновлення констант	 EDSCopyingRepBackup

Продовження таблиці 3.1

Назва компонента	Призначення компонента	Позначення компонента
EDSCopyingGeneration	Копіювання конфігураційних файлів налаштування ОБД та підсистеми відображення з зовнішнього носія на жорсткий диск поточної робочої станції	 EDSCopyingGenerationSNERO
EDSEditingVerPO	Перегляд і редагування конфігураційного файлу, який містить еталонні версії вбудованого ПЗ блоків	 EdsEditingVerPO
EDSListTags	Відображення списку технологічних параметрів, виконавчих механізмів та списку параметрів ОБД, призначених для передачі їх у інформаційно-обчислювальну систему	 EDSListTags

Зовнішній вигляд створених відеокадрів у програмі «EDS\_designer» наведено на рисунках 3.3 – 3.5.

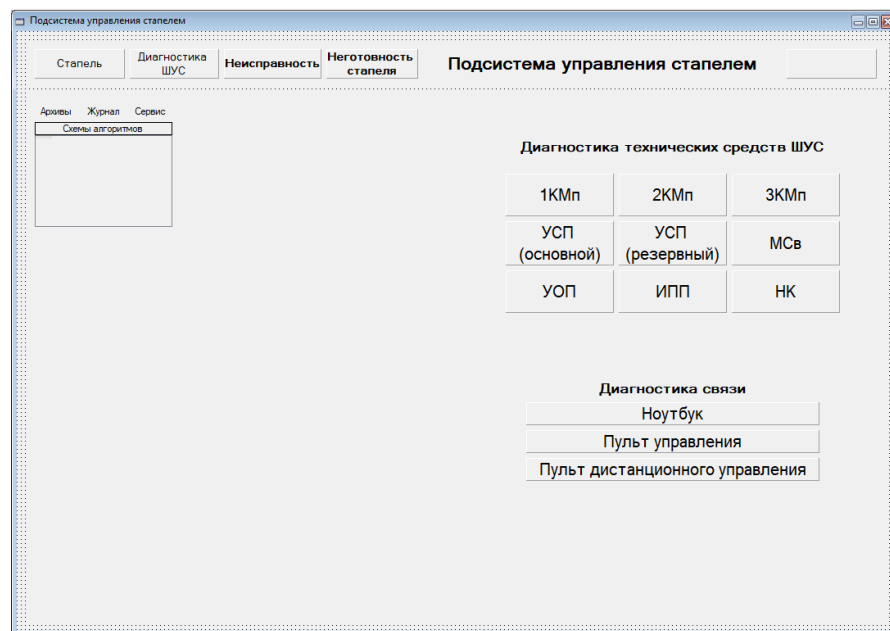


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд відеокадру «Діагностика ШУС»

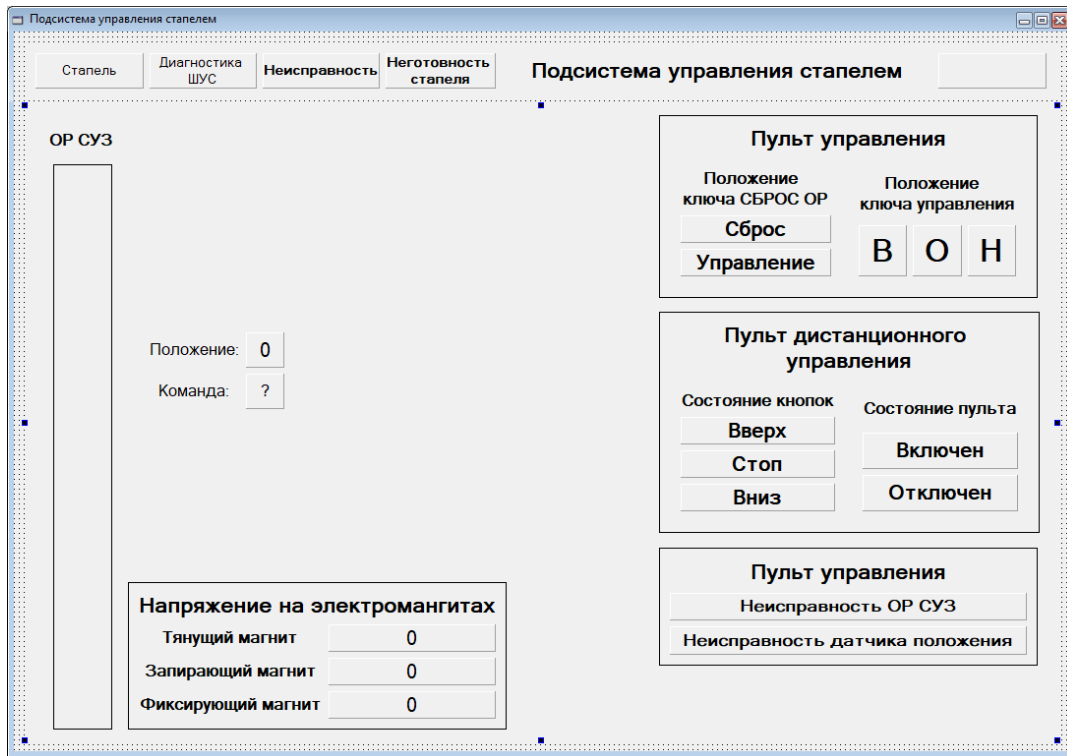


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд відеокадру «Управління стапелем»

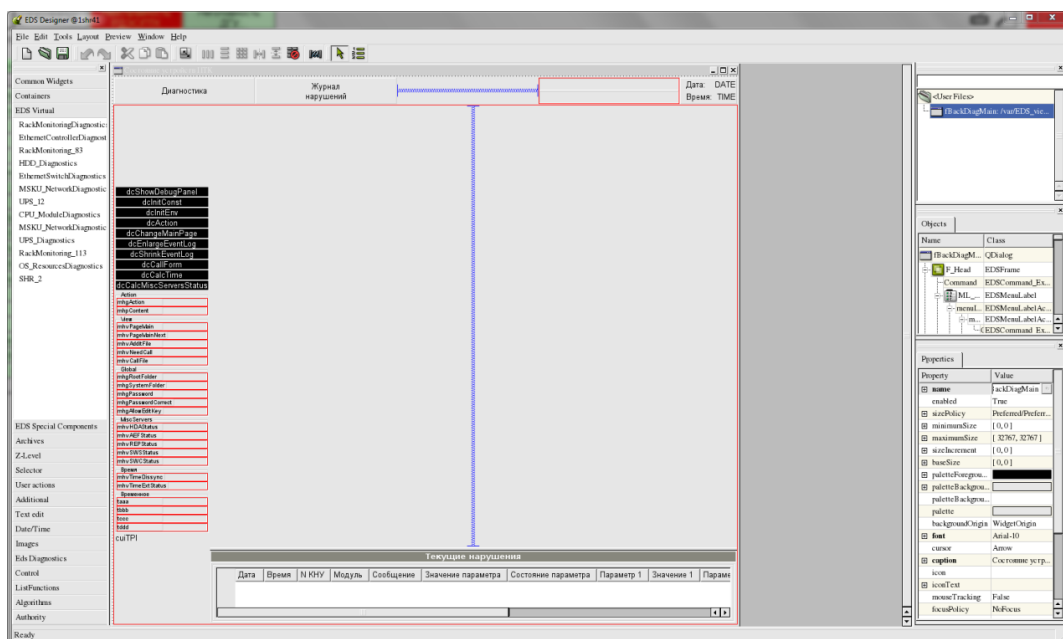


Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд відеокадру «Журнал порушень і подій»

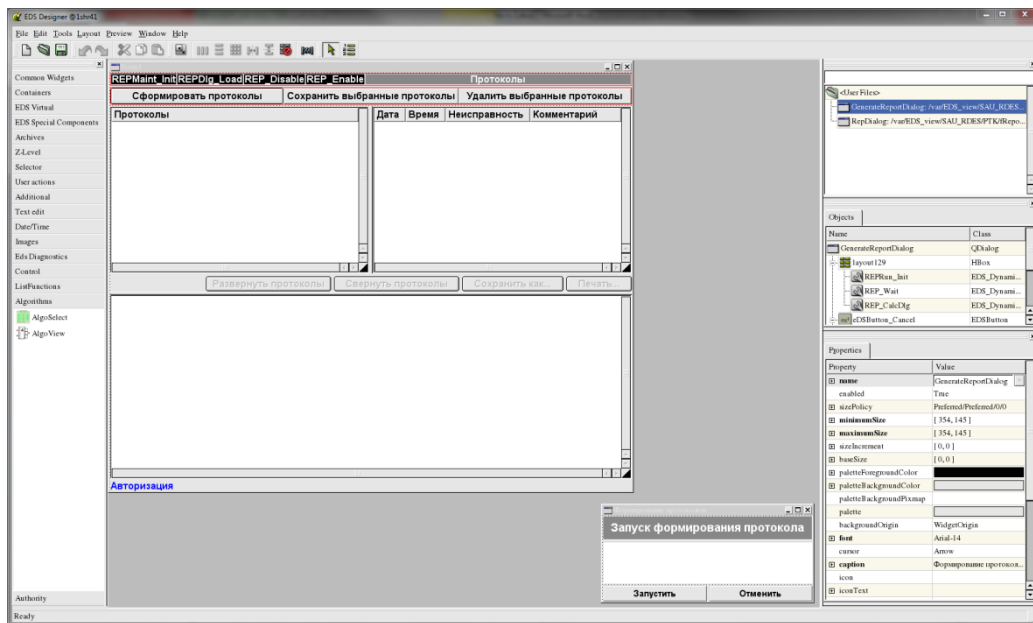


Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд відеокадрів формування протоколів

### 3.1.2 Налаштування роботи компонентів інтерфейсу

Для відображення поточної дати та часу на відеокдрах підсистеми управління стапелем було розміщено компонент `EDSDynamicDateTime`. Компонент `EDSDynamicDateTime` отримує дату та час з операційної системи. Для відображення використовується формат виводу, який вказано у властивості компоненту. Основні властивості компоненту `EDSDynamicDateTime` наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні властивості компонента `EDSDynamicDateTime`

Назва властивості	Призначення властивості
<code>FormatOut</code>	Формат дати і часу при відображенні
<code>LocalTime</code>	Джерело даних для виведення часу
<code>Expression</code>	Скрипт, за яким розраховується поточний час (в секундах). Джерелом являється операційна система або ОБД
<code>ExpressionColor</code>	Динамічна зміна кольору тексту та фону
<code>UTC</code>	Ознака відображення універсального часу

Компонент `EDSMenuLabel` призначений для відображення на відеокадрі меню з набором пунктів. Кожному пункту меню ставиться у відповідність команда. Компонент `EDSMenuLabel` відслідковує дії користувача при роботі з меню та виконує команду, яка відповідає обраному користувачем пункту. Для підсистеми управління стапелем було розроблено головне меню, зовнішній вигляд якого наведено на рисунку 3.7.

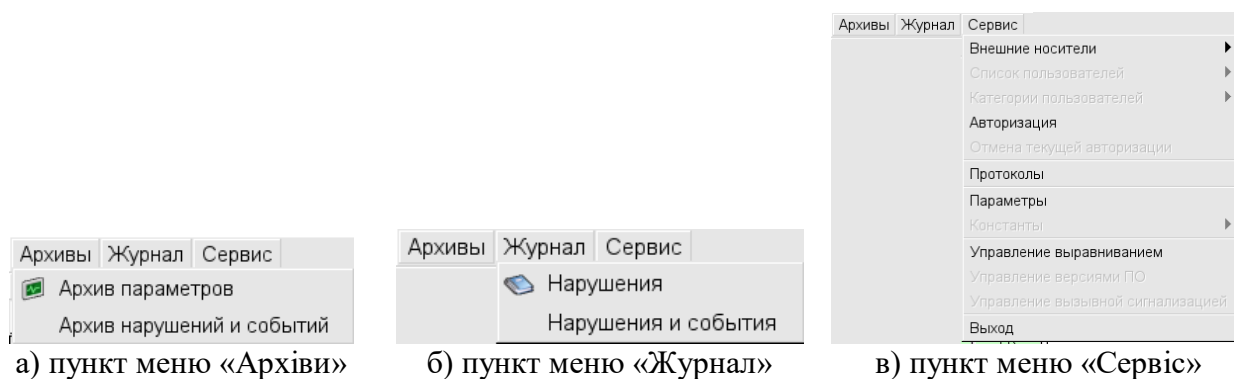


Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд головного меню

Компонент EDSLLoadUserVideogram призначений для динамічного завантаження зовнішніх відеокадрів у основне вікно поточного відеокадру.

Компонент EDSLLoadUserVideogram надає можливість змінювати функціональність підсистеми відображення у процесі експлуатації (динамічно реконфігурувати її), без внесення змін в основне вікно поточного модуля відображення. Він може бути включений в модуль відображення на етапі підготовки відеокадрів, але зовнішні налаштування компонента, які містяться у конфігураційних файлах, можуть бути підключені пізніше, в процесі експлуатації підсистеми відображення.

Компонент EDSLLoadUserVideogram у режимі функціонування створює сервісне меню, за допомогою якого виконується відкриття зовнішніх відеокадрів. Структура сервісного меню і формування команд для динамічного завантаження зовнішніх модулів задаються у конфігураційних файлах. Якщо конфігураційні файли відсутні або відсутні файли з відеокадрами, які необхідно відкрити, то компонент EDSLLoadUserVideogram буде невидимим і команди відкриття відеокадрів не будуть виконуватися.

Для того щоб компонент EDSLLoadUserVideogram сформував сервісне меню динамічного відкриття зовнішніх відеокадрів, необхідно підготувати конфігураційні файли та зовнішні відеокадри та записати їх до каталогу який вказується при налаштуванні компонента EDSLLoadUserVideogram. Для використання зовнішніх відеокадрів ПЗ підсистеми управління стапелем було створено каталог «Dynamic\_Videograms», який знаходиться у робочому каталозі програми.

Для відображення подій та повідомлень про порушення використовується два компонента: компонент EDSEventsView (відображення поточних подій та повідомлень про порушення), і компонент EDSEventsArchive (відображення подій та повідомлень про порушення що збережені в архіві).

Властивість `EDS_Server` призначена для задавання налаштувань підключення до серверу, від якого необхідно отримувати інформацію. Налаштування підключення до серверу повинні відповідати значенням, які об'явлені у конфігураційному файлі відповідного сервера.

Компонент `EDSEventsArchive` забезпечує відображення інформації, яка збережена в архіві подій та повідомлень про порушення. Компонент може відображати інформацію, яка отримана від одного або декількох серверів.

### 3.1.3 Налаштування ОБД

Для налаштування ОБД використовується файл налаштувань «`CfgSrv.cfg`». Приклад визначення елемента ОБД наведено нижче:

```
UserDefineValue {
    Unit "user1"{
        Object "Object1"{
            Attribute "Attribute1";
            Attribute "Attribute2";
        }
        Object "Object2"{
            Attribute "Attribute1";
            Attribute "Attribute2";
        }
        Object "Object3"{
            StrAttribute "Attribute1"="лXII World";
        }
    }
}
```

де, `user1` – ім'я вузла, `Object1`, `Object2`, `Object3` – ім'я об'єкта, `Attribute1`, `Attribute2`, `Attribute3` – ім'я атрибуту.

Початковий (стандартний) вигляд ОБД наведено на рисунку 3.8.

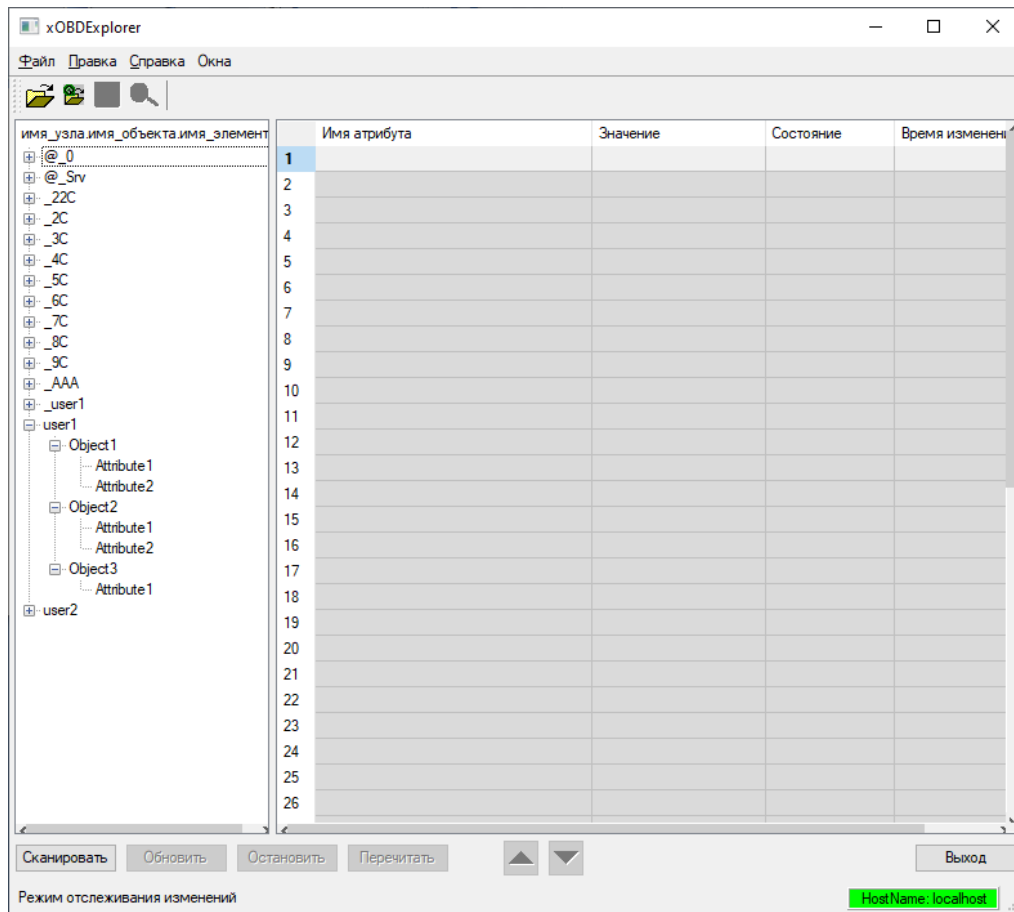


Рисунок 3.8 – Початковий вигляд ОБД

Далі, згідно з постановкою задачі, до ОБД було внесено наступні дані:

– дані від кожного КМп:

- 1) Стан КМп (норма/несправність);
- 2) Команда «Сброс»;
- 3) Команда «Вверх»;
- 4) Команда «Вниз»;
- 5) Команда «Утримання»;

– дані від пульта дистанційного управління:

- 1) Стан пульта дистанційного управління (норма/несправність);
- 2) Стан кнопок «Стоп», «Вниз», «Вверх»;

– дані від пульта управління:

- 1) Стан пульта управління (норма/несправність);
- 2) Стан кнопок «Н», «О», «В»;
- 3) Положення ключа «Сброс» («Сброс» / «Управління»).

Вигляд ОБД після налаштування наведено на рисунку 3.9.



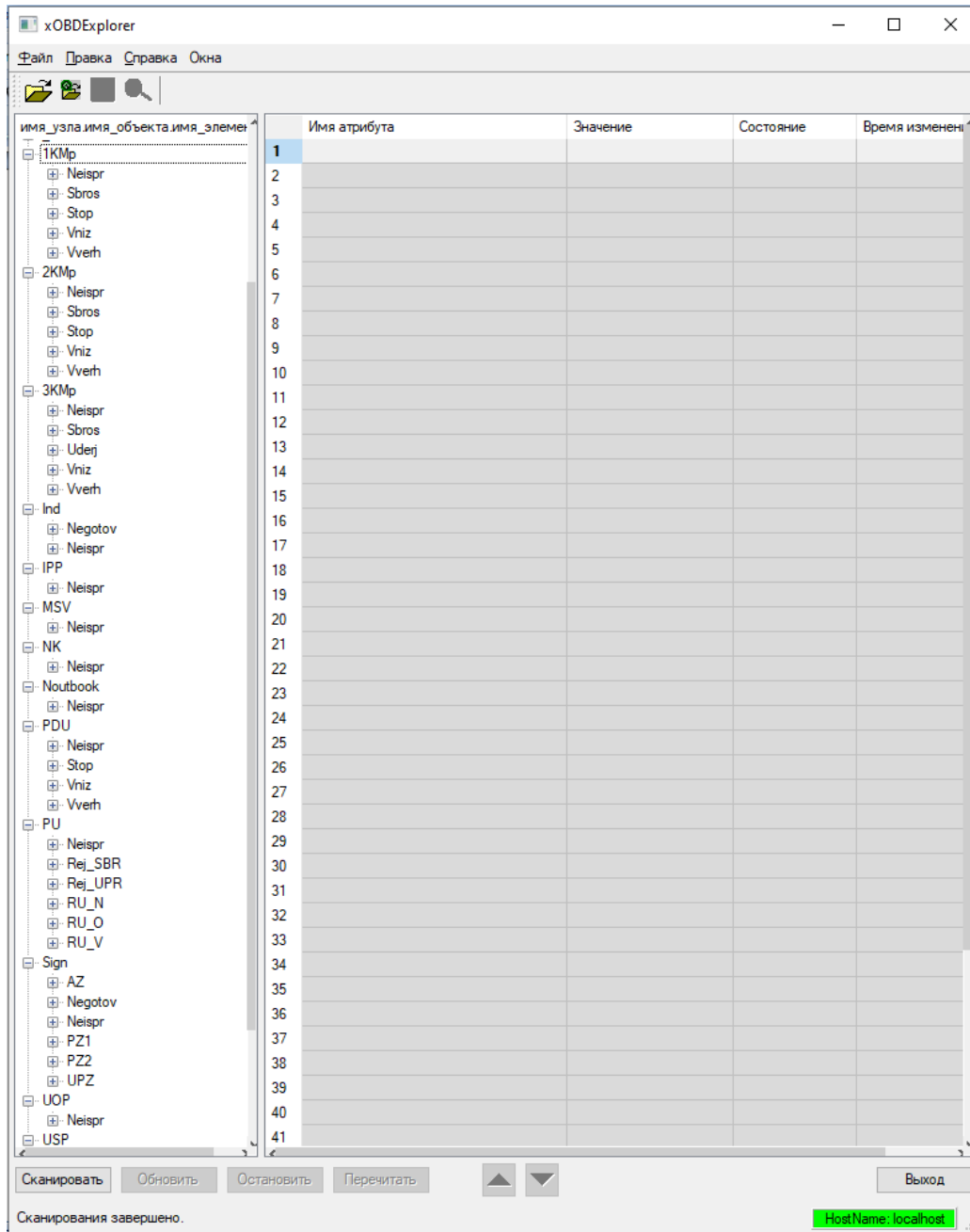


Рисунок 3.9 – Вигляд ОБД після внесення даних

### 3.1.4 Прив'язка компонентів інтерфейсу до ОБД

Прив'язка компонентів інтерфейсу до ОБД виконується для сумісної роботи ПЗ НР (ПЗ КМп) та ПЗ ВР (ПЗ ноутбука).

Для прив'язки компонентів відеокадрів підсистеми управління стапелем, які розроблені за допомогою програми комплекту «20298» використовується властивість

«Expression color» компоненту «Dynamic text». Властивість «Expression color» дозволяє динамічно (за допомогою скриптів) змінювати колір тексту та фону.

Скрипт прив'язки стану першого КМп до компоненту «Dynamic text» наведено нижче:

```
main clrFill, clrText
{
    var KMp1_val, KMp1_stc;
    KMp1_stc = 0; KMp1_val = 0;
    VLd(KMp1_val) = VLd(\\HEAD\1Kmp.Neispr.VAL);
    VLd(KMp1_stc) = VLd(\\HEAD\1Kmp.Neispr.STC);
    clrFill = 0x808080;
    clrText = 0x000000;
    if(KMp1_stc != 1)
    {
        if(KMp1_val == 0)
        {
            clrFill = 0xCCFFCC;
            clrText = 0x000000;
        }
        else{
            clrFill = 0xFF0000;
            clrText = 0x000000;
        }
    }
}
```

## 3.2 Розробка ПЗ для КМп (ПЗ НР) за допомогою комплексів програм «20400» та «40400»

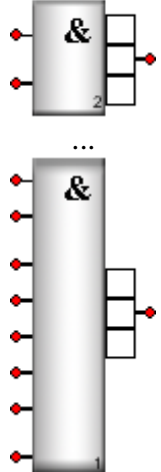
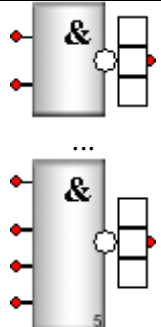
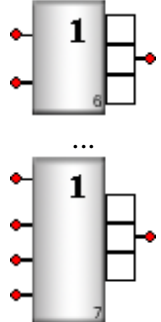
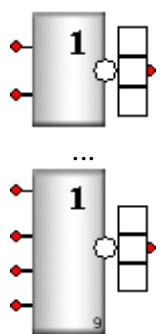
### 3.2.1 Загальні відомості

Розробка ПЗ НР виконується за допомогою текстового редактору «Notepad ++», далі виконується збір текстових файлів у проект комплексу «40400». У якості базового ПЗ НР буде використано стандартне базове ПЗ КМп. Алгоритми управління формуються згідно з вимогами, які наведені у таблиці 1.1.

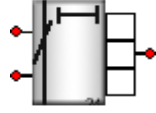
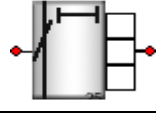
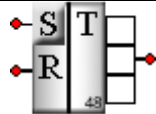
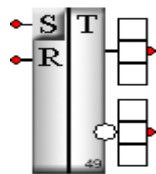
КМп отримують вхідні дані від обладнання підсистеми управління стапелем через модуль зв'язку та передають отримані дані, дані самодіагностики та команди управління до ОБД.

Для реалізації алгоритмів видачі команд управління використовуються функціональні блоки, які наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні функціональні блоки

Назва та призначення функціонального блоку	Параметри функціонального блоку	Графічний вигляд функціонального блоку
#AND (операція "І", $2 \leq N \leq 8$ )	<p><i>Вхідні параметри:</i> X1, ... XN (параметри користувача).</p> <p><i>Вихідний параметр:</i> Y (результуючий параметр)</p>	
#NOT_AND (операція "НЕ І", $2 \leq N \leq 8$ )	<p><i>Вхідні параметри:</i> X1, ... XN (параметри користувача).</p> <p><i>Вихідні параметр:</i> Y (результуючий параметр)</p>	
#OR (операція "АБО", $2 \leq N \leq 8$ )	<p><i>Вхідні параметри:</i> X1,... XN (параметри користувача).</p> <p><i>Вихідний параметр:</i> Y (результуючий параметр)</p>	
#NOT_OR (операція "НЕ АБО", $2 \leq N \leq 8$ )	<p><i>Вхідні параметри:</i> X1, ... XN (параметри користувача).</p> <p><i>Вихідний параметр:</i> Y (результуючий параметр)</p>	

Продовження таблиці 3.3

Назва та призначення функціонального блоку	Параметри функціонального блоку	Графічний вигляд функціонального блоку
#DWELL (затримка по передньому фронту)	<p><i>Вхідний параметр:</i> X (параметр користувача). <i>Вхідний конфігураційний параметр:</i> TDELAY (час затримки). <i>Вихідний параметр:</i> Y (результуючий параметр)</p>	<p>С конфігураційними контактами</p>  <p>Без конфігураційних контактів</p> 
#TRIGS (тригер з пріоритетом на взведення)	<p><i>Вхідні параметри:</i> X1 (вхідний сигнал «Установка в 1»); X2 (вхідний сигнал «Установка в 0»); <i>Вихідні параметри:</i> Y1 (вихідний сигнал); Y2 (заперечення вихідного сигналу)</p>	 

### 3.2.3 Реалізація алгоритмів управління

#### 3.2.3.1 Реалізація алгоритму подачі команд «Вверх» та «Вниз»

У відповідності з вимогами, для видачі команд «Вверх» та «Вниз» КМп приймає наступні вхідні дані:

– дані від пульта управління:

- 1) положення ключа «Сброс» («Сброс» або «Управління»);
- 2) положення ключа команди управління («Н», «О» або «В»);

– дані від пульта дистанційного управління:

1) стан кнопок управління «Вверх», «Вниз», «Стоп» (натиснута або не натиснута);

- 2) стан пульта дистанційного управління (норма або несправність);

– дані від приводу ОР СУЗ (норма або несправність);

– дані від датчика положення приводу (норма або несправність).

Розроблені алгоритми управління наведено на рисунках 3.10 та 3.11.

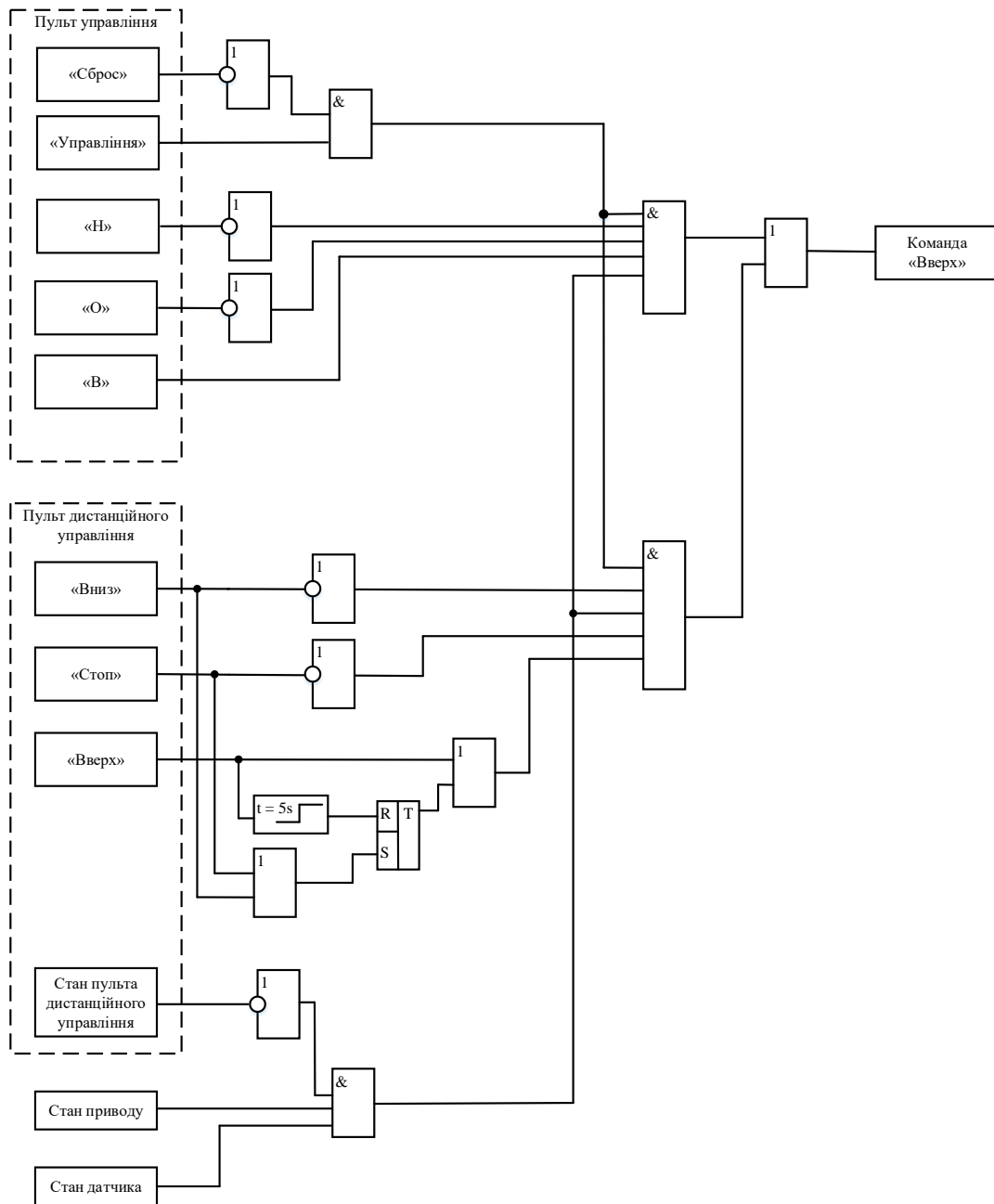


Рисунок 3.10 – Алгоритм видачі команди «Вверх» від КМп

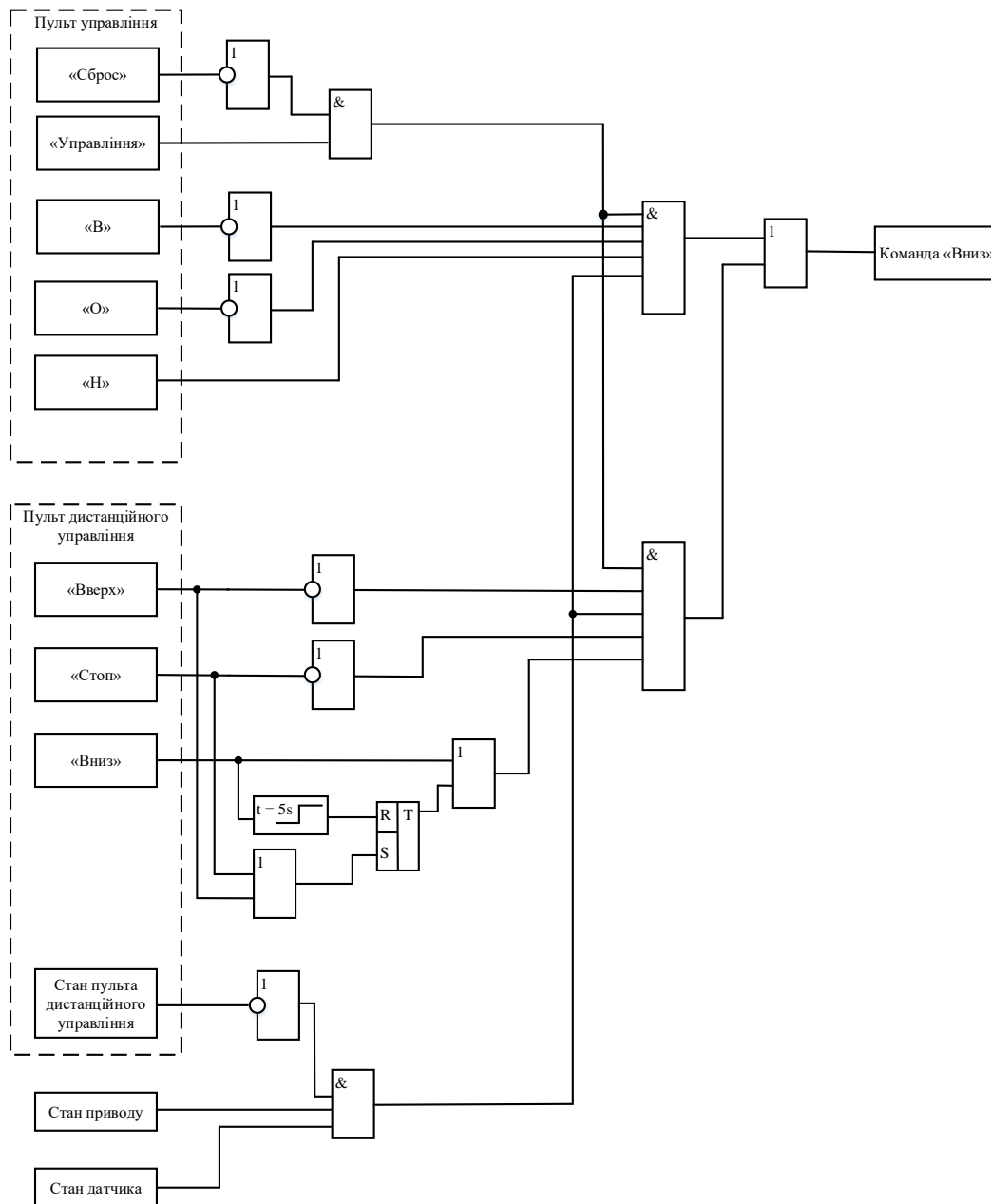


Рисунок 3.11 – Алгоритм видачі команди «Вниз» від КМп

### 3.2.3.2 Реалізація алгоритму подачі команди «Сброс»

У відповідності з вимогами, для видачі команди «Сброс» КМп приймає наступні вхідні дані:

- дані положення ключа «Сброс» від пульта управління («Сброс» або «Управління»);
- дані від пульта дистанційного управління:

1) стан кнопок управління «Вверх», «Вниз», «Стоп» (натиснута або не натиснута);

2) стан пульта дистанційного управління (норма або несправність);

– дані від приводу ОР СУЗ (норма або несправність);

– дані від датчика положення приводу (норма або несправність);

– дані системи захисту (АЗ, ППЗ, ПЗ-1).

Розроблений алгоритм управління наведено на рисунку 3.12.

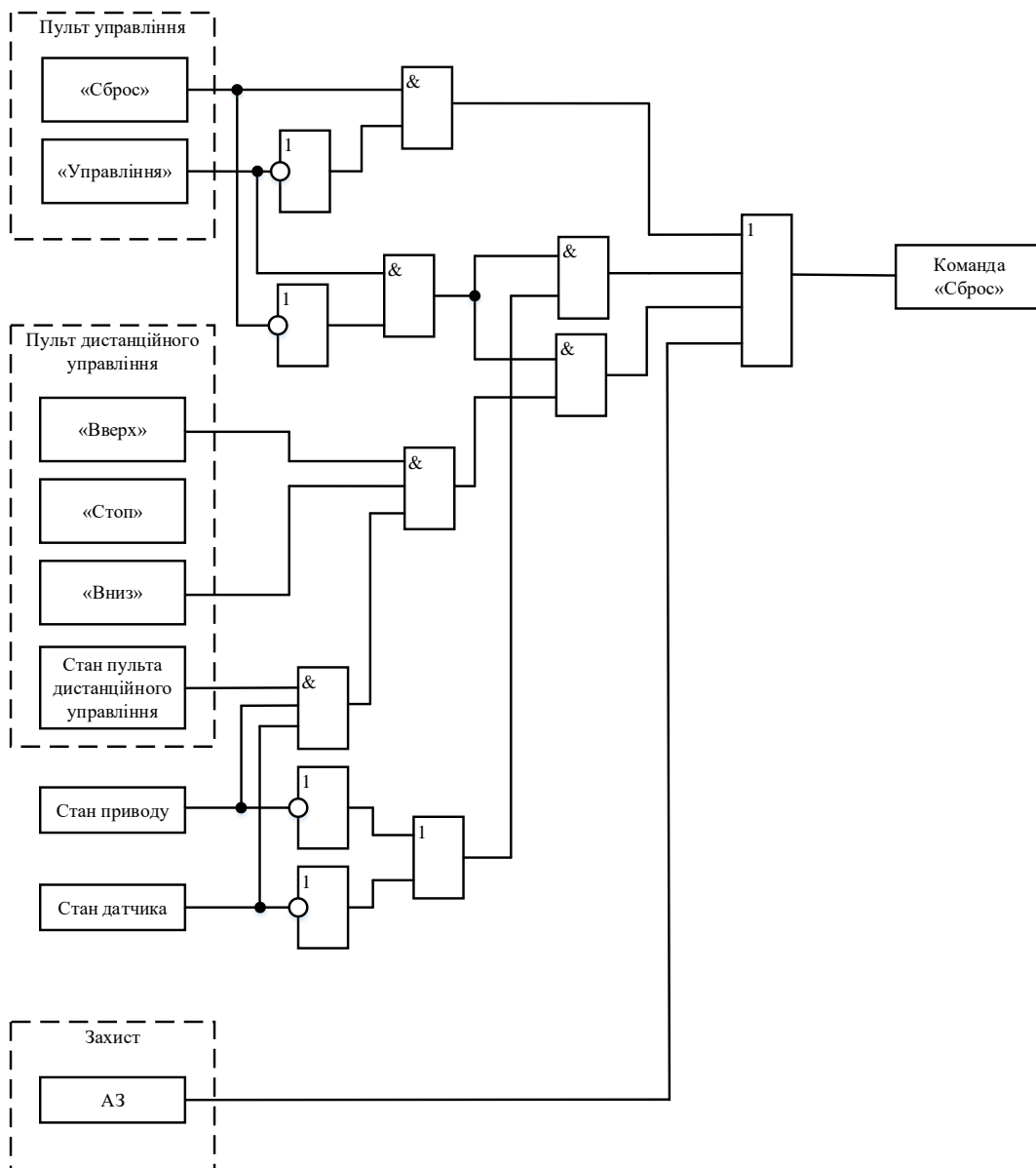


Рисунок 3.12 – Алгоритм видачі команди «Сброс» від КМп

### 3.2.3.3 Реалізація алгоритму подачі команди «Утримування»

У відповідності з вимогами, для видачі команди «Утримування» КМп має приймати наступні вхідні дані:

– дані від пульта управління:

- 1) положення ключа «Сброс» («Сброс» або «Управління»);
- 2) положення ключа команди управління («Н», «О» або «В»);

– дані від пульта дистанційного управління:

1) стан кнопок управління «Вверх», «Вниз», «Стоп» (натиснута або не натиснута);

2) стан пульта дистанційного управління (норма або несправність);

– дані від приводу ОР СУЗ (норма або несправність);

– дані від датчика положення приводу (норма або несправність).

Розроблений алгоритм управління наведено на рисунку 3.13



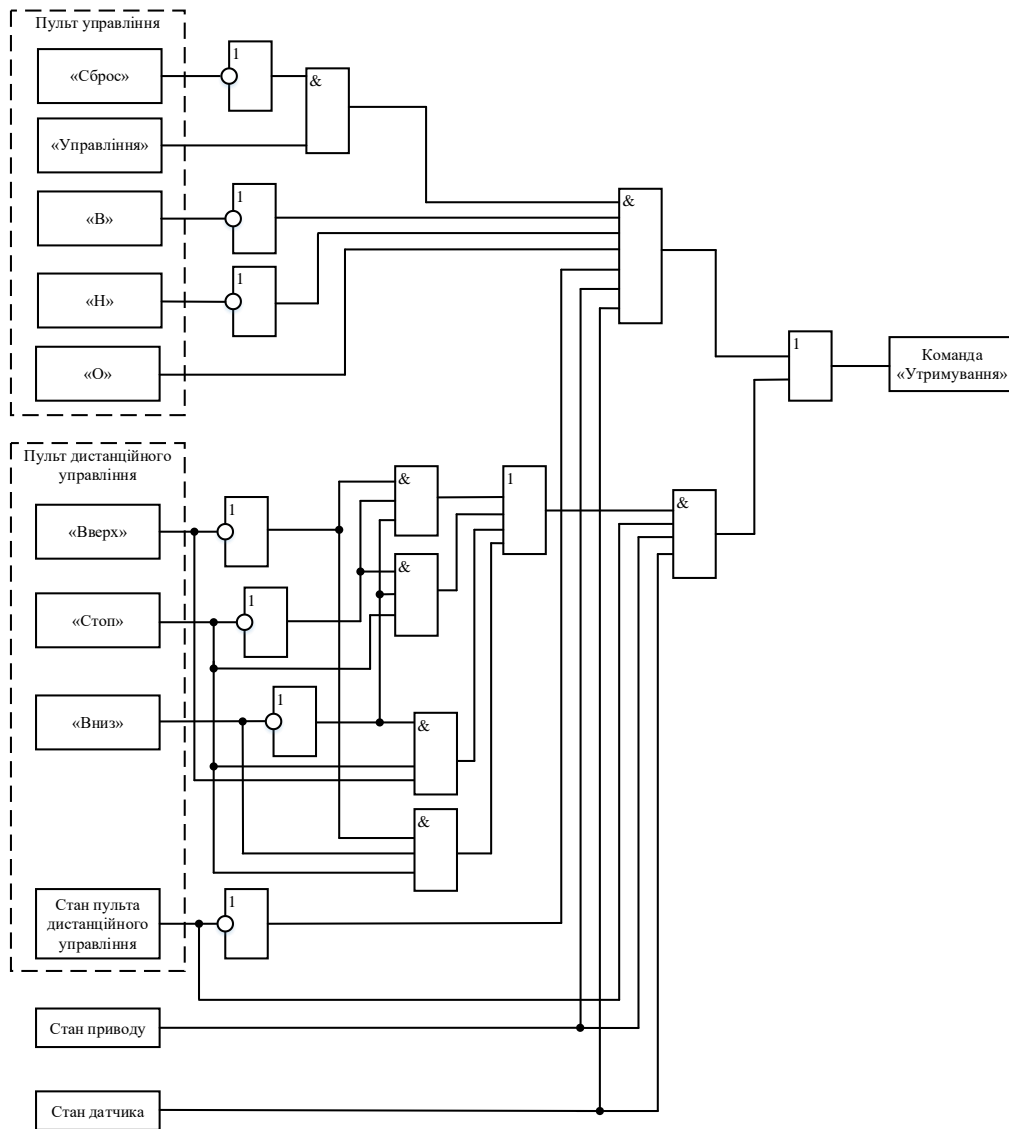


Рисунок 3.13 – Алгоритм видачі команди «Утримування» від КМп

### 3.3 Збір проекту за допомогою комплексу програм «70400»

Після запуску програми «ИСАПР», яка входить до комплексу програм «70400» відкривається головне вікно програми. Зовнішній вигляд головного вікна наведено на рисунку 3.14.

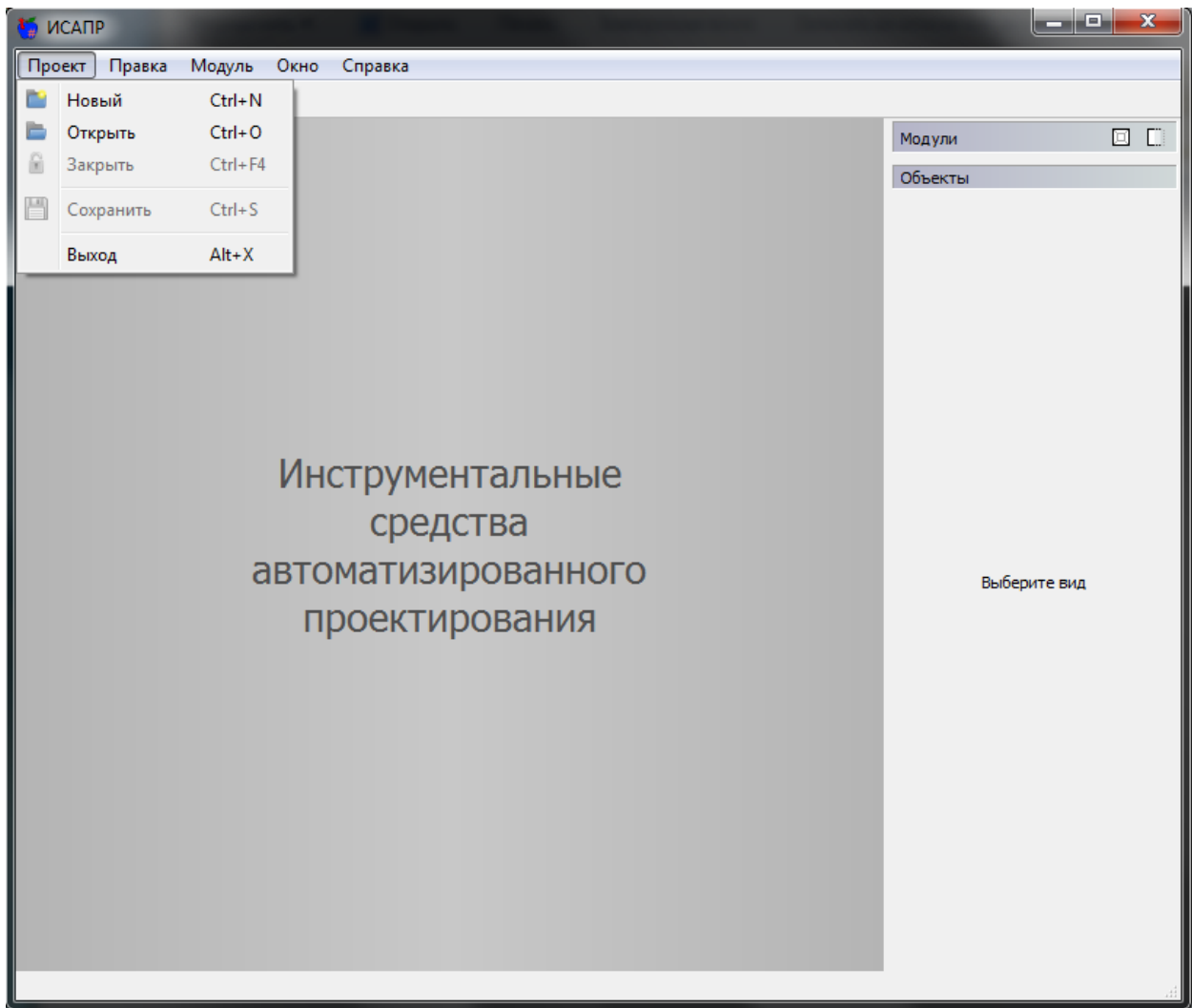


Рисунок 3.14 – Головне вікно програми «ИСАПР»

Програма «ИСАПР» дозволяє створити проект з файлів комплектів «20298», «20400» та «40400», а також реалізовує контроль версій та цілісності ПЗ.

За допомогою програми «ИСАПР» створюються наступні файли:

- файл для інсталяції базового ПЗ ноутбука;
- файл для інсталяції налаштувань ноутбука;
- файл для інсталяції ПЗ КМп.

### 3.4 Перевірка функціональних можливостей ПЗ підсистеми управління стапелем

Перевірка працездатності розробленого ПЗ виконується шляхом зміни значень змінних ОБД. Зміна значень даних ОБД можлива у програмі «xOBDExploer» з комплексу програм «20298» (якщо ОБД являється локальною).

Зовнішній вигляд відеокадру «Діагностика ШУС» при імітації наявності вхідних даних наведено на рисунку 3.15.

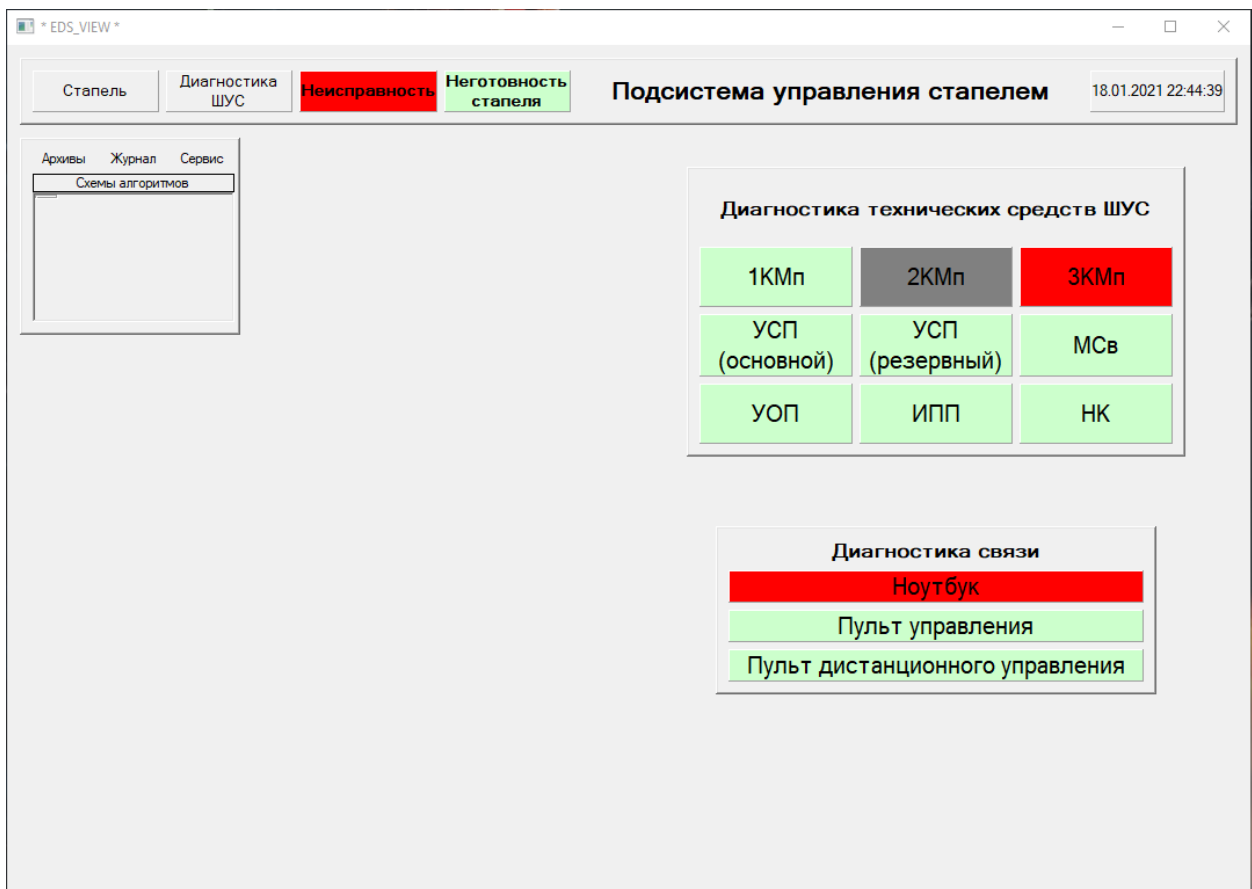
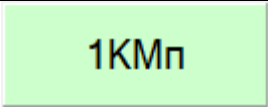
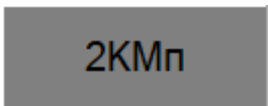



Рисунок 3.15 – Зовнішній вигляд відеокадру «Діагностика ШУС»

Умовні позначення відеокадру «Діагностика ШУС» наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Опис значень елементів інтерфейсу відеокадру «Діагностика ШУС»

Зовнішній вигляд елемента інтерфейсу	Опис вигляду елемента інтерфейсу	Значення
	Зелений фон, чорний текст	Технічний засіб у нормі
	Сірий фон, чорний текст	Стан технічного засобу недостовірний або відсутній зв'язок з технічним засобом
	Червоний фон, чорний текст	Несправність технічного засобу

Зовнішній вигляд відеокадру «Управління стапелем» при імітації наявності вхідних даних наведено на рисунку 3.16.

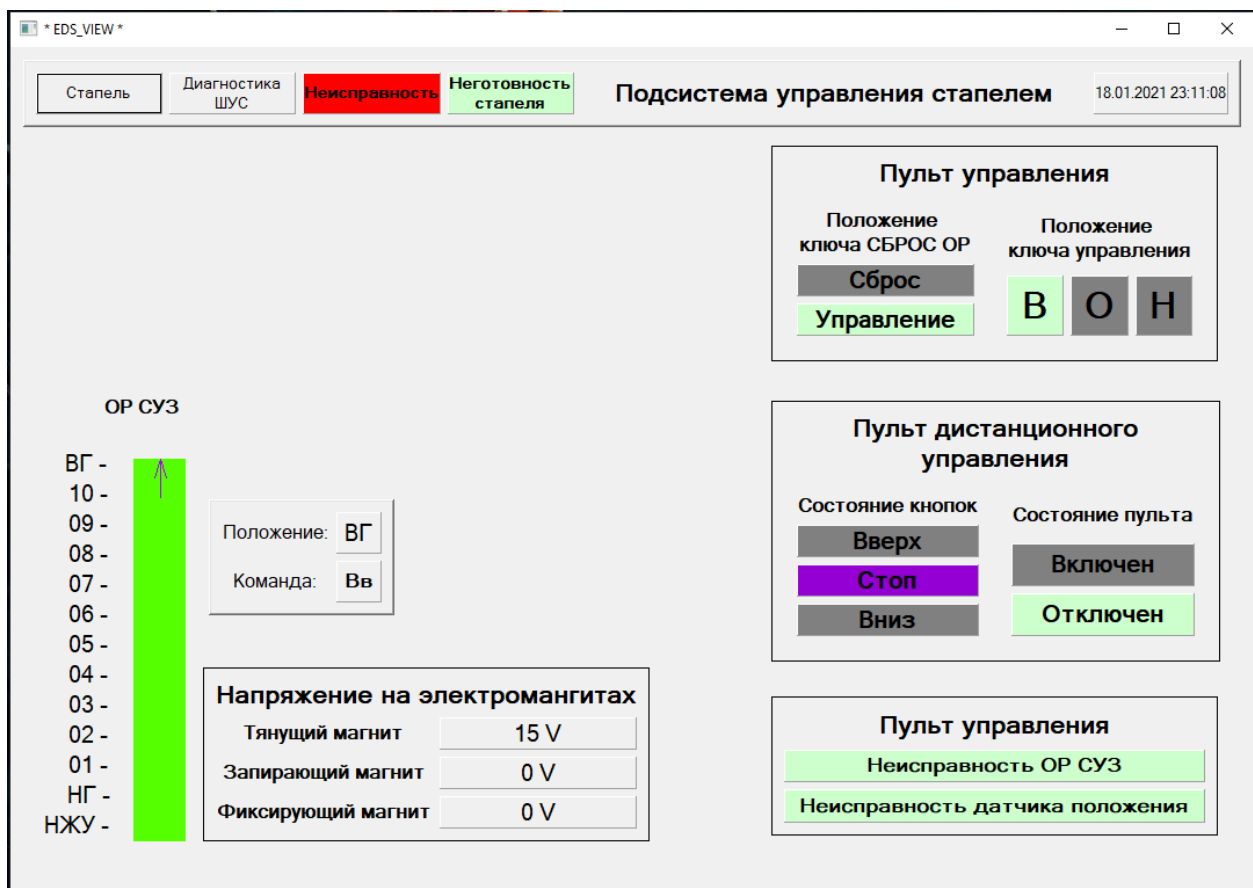
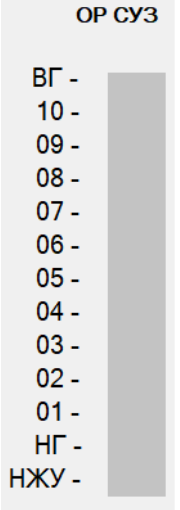


Рисунок 3.16 – Зовнішній вигляд відеокадру «Управління стапелем»

Умовні позначення відеокадру «Управління стапелем» наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Опис значень елементів інтерфейсу відеокадру «Управління стапелем»

Зовнішній вигляд елемента інтерфейсу	Опис вигляду елемента інтерфейсу	Значення
	Зелений фон, чорний текст	Положення ключа або натиснута кнопка
	Фіолетовий фон, чорний текст	Стан ключа або кнопки недостовірний
	Сірий фон, чорний текст	Відсутність натискання кнопки або переведення ключа
	Шкала зеленого кольору	Датчик положення в нормі. Поточне положення ОР СУЗ
	Шкала сірого кольору	Відсутність зв'язку з датчиком положення

Формування протоколів виконується через пункт меню «Сервіс». Відеокадр формування протоколів зображено на рисунку 3.17.

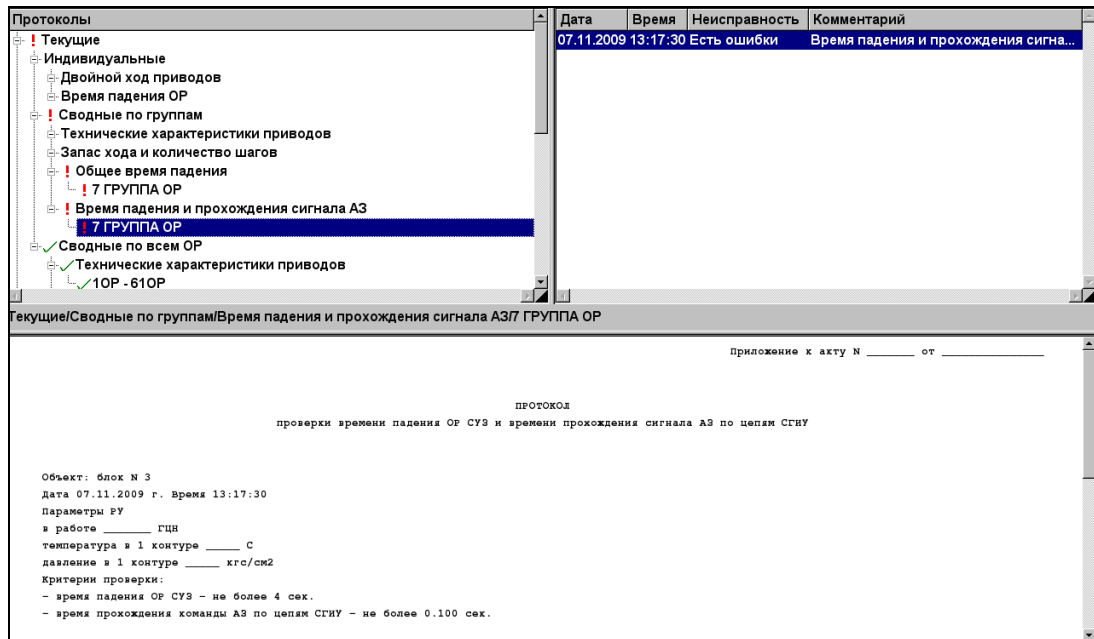


Рисунок 3.17 – Зовнішній вигляд відеокадру «Формування протоколів»

Зовнішній вигляд відеокадру «Журнал порушень та подій» зображено на рисунку 3.18

Дата	Время	Устройство	Оборудование	Состояние	
383	05.01.2021	11:02:38.819	РТЗ.2	КМР	ОЩ0108: Пропадание сети е/
384	05.01.2021	11:02:38.819	РТЗ.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0410: Неисправность 2БГ
385	05.01.2021	11:02:38.819	РТЗ.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0411: Неисправность 2БГ
386	05.01.2021	11:02:38.819	РТЗ.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0412: Неисправность 2БГ
387	05.01.2021	11:02:38.819	РТЗ.2	[17 00] МКО-3М	Позиция 3
388	05.01.2021	11:02:38.819	РТЗ.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0402: Выключены 1 фидер
389	05.01.2021	11:02:38.823	2СДА/МП1	Блок БКнт-83. Наличие источника времени	Нет
390	05.01.2021	11:02:38.823	2СДА/МП1	Блок БКнт-83. Подключение к сети	Нарушение
391	05.01.2021	11:02:38.887	РТ5.2	КМР	ОЩ0108: Пропадание сети е/
392	05.01.2021	11:02:38.887	РТ5.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0410: Неисправность 2БГ
393	05.01.2021	11:02:38.887	РТ5.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0411: Неисправность 2БГ
394	05.01.2021	11:02:38.887	РТ5.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0412: Неисправность 2БГ
395	05.01.2021	11:02:38.887	РТ5.2	[17 00] МКО-3М	Позиция 3
396	05.01.2021	11:02:38.887	РТ5.2	[17 00] МКО-3М	ОЩ0402: Выключены 1 фидер
397	05.01.2021	11:02:41.399	ПТК СНЭ	Отказ ПТК	Сформирован
398	05.01.2021	11:02:41.399	ПТК СНЭ	Вызов к ПТК	Сформирован
399	05.01.2021	11:02:41.400	2СДА/МП1	Обобщенный статус МФД блока БКнт-83	Есть нарушения в работе
400	05.01.2021	11:02:41.400	2СДА/МП1	Обобщенный статус МФД блока БКнт-83	Есть несоответствия
401	05.01.2021	11:03:18.121	КМп	ТВ10_20 команда алгоритма (ТВ10 ч 4 ТВВ08)	1
402	05.01.2021	11:03:18.121	КМп	ТВ10_21 команда алгоритма (ТВ10 ч 4 ТВВ08)	1
403	05.01.2021	11:03:18.126	КМп	ТВ10_20 команда алгоритма (ТВ10 ч 4 ТВВ08)	1
404	05.01.2021	11:03:18.126	КМп	ТВ10_21 команда алгоритма (ТВ10 ч 4 ТВВ08)	1
405	05.01.2021	11:03:20.931	2СДА/МП2	Блок БКнт-83. Наличие источника времени	Нет
406	05.01.2021	11:03:20.931	2СДА/МП2	Блок БКнт-83. Подключение к сети	Нарушение
407	05.01.2021	11:03:20.931	2СДА/МП2	Обобщенный статус МФД блока БКнт-83	Есть несоответствия
408	05.01.2021	11:33:18.126	КМп	ТВВ08 сигнал в ИВС	1
409	05.01.2021	11:33:18.134	КМп	ТВВ08 сигнал в ИВС	1
410	05.01.2021	12:25:30.784	РТЗ.1	[07 15] ФТ-18К1	ОЩ0220: Ошибка по результ
411	05.01.2021	12:28:47.139	1СДА/МП1	1СДА/МП1	Неисправность
412	05.01.2021	14:31:31.125	КМп	YD10P94V2 сигнал в ИВС	1
413	05.01.2021	14:31:31.126	КМп	YD10P94V2 сигнал в ИВС	1

Рисунок 3.18 – Відеокادر «Журнал порушень та подій»

Зовнішній вигляд відеокадрів архіву порушень та подій зображено на рисунках 3.19 – 3.20

Архив нарушений и событий

Нарушения и события (фильтр не выбран)

	Дата	Время	Устройство	Оборудование
13441	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Блок БКнт-83. Частота вращения вентилятора ВН2 с
13442	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Блок БКнт-83. Частота вращения вентилятора ВН3 с
13443	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Блок БКнт-83. Частота вращения вентилятора ВН4 с
13444	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Системные ресурсы. Загрузка оперативной памяти
13445	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Системные ресурсы. Доступный размер оперативн
13446	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Системные ресурсы. Загрузка процессора
13447	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Обобщенный статус МФД блока БКнт-83
13448	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Обобщенный статус МФД модуля процессорного
13449	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Обобщенный статус МФД контроллера Ethernet
13450	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Обобщенный статус МФД ресурсов ОС
13451	04.01.2010	15:44:21.619	2СДАМП2	Обобщенный статус МФД ИБП
13452	04.01.2010	15:44:21.619	Service	Связь с сервером АЕ
13453	04.01.2010	15:44:21.619	СДАМП1	Связь с сервером ОБД
13454	04.01.2010	15:44:21.619	СДАМП2	Связь с сервером ОБД
13455	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[06 03] ФТ-16К1
13456	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[06 14] ФТ-16К1
13457	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[06 14] ФТ-16К1
13458	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 01] ФТ-16К1
13459	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 01] ФТ-16К1
13460	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 03] ФТ-16К1
13461	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 03] ФТ-16К1
13462	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 15] ФТ-16К1
13463	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 15] ФТ-16К1
13464	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 16] ФТ-16К1
13465	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[07 16] ФТ-16К1
13466	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[10 04] ФТ-16К1
13467	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[10 04] ФТ-16К1
13468	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[10 05] ФТ-16К1
13469	04.01.2010	15:44:21.619	РТЗ.1	[10 05] ФТ-16К1

ПТК СНЭ РО:  
Архив: 04.01.2010 14:38:02 - 05.01.2010 14:38:02, 50000 показано (не все).

Серверы  
 ПТК СНЭ РО

Фильтры  
(фильтр не выбран) Редактировать

Дата  
 Начало: 04.01.2010 14:38:02  
 Конец: 05.01.2010 14:38:02

Длительность  
Последние за:  
24 Час

Комментарий  
Текущий архив

Информация об архиве  
Начало архива: 04.01.2010 14:51:19  
Конец архива: 05.01.2010 14:36:56

Рисунок 3.19 – Видеокадр «Архив порушень та подій»

Просмотр текущего архива параметров

Краткосрочный архив

Дата	Время	Длительность
27.06.08	15:30:09.000	10
27.06.08	15:32:09.000	
27.06.08	15:34:09.000	
27.06.08	15:36:09.000	
27.06.08	15:38:09.000	
27.06.08	15:40:09.000	

Канал 1

Канал 2

Канал 3

Обновить  Дискретность 1.022146

Выбор параметров для вывода на тренд

Наименование группы 1

Аналоговые параметры ШГ СГ

Перо N Канал 1 Канал 2 Канал 3

КМп-25/ШУК RY30T05B1 -Тд, время ... (s)

Перо 1 0.000 2.000 2.000

Дискретные параметры СГ

Перо N Канал 1 Канал 2 Канал 3

КМп-25/ШУК д.с.- Из схемы АСП 1-ступ...

Перо 1 1 1 1

Начало архива: 03.06.2008 17:27:34  
Сервер: HDASrv1  
Комментарий: Сервер ведения архива параметров

Канал 1 Канал 2 Канал 3

Интервал: 0:05:06.333901 Масштаб  Время  Значения

27.06.08 15:35:01.333901 Мониторинг 1 мин.

27.06.08 15:29:55.000000 Секунда ++ --

Рисунок 3.20 – Видеокадр «Перегляд архіву параметрів»

### **Висновок до розділу 3**

У цьому розділі було описано розроблювану систему, реалізовано алгоритми роботи системи, та розроблено ПЗ підсистеми управління стапелем. Було проведено первинне тестування розробленого ПЗ, під час якого було підтверджено правильність відображення даних ОБД, роботу архіву порушень та подій, можливість створення протоколів.



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Загальні питання з охорони праці

В законі України «Про охорону праці» визначається [6], що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Сутність охорони праці полягає у визначенні можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть проявитися при проведенні запланованих для виконання робіт; прогнозуванні моментів прояву зазначених факторів; проведенні необхідних профілактичних заходів.

Державна політика в галузі охорони праці базується на головному принципі – пріоритету життя і здоров'я працівників.

Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції позитивно впливає на ефективність виробництва. На це вказує те, що травматизм визначає істотну частину непродуктивних втрат робочого часу, а боротьба з травматизмом, крім гуманістичного спрямування, має чітко виражений економічний аспект.

При виконанні роботи безпосередньо на персональних комп'ютерах та з використанням друкувальної, копіювальної та іншої офісної техніки характерні такі небезпечні фактори, як:

- шум і вібрація, джерелом яких є комп'ютери, офісна техніка;
- забруднення атмосфери шкідливими речовинами (озон, оксиди азоту, пил);
- широке використання електричного струму: комп'ютерами, в штучному освітленні;
- електромагнітні поля, інфрачервоне та іонізуюче випромінювання;
- тепловиділення;
- статична електрика.

## 4.2 Аналіз стану умов праці

Обчислювальна техніка при функціонуванні має наступні експлуатаційні характеристики:

- робоче живлення 220 В;
- частота живильної мережі 50 Гц;
- споживана потужність в межах 300 Вт.

При роботі на персональних ЕОМ користувач наражається на небезпеку ураження електричним струмом. Приміщення для обчислювальної техніки за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки, згідно з ДСТУ Б А.3.2-13: 2011 «Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги» [7].

На користувачів під час роботи з комп'ютерною технікою можуть діяти такі види небезпек:

- ураження електричним струмом;
- енергетична небезпека (виникає через коротке замикання: опіки, електрична дуга, викид розплавленого металу);
- небезпека загоряння; термонебезпека (дія високих температур через нагрівання конструктивних елементів);
- механічна небезпека (травми через падіння, дію рухомих частин, поріз за гострі частини конструктивних елементів);
- хімічна небезпека (контакт із деякими хімікатами, які використовують для того, щоб обслуговувати обладнання, або від вдихання їх парів).

Згідно з ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [8], при обслуговуванні ПЕОМ мають місце фізичні та психофізичні небезпеки, а також шкідливі виробничі фактори:

- підвищений значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може – відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювання;
- підвищений або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений або знижена рухливість повітря;
- підвищений або знижена вологість повітря;
- відсутність або нестача природного світла;
- підвищений пульсація світлового потоку;

- недостатність освітлення робочого місця;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- розумове перенапруження;
- емоційне навантаження;
- монотонність праці.

#### 4.3 Вимоги до приміщення

Робота над проектом проходитиме у побутовому приміщенні. Кімната має довжину – 4 м, ширину – 5 м, висоту – 2.5 м, площу – 20 м<sup>2</sup>, об'єм – 50 м<sup>3</sup>. Кількість робочих місць – одне. Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [9] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 м<sup>2</sup>, а об'єм — не менше 20 м<sup>3</sup>. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

#### 4.4 Вимоги до організації місця праці

У кімнаті знаходиться ПЕОМ з 8-ядерним процесором і 20-дюймовим Led монітором, а також меблі.

Приміщення має одностороннє природне освітлення і загальне штучне освітлення.

Стіни і стеля обклеєні світлими шпалерами, підлога вкрита темним ламінатом. У приміщенні відсутні сильні вібрації та шкідливі речовини.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–25°C, відносна вологість – близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Система вентилявання приміщення – природна.

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за ДСанПіН 3.3.2.007-98 [10] (табл. 4.1) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.1 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне Значення	Нормативне Значення
Ширина простору для ніг, мм	520	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	660	не менше 650

Продовження таблиці 4.1

Найменування параметра	Фактичне Значення	Нормативне Значення
Висота поверхні сидіння, мм	435	400 ÷ 500
Висота робочої поверхні, мм	760	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	630	не менше 600
Ширина опорної поверхні спинки, мм	410	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	725	700 ÷ 800

#### 4.5 Пожежна безпека

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100°C). При проходженні електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди).

Для гасіння пожеж в побутовому приміщенні пропонується використовувати наявні засоби – кошму та інші.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [12] відносяться до категорії "В" (пожежонебезпечної).

#### 4.6 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають

ДСН 3.3.6.042-99 [9] і наведені в табл. 4.2:

Таблиця 4.2 – Нормативні параметри мікроклімату для приміщень з ВДТ

Період Року	Категорія Робіт	Температура С <sup>0</sup>	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка-1а	22-24	40-60	0,1
Тепла	Легка-1а	23-25	40-60	0,1

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля;
- встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування);
- раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Для зниження стомлюваності персоналу в приміщеннях, де розташовані обчислювальні засоби, передбачається використовувати спокійні колірні поєднання і покриття, що не дають відблисків.

#### 4.7 Освітлення

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконний отвір, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється світлодіодними лампами.

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше – 1/8, в побутових – 1/10:

$$S_b = \left( \frac{1}{5} / \frac{1}{10} \right) * S_n \quad (4.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів, м<sup>2</sup>;

$S_n$  – площа підлоги, м<sup>2</sup>.

$$S_n = a \cdot b = 20 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/10 \cdot 20 = 2 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 2 вікна площею  $S=2 \text{ м}^2$  кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочою поверхнею. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 4 м, світильниками, оснащеними світлодіодними лампами (три по 14 Вт) з світловим потоком 1300 лм кожна. Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників  $n$  виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M}, \quad (4.2)$$

де  $E$  – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 150 лк;

$S$  – освітлювана площа, м<sup>2</sup>;  $S = 20 \text{ м}^2$ ;

$Z$  – поправочний коефіцієнт світильника приймаємо рівним 1,1;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

$U$  – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575;

$M$  – число світлодіодних ламп в світильнику – 3;

$F$  – світловий потік лампи – 1300 лм.

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{150 \cdot 20 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{1300 \cdot 0,575 \cdot 3} \approx 2,0.$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з трьох люмінесцентних ламп загальною потужністю 42 Вт, напругою – 220 В.

#### 4.8 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти), тобто при  $V_{\text{приміщення}} > 40 \text{ м}^3$  на одного працюючого допускається природна вентиляція. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в ДСанПІН 3.3.2.007-98 [10].

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

#### 4.9 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

1. Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);
- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря:
  - а) якщо об'єм приміщення  $20 \text{ м}^3$ , то потрібно подати не менш як  $30 \text{ м}^3/\text{год}$  повітря;
  - б) якщо об'єм приміщення у межах від  $20$  до  $40 \text{ м}^3$ , то потрібно подати не менш як  $20 \text{ м}^3/\text{год}$  повітря;
  - в) якщо об'єм приміщення становить понад  $40 \text{ м}^3$ , допускається природна вентиляція, у випадку, коли немає виділення шкідливих речовин.

2. Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:

- постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі;
- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;
- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні

розетки;

– не підключати одночасно декілька потужних електропристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;

– не залишати включені електроприлади без нагляду;

#### 4.10 Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі)

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом згідно з наказом від 1 липня 2016 року N 204 [11], приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Послідовність розрахунку.

1. Визначається необхідний опір штучних заземлювачів  $R_{шт.з}$ :

$$R_{шт.з} = \frac{R_{\partial} \cdot R_{нр.з}}{R_{нр.з} - R_{\partial}}, \quad (4.3)$$

де  $R_{нр.з}$  – опір природних заземлювачів;

$R_{\partial}$  – допустимий опір заземлення.

Якщо природні заземлювачі відсутні, то  $R_{шт.з} = R_{\partial}$ .

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом.}$$

2. Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо  $\rho=40$  Ом·м (табличне значення).

3. Розрахунковий питомий опір ґрунту,  $P_{розр}$ , Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів  $\rho_{розр.в}$ , і горизонтальних  $P_{розр.г}$ , Ом·м за формулою (4.4):

$$P_{розр.} = \Psi * \rho, \quad (4.4)$$



де  $\psi$  – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів I кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів  $P_{розр.в}=1,7$  і горизонтальних  $P_{розр.г}=5,5$  Ом·м.

$$P_{розр.в} = 1,7 * 40 = 68 \text{ Ом/м};$$

$$P_{розр.г} = 5,5 * 40 = 220 \text{ Ом/м}.$$

4. Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача  $R_B$ , Ом, за (4.5).

$$R_B = \frac{P_{розр.в}}{2 * \pi * l_B} * \left( \ln \frac{2 * l_B}{d_{СТ}} + \frac{1}{2} * \ln \frac{4 * t + l_B}{4 * t - l_B} \right), \quad (4.5)$$

де  $l_B$  – довжина вертикального заземлювача (для труб – 2-3 м;  $l_B=3$  м);

$d_{СТ}$  – діаметр стержня (для труб – 0,03-0,05 м;  $d_{СТ}=0,05$  м);

$t$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за формулою (4.6):

$$t = h_B + \frac{l_B}{2}, \quad (4.6)$$

де  $h_B$  – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}.$$

$$R_B = \frac{68}{2 * \pi * 3} * \left( \ln \frac{2 * 3}{0,05} + \frac{1}{2} * \ln \frac{4 * 2,3 + 3}{4 * 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}.$$

5. Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів  $n$  штук, без урахування коефіцієнта використання  $\eta_B$  за формулою (4.7):

$$n = \frac{2 * R_B}{R_0} = \frac{2 * 18,5}{4} = 9,25. \quad (4.7)$$

6. Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання  $n_B$ , шт. за формулою (4.8):

$$n_B = \frac{2 * R_B}{R_0 * \eta_B} = \frac{2 * 18,5}{4 * 0,57} = 16,2 \approx 16. \quad (4.8)$$

7. Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м за формулою (4.9):

$$l_c = 1,05 * L_B * (n_B - 1). \quad (4.9)$$

де  $l_c$  – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за  $L_B = 3$  м);  
 $n_B$  – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 * 3 * (16 - 1) \approx 48 \text{ м}.$$

8. Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки)  $R_\Gamma$ , Ом за формулою (4.10):

$$R_\Gamma = \frac{P_{розр.г}}{2 * \pi * l_c} * \ln \frac{2 * l_c^2}{d_{cm} * h_\Gamma}, \quad (4.10)$$

де  $d_{cm}$  – еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d_{cm} = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;  
 $h_\Gamma$  – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);  
 $l_c$  – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м.

$$R_\Gamma = \frac{220}{2 * \pi * 48} * \ln \frac{2 * 48^2}{0,95 * 0,15 * 0,5} = 8,1 \text{ Ом}.$$

9. Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$ .

відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_B$ . Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги  $\eta_c=0,3$  (табличне значення).

10. Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги за формулою (4.11):

$$R_{заг} = \frac{R_B * R_{Г}}{R_B * \eta_c + R_{Г} * n_B * \eta_B} \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{заг} \leq R_{\delta}$ , а саме:

$$R_{заг} = \frac{18,5 * 8,1}{18,5 * 0,3 + 8,1 * 16 * 0,57} = 1,9 \leq R_{\delta}$$

#### 4.11 Охорона навколишнього природного середовища

Тривала робота комп'ютерів приводить до зниження концентрації кисню в повітрі, кількість озону, навпаки, збільшується. Озон є сильним окислювачем. Його концентрація вище гранично допустимих величин приводить до несприятливих обмінних реакцій організму

Великий вплив монітори роблять на іонний склад повітря робочої зони. Зміна цього балансу, що обумовлений збільшенням кількості позитивних іонів, приводить до негативних наслідків. Установлено, що фоновий спектр іонів у приміщеннях з моніторами характеризується надлишком негативних іонів. При цьому концентрація легких негативних аероіонів складає 350-620 в 1 см<sup>3</sup>. У процесі роботи терміналу структура спектра іонного складу повітря робочої зони істотно змінюється. Протягом 5 хв роботи монітора концентрація легких негативних іонів зменшувалася в 8 разів, а через 3 години – знизилася до рівня, близького до нуля. Істотно понизилася кількість середніх і важких негативних часточок. У той же час концентрація позитивних іонів зростала, і через 3 год. роботи монітора в повітрі робочої зони переважали позитивні часточки всіх розмірів. Необхідно відзначити, що й у геопатогенних зонах прилади також реєструють різке зменшення негативно заряджених іонів кисню, що підкреслює факт однакової фізичної природи торсіонових полів зон Землі і торсіонових полів, які генеруються моніторами, телевізорами й іншою електронною технікою.

#### **Висновки до розділу 4**

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуто заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Технічним завданням дипломного проекту було створення програмного забезпечення підсистеми управління стапелем. Так як в процесі розробки використовувався ПК, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера, на якому було розроблено модуль.

## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проєкті був проведений аналіз сучасних інструментальних засобів розробки ПЗ для систем автоматизованого управління технологічними процесами. На основі порівняння функціональних можливостей кожного програмного комплексу був вибраний оптимальний и розроблено програмне забезпечення підсистеми управління стапелем.

Для виконання цієї задачі, крім дослідження сучасних методів та засобів розробки програмного забезпечення, були задіяні сучасні архітектурні, структурні та програмні методи вирішення цієї задачі.

Щодо перспектив розвитку програмного забезпечення планується повний цикл випробувань на полігоні СНВО «Імпульс» (автономних та комплексних) з використанням реального обладнання, а також подальше впровадження.

Розроблене програмне забезпечення являється прототипним, яке, в перспективі, буде являти собою основу реального ПЗ.

**ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ**

1. Петров І. В., Програмовані контролери. Стандартні мови та прийоми прикладного проектування / за ред. проф. В. П. Дьяконова.-М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 256с.
2. Ястребенецький М. А., Розен Ю. В., Виноградська С. В., Системи управління та захисту ядерних реакторів / за ред. М. А. Ястребенецького. - К.: Основа-Принт, 2011. - 768 с.
3. Носовський О. В., Васильченко В. М., Ключніков О. О., Яценко Я. В. «Безпека атомних станцій / за ред. О. В. Носовського - К.: Основа-Принт, 2005. - 290 с.
4. Новіков Г. А. Забезпечення безпеки у області використання атомної енергії - Єкатеринбург: Вид-во Урал. ун-та, 2017. - 552 с.
5. Солонін В. І. Безпека та надійність реакторних установок - М.: МГТУ ім. Н. Е. Баумана, 1996. - 80 с.
6. Закон України "Про охорону праці". Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669. - Режим доступу: [www. URL:](http://www.url.com) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
7. ДСТУ Б А.3.2-13: 2011 «Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги». - Режим доступу: [www. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY4/dsty\\_b\\_a.3.2-13-2011.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dsty_b_a.3.2-13-2011.pdf).
8. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». - Режим доступу: [www. URL:](http://www.url.com) [https://dnaop.com/html/42247/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2\\_12.0.003-74\\_](https://dnaop.com/html/42247/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_12.0.003-74_).
9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - Режим доступу: [www. URL:](http://www.url.com) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
10. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. N 7. Режим доступу: [www. URL:](http://www.url.com) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98>.
11. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Наказ від 1 липня 2016 року N 204. Режим доступу: [www. URL: http://epicentre.co.ua/dstu/doc28522.html](http://epicentre.co.ua/dstu/doc28522.html).

12. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Режим доступу: [www. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](http://www.dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759).

13. Системне програмне забезпечення операторських і серверних станцій. Підсистема відображення даних і ведення архівів. Програми ведення архівів. Керівництво по використанню, Сєверодонецьк, 2013. 254 с.

14. Комплекс програм цільового програмування МСКУ / КМп. Текстова мова програмування прикладних програм для МСКУ / КМп. Опис мови програмування, Сєверодонецьк 2009. 174 с.

15. Комплекс програм технологічного програмування «ЯРУС 4.0». Текстовий мову програмування прикладних програм. Опис мови, Сєверодонецьк 2009. 123 с.

16. Комплекс програм цільового програмування МСКУ / КМп. Інструментальні засоби автоматизованого проектування. Опис програм, Сєверодонецьк 2018. 203 с.

## ДОДАТОК А

### Комп'ютерна презентація

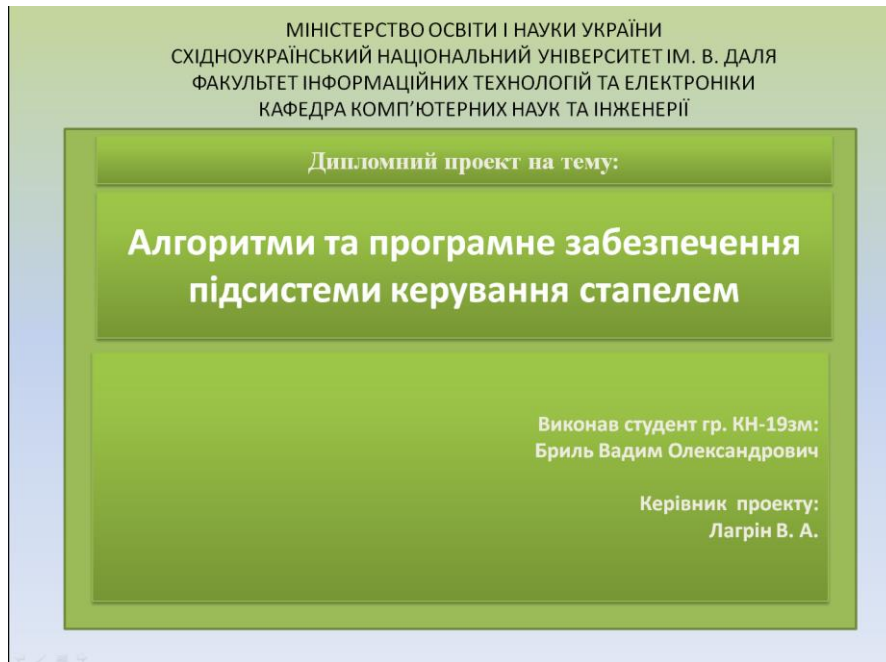


Рисунок А.1 – Титульний слайд презентації

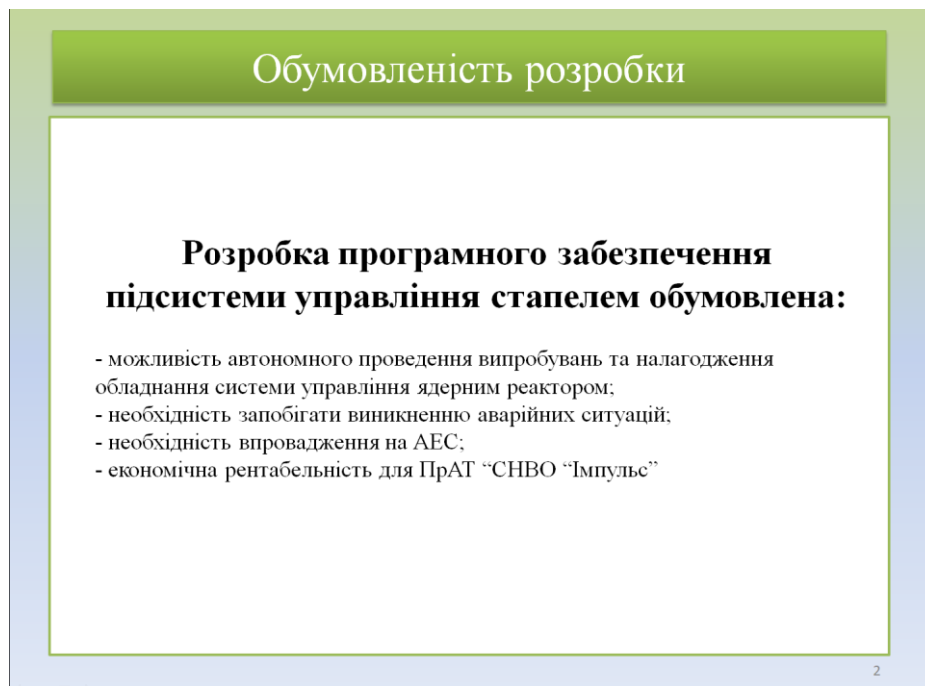


Рисунок А.2 – Слайд «Обумовленість розробки ПЗ»



## Мета дипломної роботи

**Метою дипломного проекту є дослідження алгоритмів управління ядерним реактором та розробка програмного забезпечення для підсистеми управління стапелем.**

Програмне забезпечення підсистеми управління стапелем має виконувати наступні функції:

- перевіряти працездатність встановленого на вертикальному стенді приводу і датчика положення;
- забезпечувати управління органом регулювання (для перевірки працездатності встановленого на вертикальному стенді приводу і датчика положення);
- забезпечувати реєстрацію та індикацію технологічної інформації;
- забезпечувати функцію постійної діагностики обладнання;
- формувати протоколи перевірок обладнання.

3

Рисунок А.3 – Слайд «Мета дипломної роботи»

## Система управління ядерним реактором

### Структура

Система управління ядерним реактором складається з:

- підсистеми захисту, групового та індивідуального управління;
- підсистеми контролю та управління приводами;
- підсистеми електроживлення;
- підсистеми взаємодії з оператором;
- підсистеми контролю діагностування;
- підсистеми управління стапелем.

### Функції

- захист ядерного реактора;
- групове та індивідуальне управління органами регулювання;
- автоматичне регулювання потужності реактора;
- контроль та відображення положення органів регулювання;
- постійне формування архівних даних по положенню і стану всіх органів регулювання реактору;
- інформаційна підтримка оперативного персоналу АЕС.

4

Рисунок А.4 – Слайд «Система управління ядерним реактором. Структура і функції»



Рисунок А.5 – Слайд «Система управління ядерним реактором. Структура ядерного реактору»



Рисунок А.6 – Слайд «Підсистема управління стапелем. Поняття стапелю»

**Підсистема управління стапелем**

**Функції підсистеми:**

- управління і контроль положення одного органу регулювання;
- реєстрація та індикація технологічної інформації;
- постійна діагностика обладнання;
- перевірка обладнання та формування протоколів перевірок обладнання.

7

Рисунок А.7 – Слайд «Підсистема управління стапелем. Функції»

**Інструментальні засоби розробки**

**Комплекс програм "20298"**

**Системне програмне забезпечення операторських та серверних станцій**

Використання комплексу програм "20298" дозволяє:

- створити та редагувати інтерактивні відеокадри (для перегляду даних та управління технологічним процесом);
- створити та редагувати бібліотеки скриптів (для прискорення процесу виконання скриптів та забезпечення контролю цілісності ПЗ);
- сформувати ОБД;
- реалізувати функції архівування та формування протоколів.

8

Рисунок А.8 – Слайд «Інструментальні засоби розробки. Комплекс програм "20298"»

**Інструментальні засоби розробки**

**Комплекс програм «20400»**

**Комплекс програм цільового програмування КМп**

Використання комплексу програм «20400» дозволяє:

- виконати розробку базового ПЗ КМп;
- виконати налаштування ноутбука, який функціонує під управлінням комплексу програм «20298».

9

Рисунок А.9 – Слайд «Інструментальні засоби розробки. Комплекс програм «20400»»

**Інструментальні засоби розробки**

**Комплекс програм «40400»**

**Комплекс програм технологічного програмування «ЯРУС 4.0»**

Використання комплексу програм «40400» дозволяє:

- виконати розробку прикладного ПЗ КМп;
- виконати налаштування підключення через мережу Ethernet;
- реалізувати функції діагностики обладнання підсистеми управління стапелем;
- реалізувати алгоритми вирівнювання;
- реалізувати алгоритми роботи підсистеми управління стапелем.

10

Рисунок А.10 – Слайд «Інструментальні засоби розробки. Комплекс програм «40400»»

## Інструментальні засоби розробки

### Комплекс програм “70400”

#### Інструментальні засоби автоматизованого проектування

Використання комплексу програм “70400” дозволяє:

- створити загальний робочий проект ПЗ підсистеми управління стапелем;
- виконати наладку ПЗ підсистему управління стапелем;
- виконати збір файлів проекту у комплект для встановлення на обладнання підсистеми управління стапелем (комплект ПЗ КМп та ноутбука);
- реалізувати контроль версій та контрольної суми ПЗ.

11

Рисунок А.11 – Слайд «Інструментальні засоби розробки. Комплекс програм “70400”»

## Розробка програмного забезпечення

### Розробка інтерфейсу взаємодії з оператором

Управління стапелем

Діагностика ШУС

12

Рисунок А.12 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Розробка інтерфейсу взаємодії з оператором (частина 1)»

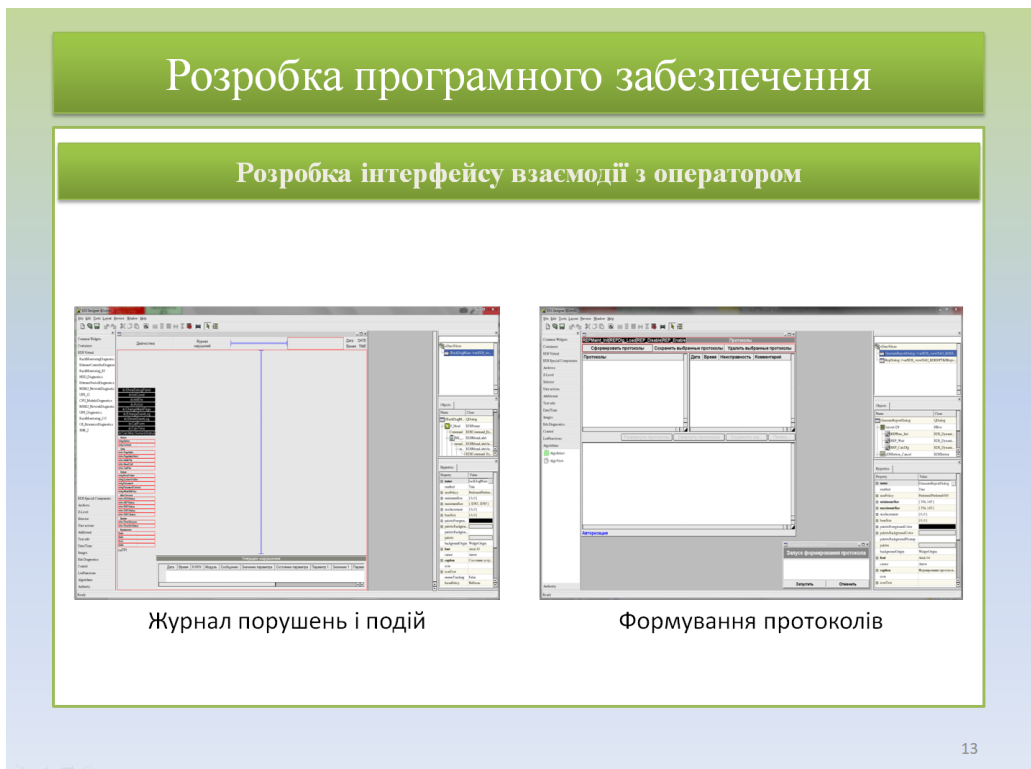


Рисунок А.13 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Розробка інтерфейсу взаємодії з оператором (частина 2)»

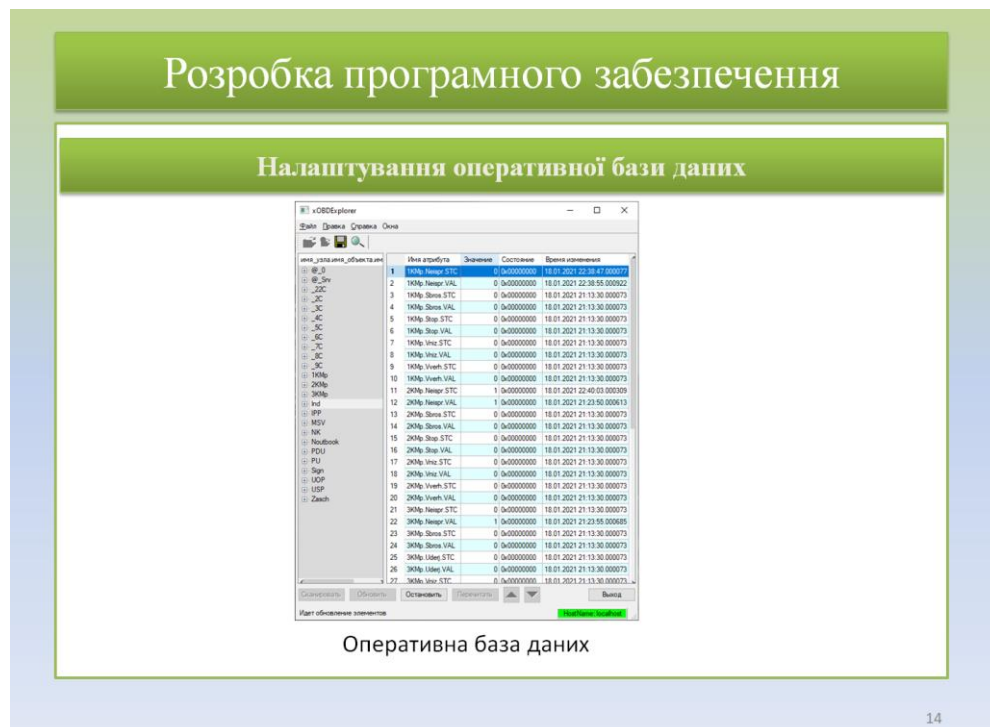


Рисунок А.14 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Налаштування ОБД»





Рисунок А.17 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Алгоритми управління (частина 3)»



Рисунок А.18 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Алгоритми управління (частина 4)»



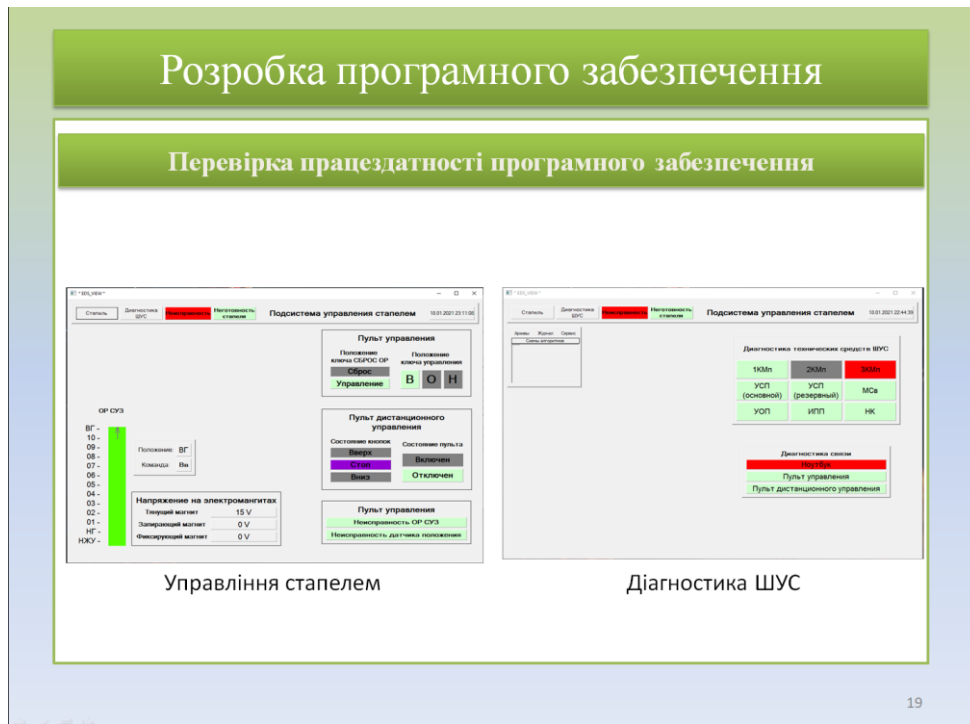


Рисунок А.19 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Перевірка працездатності (частина 1)»

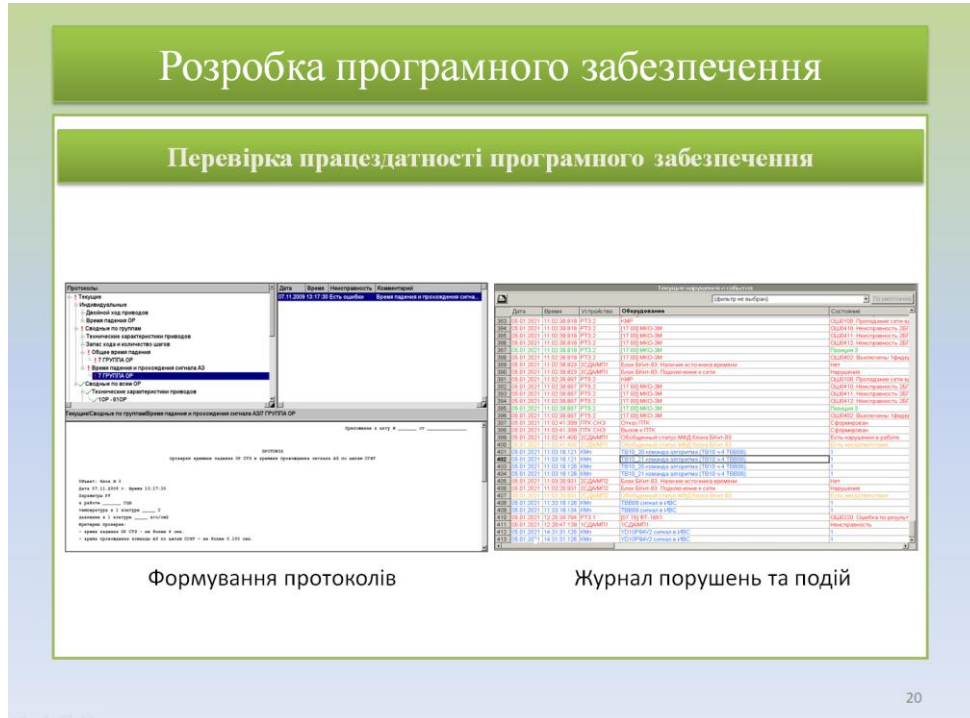


Рисунок А.20 – Слайд «Розробка програмного забезпечення. Перевірка працездатності (частина 2)»

**Висновок**

**Результати дипломного проекту**

- проведено дослідження сучасних методів та засобів розробки програмного забезпечення;
- виконано розробку програмного забезпечення;
- виконана перевірка працездатності програмного забезпечення.

**Перспективи розвитку дипломного проекту**

- проведення повноцінних випробувань на полігоні СНВО "Імпульс" з використанням реального обладнання;
- доопрацювання програмного забезпечення за результатами випробувань;
- впровадження програмного забезпечення.

21

Рисунок А.21 – Слайд «Висновки»