ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «КОМИТАС»

УТВЕРЖДЕНО
РОФ.ЛТПГ.00030-01 34-ЛУ

Программа «ELPLC»

Руководство пользователя

РОФ.ЛТПГ.00030-01 34

Москва, 2026 г.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Содержание

1 Назначение программы 3
1.1 Обозначение и наименование программы 3
1.2 Функциональное назначение 3
1.3 Шаттл-лифт 4
1.4 Система управления 7
2 Условия выполнения программы 10
2.1 Используемые программные средства 10
2.2 Используемые технические средства 10
2.3 Средства для взаимодействия оператора с программой 11
3 Установка и обновление программы 15
4 Запуск и завершение программы 17
4.1 Запуск программы 17
4.2 Завершение работы программы 17
5 Настройка оборудования шаттл-лифта 18
5.1 Подключение ПЛК к сети Ethernet 18
5.2 Настройка частотного преобразователя 18
6 Выполнение функций программы 19
6.1 Общие сведения 19
6.2 Сбор информации от низкоуровневых и периферийных устройств и формирование управляющих команд 19
6.3 Позиционирование кабины шаттл-лифта 20
6.4 Управление загрузкой и выгрузкой грузов на грузовую подъемную платформу 20
6.5 Взаимодействие с системой управления верхнего уровня 21
7 Сообщения оператору 22
8 Сведения о компании-разработчике 23
Термины, определения и сокращения 24

1 Назначение программы

1.1 Обозначение и наименование программы

Наименование и обозначение программы: ELPLC.

1.2 Функциональное назначение

Программа «ELPLC» предназначена для автоматизации работы шаттл-лифта и выполнять функции:

– запуск и управление позиционированием грузовой подъемной платформы шаттл-лифта;

– управление загрузкой и выгрузкой грузов из шаттл-лифта (только для шаттл-лифтов общего и грузового типа);

– выдача разрешения на заезд и выезд шаттла из шаттл-лифт;

– контроль скорости шаттл-лифта;

– оперативный останов грузовой подъемной платформы шаттл-лифта по командам с панели управления;

– управление световой сигнализацией (предупредительная, аварийная и другие);

– местное управление шаттл-лифтом в полуавтоматическом или ручном режиме;

– обеспечение различных видов защит (аварийный и экстренный останов);

– передача информации о режиме работы, скорости и других параметров шаттл-лифта в систему управления верхнего уровня;

– аварийная индикация всех видов защитных отключений и блокировок;

– хранение ограниченного объема данных о работе шаттл-лифта;

– настройка программы в процессе эксплуатации.

1.3 Шаттл-лифт

Шаттл-лифт предназначен для вертикального перемещения грузовых единиц, размещенных на поддонах (паллетах), и шаттлов без груза между уровнями стеллажной системы.

Шаттл-лифт включает основные составные части:

- шахта;
- грузовая подъемная платформа;
- механизм подъема;
- система управления;
- кабельные трассы и коммуникации.

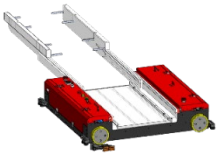
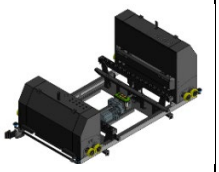
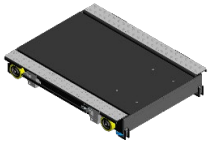
Программа «ELPLC» разработана для шаттл-лифтов, которые работают в автоматизированных складских шаттл-системах следующих типов:

1) автоматизированная система хранения (АСХ) 3Д-шаттл;
2) АСХ мини-шаттл;
3) АСХ спутник-шаттл.

В автоматизированной складской шаттл-системе грузы размещаются на хранение в многоуровневой стеллажной системе с помощью шаттла.

Шаттл – это складской робот для автоматизированной загрузки, выгрузки и транспортировки тарных грузов, размещенных на поддонах или в коробах, контейнерах. Шаттл перемещается по рельсовым путям в каналах стеллажной системы и размещает грузы в ячейках хранения. Характеристики шаттлов, с которыми работают шаттл-лифты, и их грузов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики шаттлов

Наименование шаттла	**3Д-шаттл**	**Мини-шаттл**	**Мастер-шаттл**	**Шаттл-сателлит**
Вид шаттла				
АСХ	АСХ 3Д-шаттл	АСХ мини-шаттл	АСХ спутник-шаттл	АСХ спутник-шаттл
Габаритные размеры, мм, не более	1020 x 988	1500 x 800	3000 x 1500	1320 x 955
Электропитание	Аккумуляторная батарея	Шины питания, расположенные в каналах хранения стеллажной системы	Шины питания, расположенные в каналах хранения стеллажной системы	Аккумуляторная батарея
Грузоподъемность, кг, не более	1200	35	1000	1000
Тип упаковки груза	Деревянный или полимерный поддон	Короб, контейнер, лоток	*	Деревянный или полимерный поддон
Размеры груза с упаковкой, мм длина ширина высота	 1240 840 1600	 600 400 250..400	*	 1240 840 1600

**Мастер-шаттл перевозит шаттл-сателлит с грузом / без груза или отдельно груз на деревянном (полимерном) поддоне размером 1240 x 840 x 1600 мм. Мастер-шаттл и шаттл-сателлит входят в состав спутник-шаттла.*

Автоматизированные складские шаттл-системы включают шаттл-лифты трех типов: грузовой – для перевозки грузов; сервисный – для перевозки шаттлов; общий тип – для перевозки шаттлов и грузов.

Программа «ELPLC» используется для автоматизации работы шаттл-лифтов общего и грузового типов. Сервисный шаттл-лифт управляется оператором в ручном режиме.

В таблице 2 приведены характеристики шаттл-лифтов.

Таблица 2 – Технические характеристики шаттл-лифтов

Параметр / Шаттл-лифт	Шаттл-лифт для 3Д-шаттла и грузовых единиц	Шаттл-лифт для грузовых единиц спутник-шаттла	Шаттл-лифт для грузовых единиц мини-шаттла
Тип лифта	общий	грузовой	грузовой
Грузоподъемность, кг	не более 1200	не более 1200	не более 35
Скорость передвижения грузовой подъемной платформы, м/с	не более 0,4	не более 0,4	не более 2
Высота подъема, м	не более 10		
Входное напряжение, В	380 ± 10%		

Для ознакомления с работой автоматизированных складских шаттл-систем смотрите эксплуатационную документацию:

- АСХ 3Д-шаттл:
  - Руководство по эксплуатации 3Д-шаттла 5000.00000.000 РЭ;
  - Руководство по эксплуатации шаттл-лифта для 3Д-шаттла и грузовых единиц 5700.00000.000 РЭ.
- АСХ мини-шаттл:
  - Руководство по эксплуатации мини-шаттла 5100.00000.000 РЭ;

- Руководство по эксплуатации шаттл-лифта для грузов мини-шаттла 5701.00000.000 РЭ.

– АСХ спутник-шаттл:

- Руководство по эксплуатации спутник-шаттла 5200.00000.000 РЭ;
- Руководство по эксплуатации шаттл-лифта для грузов спутник-шаттла 5704.00000.000 РЭ.

1.4 Система управления

Управление шаттл-лифтом осуществляется автоматически с помощью программы «ELPLC» и средств автоматизации.

К средствам автоматизации относятся устройства:

1) программируемый логический контроллер (ПЛК);
2) панель оператора;
3) датчики и другие периферийные устройства;
4) дальномер;
5) предупредительная светозвуковая сигнализация;
6) аварийные выключатели;
7) шины данных.

По шинам данных информация передается с использованием интерфейсов Ethernet, RS-485, а также используются дискретные входы и выходы (сигналы DI/DO).

Интерфейс Ethernet используется:

- для передачи данных о состоянии оборудования шаттл-лифта в систему управления верхнего уровня;
- передачи команд от системы управления верхнего уровня в программу;
- обновления программы.

Для обмена данными с датчиками и другими устройствами используются интерфейсы RS-485, DI/DO (дискретные входы и выходы) и другие в зависимости от используемой модели ПЛК.

Дискретные входы и выходы (Digital Input/Output, DI/DO) используются для получения дискретных сигналов от внешних устройств. Дискретные выходы в ПЛК используются для управления внешними устройствами.

На шаттл-лифте установлены датчики и периферийные устройства, описанные в таблице 3.

Таблица 3 – Устройства автоматизации

Размещение	Устройство	Описание
Шкаф управления	Программируемый логический контроллер	Основное устройство управления шаттл-лифтом и его компонентами
	Коммутатор	Объединяет систему верхнего уровня, шаттл-лифт и его периферийные устройства в одну сеть
	Преобразователь частоты	Управляет скоростью электродвигателя посредством изменения частоты питающего напряжения
	Панель сенсорная	Используется для отображения информации о работе оборудования и управления оборудованием в режимах работы SEMI и MANUAL
Шахта лифта	Датчик индуктивный (для бесконтактного обнаружения металлических объектов и реализации дискретной сигнализации в автоматике)	Контроль положения сервисных стопоров для обслуживания шахты и кабины шаттл-лифта (*только для лифта общей категории*)
	Датчик расстояния лазерный 0,2...50 м	Определение точного положения кабины лифта
	Отражающее зеркало для отражения на 90°	Используется для установки лазерного датчика расстояния

Размещение	Устройство	Описание
		таким образом, чтобы предотвратить загрязнение стекла датчика
	Концевой выключатель	Контроль максимального положения кабины в самой нижней и самой верхней позиции в шахте
Кабина лифта	Отражательный фотоэлектрический датчик	Контроль положения шаттла и груза в кабине
	Модуль удаленного ввода-вывода	Сбор данных о состоянии датчиков и передача данных в ПЛК
Конвейер	Отражательный фотоэлектрический датчик	Контроль положения груза

2 Условия выполнения программы

2.1 Используемые программные средства

Программа «ELPLC» разработана на языке программирования высокого уровня ST (Structured Text) в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 «Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования».

Программа функционирует на аппаратных средствах ПЛК с помощью операционной системы реального времени, установленной на ПЛК.

В качестве программных средств компиляции кода используется программное обеспечение для разработки проектов для ПЛК CODESYS (InoProshop). CODESYS (InoProShop) содержит встроенный компилятор, который преобразует проекты, написанные на языках МЭК 61131-3 (ST, LD, FBD, CFC), в машинный код для целевого ПЛК.

2.2 Используемые технические средства

Программа устанавливается и функционирует на ПЛК.

ПЛК представляет собой микропроцессорное устройство, применяемое при сборе данных от датчиков и других устройств полевого третьего уровня, их преобразовании и обработке, способное хранить информацию и выдавать команды управления по заданному алгоритму.

ПЛК имеет конечное количество входов и выходов, возможность подключения различных датчиков и исполнительных устройств и предназначен для работы в режиме реального времени.

ПЛК имеет порты:

- порты Ethernet;
- порты RS-485 (опционально).

ПЛК поддерживает протоколы Modbus TCP/IP, OPC UA, Modbus RTU.

В ПЛК более 10 Мб памяти для хранения данных и более 5 Мб для прикладных программ.

ПЛК размещают в шкафу управления на DIN-рейке.

Подробная информация о работе с ПЛК приводится в руководстве по эксплуатации устройства.

2.3 Средства для взаимодействия оператора с программой

Программа не имеет пользовательского интерфейса.

Оператор может взаимодействовать с программой несколькими способами:

1) с помощью специального программного обеспечения для доступа к ПЛК (специальное ПО), которое рекомендует использовать производитель ПЛК;
2) с помощь панели оператора – специального устройства с сенсорным экраном для визуализации данных ПЛК и взаимодействия с ним.

Специальное ПО позволяет оператору:

- просматривать входные данные, которые поступают в ПЛК, и выходные данные, которые формируются с помощью программы на выходах ПЛК;
- изменять настройки программы;
- задавать параметры для формирования управляющих команд.

Панель оператора имеет пользовательский интерфейс, в котором визуализируются входные и выходные данные ПЛК.

Для интерфейса панели оператора созданы формы отображения с настроечными параметрами программы, со статистическими данными о работе автоматизируемого оборудования и самой программы.

Формы отображения могут быть изменены в соответствии с условиями эксплуатации и требованиями к автоматизированной складской шаттл-системе и формируются для каждого конкретного случая применения.

На основном экране интерфейса панели оператора (рисунок 1) отображаются основные статусы механизмов, кнопки запуска лифта в автоматическом режиме и управления лифтом в полуавтоматическом режиме.

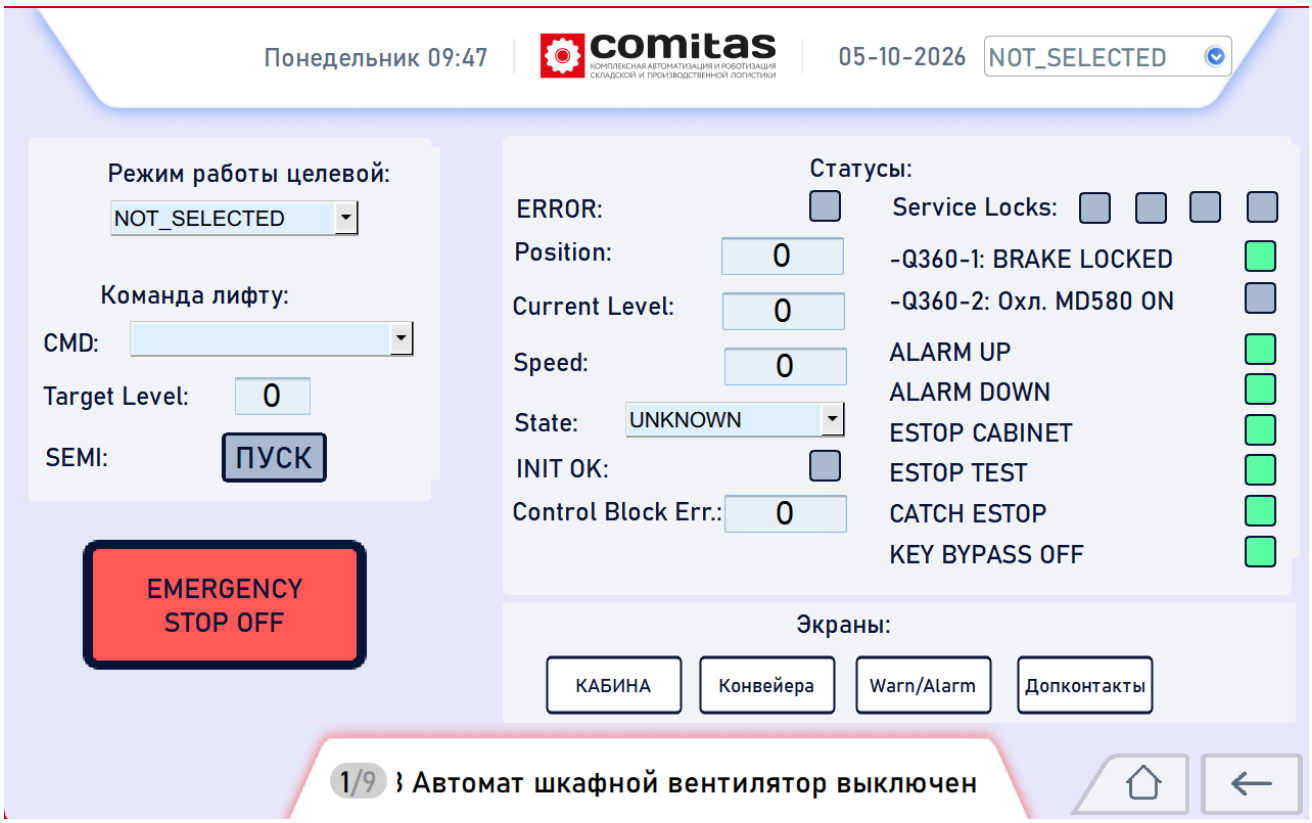


Рисунок 1 – Основной экран интерфейса панели оператора

На экране кабины лифта (рисунок 2) находятся статусы всех механизмов кабины, а также кнопки управления ее перемещением и перемещением конвейера на кабине.

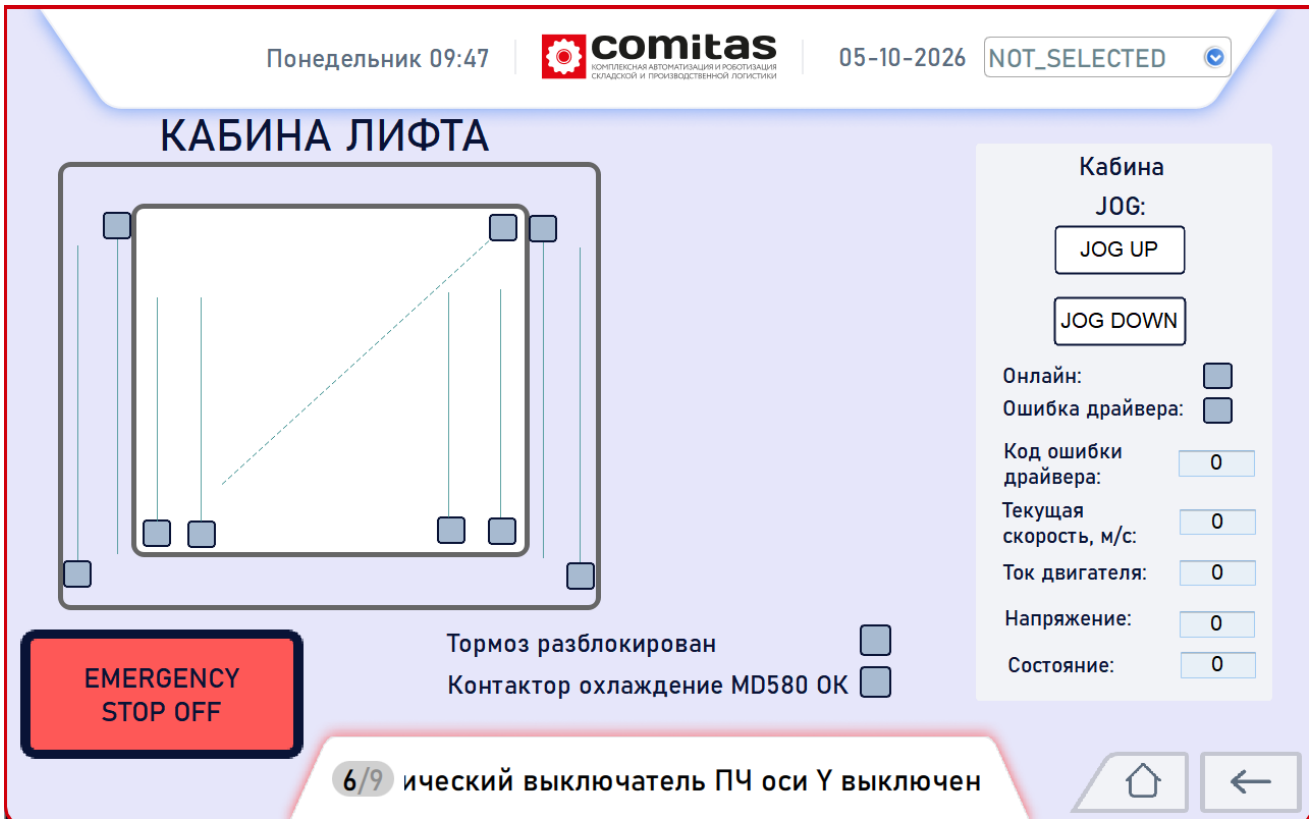


Рисунок 2 – Экран интерфейса кабины шаттл-лифта

На экране интерфейса (рисунок 3) отображена информация о компонентах автоматизации конвейеров: датчики, кнопки управления перемещением.

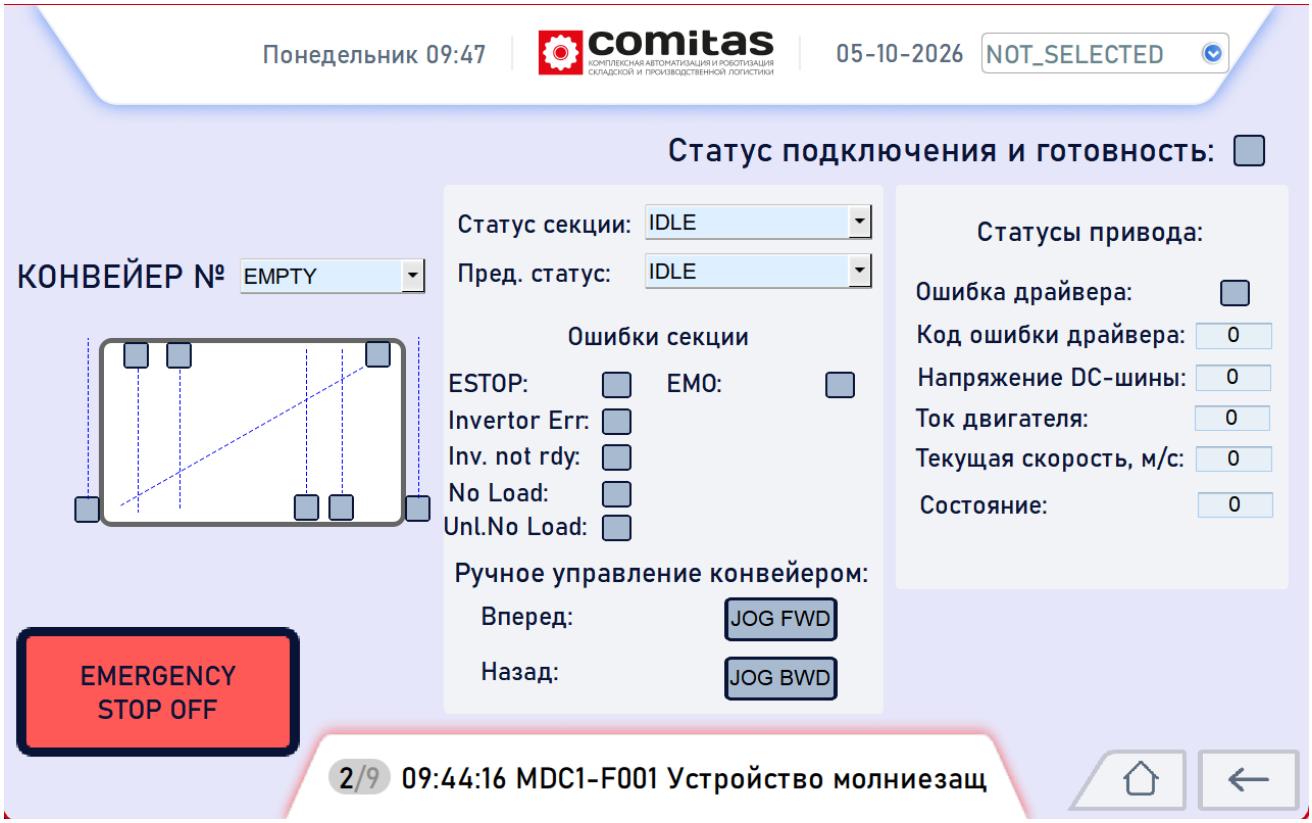


Рисунок 3 – Экран интерфейса автоматизации конвейеров

На экране отображения ошибок (рисунок 4) перечислены основные ошибки, связанные с базовым функционированием системы (то есть не включающие ошибки более сложных элементов: например, ПЛК, частотного преобразователя, программы управления).

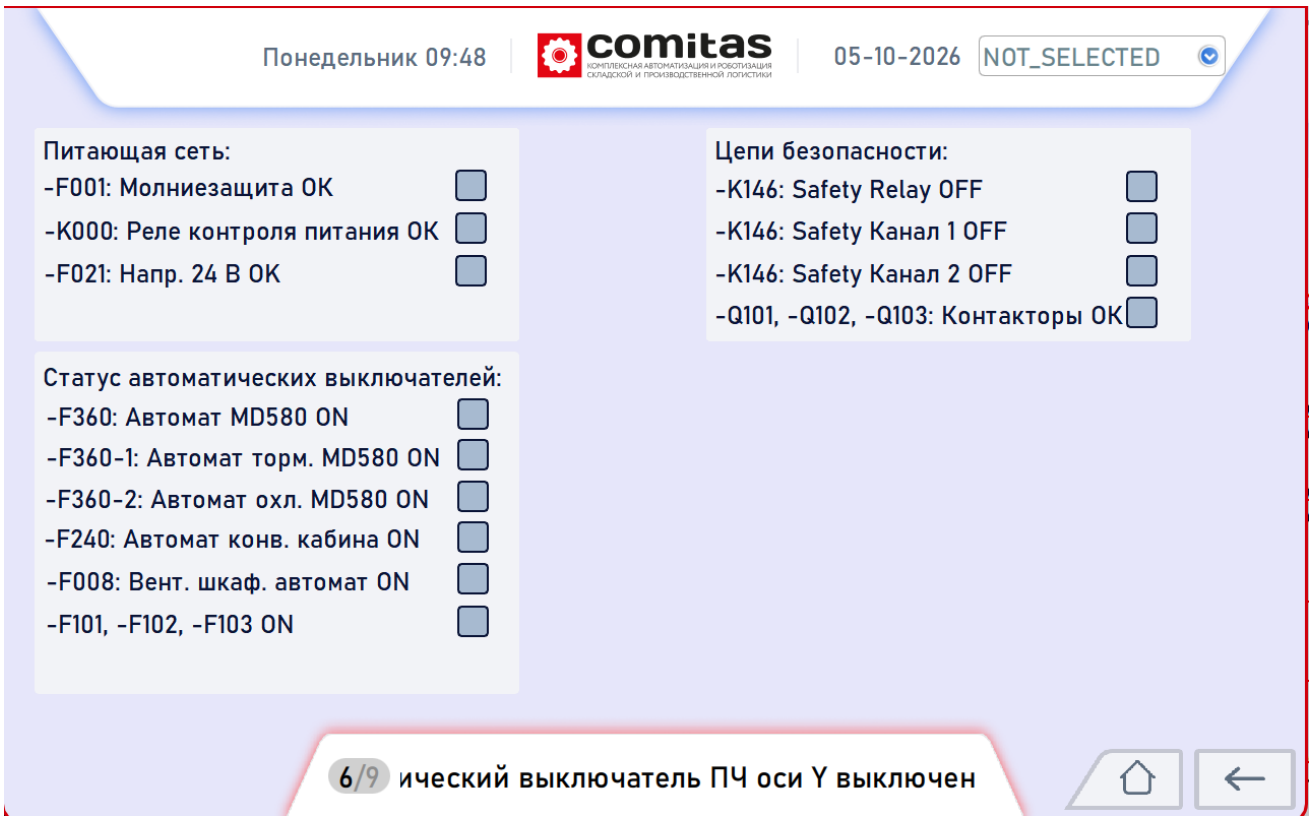


Рисунок 4 – Экран отображения ошибок

3 Установка и обновление программы

Для установки и обновления программы «ELPLC» необходимо:

1) Установить на персональный компьютер специальное программное обеспечение (специальным ПО), которое рекомендует использовать производитель ПЛК для взаимодействия с ПЛК.

   Например, для ПЛК Inovance надо использовать программное обеспечение CODESYS (InoProShop).

   Для работы со специальным ПО используйте эксплуатационную документацию на него.

   На рисунке 5 приведен пример интерфейса специального ПО CODESYS (InoProShop) при подключении к ПЛК.

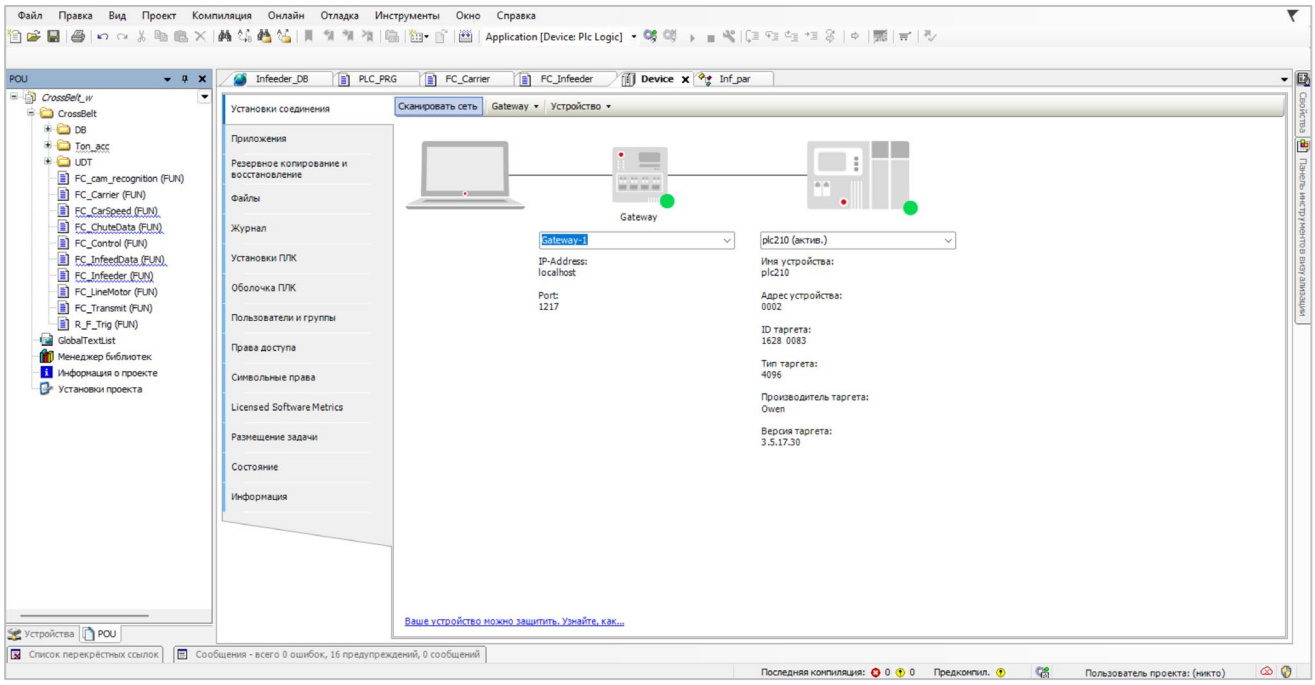


Рисунок 5 – Интерфейс специального ПО CODESYS (InoProShop)

2) Соединить компьютер и ПЛК кабелем Ethernet, т.к. обмен данными между специальным ПО и ПЛК осуществляется через Ethernet.

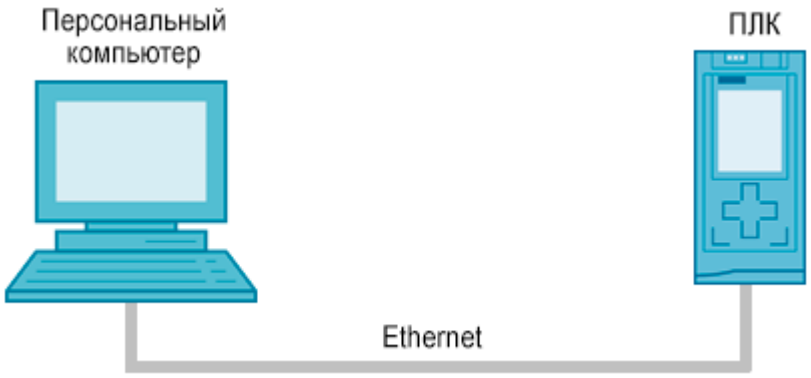


Рисунок 6 – Схема соединения компьютера и ПЛК

3) Запустить специальное ПО на компьютере и убедиться, что IP-адрес ПЛК находится в одном сегменте сети с IP-адресом компьютера.

   Например, IP-адрес ПЛК – 192.168.1.10, IP-адрес компьютера – 192.168.1.xxx.

   При необходимости настройте IP-адрес ПЛК в интерфейсе специального ПО.

4) В интерфейсе специального ПО выполнить установку и обновление программы «ELPLC».

4 Запуск и завершение программы

4.1 Запуск программы

Для запуска программы «ELPLC»:

1) Переведите переключатель RUN/STOP на ПЛК в положение RUN.

2) Запустите шаттл-лифт, нажав кнопку СТАРТ на пульте, расположенном на дверце шкафа управления.

3) Программа готова к работе.

4.2 Завершение работы программы

Для завершения работы программы можно выполнить действия:

- перевести шаттл-лифт в ручной режим работы;
- обесточить шаттл-лифт.

5 Настройка оборудования шаттл-лифта

Для функционирования программы необходимо выполнить работы по настройке оборудования в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Работы по настройке оборудования шаттла

№	Действие	Примечание
1	ПЛК подключить к сети Ethernet	п. 5.1
2	Настроить частотный преобразователь	п. 5.2

5.1 Подключение ПЛК к сети Ethernet

Для подключения ПЛК к сети Ethernet необходимо выполнить действия:

1) Откройте вкладку в интерфейсе специального ПО, в которой выполняется настройка IP-адреса ПЛК (для поиска информации воспользуйтесь руководством пользователя на специальное ПО).
2) Подключитесь к ПЛК с настройками по умолчанию.
3) Впишите новый IP-адрес и нажмите на кнопку записи в память ПЛК.
4) Перезагрузите ПЛК.
5) Проверьте подключение ПЛК к сети.

5.2 Настройка частотного преобразователя

Для настройки частотного преобразователя необходимо выполнить следующие действия:

1) Настроить параметры связи EtherCAT и все необходимые регистры.
2) Настроить параметры мотора-редуктора в соответствии с руководством по эксплуатации устройства.
3) Настроить способ позиционирования по датчику расстояния.

6 Выполнение функций программы

6.1 Общие сведения

Программа выполняется автоматически и не имеет пользовательского интерфейса. Возможности взаимодействия оператора с программой описаны в п. 2.3.

6.2 Сбор информации от низкоуровневых и периферийных устройств и формирование управляющих команд

Программа может формировать следующие команды:

- для частотных преобразователей:
  - перемещение с заданной скоростью к заданной позиции.
- для системы управления верхнего уровня:
  - сервисные данные;
  - данные о состоянии системы;
  - отчеты о выполнении команд (по протоколу Modbus TCP).

Программа может получать следующие данные:

- управляющие команды от системы управления верхнего уровня;
- управляющие команды от панели оператора;
- от частотного преобразователя:
  - текущая скорость;
  - текущее положение;
  - статус;
  - другие данные.
- от модулей удаленного ввода-вывода:
  - статус датчиков.

Сигналы от датчиков обрабатываются операционной системой реального времени RTOS и используются в программе в виде булевых переменных (либо значений в формате «word» в случае аналоговых сигналов).

Данные от привода – это набор регистров, которые передаются по протоколу EtherCAT.

6.3 Позиционирование кабины шаттл-лифта

Кабина шаттл-лифта позиционируется по лазерному датчику расстояния: луч датчика направлен параллельно полу и через отражающее зеркало для отражения на 90° попадает в отражатель, установленный на дне кабины.

Датчик преобразует полученные с помощью лазера значения и передает их по протоколу SSI на частотный преобразователь.

Частотный преобразователь обладает функционалом:

- принимать команды для перемещения по позиции;
- выполнять расчеты в контуре управления позицией и в контуре управления скоростью.

6.4 Управление загрузкой и выгрузкой грузов на грузовую подъемную платформу

После остановки кабины шаттл-лифта выдается команда на загрузку или выгрузку груза на грузовую подъемную платформу. Кабина считается остановленной, когда зажимается тормоз двигателя перемещения кабины и частотный преобразователь регистрирует скорость вращения равную нулю.

После получения команды проверяется возможность ее выполнения:

- свободно ли место для загрузки или выгрузки груза;
- есть ли груз на грузовой платформе.

После успешной проверки выдается разрешение на начало движения конвейера.

При достижении грузом необходимой точки на конвейере движение конвейера останавливается.

6.5 Взаимодействие с системой управления верхнего уровня

Программа «ELPLC» передает в систему управления верхнего уровня (WCS – Warehouse Control System, система управления складом):

- сервисные данные и данные о состоянии системы, которые не являются критическими для функционирования системы, – по протоколу Modbus TCP;
- критические данные, например, отчет о выполнении команды – по протоколу TCP/IP.

Программа «ELPLC» позволяет отслеживать и передавать в систему управления верхнего уровня следующие параметры в реальном времени:

- положение грузовой подъемной платформы;
- статус выполнения команды:
  - «Принята»;
  - «Выполняется»;
  - «Отказ в выполнении»;
  - «Ошибка при выполнении».
- статус выполнения алгоритмов;
- ошибки программы и механизмов.

От системы управления верхнего уровня поступают управляющие команды, приведенные в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень команд от системы управления верхнего уровня

Название	Описание
CMD_NO_CMD	Лифт не выполняет задач
CMD_LIFT_LOAD_FROM_RACK	Грузовая подъемная платформа загружает груз из стеллажной системы
CMD_LIFT_UNLOAD_TO_RACK	Грузовая подъемная платформа выгружает груз в стеллажную систему
CMD_LIFT_UNLOAD_TO_ENTR	Грузовая подъемная платформа выгружает груз на подающий конвейер
CMD_LIFT_LOAD_FROM_ENTR	Грузовая подъемная платформа загружает груз с подающего конвейера
CMD_LIFT_CHANGE_LEVEL	Грузовая подъемная платформа перемещается к другому уровню стеллажной системы

7 Сообщения оператору

При возникновении аварийных ситуаций программа формирует сообщение об ошибке. Сообщения об ошибках отправляются системе управления верхнего уровня.

Перечень сообщений зависят от условий эксплуатации и требований к автоматизированной складской шаттл-системе и формируются для каждого конкретного случая применения.

8 Сведения о компании-разработчике

Наименование компании-разработчика	Общество с ограниченной ответственностью «КОМИТАС» (ООО «КОМИТАС»)
Адрес компании-разработчика	125512, Россия, город Москва, Головинское шоссе, дом 5, корпус 1, помещ.146
Телефон	+7 (499) 551-55-77
Телефон сервисной службы	+7 (909) 988-70-72
Адрес электронной почты	service@comitas.ru
Сайт	https://www.comitas.ru

Термины, определения и сокращения

ПЛК	–	программируемый логический контроллер;
ПО	–	программное обеспечение;
точка доступа	–	оборудование, которое создает беспроводную сеть Wi-Fi, позволяя подключать устройства к сети Интернет или локальной вычислительной сети организации по беспроводной связи;
BMS	–	Battery Management System;
CAN	–	(Controller Area Network) стандарт промышленной сети, для объединения в единую сеть исполнительных устройств и датчиков;
CANopen	–	открытый сетевой протокол верхнего уровня для подключения встраиваемых устройств в бортовых транспортных и промышленных сетях;
EtherCAT	–	стандарт промышленной сети для распределенного управления в режиме реального времени;
Ethernet	–	стандарт передачи данных между устройствами для компьютерных и промышленных сетей;
JSON	–	(JavaScript Object Notation) текстовый формат обмена данными;
Modbus	–	стандарт промышленной сети для организации связи между электронными устройствами;
RTOS	–	(Real-Time Operating System) операционная система реального времени;
RS-485	–	(Recommended Standard 485) стандарт физического уровня для асинхронного интерфейса;
TCP/IP	–	(Transmission Control Protocol / Internet Protocol) протокол передачи данных;
WCS	–	(Warehouse Control System) система управления складом.

Лист регистрации изменений									
Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	Номер докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					