ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «КОМИТАС»

УТВЕРЖДЕНО

РОФ.ЛТПГ.00031-01 34-ЛУ

Программа «3DPLC»

Руководство пользователя

РОФ.ЛТПГ.00031-01 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 Система хранения с использованием 3Д-шаттла ... 3
1.4 Структура программы ... 4
2 Условия выполнения программы ... 8
2.1 Используемые программные средства ... 8
2.2 Используемые технические средства ... 8
2.3 Средства для взаимодействия оператора с программой ... 9
3 Установка и обновление программы ... 9
4 Запуск и завершение программы ... 11
4.1 Запуск программы ... 11
4.2 Для завершения программы нужно выполнить следующие действие: ... 12
5 Настройка оборудования сортировочной машины ... 13
5.1 Подключение ПЛК к сети Ethernet ... 13
6 Выполнение функций программы ... 13
6.1 Общие сведения ... 13
6.2 Сбор и обработка информации от низкоуровневых и периферийных устройств ... 14
6.3 Формирование управляющих команд ... 17
6.4 Взаимодействие с системой управления верхнего уровня. ... 18
6.5 Обеспечение выполнения заданий, полученных от системы управления верхнего уровня ... 19
7 Сообщения оператору ... 19
8 Сведения о компании-разработчике ... 20
Термины, определения и сокращения ... 21

# 1 Назначение программы

## 1.1 Обозначение и наименование программы

Наименование программы: 3DPLC.

## 1.2 Функциональное назначение

Программа «3DPLC» предназначена для управления шаттлом и выполняет задачи:

- управление горизонтальным перемещением шаттла по проходам и каналам;
- управление вертикальным загрузчиком паллет с двумя синхронизированными сервоприводами;
- управление сервоприводами по протоколу CiA 402 через CANopen;
- получение заданий от системы управления верхнего уровня (WCS);
- формирование и отправка в WCS ответов о выполнении заданий и сообщений о состоянии шаттла;
- контроль состояния батареи шаттла;
- контроль положений, скоростей и датчиков шаттла;
- обработка аварийных ситуаций;
- обеспечение режимов ручного, полуавтоматического и автоматического управления.

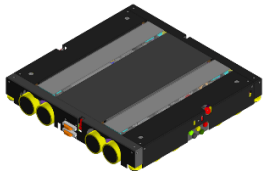
## 1.3 Система хранения с использованием 3Д-шаттла

Шаттл представляет собой роботизированную челночную тележку и предназначен для автоматизированной загрузки, выгрузки и транспортировки тарных грузов, размещенных на поддонах.

Шаттл перемещается по рельсовым путям в каналах стеллажной системы и размещает грузы в ячейках хранения.

Характеристики шаттла, для которых разрабатывается программа «3DPLC», приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики шаттла

| | |
|---|---|
| Тип шаттла |  |
| Наименование шаттла | **3Д-шаттл** |
| Габаритные размеры, мм, не более | 1020x988 |
| Электропитание | Аккумуляторная батарея |
| Грузоподъемность, кг, не более | 1200 |
| Тип упаковки груза | Деревянный или полимерный поддон размером 1200x800 мм |

## 1.4 Структура программы

Управление шаттлом осуществляется автоматически с помощью программного обеспечения и средств автоматизации.

Структура программы приведена на рисунке 1.




Рисунок 1 – Структура программы

Программное обеспечение должно состоять из следующих компонентов:

- уровень ПЛК;
- система безопасности;
- полевые программируемые приводные и сенсорные устройства.

ПЛК обеспечивает синхронизацию и совместную работу всех элементов системы.

Программное обеспечение должно обеспечивать возможность постоянной синхронизации с полевым оборудованием для корректной передачи данных и своевременной корректировки ее состояния.

Программное обеспечение шаттла состоит из перечисленных ниже систем.

### 1.4.1 Система диагностики

Система диагностики включает:

- подсистему генерации предупреждений и аварии, выполняющую анализ информации об ошибках, декодирование аварийных сообщений от устройств, поиск первопричины возникновения аварийного сообщения, фильтрация аварийных сообщений, генерацию аварийных сообщений;
- подсистему выбора текущего режима работы, выполняющую анализ состояния аппаратных модулей устройства и внешних сигналов, переключение между существующими режимами работы устройства.

**Режимы работы устройства:**

**AUTO**: в режиме AUTO команды выдаются в режиме онлайн Master-устройством (WCS, RCS и т.д.) и выполняются автоматически. Как правило, режим активен только при удаленном управлении устройством.

**SEMI**: в режиме SEMI команды выдаются оператором посредством панели управления. Для этого оператор выбирает требуемую функцию транспортировки и вводит необходимые значения, после этого система управления выполняет соответствующие команды тем же образом, что и в режиме AUTO.

**MANUAL**: в режиме MAN оператор управляет приводами непосредственно вручную. Режим MAN используется для тестовых запусков.

**ESTOP**: в режиме ESTOP шаттл находится в состоянии аварийной остановки. принимает команды как ручного, так и автоматического режима, приводы отключены.

**STANDSTILL/SERVICE**: в данном режиме шаттл не принимает команды, приводы отключены. Используется для настройки шаттла/проверки компонентов.

### 1.4.2 Система обмена данными

Система обмена данными включает:

- подсистему обмена данными с системами верхнего уровня, выполняющую обмен данными с системой верхнего уровня WCS: получение команд, передачу текущего состояния устройства, отчет о выполнении команд;
- подсистему обмена данными с системами смежного уровня, выполняющую обмен данными со смежными системами: лифтовое оборудование/конвейер/шаттл, обмен состояниями, готовностью к взаимодействию, взаимные блокировки;
- подсистему обмена данными с устройствами нижнего уровня, выполняющую получение информации от устройств (датчики, частотный привод, серво-драйвер и т.п.), запись управляющих сигналов, слов управления и пр.

1.4.3 Система выполнения команд

Система выполнения команд включает:

- подсистему приема команд, осуществляющую выбор источника команд на основании текущего режима работы, анализ возможности принятия команды, проверку команды на корректность;
- подсистему разделения команд на задачи, выполняющую анализ текущего состояния лифта, генерацию последовательности задач на основании полученной команды, передачу задач для систем более низкого уровня, анализ выполнения задач системами.

1.4.4 Система перемещения по оси

Система перемещения по оси включает:

- подсистему приема задач, осуществляющую выбор источника задач на основании текущего режима работы, анализ возможности принятия команды, проверку задачи на корректность;
- подсистему управления приводом оси, выполняющую генерацию слов управления, уставок привода на основании текущей задачи и состояния привода, обработку текущего состояния привода, анализ выполнения задач приводом.

1.5 Архитектура связи компонентов шаттлов

### 1.5.1 Архитектура связи

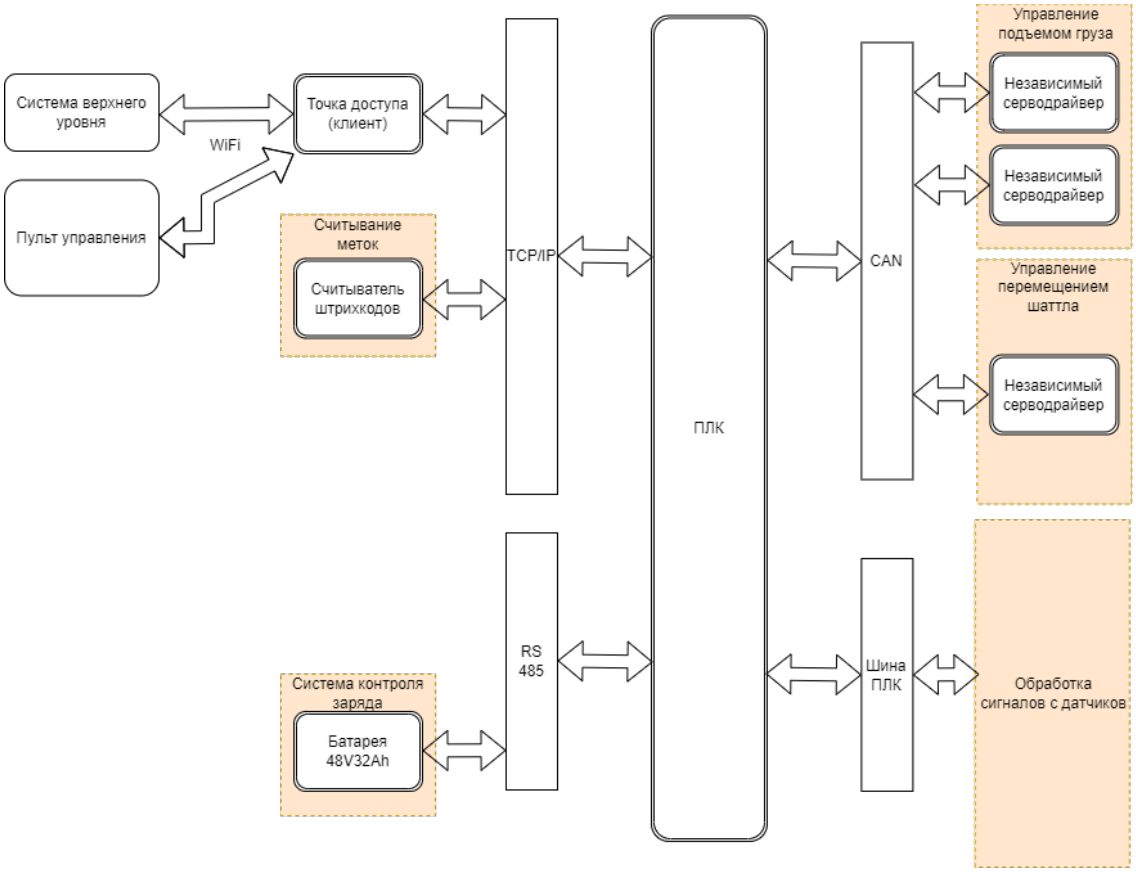



Рисунок 3 – Архитектура связи компонентов 3Д-шаттла

## 2 Условия выполнения программы

### 2.1 Используемые программные средства

Программа «3DPLC» 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.

### 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, CANOpen.

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 пользователя 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;

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.

## 3 Установка и обновление программы

Для установки и обновления программы «3DPLC» необходимо выполнить:

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 2 приведен пример интерфейса специального ПО при подключении к ПЛК.

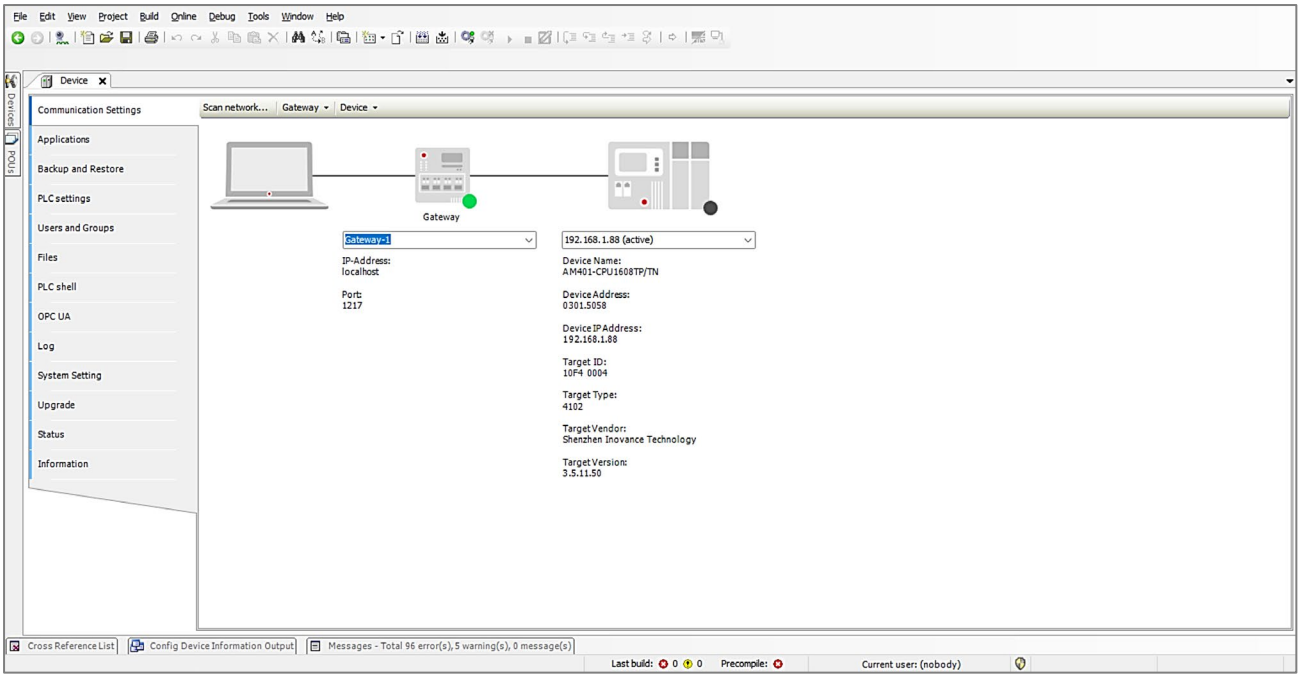



Рисунок 1 – Интерфейс специального ПО CODESYS (InoProShop)

2) Обмен данными между специальным ПО и ПЛК осуществляется через Ethernet, поэтому необходимо соединить компьютер и ПЛК кабелем Ethernet.

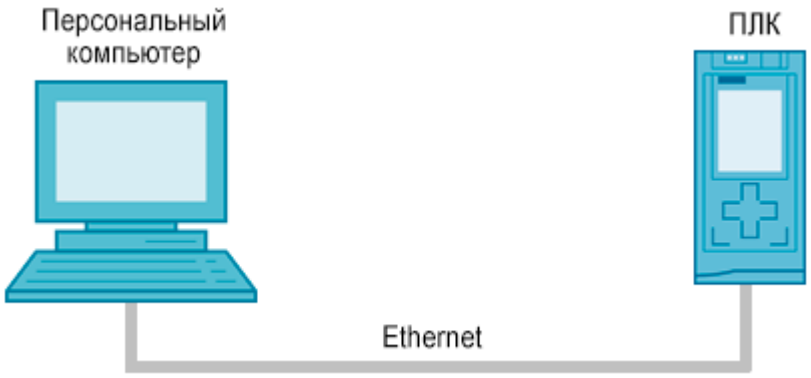



Рисунок 2 – Схема соединения компьютера и ПЛК

3) Запустите специальное ПО на компьютере и убедитесь, 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.

1) В интерфейсе специального ПО выполняется установка и обновление программы «3DPLC».

# 4 Запуск и завершение программы

## 4.1 Запуск программы

Для запуска программы «3DPLC» выполните:

1) Переведите переключатель RUN/STOP на ПЛК в положение RUN (рисунок 4).

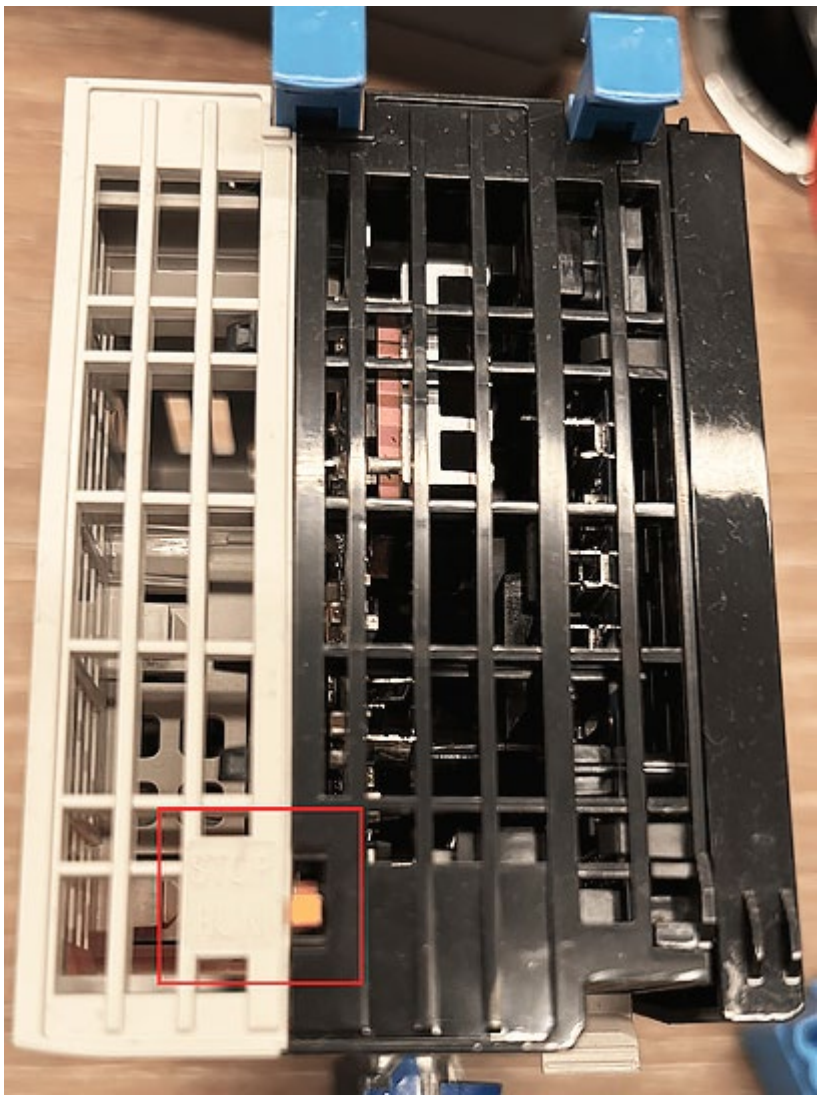


Рисунок 4 – Переключатель на ПЛК

2) Нажмите зеленую кнопку на корпусе шаттла для подачи напряжения на сервоприводы.

3) Программа готова к работе.

4.2 Для завершения программы нужно выполнить следующие действие:

- выключить приводы;
- перевести шаттл в ручной режим работы;
- обесточить шаттл.

# 5 Настройка оборудования сортировочной машины

Для функционирования программы необходимо выполнить работы по настройке оборудования в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Работы по настройке оборудования

| № | Действие | Примечание |
|---|---|---|
| 1 | ПЛК подключить к сети Ethernet | п. 5.1 |
| 2 | Настроить сервоприводы | В соответствии с руководством по эксплуатации устройства |
| 3 | Настроить камеру считывания кодов | В соответствии с руководством по эксплуатации устройства |

## 5.1 Подключение ПЛК к сети Ethernet

Для подключения ПЛК к сети Ethernet необходимо выполнить действия:

1) С помощью руководства пользователя на специальное ПО, откройте вкладку в интерфейсе специального ПО, в которой выполняется настройка адреса ПЛК;
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

# 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 и обработка информации от низкоуровневых и периферийных устройств

### 6.2.1 Входные дискретные сигналы

Дискретные сигналы имеют параметры, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры дискретных сигналов

| Название параметра | Значение |
|---|---|
| Тип сигнала | логический (вкл/выкл) |
| Разрядность | 1 бит |
| Периодичность | в реальном времени (RT) |

Перечень дискретных сигналов от низкоуровневых и периферийных устройств, которые поступают на входы ПЛК, приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень дискретных сигналов, поступающих на вход ПЛК

| Название | Номер | Описание |
|---|---|---|
| NoError | 0 | Ошибка отсутствует |
| | 1-9 | Резерв |
| LoaderControlError | 10 | Неопределенная ошибка управления загрузчиком |
| LoaderTaskAborted | 11 | Неожиданное прерывание задачи |
| LoaderSensorsNotFound | 13 | Датчики не найдены при позиционировании загрузчика |
| | 14-21 | Резерв |
| HikTcpClientError | 22 | Ошибка клиента TCP для камеры Hikrobot |
| | 23-26 | Резерв |
| LoaderSemiInTimeout | 27 | Таймаут выполнения команды загрузчиком |
| | 28-31 | Резерв |
| LoaderServoPosDiff | 32 | Расхождение позиций сервоприводов загрузчика |
| LoaderSensorsDiff | 33 | Ошибка показаний датчиков загрузчика |
| LoaderAutoTimeout | 35 | Таймаут автоматического режима загрузчика |
| MovementCFSensorStop | 36 | Остановка по переднему датчику обнаружения препятствий при движении в канале хранения |
| MovementCBSensorStop | 37 | Остановка по заднему датчику обнаружения препятствий при движении в канале хранения |
| MovementAFSensorStop | 38 | Остановка по переднему датчику обнаружения препятствий при движении в магистральном канале |
| MovementABSensorStop | 39 | Остановка по заднему датчику обнаружения препятствий при движении в магистральном канале |
| MovementControlError | 40 | Неверная позиция загрузчика для текущей команды |

| Название | Номер | Описание |
|---|---|---|
| MovementLabelCheckFail | 41 | Неопределенная позиция загрузчика при установке скорости |
| MovementTaskTimeout | 42 | Неверная позиция шаттла для текущей команды |
| MovementShuttleOffPlate | 43 | Ошибка стороны зарядки при движении |
| MovementPalletObstacle | 44 | Ошибка стороны подъемника при движении |
| | 45-47 | Резерв |
| ExtendedError | 50 | Расширенная ошибка (Kinco) |
| EncoderNotConnected | 51 | Энкодер не подключен (Kinco) |
| EncoderInternal | 52 | Внутренняя ошибка энкодера (Kinco) |
| EncoderCRC | 53 | Ошибка CRC энкодера (Kinco) |
| ControllerTemperature | 54 | Перегрев контроллера (Kinco) |
| Overvoltage | 55 | Перенапряжение (Kinco) |
| Undervoltage | 56 | Пониженное напряжение (Kinco) |
| Overcurrent | 57 | Перегрузка по току (Kinco) |
| ChopResistor | 58 | Ошибка тормозного резистора (Kinco) |
| FollowingError | 59 | Ошибка слежения (Kinco) |
| LowLogicVoltage | 60 | Низкое напряжение логики (Kinco) |
| MotorOrControllerIIt | 61 | Перегрев двигателя/контроллера (Kinco) |
| Overfrequency | 62 | Превышение частоты (Kinco) |
| MotorTemperature | 63 | Перегрев двигателя (Kinco) |
| EncoderInformation | 64 | Ошибка данных энкодера (Kinco) |
| EEPROMData | 65 | Ошибка EEPROM (Kinco) |
| CurrentSensor | 66 | Ошибка датчика тока (Kinco) |
| Watchdog | 67 | Ошибка сторожевого таймера (Kinco) |
| WrongInterrupt | 68 | Неверное прерывание (Kinco) |
| MCUID | 69 | Ошибка ID микроконтроллера (Kinco) |
| MotorConfiguration | 70 | Ошибка конфигурации двигателя (Kinco) |
| ExternalEnable | 71 | Ошибка внешнего разрешения (Kinco) |
| PositiveLimit | 72 | Срабатывание положительного предела (Kinco) |
| NegativeLimit | 73 | Срабатывание отрицательного предела (Kinco) |
| SPIInternal | 74 | Внутренняя ошибка SPI (Kinco) |
| ClosedLoopDirection | 75 | Ошибка направления в замкнутом контуре (Kinco) |
| MasterCounting | 76 | Ошибка подсчета мастера (Kinco) |
| | 77-100 | Резерв |
| ForkFingersUnderOverV | 101 | Выход напряжения за пределы (вилы) |
| ForkFingersOverload | 102 | Перегрузка захватов (вилы) |
| ForkFingersPosNotMatched | 103 | Несоответствие позиций захватов (вилы) |
| ForkFingersNotInPos | 104 | Захваты не в разрешенной позиции (вилы) |
| ForkMovementError | 105 | Ошибка движения вил |
| ForkGapSensorsOn | 106 | Одновременная активация датчиков зазора (вилы) |
| ForkFingerError | 107 | Ошибка состояния захватов (вилы) |
| ForkFingersNotOpened | 108 | Захваты не открыты (вилы) |
| | 109-149 | Резерв |
| MiniNotInPos | 150 | Мини-шаттл не в позиции |

| Название | Номер | Описание |
|---|---|---|
| MiniForkNotRetracted | 151 | Вилы мини-шаттла не убраны |
| MiniEndWrongC | 152 | Неверные координаты мини-шаттла в конце канала |
| MiniEndWhileMoving | 153 | Мини-шаттл достиг конца канала |
| | 154-201 | Резерв |
| SatelliteWrongTargetC | 202 | Неверные целевые координаты шаттл-сателлита |
| SatelliteGetNoPallet | 203 | Шаттл-сателлит не обнаружил паллету |
| SatelliteEndReached | 204 | Шаттл-сателлит достиг конца канала |
| MasterEndReached | 210 | Мастер-шаттл достиг конца канала |
| MasterSatelliteNotFound | 211 | Шаттл-сателлит отсутствует на борту мастер-шаттла |
| MasterGapSensActive | 212 | Активация датчика зазора при движении мастер-шаттла |
| | 213-254 | Резерв |
| EstopActive | 255 | Активация аварийной остановки |

### 6.2.2 Входные данные

На вход ПЛК поступают данные от следующих компонентов сортировочной системы:

- камеры сканирования DataMatrix-кодов;
- сервоприводы;

В таблице 5 приведены характеристики входных данных.

Таблица 5 – Входные данные

| Наименование данных | Формат данных | Примечание |
|---|---|---|
| Данные от камеры сканирования | Структурированные данные в текстовом виде | Данные передаются по протоколу TCP/IP |
| Данные о техническом состоянии сервоприводов | Данные передаются циклически через PDO (Process Data Objects). Каждое значение отображается в PDO (PDO-mapping) с фиксированной длиной. Данные передаются в формате little-endian (младший байт идёт первым). | Данные передаются по протоколу CANOpen |

## 6.3 Формирование управляющих команд

### 6.3.1 Выходные дискретные управляющие сигналы

Таблица 6 – Перечень выходных дискретных сигналов

| № | Наименование сигнала | Состояние | Примечание |
|---|---|---|---|
| 1 | Включение питания на приводы | 1 = приводы включены | |
| 2 | Светодиод Зеленый | 1 = LED включен | |
| 3 | Светодиод Желтый | 1 = LED включен | |
| 4 | Светодиод Красный | 1 = LED включен | |
| 5 | Включение контактов разъема для зарядки | 1 = контакты подключены | |

### 6.3.2 Выходные управляющие команды

На выходе ПЛК формируются управляющие данные для следующих компонентов сортировочной системы:

- сервоприводы.

В таблице 7 приведены характеристики выходных данных.

Таблица 7 – Выходные управляющие команды

| Наименование данных | Формат данных | Примечание |
|---|---|---|
| Данные для сервоприводов | Данные передаются циклически через PDO (Process Data Objects). Каждое значение отображается в PDO (PDO-mapping) с фиксированной длиной. Данные передаются в формате little-endian (младший байт идёт первым). Данные передаются по протоколу CANOpen | Данные для управления запуском, остановкой, изменением скорости сервоприводов |

## 6.4 Взаимодействие с системой управления верхнего уровня.

Программа «3DPLC» передает в систему управления верхнего уровня WCS данные:

- сервисные данные и данные о состоянии шаттла, которые не являются критическими для функционирования системы;
- критические данные, например, отчет о выполнении команды;

От системы управления верхнего уровня WCS программа получает данные:

- команды на перемещение механизмов и шаттла.

Обмен данными происходит посредством телеграмм по протоколу TCP/IP с помощью технологии Socket Client. Разделителем между полями телеграммы всегда является символ «;».

Формат телеграммы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Формат телеграммы «WCS Command Request»

| | | | |
|---|---|---|---|
| <STX> | 0x02 | 1 char | Начало телеграммы |
| Task | UINT | 1 char | Тип команды |
| Node X coord | UINT | 1 char | Координата X |
| Node Y coord | UINT | 1 char | Координата Y |
| Distance | UINT | 1 char | Дистанция для перемещения |
| Load type | UINT | 1 char | Тип груза |
| Label info | UINT | 1 char | Информация о метке |
| Command ID | UINT | 1 char | Порядковый номер команды |
| CRC16.Modbus | UINT | 1 char | Контрольная сумма |
| <ETX> | 0x03 | 1 char | Конец телеграммы |

Программа «3DPLC» и система управления верхнего уровня могут обмениваться телеграммами для выполнения следующих операций:

1) Установление связи:

- Shuttle notify message - телеграмма предназначена для контроля связи между программами;

2) Команды шаттла:
   - WCS Command Request - телеграмма для получения запроса от системы управления верхнего уровня для получения задания на сортировку: маршрута перемещения груза;
   - Shuttle Command Responce - телеграмма для ответа на телеграмму Barcode, содержит маршрут перемещения груза.

Перечень и параметры телеграмм зависят от условий эксплуатации и требований к сортировочной системе и формируются для каждого конкретного случая применения.

### 6.5 Обеспечение выполнения заданий, полученных от системы управления верхнего уровня

Перемещение груза внутри стеллажной системы осуществляется путем преобразования команд от системы управления верхнего уровня во внутренние команды программы «3DPLC», которая, в свою очередь, определяет возможность выполнения команды.

Если шаттл в своем текущем состоянии может выполнить команду, то запускаются необходимые алгоритмы в нужной последовательности для выполнения команды.

## 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 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,<br>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; |
| DI/DO | – | Digital Input/Output) дискретные входы и выходы; |
| 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) программное обеспечение для регулирования работы оборудования и маршрутизации грузов. |

| 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 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | |