



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ  
993—  
2024  
(ИСО 21919-2:  
2021)

---

Умное производство

# ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Часть 2

## Интерфейсы контроля и безопасности

(ISO 21919-2:2021, Physical device control —  
Interfaces for automated machine tending —  
Part 2: Safety and control interface, MOD)

Издание официальное

Москва  
Российский институт стандартизации  
2025

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ») и Некоммерческим партнерством «Русское общество содействия развитию биометрических технологий, систем и коммуникаций» (Некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 194 «Кибер-физические системы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 декабря 2024 г. № 121-пнст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 21919-2:2021 «Системы автоматизации и интеграция. Интерфейсы для автоматизированного обслуживания машин. Часть 2. Интерфейсы контроля и безопасности» (ISO 21919-2:2021, «Physical device control — Interfaces for automated machine tending — Part 2: Safety and control interface») путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет потребностей национальной экономики Российской Федерации.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

*Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).*

*Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: 115324 Москва, Овчинниковская набережная, д. 20, стр. 2, пом. 34, e-mail: info@tc194.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2, и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.*

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)*

© ISO, 2021

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

Содержание

1 Область применения ..... 1

2 Нормативные ссылки ..... 1

3 Термины и определения ..... 2

4 Описание интерфейсов ..... 2

    4.1 Общие положения ..... 2

    4.2 Характеристики интерфейса ..... 3

    4.3 Интерфейс безопасности ..... 10

    4.4 Интерфейс управления ..... 13

5 Расширение интерфейсов ..... 13

    5.1 Общие положения ..... 13

    5.2 Примеры расширений ..... 13

Приложение А (обязательное) Перечень сигналов ..... 14

Приложение В (справочное) Примеры матриц безопасности ..... 15

Приложение С (обязательное) Блок-схемы ..... 27

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов  
    международным стандартам, использованным в качестве ссылочных  
    в примененном международном стандарте ..... 41

Библиография ..... 42

## Введение

Серия стандартов «Умное производство. Интерфейсы для автоматизированного обслуживания технологического оборудования» описывает интерфейсы для автоматизированного обслуживания по крайней мере одного станка с числовым программным управлением (ЧПУ) с использованием системы обслуживания технологического оборудования. Интерфейсы являются связующим звеном между устройствами автоматизированного обслуживания технологического оборудования и технологическим оборудованием, используемым для осуществления производственных процессов. Автоматизированное обслуживание технологического оборудования инициируется технологическим оборудованием или системой обслуживания технологического оборудования.

Автоматизированное обслуживание технологического оборудования означает автоматическую загрузку или разгрузку одной или нескольких единиц технологического оборудования с использованием системы обслуживания технологического оборудования.

Примерами технологического оборудования являются станки, как правило, с числовым программным управлением (ЧПУ), метрологические координатно-измерительные машины (КИМ), 3D-сканер структурированного света и рентгеновские аппараты. Примеры устройств обслуживания технологического оборудования — роботы, погрузочно-разгрузочные системы, порталное загрузочное устройство, автономные интеллектуальные машины (AIV) и автоматически управляемые тележки (AGV).

Автоматизированное обслуживание технологического оборудования является существенным элементом в высокопроизводительных промышленных условиях и сложной областью деятельности. Устройства автоматизированного обслуживания представляют собой сложные системы, часто предоставляемые разными поставщиками и впервые пересекающиеся на производственной площадке. Для беспроблемной совместной работы всех устройств должны быть определены интерфейсы.

Определение интерфейсов часто зависит от конкретного проекта или поставщика, поскольку каждый поставщик внедряет собственные стандарты. При таком подходе возрастает количество сбоев, что влечет за собой существенные временные и трудовые затраты. Время ввода в эксплуатацию часто превышает запланированное, так как каждый интерфейс создается индивидуально, а предварительное тестирование в некоторых случаях не представляется возможным. Такие проблемы являются существенными препятствиями для проектов автоматизации.

Стандартизованные интерфейсы позволяют оптимизировать процессы координации, обеспечивают более высокую надежность планирования, сокращают время ввода в эксплуатацию и уменьшают количество ошибок.

Системы автоматизированного обслуживания технологического оборудования могут быть очень сложными системами, и стандарты должны быть достаточно гибкими для более эффективной адаптации к требованиям отдельных проектов.

Приложения автоматизированного обслуживания технологического оборудования варьируются от простого снятия деталей до материальных потоков на сложные производственные линии. Машинные технологии обработки не зависят от интерфейса, и большинство машинных технологий могут быть интегрированы с одним и тем же стандартом.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Умное производство

ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Часть 2

Интерфейсы контроля и безопасности

Smart manufacturing. Interfaces for automated machine tending. Part 2. Safety and control interface

Срок действия — с 2025—02—01  
до 2028—02—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт описывает:

- распределение сигналов по классу соответствия и/или параметру соответствия;
- функции каждого сигнала;
- временные взаимодействия между сигналами в блок-схемах;
- примеры матриц безопасности и связанных с безопасностью функциональных отношений.

В настоящем стандарте определены три класса соответствия и параметры соответствия.

Классы и параметры состоят из нескольких сигналов:

- для гибкой адаптации интерфейса(ов) к объему функций проекта;
- плотного упаковывания наборов сигналов для снижения затрат по координации между поставщиками технологического оборудования и устройств обслуживания технологического оборудования.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ ISO 13849-1 Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования

ГОСТ Р 71852.1 (ИСО 21919-1:2019) Умное производство. Интерфейсы для автоматизированного обслуживания технологического оборудования. Часть 1. Общие положения

ГОСТ Р МЭК 62061 Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью

**Примечание** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение

рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

- В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:
- 3.1 **аварийная остановка** (emergency stop): Функция, инициируемая одним действием человека и предназначенная для предотвращения возникновения или уменьшения существующей опасности для людей.
- 3.2 **ограждение** (guard): Физическая преграда, спроектированная как часть функционального блока для обеспечения защиты.
- 3.3 **семейство элементов** (part family): Все элементы, которые станок принимает в обработку без необходимости новой настройки.

Примечание — Семейство элементов состоит как минимум из одного элемента.

4 Описание интерфейсов

4.1 Общие положения

Интерфейсы автоматизированного обслуживания технологического оборудования включают:

- интерфейс безопасности;
- интерфейс управления.

На рисунке 1 показана принципиальная структура интерфейсов для автоматизированного обслуживания технологического оборудования.



Рисунок 1 — Принципиальная структура интерфейсов

## 4.2 Характеристики интерфейса

### 4.2.1 Общие положения

Для гибкой адаптации интерфейса к наборам функций проекта сигналы группируют в классы соответствия и параметры соответствия. Группировка обеспечивает индивидуальную формализацию интерфейса при соответствии требованиям настоящего стандарта.

При использовании настоящего стандарта должны быть выбраны один класс соответствия, параметры соответствия и, при необходимости, расширение, определяемое проектом.

При выборе класса соответствия/параметра соответствия в интерфейсе должны быть доступны сигналы, назначенные определенному классу или параметру соответствия.

При реализации интерфейса сигналы должны коррелировать так, как показано на соответствующих блок-схемах в приложении С.

### 4.2.2 Класс соответствия

#### 4.2.2.1 Общие положения

Для выбора класса соответствия необходимо определить базовый набор сигналов для выполнения задачи автоматизированного обслуживания технологического оборудования.

Доступны следующие классы соответствия (может быть выбран только один класс соответствия):

- класс соответствия 1: минимальный набор сигналов;
- класс соответствия 2: расширенный набор сигналов;
- класс соответствия 3: расширенный набор сигналов с оптимизацией процесса.

#### 4.2.2.2 Класс соответствия 1: минимальный набор сигналов

##### 4.2.2.2.1 Общие положения

В классе соответствия 1 должны быть реализованы следующие функции:

- безопасность людей;
- простая разгрузка;
- простая загрузка;
- простая комбинированная разгрузка и загрузка.

Слово «простая» означает, что не вводится различие между последовательной и непоследовательной передачей и что через интерфейс не обрабатываются функции зажима.

Класс соответствия 1 не применим к тому технологическому оборудованию, которому требуется последовательная передача.

##### 4.2.2.2.2 Простая разгрузка

Функция «простая разгрузка» служит для выгрузки одного элемента из технологического оборудования. См. соответствующую блок-схему на рисунке С.1.

##### 4.2.2.2.3 Простая загрузка

Функция «простая загрузка» служит для загрузки одного элемента в технологическое оборудование. См. соответствующую блок-схему на рисунке С.2.

##### 4.2.2.2.4 Простая комбинированная разгрузка и загрузка

Функция «простая комбинированная разгрузка и загрузка» служит для выгрузки одного элемента из технологического оборудования и последующей загрузки другого элемента в технологическое оборудование. Период времени между разгрузкой и последующей загрузкой не определен.

Во время процесса загрузки и разгрузки не должно быть никаких движений технологического оборудования в зоне интерференции. В этом случае автоматизированная система обслуживания технологического оборудования может оставаться в зоне интерференции.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.3.

#### 4.2.2.3 Класс соответствия 2: расширенный набор сигналов

##### 4.2.2.3.1 Общие положения

В классе соответствия 2 должны быть реализованы все функции класса соответствия 1, а также следующие функции:

- разгрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима;
- разгрузка с последовательной передачей;
- загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима;
- загрузка с последовательной передачей;
- комбинированная разгрузка и загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима;
- комбинированная разгрузка и загрузка с последовательной передачей;
- подготовка элемента;

- освобождение;
- функция ограждений;
- дополнительная информация о статусе.

**П р и м е ч а н и е** — Классы соответствия 2 и 3, как правило, реализованы через интерфейс шины ввиду обработки большого объема сигналов.

#### 4.2.2.3.2 Разгрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима

Функция «разгрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима» служит для выгрузки элемента из технологического оборудования при непоследовательной передаче.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.4.

#### 4.2.2.3.3 Разгрузка с последовательной передачей

Функция «разгрузка с последовательной передачей» служит для выгрузки элемента из технологического оборудования при последовательной передаче.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.5.

#### 4.2.2.3.4 Загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима

Функция «загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима» служит для загрузки элемента в технологическое оборудование при непоследовательной передаче.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.6.

#### 4.2.2.3.5 Загрузка с последовательной передачей

Функция «загрузка с последовательной передачей» служит для загрузки элемента в технологическое оборудование при последовательной передаче.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.7.

#### 4.2.2.3.6 Комбинированная разгрузка и загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима

Функция «комбинированная разгрузка и загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима» служит для выгрузки элемента из технологического оборудования при непоследовательной передаче и для последующей загрузки другого элемента в технологическое оборудование. Период времени между разгрузкой и последующей загрузкой не определен.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.8.

#### 4.2.2.3.7 Комбинированная разгрузка и загрузка с последовательной передачей

Функция «комбинированная разгрузка и загрузка с последовательной передачей» служит для выгрузки элемента из технологического оборудования при последовательной передаче и последующей загрузки другого элемента в технологическое оборудование. Период времени между разгрузкой и последующей загрузкой не определен.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.9.

#### 4.2.2.3.8 Подготовка элемента

Функция «подготовка элемента» используется для информирования на раннем этапе автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования о том, что в загрузочном пространстве технологического оборудования нет элемента или что технологическое оборудование вскоре завершит обработку.

#### 4.2.2.3.9 Освобождение

Функция «освобождение» служит для выгрузки всех элементов из технологического оборудования. Освобождение может быть запрошено автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования, например, если нет новых элементов.

Если необходимо выгрузить все элементы, технологическим оборудованием должен быть отправлен запрос в автоматизированную систему обслуживания технологического оборудования. Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования принимает решение, когда технологическое оборудование можно разгрузить, и отправляет запрос на освобождение. До этого момента технологическое оборудование будет запрашивать циклы загрузки.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.10.

#### 4.2.2.3.10 Функция ограждений

Функция ограждений служит для разблокировки ограждения(й) в случае необходимости. Здесь следует различать, принадлежит ограждение технологическому оборудованию или автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования. Также можно дифференцировать, был ли запрос на разблокировку ограждения активен вплоть до его фактической разблокировки или запрос был досрочно отозван.

На рисунке С.11 показаны различия между этими двумя случаями и показаны соответствующие блок-схемы.

#### 4.2.2.3.11 Дополнительная информация о статусе

Класс соответствия 2 содержит дополнительные сигналы, которые предоставляют информацию в интерфейсе.

#### 4.2.2.4 Класс соответствия 3: расширенный набор сигналов с оптимизацией процесса

##### 4.2.2.4.1 Общие положения

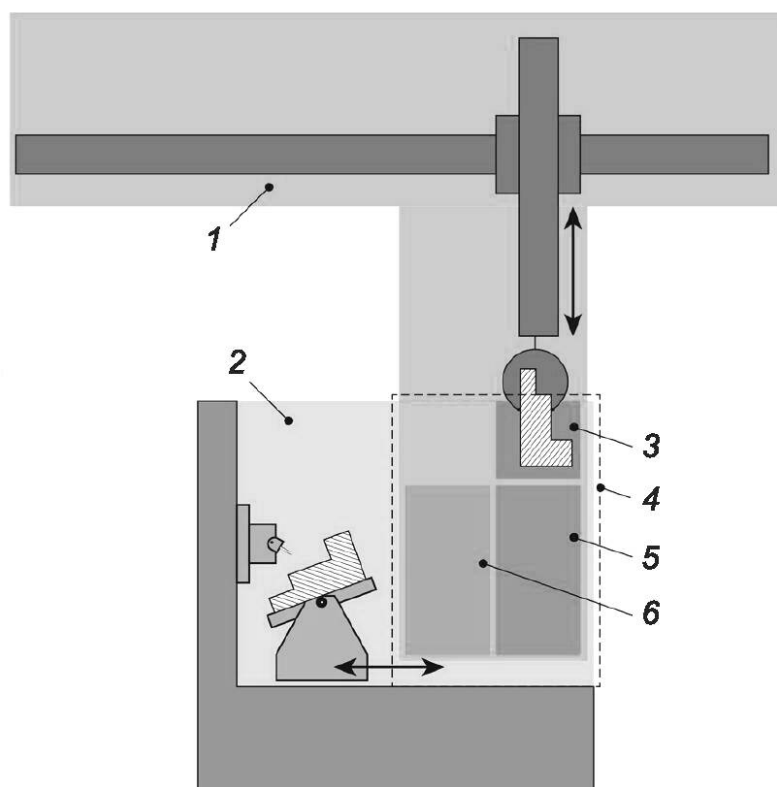
В классе соответствия 3 должны быть реализованы все функции класса соответствия 2, а также следующие функции:

- оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с последовательной передачей;
- оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с непоследовательной передачей с/без функции зажима;
- оптимизация процесса при позиционировании с помощью технологического оборудования;
- оптимизация процесса, если зажим и сброс выполнены более чем за один шаг.

##### 4.2.2.4.2 Оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке

##### 4.2.2.4.2.1 Общие положения

На рисунке 2 показана принципиальная взаимосвязь различных типичных областей технологического оборудования и автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования, а также их взаимодействие.



1 — область автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; 2 — область технологического оборудования; 3 — препозиция зоны интерференции автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; 4 — зона интерференции; 5 — расположение передаточной станции; 6 — препозиция зоны интерференции технологического оборудования

Рисунок 2 — Зона интерференции, передаточная станция, препозиция зоны интерференции

Задействованные сигналы: AM\_ENA\_InIntfrArea, AM\_STA\_OutIntfrArea, AM\_STA\_OutIntfrAreaFixt, MA\_ENA\_InIntfrArea, MA\_ENA\_InIntfrAreaPrePos и MA\_STA\_OutIntfrArea. Определение этих сигналов см. в приложении А.

## 4.2.2.4.2.2 С последовательной передачей

Функция «оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с последовательной передачей» служит для выгрузки элемента из технологического оборудования при последовательной передаче и для последующей загрузки другого элемента в технологическое оборудование. Период времени между разгрузкой и последующей загрузкой не определен.

Оптимизация процесса (оптимизация времени цикла) осуществляется для всех функций класса соответствия 2, а также в отношении:

- препозиции;
- подготовки элемента(ов) для разгрузки.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.13.

## 4.2.2.4.2.3 С непоследовательной передачей с/без функции зажима

Функция «оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с непоследовательной передачей с/без функции зажима» служит для выгрузки элемента из технологического оборудования при непоследовательной передаче и последующей загрузки другого элемента в технологическое оборудование. Период времени между разгрузкой и последующей загрузкой не определен.

Оптимизация процесса (оптимизация времени цикла) осуществляется для всех функций класса соответствия 2, а также в отношении:

- препозиции;
- подготовки элемента(ов) для разгрузки.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.12.

## 4.2.2.4.3 Оптимизация процесса при препозиции с помощью технологического оборудования

В классе соответствия 3 используются сигналы для оптимизации процесса, требующего препозиции с помощью технологического оборудования. Описание процесса зависит от механической конструкции и должно быть согласовано с проектом.

## 4.2.2.4.4 Оптимизация процесса, если зажим и сброс выполнены более чем за один шаг

В классе соответствия 3 используются сигналы для оптимизации процесса, в котором зажим и сброс выполняются более чем за один шаг. Описание процесса зависит от механической конструкции и должно быть согласовано с проектом.

**4.2.3 Параметры соответствия**

## 4.2.3.1 Общие положения

Выбор параметра соответствия позволяет добавить набор функций к выбранному классу соответствия. Набор сигналов, определенных для параметра соответствия, предназначен для выполнения конкретной задачи.

Доступны следующие параметры соответствия (может быть выбран любой параметр):

- контроль технологическим оборудованием доступа к загрузке;
- контроль системой автоматизированного обслуживания технологического оборудования доступа к загрузке;
- включающее устройство;
- мониторинг связи;
- управление ресурсом инструмента;
- центральные функции;
- управляющие сигналы для функций безопасности;
- данные об элементах;
- установочная информация;
- консоль технологического оборудования;
- управление положением элемента.

В таблице 1 указано наличие в параметре соответствия сигналов безопасности и/или управляющих сигналов.

Т а б л и ц а 1 — Распределение сигналов безопасности и управляющих сигналов для параметров соответствия

| Параметр соответствия                                                                               | Сигнал безопасности | Управляющий сигнал |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| Контроль технологическим оборудованием доступа к загрузке                                           | +                   | +                  |
| Контроль системой автоматизированного обслуживания технологического оборудования доступа к загрузке | +                   | +                  |
| Включающее устройство                                                                               | +                   | +                  |
| Мониторинг связи                                                                                    | —                   | +                  |
| Управление ресурсом инструмента                                                                     | —                   | +                  |
| Центральные функции                                                                                 | —                   | +                  |
| Управляющие сигналы для функций безопасности                                                        | —                   | +                  |
| Данные об элементах                                                                                 | —                   | +                  |
| Установочная информация                                                                             | —                   | +                  |
| Консоль технологического оборудования                                                               | —                   | +                  |
| Управление положением элемента                                                                      | —                   | +                  |

#### 4.2.3.2 Параметр соответствия: контроль технологическим оборудованием доступа к загрузке

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Контроль технологическим оборудованием доступа к загрузке» в приложении А.

Параметр соответствия «Контроль технологическим оборудованием доступа к загрузке» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, необходимыми для контроля технологическим оборудованием доступа к загрузке.

Обработка сигналов аналогична описанию и схемам функции ограждений.

#### 4.2.3.3 Параметр соответствия: контроль системой автоматизированного обслуживания технологического оборудования доступа к загрузке

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Контроль системой автоматизированного обслуживания технологического оборудования доступа к загрузке» в приложении А.

Параметр соответствия «Контроль системой автоматизированного обслуживания технологического оборудования доступа к загрузке» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, необходимыми для контроля системой автоматизированного обслуживания технологического оборудования доступа к загрузке.

Обработка сигналов аналогична описанию и схемам функции ограждений.

#### 4.2.3.4 Параметр соответствия: включающее устройство

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Включающее устройство» в приложении А.

Параметр соответствия «Включающее устройство» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, необходимыми для работы системы в режиме включения.

#### 4.2.3.5 Параметр соответствия: мониторинг связи

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Мониторинг связи» в приложении А.

Параметр соответствия «Мониторинг связи» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, необходимыми для мониторинга связи. Каждый функциональный блок отправляет на интерфейс двоичный сигнал импульсом 1 Гц. Другой функциональный блок оценивает этот сигнал и определяет, нарушена ли связь.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.14.

#### 4.2.3.6 Параметр соответствия: управление ресурсом инструмента

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Управление ресурсом инструмента» в приложении А.

Параметр соответствия «Управление ресурсом инструмента» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, необходимыми для управления ресурсом инструмента.

#### 4.2.3.7 Параметр соответствия: центральные функции

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Центральные функции» в приложении А.

Параметр соответствия «Центральные функции» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, которые предоставляются автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования для одной или нескольких единиц технологического оборудования, а также соответствующую информацию о состоянии технологического оборудования.

#### 4.2.3.8 Параметр соответствия: управляющие сигналы для функций безопасности

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Управляющие сигналы для функций безопасности» в приложении А.

Параметр соответствия «управляющие сигналы для функций безопасности» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, которые используются в качестве дополнения к интерфейсу безопасности.

#### 4.2.3.9 Параметр соответствия: данные об элементах

##### 4.2.3.9.1 Общие положения

Сигналы, соответствующие параметру соответствия «Данные об элементах» подразделяются на:

- сигналы управления обработкой данных;
- данные о подготовке и данные об элементах.

##### 4.2.3.9.2 Сигналы управления обработкой данных

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Данные об элементах» в приложении А.

См. соответствующие блок-схемы на рисунках С.15 — С.21.

**Примечание** — При передаче данных об элементах суверенитет данных передается от одного управления к другому вместе с элементом. В идеальном случае физическая передача элемента и передача данных происходят одновременно.

#### 4.2.3.9.3 Данные о подготовке и данные об элементах

##### 4.2.3.9.3.1 Названия сигналов и содержание данных о подготовке и данных об элементах

Настоящий стандарт определяет названия сигналов контейнера для данных о подготовке и данных об элементах. Он также определяет соответствующие сигналы для управления контейнером. Настоящий стандарт не определяет содержимое контейнера для данных о подготовке и данных об элементах.

Содержание необходимых данных о подготовке и данных об элементах зависит от конкретного проекта. Они могут существенно варьироваться и поэтому не установлены в настоящем стандарте.

Примеры информации, касающейся данных о подготовке и данных об элементах:

- ссылочный номер элемента:
  - тип элемента,
  - семейство элементов;
- состояние элемента;
- идентификатор элемента;
- индекс операции;
- время цикла — целевое значение;
- время цикла — фактическое значение;
- ход обработки;
- данные об измерениях и коррекции;
- процесс зажима в шпинделе;
- дата производства;
- изменение положения технологического оборудования;
- номер программы очистки;
- номер, тип и ширина отверстия зажимного устройства;
- максимальная скорость вращения шпинделя.

##### 4.2.3.9.3.2 Использование данных о подготовке и данных об элементах

На рисунке 3 представлен обзор возможностей использования данных о подготовке и данных об элементах, а также соответствующих им управляющих сигналов. Выбор зависит от конкретного проекта.

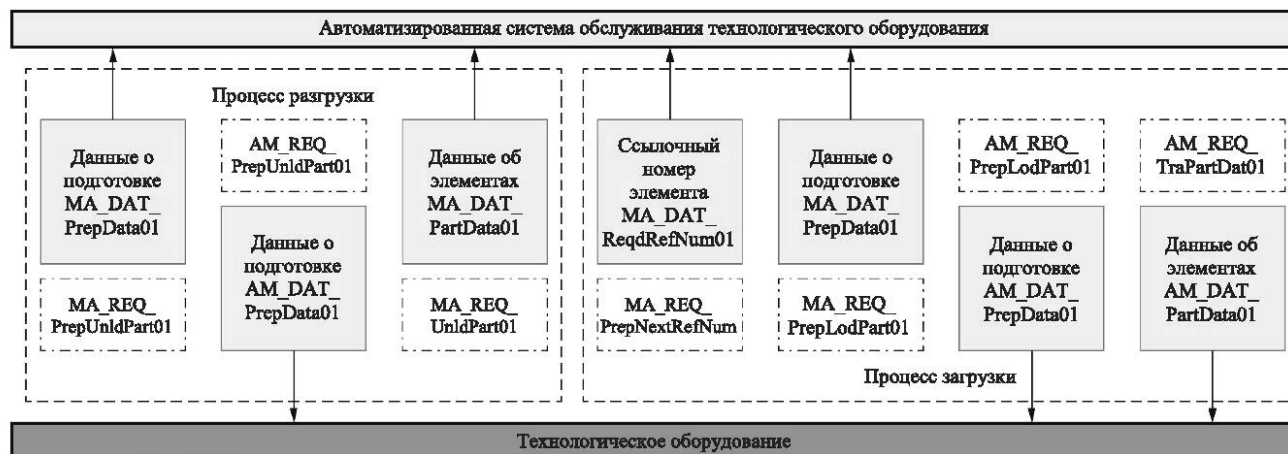


Рисунок 3 — Возможности использования данных о подготовке и данных об элементах

## а) Для процесса разгрузки

Данные о подготовке используются для управления логистическими процессами разгрузки. Они могут передаваться от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования или технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования. Как правило, используется только одно направление.

Данные об элементах передаются от технологического оборудования в автоматизированную систему обслуживания технологического оборудования во время процесса разгрузки.

## б) Для процесса загрузки

Данные о подготовке используются для управления логистическими процессами загрузки. Они могут передаваться от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования или технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования. Как правило, используется только одно направление.

Данные об элементах передаются технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования во время загрузки.

Ссылочный номер элемента передается от технологического оборудования в автоматизированную систему обслуживания технологического оборудования.

## 4.2.3.10 Параметр соответствия: установочная информация

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Установочная информация» в приложении А.

Параметр соответствия «Установочная информация» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, которые необходимы для передачи автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования сообщения о состоянии настройки технологического оборудования (настройка для семейства элементов XX или для доработки).

## 4.2.3.11 Параметр соответствия: консоль технологического оборудования

Параметр соответствия «Консоль технологического оборудования» состоит из подмножества сигналов с соответствующими функциями, которые предоставляют информацию об использовании кнопок (аппаратных или программных) консоли функционального блока. Состояние этих сигналов отображается в интерфейсе.

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Консоль технологического оборудования» в приложении А.

## 4.2.3.12 Параметр соответствия: управление положением элемента

В интерфейсе должны быть представлены сигналы, соответствующие параметру соответствия «Управление положением элемента» в приложении А.

Параметр соответствия «Управление положением элемента» включает в себя сигналы с соответствующими функциями, которые необходимы для управления положением элемента.

См. соответствующую блок-схему на рисунке С.22.

### 4.3 Интерфейс безопасности

#### 4.3.1 Общие положения

Интерфейс безопасности между технологическим оборудованием и автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования определяет сигналы, необходимые для обеспечения личной безопасности.

Частью реализации интерфейса безопасности является определение матрицы безопасности для уточнения функциональных взаимосвязей между технологическим оборудованием и автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования в зависимости от состояния главного выключателя, ограждений и аварийной остановки.

#### 4.3.2 Принципиальный подход и концепция

В общем случае зона считается опасной с точки зрения функциональной безопасности, если к ней могут получить доступ люди и происходят опасные действия (например, движение) функционального блока. Доступ в зону возможен через ограждения и/или загрузку. Опасные действия зависят от состояния главного выключателя и аварийной остановки функционального блока.

В основном различают состояние доступа к загрузке: доступ открыт или доступ закрыт. Технологическое оборудование и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки, если доступ к загрузке открыт или отсутствует. Если доступ к загрузке закрыт, каждый функциональный блок образует свою зону аварийной остановки. Такой подход обеспечивает максимальную гибкость в работе функциональных блоков при полном соответствии требованиям безопасности.

#### 4.3.3 Матрица безопасности функциональных взаимосвязей

Матрица на рисунке 4 соответствует концепции 4.3.2 для максимизации гибкости в работе функциональных блоков (ФБ).

| Причина (действие, триггер):                                          |                                           |                          |   |   |   |   |   |                          |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|---|---|---|---|---|--------------------------|---|---|---|---|---|
| ФБ                                                                    |                                           | Доступ к загрузке закрыт |   |   |   |   |   | Доступ к загрузке открыт |   |   |   |   |   |
| Описание                                                              |                                           |                          |   |   |   |   |   |                          |   |   |   |   |   |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования | Аварийная остановка активирована          | 1                        |   |   |   |   |   | 1                        |   |   |   |   |   |
|                                                                       | Ограждение открыто                        |                          | 1 |   |   |   |   |                          | 1 |   |   |   |   |
|                                                                       | Главный выключатель выключен <sup>d</sup> |                          |   | 1 |   |   |   |                          |   | 1 |   |   |   |
| Технологическое оборудование                                          | Аварийная остановка активирована          |                          |   |   | 1 |   |   |                          |   |   | 1 |   |   |
|                                                                       | Ограждение открыто                        |                          |   |   |   | 1 |   |                          |   |   |   | 1 |   |
|                                                                       | Главный выключатель выключен              |                          |   |   |   |   | 1 |                          |   |   |   |   | 1 |

| Реакция:                                                              |      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------------------------------------------------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Описание                                                              |      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования | СТОП | Да <sup>a</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>a</sup> | Нет             | Нет             | Нет             | Да <sup>a</sup> | Да <sup>b</sup>   | Да <sup>a</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b</sup> |
|                                                                       |      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                 |                 |                 |
| Технологическое оборудование                                          | СТОП | Нет             | Нет             | Нет             | Да <sup>a</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>a</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b,c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>a</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>a</sup> |
|                                                                       |      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                 |                 |                 |

<sup>a</sup> Категория остановки (см. [1], пункт 9.2.2).

<sup>b</sup> Функция безопасного останова (PLr = c); неожиданный запуск (PLr = d).

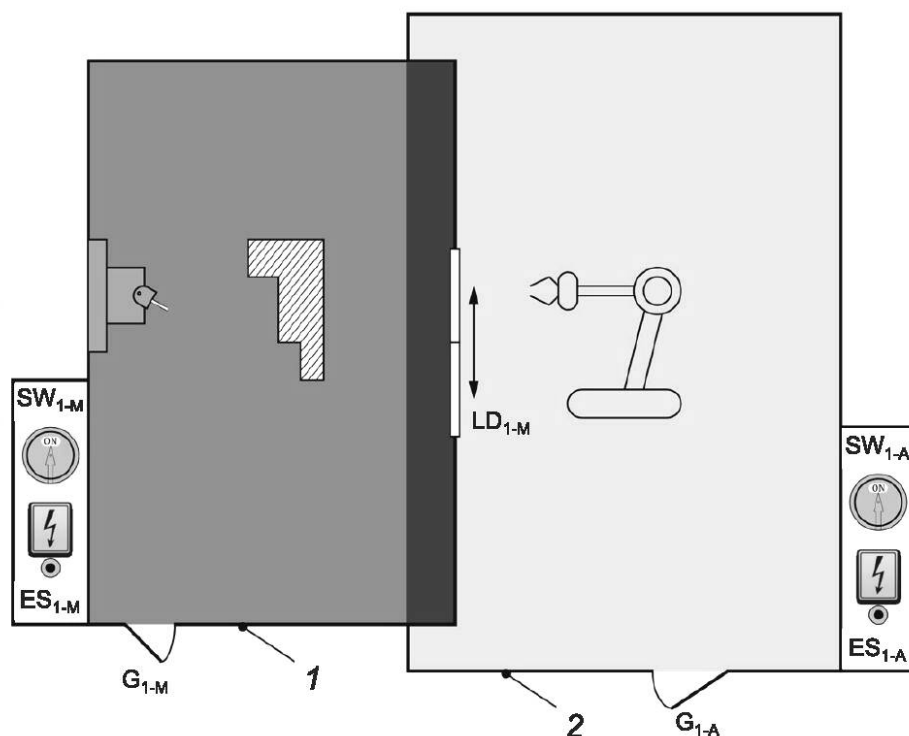
<sup>c</sup> Если необходимо по соображениям безопасности.

<sup>d</sup> Состояние главного выключателя не является выделенным сигналом на интерфейсе.

ФБ — функциональный блок; 1 — истина

Рисунок 4 — Принципиальная матрица безопасности функциональных связей

На рисунке 5 показан пример конфигурации системы, к которой может быть применена показанная выше матрица.



- 1 — технологическое оборудование; 2 — автоматизированная система обслуживания технологического оборудования;  
 ES<sub>1-M</sub> — кнопка аварийной остановки технологического оборудования;  
 ES<sub>1-A</sub> — кнопка аварийной остановки автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования;  
 SW<sub>1-M</sub> — кнопка главного выключателя технологического оборудования;  
 SW<sub>1-A</sub> — кнопка главного выключателя автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования;  
 G<sub>1-M</sub> — блокировочное ограждение технологического оборудования;  
 G<sub>1-A</sub> — блокировочное ограждение автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования;  
 LD<sub>1-M</sub> — доступ к загрузке технологического оборудования

Рисунок 5 — Пример конфигурации системы

Могут быть реализованы и другие матрицы безопасности функциональных связей: например, если активирована кнопка аварийной остановки, должна быть остановлена как автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, так и само технологическое оборудование.

В зависимости от конкретного проекта определение, внедрение и реализация матрицы безопасности должны быть согласованы между партнерами по проекту в сотрудничестве с системным оператором.

В приложении В показаны упрощенные примеры матриц безопасности для определенных конфигураций систем.

#### 4.3.4 Распределение уровней производительности и значения PFHD

В случае комплексных частей систем управления (SRP/CS), связанных с безопасностью, распределение значения PFHD осуществляется между участниками в соотношении 1:2 между уровнем доступа (обнаружение сигнала) и уровнем выхода (оценка сигнала), чтобы обеспечить проверку функциональной безопасности посредством двух отдельных расчетов. Другие соглашения могут быть заключены в зависимости от конкретного проекта.

Расчет характеристик управления (SRP/CS) должен быть проведен в соответствии с ГОСТ ISO 13849-1 или ГОСТ Р МЭК 62061.

На рисунке 6 показан пример распределения значений PFHD.

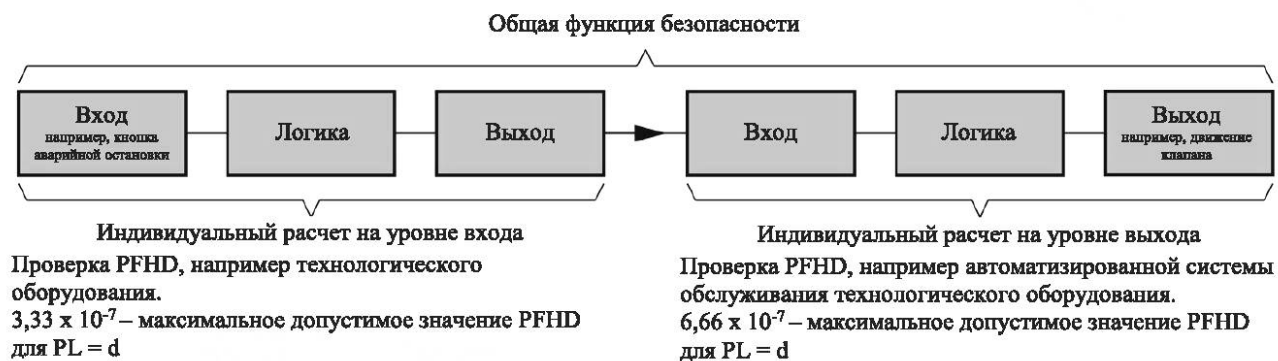


Рисунок 6 — Пример распределения значений PFHD

#### 4.4 Интерфейс управления

Интерфейс управления описывает сигналы и данные с их функциями, а также соответствующие блок-схемы, которые передаются для транспортировки элементов между автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования и технологическим оборудованием.

### 5 Расширение интерфейсов

#### 5.1 Общие положения

В зависимости от сложности проекта может потребоваться расширение (например, сигналов). Настоящий стандарт допускает наличие расширения, определенного системой.

Расширение, определенное системой, должно быть задокументировано.

#### 5.2 Примеры расширений

##### 5.2.1 Общие положения

Расширения, определенные системой, проводят в том случае:

- если задача может быть выполнена исключительно с использованием дополнительных сигналов;
- если технологическое оборудование имеет более одной зоны интерференции.

##### 5.2.2 Дополнительные сигналы

Для проекта могут быть определены дополнительные сигналы и функции.

##### 5.2.3 Наличие более одной зоны интерференции

###### 5.2.3.1 Отдельные зоны безопасности

Сигналы интерфейса безопасности и интерфейса управления должны быть полностью продублированы.

###### 5.2.3.2 Общая зона безопасности

Сигналы интерфейса управления должны быть полностью продублированы; есть только один интерфейс безопасности.

**Приложение А  
(обязательное)**

**Перечень сигналов**

Таблица со списком всех сигналов с их атрибутами представлена в машиночитаемом файле по адресу <https://standards.iso.org/iso/21919/-2/ed-1/en>.

Существуют три режима работы.

Режим работы 1: автоматический, запрограммированный, последовательный режим работы технологического оборудования с возможностью ручной или автоматической загрузки/выгрузки заготовок и инструментов до остановки программой или оператором. Режим работы 1 также называют автоматическим режимом. Он может включать в себя перерыв в работе для загрузки/выгрузки заготовок и инструментов. Режим работы 1 применим для технологического оборудования и систем обслуживания технологического оборудования.

Режим работы 2: режим работы, при котором регулировка и подготовка к следующему процессу обработки выполняются оператором (настройщиком); допускается возможность открытия ограждений и/или приостановки работы защитных устройств. Режим работы 2 также называют режимом настройки. Процедурой режима настройки является оценка положения инструмента или заготовки (например, путем прикосновения к заготовке щупом или инструментом в пошаговом режиме) (см. [2], пункт 5.2.4.5).

Режим работы 3: ограниченный автоматический режим (фиксированная последовательность отдельных шагов), запускаемый оператором; допускается временное управление технологическим оборудованием вручную или с помощью ЧПУ, с открытыми ограждениями и/или приостановленной работой защитных устройств. Режим работы 3 также называют дополнительным специальным режимом для ручного вмешательства в ограниченных условиях эксплуатации.

Приложение В  
(справочное)

Примеры матриц безопасности

В.1 Общие положения

В настоящем приложении приведены примеры, иллюстрирующие конкретные конфигурации технологического оборудования и автоматизированных систем обслуживания технологического оборудования, а также соответствующие матрицы безопасности.

Первый пример представляет собой довольно простую конфигурацию из одной единицы технологического оборудования, которая обслуживается автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования в виде робота. Пространство настройки технологического оборудования не отделено закрываемым доступом к загрузке.

Пример 2 в В.3 аналогичен примеру 1 в В.2. Единственное отличие состоит в том, что пространство настройки технологического оборудования отделено закрываемым доступом к загрузке.

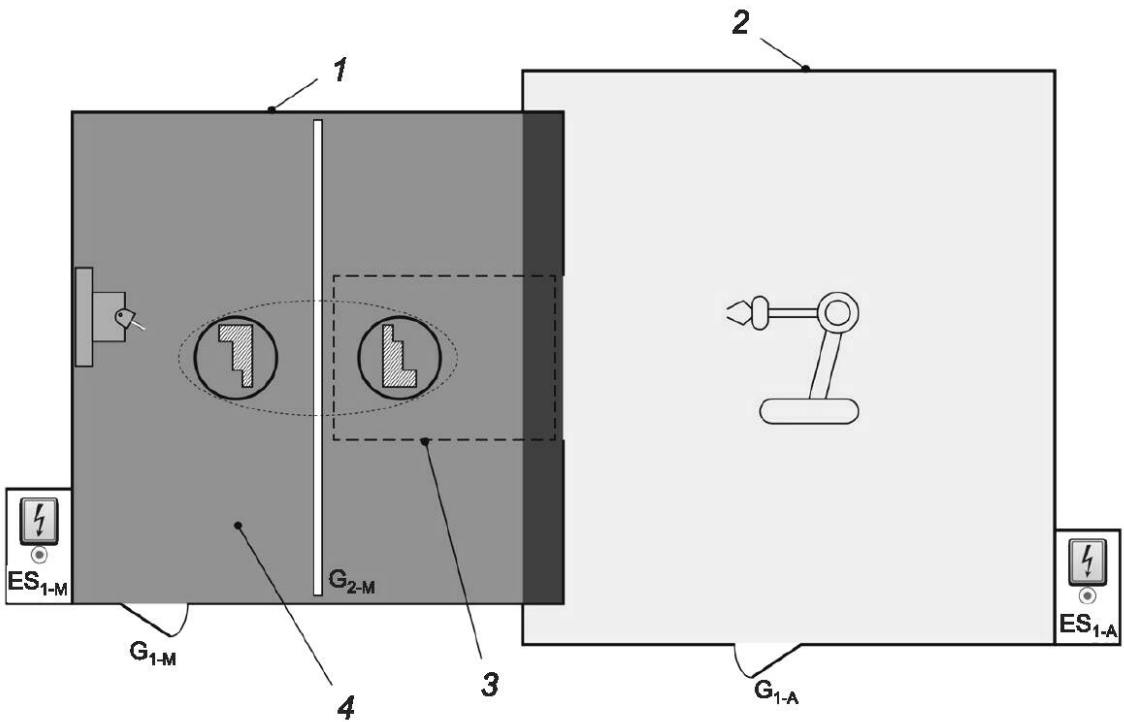
Третий пример представляет собой довольно сложную систему из нескольких единиц технологического оборудования, которые обслуживаются через верхний доступ к загрузке.

Набор сценариев, изображенных в этих примерах, не претендует на исчерпывающий характер. Из соображений упрощения главные выключатели не показаны.

В.2 Пример 1: конфигурация системы с пространством для загрузки без закрываемого доступа к загрузке

В.2.1 Конфигурация

Особенностью конфигурации системы в этом примере является то, что технологическое оборудование имеет пространство для загрузки без закрываемого доступа к загрузке. Конфигурация системы показана на рисунке В.1.



1 — технологическое оборудование; 2 — автоматизированная система обслуживания технологического оборудования; 3 — зона интерференции; 4 — рабочее пространство технологического оборудования; ES<sub>1-M</sub> — кнопка аварийной остановки технологического оборудования; ES<sub>1-A</sub> — кнопка аварийной остановки автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; G<sub>1-M</sub> — ограждение технологического оборудования; G<sub>2-M</sub> — разделение рабочих пространств технологического оборудования и автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; G<sub>1-A</sub> — ограждение автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования

Рисунок В.1 — Пространство загрузки без закрываемого доступа к загрузке

Свойства с точки зрения функциональной безопасности:

- технологическое оборудование имеет одно ограждение  $G_{1-M}$ , регулирующее доступ в рабочее пространство технологического оборудования;
- система автоматизированного обслуживания технологического оборудования имеет одно ограждение  $G_{1-A}$ , регулирующее доступ в рабочее пространство автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования;
- доступ в зону интерференции возможен из автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования в любой момент, поскольку отсутствует закрываемый доступ к загрузке;
- доступ в зону интерференции из рабочего пространства технологического оборудования осуществляется через ограждения  $G_{1-M}$  и  $G_{2-M}$ ;
- каждый функциональный блок имеет одну кнопку аварийной остановки.

Свойства с точки зрения взаимодействия и управления:

- в указанном примере технологическое оборудование размещает информацию о состоянии ограждений  $G_{1-M}$  и  $G_{2-M}$  параллельно на интерфейсе в виде сигнала MA\_SFY\_GuardClod;
- приводные элементы зажимного устройства в зоне интерференции контролируются технологическим оборудованием.

#### **В.2.2 Матрица безопасности**

На рисунке В.2 показана матрица безопасности конфигурации системы, показанной на рисунке В.1.

| Матрица безопасности                                                  |       |                                                                                                                                          | Сценарий 0 | Сценарий 1      | Сценарий 2      | Сценарий 3      | Сценарий 4      | Сценарий 5      | Сценарий 6      | Сценарий 7      | Сценарий 8      |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Причина (действие, триггер):                                          |       |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Сигнал      Описание <sup>a</sup>                                     |       |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования | ES1-A | Аварийная остановка не активирована (AM_SFY_NoEStop)                                                                                     | 1          | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | G1-A  | Ограждение закрыто (AM_SFY_GuardClod)                                                                                                    | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               |
|                                                                       |       |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Технологическое оборудование                                          | ES1-M | Аварийная остановка не активирована (MA_SFY_NoEStop)                                                                                     | 1          | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | G1-M  | Ограждение рабочего пространства закрыто                                                                                                 | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               |
|                                                                       | G2-M  | Ограждение рабочего пространства/пространства настройки закрыто                                                                          | 1          | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               |
|                                                                       | INFO  | (MA_SFY_GuardClod)                                                                                                                       | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               |
| Реакция:                                                              |       |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Описание <sup>a</sup>                                                 |       |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования |       | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП в зоне интерференции (независимо от режима работы)   | Нет        | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |
|                                                                       |       | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП вне зоны интерференции (независимо от режима работы) | Нет        | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |
| Технологическое оборудование                                          |       | Технологическое оборудование в режиме СТОП в зоне интерференции (независимо от режима работы)                                            | Нет        | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |
|                                                                       |       | Технологическое оборудование в режиме СТОП вне зоны интерференции (независимо от режима работы)                                          | Нет        | Нет             | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |

<sup>a</sup> В соответствии с состоянием сигнала (см. ГОСТ Р 71852.1).  
<sup>b</sup> Категория остановки 1 (см. [2], пункт 9.2.2).  
<sup>c</sup> Функция безопасного останова (PLr = c), неожиданный запуск (PLr = d).

Рисунок В.2 — Матрица безопасности пространства загрузки без закрываемого доступа к загрузке

В.2.3 Сценарии

В.2.3.1 Структура матрицы

Сценарий 0 соответствует ситуации, в которой все элементы работают в штатном режиме.

Сценарии 1—4 ориентированы на аварийную остановку функциональных блоков при частичном участии ограждения G2-M.

Сценарии 5—8 ориентированы на открытые ограждения функциональных блоков. Предполагается, что аварийная остановка не активирована.

#### В.2.3.2 Сценарий 0

В сценарии 0 аварийная остановка не активирована и все ограждения закрыты. Таким образом, оба функциональных блока могут работать, т. е. и технологическое оборудование, и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования готовы к работе.

#### В.2.3.3 Сценарий 1

В сценарии 1 (в отличие от сценария 0) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования. Все ограждения закрыты. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования и зона интерференции образуют общую зону аварийной остановки. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП, независимо от того, находится ли она в зоне интерференции или за ее пределами. Поскольку рабочее пространство технологического оборудования отделено от зоны интерференции ограждением  $G_{2-M}$ , разрешена работа технологического оборудования за пределами зоны интерференции.

#### В.2.3.4 Сценарий 2

В сценарии 2 (в отличие от сценария 0) активирована аварийная остановка технологического оборудования. Все ограждения закрыты. Таким образом, технологическое оборудование находится в состоянии СТОП, независимо от того, находится ли оно в зоне интерференции или за ее пределами. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, зона аварийной остановки не может быть ограничена технологическим оборудованием. Следовательно, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования также находится в состоянии СТОП, независимо от того, находится ли она в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.2.3.5 Сценарий 3

В сценарии 3 (как и в сценарии 1) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования и (в отличие от сценария 1) открыто ограждение  $G_{2-M}$ . Все остальные ограждения закрыты. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, зона интерференции и рабочее пространство технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП, независимо от того, находятся ли они в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.2.3.6 Сценарий 4

В сценарии 4 (в отличие от сценария 3) активирована аварийная остановка технологического оборудования и открыто ограждение  $G_{2-M}$ . Все остальные ограждения закрыты. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, зона интерференции и рабочее пространство технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП, независимо от того, находятся ли они в зоне помех или за ее пределами.

#### В.2.3.7 Сценарий 5

В сценарии 5 (в отличие от сценария 0) открыто ограждение  $G_{1-A}$ . Аварийная остановка не активирована. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования и зона интерференции образуют общую зону безопасности. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП, независимо от того, находится ли она в зоне интерференции или за ее пределами. Разрешена работа технологического оборудования за пределами зоны интерференции.

#### В.2.3.8 Сценарий 6

В сценарии 6 (в отличие от сценария 0) открыто ограждение  $G_{1-M}$ . Аварийная остановка не активирована. Ограждение  $G_{2-M}$  закрыто и предотвращает доступ из рабочего пространства технологического оборудования к зоне интерференции и автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования. Таким образом, достаточно, чтобы технологическое оборудование находилось вне зоны интерференции в режиме СТОП.

#### В.2.3.9 Сценарий 7

В сценарии 7 (в отличие от сценария 5) ограждения  $G_{1-M}$  и  $G_{2-M}$  открыты. Аварийная остановка не активирована. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, зона интерференции и рабочее пространство технологического оборудования образуют зону безопасности. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП, независимо от того, находятся ли они в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.2.3.10 Сценарий 8

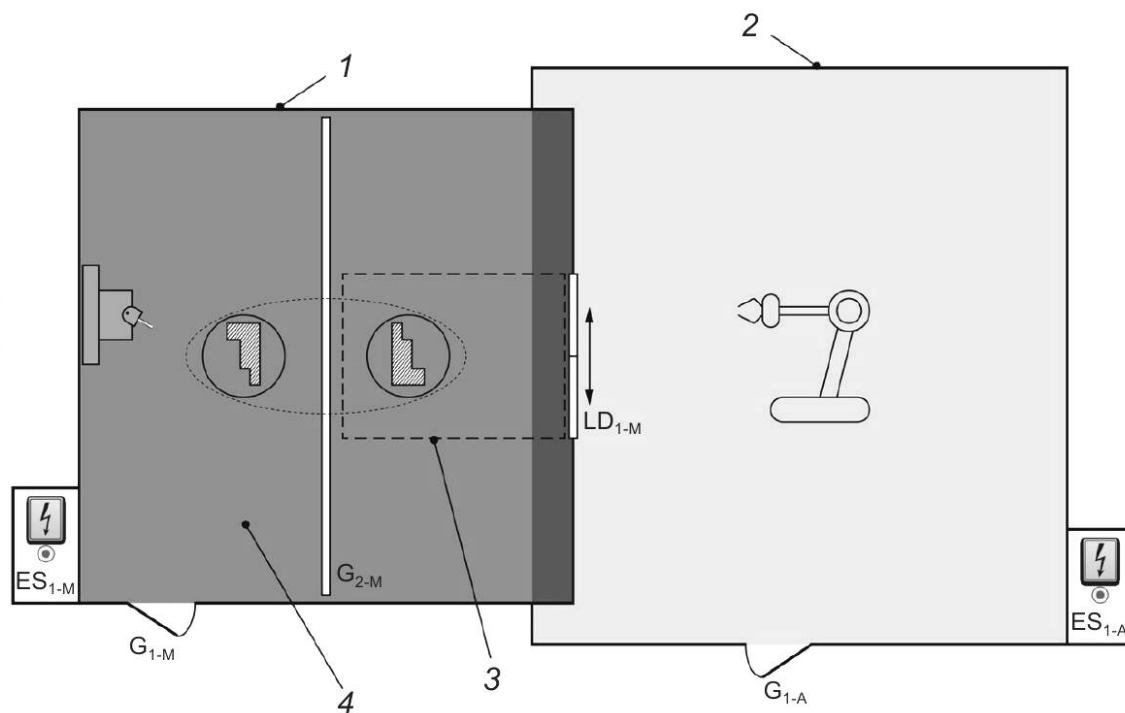
В сценарии 8 (в отличие от сценария 6) ограждения  $G_{1-M}$  и  $G_{2-M}$  открыты. Аварийная остановка не активирована. Поскольку доступ к загрузке отсутствует, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, зона интерференции и рабочее пространство технологического оборудования образуют общую зону безопасности. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП, независимо от того, находятся ли они в зоне интерференции или за ее пределами.

**П р и м е ч а н и е** — Результаты в сценариях 7 и 8 одинаковы. Это очевидно, поскольку с точки зрения функциональной безопасности не имеет значения, возможен ли доступ из технологического оборудования (рабочей зоны) или из зоны автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования в другие зоны.

### В.3 Пример 2: пространство для загрузки с доступом к загрузке

#### В.3.1 Конфигурация

Особенностью конфигурации системы в этом примере является то, что технологическое оборудование имеет пространство для загрузки с закрываемым доступом к загрузке. Конфигурация системы показана на рисунке В.3.



1 — технологическое оборудование; 2 — автоматизированная система обслуживания технологического оборудования; 3 — зона интерференции; 4 — рабочее пространство технологического оборудования; ES<sub>1-M</sub> — кнопка аварийной остановки технологического оборудования; ES<sub>1-A</sub> — кнопка аварийной остановки автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; G<sub>1-M</sub> — ограждение технологического оборудования; G<sub>2-M</sub> — разделение рабочих пространств технологического оборудования и автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; G<sub>1-A</sub> — ограждение автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; LD<sub>1-M</sub> — доступ к загрузке технологического оборудования

Рисунок В.3 — Пространство загрузки с доступом к загрузке

Свойства с точки зрения функциональной безопасности:

- технологическое оборудование имеет одно ограждение G<sub>1-M</sub>, регулирующее доступ в рабочее пространство технологического оборудования;
- система автоматизированного обслуживания технологического оборудования имеет одно ограждение G<sub>1-A</sub>, регулирующее доступ в рабочее пространство автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования;
- доступ в зону интерференции возможен из автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования, если LD<sub>1-M</sub> открыт;
- доступ в зону интерференции из рабочего пространства технологического оборудования осуществляется через ограждения G<sub>1-M</sub> и G<sub>2-M</sub>;
- каждый функциональный блок имеет одну кнопку аварийной остановки.

Свойства с точки зрения взаимодействия и управления:

- в указанном примере технологическое оборудование размещает информацию о состоянии ограждений G<sub>1-M</sub> и G<sub>2-M</sub> параллельно на интерфейсе в виде сигнала MA\_SFY\_GuardClod;
- доступ к загрузке контролируется технологическим оборудованием;
- приводные элементы зажимного устройства в зоне интерференции контролируются технологическим оборудованием.

#### В.3.2 Матрица безопасности

На рисунке В.4 показана матрица безопасности конфигурации системы, показанной на рисунке В.3.

| Матрица безопасности                                                  |                   |                                                                                                                                          | Сценарий 0 | Сценарий 1      | Сценарий 2      | Сценарий 3      | Сценарий 4      | Сценарий 5      | Сценарий 6      | Сценарий 7      | Сценарий 8      | Сценарий 9      | Сценарий 10     |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Причина (действие, триггер):                                          |                   |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Сигнал Описание                                                       |                   |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования | ES <sub>1-A</sub> | Аварийная остановка не активирована (AM_SFY_NoEStop)                                                                                     | 1          | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | G <sub>1-A</sub>  | Ограждение закрыто (AM_SFY_GuardClod)                                                                                                    | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               |
|                                                                       |                   |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Технологическое оборудование                                          | ES <sub>1-M</sub> | Аварийная остановка не активирована (MA_SFY_NoEStop)                                                                                     | 1          | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | LD <sub>1-M</sub> | Доступ к загрузке закрыт (MA_SFY_LdgDoorClod)                                                                                            | 1          | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               |
|                                                                       | G <sub>1-M</sub>  | Ограждение рабочего пространства закрыто                                                                                                 | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               |
|                                                                       | G <sub>2-M</sub>  | Ограждение рабочего пространства/пространства настройки закрыто                                                                          | 1          | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               |
|                                                                       | INFO              | (MA_SFY_GuardClod)                                                                                                                       | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               |
| Реакция:                                                              |                   |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Описание <sup>a</sup>                                                 |                   |                                                                                                                                          |            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования |                   | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП в зоне интерференции (независимо от режима работы)   | н/д        | н/д             | н/д             | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> | н/д             | н/д             | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> |
|                                                                       |                   | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП вне зоны интерференции (независимо от режима работы) | Нет        | Да <sup>b</sup> | Нет             | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> |
| Технологическое оборудование                                          |                   | Технологическое оборудование в режиме СТОП в зоне интерференции (независимо от режима работы)                                            | Нет        | Нет             | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b</sup> | Нет             | Нет             | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> |
|                                                                       |                   | Технологическое оборудование в режиме СТОП вне зоны интерференции (независимо от режима работы)                                          | Нет        | Нет             | Да <sup>b</sup> | Нет             | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Нет             | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |

<sup>a</sup> В соответствии с состоянием сигнала (см. ГОСТ Р 71852.1).

<sup>b</sup> Категория остановки 1 (см. [2], пункт 9.2.2).

<sup>c</sup> Функция безопасного останова (PLr = c), неожиданный запуск (PLr = d).

Рисунок В.4 — Матрица безопасности пространства загрузки с доступом к загрузке

### В.3.3 Сценарии

#### В.3.3.1 Структура матрицы

Сценарий 0 соответствует ситуации, в которой все элементы работают в штатном режиме.

Сценарии 1—5 ориентированы на аварийную остановку при участии доступа к загрузке LD<sub>1-М</sub> и частичном участии ограждения G<sub>2-М</sub>.

Сценарии 6—10 ориентированы на открытые ограждения функциональных блоков при участии доступа к загрузке LD<sub>1-М</sub>. Предполагается, что аварийная остановка не активирована.

#### В.3.3.2 Сценарий 0

В сценарии 0 аварийная остановка не активирована, доступ к загрузке и все ограждения закрыты. Таким образом, оба функциональных блока могут работать, т. е. и технологическое оборудование, и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования готовы к работе.

#### В.3.3.3 Сценарий 1

В сценарии 1 (в отличие от сценария 0) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования. Доступ к загрузке и все ограждения закрыты. Следовательно, зона аварийной остановки автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования не обязательно должна расширяться до зоны интерференции и может быть ограничена автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП, если она находится вне зоны интерференции. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции, неприменима, поскольку доступ к загрузке закрыт. Поскольку рабочее пространство технологического оборудования и зона интерференции разделены доступом к загрузке, работа технологического оборудования разрешена независимо от того, находится ли оно в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.3.3.4 Сценарий 2

В сценарии 2 (в отличие от сценария 0) активирована аварийная остановка технологического оборудования. Доступ к загрузке и все ограждения закрыты. Рабочее пространство технологического оборудования и зона интерференции образуют общую зону аварийной остановки, и технологическое оборудование находится в состоянии СТОП, т. е. не допускаются никакие опасные действия ни в зоне интерференции, ни за ее пределами. Поскольку доступ к загрузке закрыт, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования может работать за пределами зоны интерференции. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции, неприменима, поскольку доступ к загрузке закрыт.

#### В.3.3.5 Сценарий 3

В сценарии 3 (как и в сценарии 1) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования и (в отличие от сценария 1) открыт доступ к загрузке LD<sub>1-М</sub>. Все остальные ограждения закрыты. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования и зона интерференции образуют общую зону аварийной остановки и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП независимо от того, находится ли она в зоне интерференции или за ее пределами. В зоне интерференции технологическое оборудование находится в состоянии СТОП, т. е. не допускаются никакие опасные действия. Работа технологического оборудования за пределами зоны интерференции не прекращается.

#### В.3.3.6 Сценарий 4

В сценарии 4 (как и в сценарии 3) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования и открыт доступ к загрузке LD<sub>1-М</sub>. Открыто ограждение G<sub>2-М</sub> (в отличие от сценария 3), все остальные ограждения закрыты. Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, зона интерференции и рабочее пространство технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП независимо от того, находятся ли они в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.3.3.7 Сценарий 5

В сценарии 5 (как и в сценарии 2) активирована аварийная остановка технологического оборудования и все ограждения закрыты. Доступ к загрузке LD<sub>1-М</sub> (в отличие от сценария 2) открыт. Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования, зона интерференции и рабочее пространство технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП независимо от того, находятся ли они в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.3.3.8 Сценарий 6

В сценарии 6 (как и в сценарии 0) аварийная остановка не активирована, доступ к загрузке и ограждения G<sub>1-М</sub> и G<sub>2-М</sub> закрыты. Ограждение G<sub>1-А</sub> (в отличие от сценария 0) открыто. Поскольку доступ к загрузке закрыт, зона безопасности автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования не должна расширяться до зоны интерференции и может быть ограничена автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП, если она находится за пределами зоны интерференции. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции, не-

применима, поскольку доступ к загрузке закрыт. Работа технологического оборудования разрешена независимо от того, находится ли оно в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.3.3.9 Сценарий 7

В сценарии 7 (как и в сценарии 0) аварийная остановка не активирована, доступ к загрузке и ограждения  $G_{1-A}$  и  $G_{2-M}$  закрыты. Ограждение  $G_{1-M}$  (в отличие от сценария 0) открыто. Поскольку доступ к загрузке и ограждение  $G_{2-M}$  закрыты, зона безопасности может быть ограничена рабочим пространством технологического оборудования. Таким образом, технологическое оборудование находится в состоянии СТОП за пределами зоны интерференции. Работа технологического оборудования в зоне интерференции разрешена. Поскольку доступ к загрузке и ограждение  $G_{1-A}$  закрыты, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования может работать, если она находится за пределами зоны интерференции. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции, неприменима, поскольку доступ к загрузке закрыт.

#### В.3.3.10 Сценарий 8

В сценарии 8 (как и в сценарии 6) аварийная остановка не активирована. Ограждения технологического оборудования  $G_{1-M}$  и  $G_{2-M}$  закрыты, а ограждение автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования  $G_{1-A}$  открыто. Доступ к загрузке (в отличие от сценария 6) открыт. Поскольку доступ к загрузке открыт, а ограждение  $G_{2-M}$  закрыто, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования и зона интерференции образуют общую зону безопасности. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП независимо от того, находится ли она в зоне интерференции или за ее пределами. Технологическое оборудование находится в состоянии СТОП в зоне интерференции. Работа технологического оборудования за пределами зоны интерференции не прекращается.

#### В.3.3.11 Сценарий 9

В сценарии 9 (как и в сценарии 0) аварийная остановка не активирована. Ограждения  $G_{2-M}$  и  $G_{1-A}$  закрыты. Доступ к загрузке и ограждение технологического оборудования  $G_{1-M}$  (в отличие от сценария 0) открыты. Поскольку ограждение  $G_{2-M}$  закрыто, зона безопасности может быть ограничена рабочим пространством технологического оборудования. Таким образом, технологическое оборудование может работать в зоне интерференции и находится в состоянии СТОП за ее пределами. Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования может работать независимо от того, находится ли она в зоне интерференции или за ее пределами.

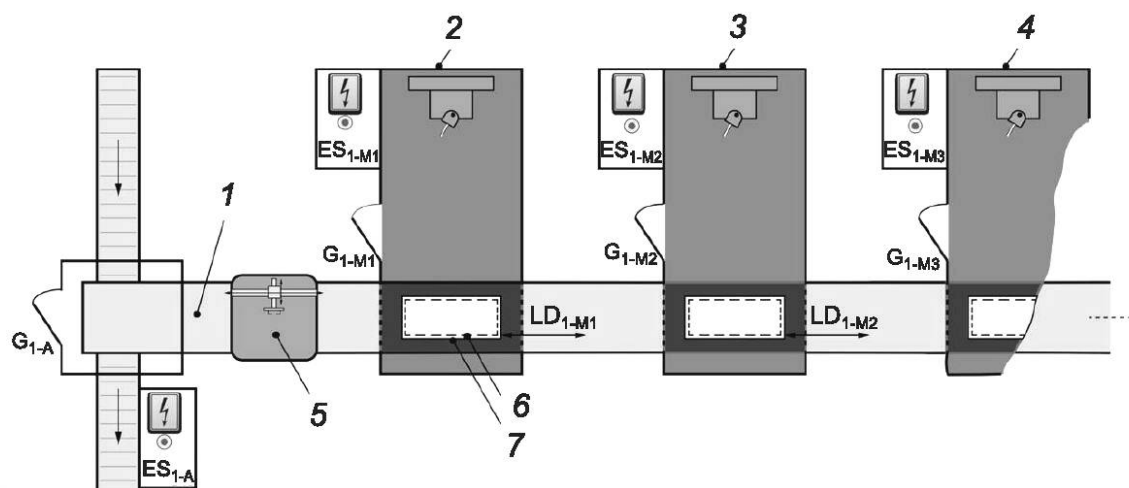
#### В.3.3.12 Сценарий 10

В сценарии 10 (как и в сценарии 9) аварийная остановка не активирована. Ограждение автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования  $G_{1-A}$  закрыто, а доступ к загрузке и ограждение технологического оборудования  $G_{1-M}$  открыты. Также открыто ограждение технологического оборудования  $G_{2-M}$  (в отличие от сценария 9). Поскольку оба ограждения технологического оборудования и доступ к загрузке открыты, рабочее пространство технологического оборудования, зона интерференции и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования образуют общую зону безопасности. Таким образом, оба функциональных блока находятся в состоянии СТОП, независимо от того, находятся ли они в зоне интерференции или за ее пределами.

### **В.4 Пример 3: загрузка рабочего пространства нескольких единиц технологического оборудования с верхним доступом к загрузке**

#### **В.4.1 Конфигурация**

Особенностью конфигурации системы в этом примере является то, что обслуживаются несколько единиц технологического оборудования с верхним доступом к загрузке. Конфигурация системы показана на рисунке В.5.



1 — автоматизированная система обслуживания технологического оборудования; 2 — технологическое оборудование 1; 3 — технологическое оборудование 2; 4 — технологическое оборудование 3; 5 — портальное загрузочное устройство; 6 — зона интерференции; 7 — загрузочный люк; ES<sub>1-M1</sub> — кнопка аварийной остановки технологического оборудования 1; ES<sub>1-M2</sub> — кнопка аварийной остановки технологического оборудования 2; ES<sub>1-M3</sub> — кнопка аварийной остановки технологического оборудования 3; ES<sub>1-A</sub> — кнопка аварийной остановки автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; G<sub>1-M1</sub> — ограждение технологического оборудования 1; G<sub>1-M2</sub> — ограждение технологического оборудования 2; G<sub>1-M3</sub> — ограждение технологического оборудования 3; G<sub>1-A</sub> — ограждение автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования; LD<sub>1-M</sub> — доступ к загрузке технологического оборудования

Рисунок В.5 — Загрузка рабочего пространства нескольких единиц технологического оборудования с верхним доступом к загрузке

Свойства с точки зрения функциональной безопасности:

- каждая единица технологического оборудования имеет одно ограждение G<sub>1-M</sub>, регулирующее доступ в рабочее пространство технологического оборудования;
- система автоматизированного обслуживания технологического оборудования имеет одно ограждение G<sub>1-A</sub>, регулирующее доступ в рабочее пространство автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования;
- доступ в зону интерференции невозможен из автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования из-за особенностей конструкции;
- доступ в зону интерференции возможен из рабочего пространства технологического оборудования;
- доступ от технологического оборудования 1 к технологическому оборудованию 2 через загрузочный люк конструктивно невозможен;
- каждый функциональный блок имеет одну кнопку аварийной остановки.

Свойства с точки зрения взаимодействия и управления:

- доступ к загрузке контролируется технологическим оборудованием;
- приводные элементы зажимного устройства в зоне интерференции контролируются технологическим оборудованием.

#### В.4.2 Матрица безопасности

На рисунке В.6 показана матрица безопасности конфигурации системы, показанной на рисунке В.5.

| Матрица безопасности                                                  |                       |                                                                                                                                                                        | Сценарий 0 | Сценарий 1      | Сценарий 2      | Сценарий 3      | Сценарий 4      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Причина (действие, триггер):                                          |                       |                                                                                                                                                                        |            |                 |                 |                 |                 |
|                                                                       | Сигнал                | Описание <sup>a</sup>                                                                                                                                                  |            |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования | ES1-A                 | Аварийная остановка не активирована (AM_SFY_NoEStop)                                                                                                                   | 1          | 0               | 0               | 1               | 1               |
|                                                                       | G1-A                  | Ограждение закрыто (AM_SFY_GuardClod)                                                                                                                                  | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       |                       |                                                                                                                                                                        |            |                 |                 |                 |                 |
| Технологическое оборудование 1                                        | ES1-M1                | Аварийная остановка не активирована (MA_SFY_NoEStop)                                                                                                                   | 1          | 1               | 1               | 0               | 0               |
|                                                                       | G1-M1                 | Ограждение закрыто (MA_SFY_GuardClod)                                                                                                                                  | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | LD1-M1                | Доступ к загрузке закрыт (MA_SFY_LdgDoorClod)                                                                                                                          | 1          | 1               | 0               | 0               | 0               |
| Технологическое оборудование 2                                        | ES1-M2                | Аварийная остановка не активирована (MA_SFY_NoEStop)                                                                                                                   | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | G1-M2                 | Ограждение закрыто (MA_SFY_GuardClod)                                                                                                                                  | 1          | 1               | 1               | 1               | 1               |
|                                                                       | LD1-M2                | Доступ к загрузке закрыт (MA_SFY_LdgDoorClod)                                                                                                                          | 1          | 1               | 1               | 1               | 0               |
| Реакция:                                                              |                       |                                                                                                                                                                        |            |                 |                 |                 |                 |
|                                                                       | Описание <sup>a</sup> |                                                                                                                                                                        |            |                 |                 |                 |                 |
| Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования |                       | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП в зоне интерференции технологического оборудования 1 (независимо от режима работы) | н/д        | н/д             | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |
|                                                                       |                       | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП в зоне интерференции технологического оборудования 2 (независимо от режима работы) | н/д        | н/д             | н/д             | н/д             | Да <sup>c</sup> |
|                                                                       |                       | Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в режиме СТОП вне зоны интерференции технологического оборудования (независимо от режима работы) | н/д        | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>c</sup> | Да <sup>c</sup> |
| Технологическое оборудование                                          |                       | Технологическое оборудование 1 в режиме СТОП                                                                                                                           | Нет        | Нет             | Да <sup>c</sup> | Да <sup>b</sup> | Да <sup>b</sup> |
|                                                                       |                       | Технологическое оборудование 2 в режиме СТОП                                                                                                                           | Нет        | Нет             | Нет             | Нет             | Нет             |

<sup>a</sup> В соответствии с состоянием сигнала (см. ГОСТ Р 71852.1).

<sup>b</sup> Категория остановки 1 (см. [2], пункт 9.2.2).

<sup>c</sup> Функция безопасного останова (PLr = c), неожиданный запуск (PLr = d).

Рисунок В.6 — Матрица безопасности рабочего пространства с верхним доступом к загрузке

### В.4.3 Сценарии

#### В.4.3.1 Структура матрицы

Сценарий 0 соответствует ситуации, в которой все элементы работают в штатном режиме.

Сценарии 1 и 2 ориентированы на аварийную остановку автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования.

Сценарии 3 и 4 ориентированы на аварийную остановку технологического оборудования.

Из соображений упрощения в данном примере не рассматриваются ограждения. Функциональные взаимоотношения ограждений см. в В.2 и В.3.

#### В.4.3.2 Сценарий 0

В сценарии 0 аварийная остановка не активирована, все доступы к загрузке и ограждения закрыты. Таким образом, все функциональные блоки могут работать, т. е. технологическое оборудование и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования готовы к работе. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции технологического оборудования, неприменима, поскольку все доступы к загрузке закрыты.

#### В.4.3.3 Сценарий 1

В сценарии 1 (в отличие от сценария 0) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования. Все ограждения и доступы к загрузке закрыты. Следовательно, зона аварийной остановки автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования не обязательно должна расширяться до зоны интерференции и может быть ограничена автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится в состоянии СТОП, если она находится вне зоны интерференции. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции, неприменима, поскольку все доступы к загрузке закрыты. Поскольку рабочие пространства технологического оборудования и зоны интерференции отделены от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования доступами к загрузке, работа технологического оборудования разрешена независимо от того, находится ли оно в зоне интерференции или за ее пределами.

#### В.4.3.4 Сценарий 2

В сценарии 2 (как и в сценарии 1) активирована аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования. Все ограждения и доступы к загрузке технологического оборудования 2 и 3 закрыты. Доступ к загрузке технологического оборудования 1 (в отличие от сценария 1) открыт. Таким образом, автоматизированная система обслуживания технологического оборудования и технологическое оборудование 1 образуют общую зону аварийной остановки, технологическое оборудование 1 находится в состоянии СТОП. Автоматизированная система обслуживания технологического оборудования в любом случае находится в состоянии СТОП, поскольку активирована аварийная остановка. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции технологического оборудования 2 или технологического оборудования 3, неприменима, поскольку доступы к их загрузке закрыты. Технологическое оборудование 2 и технологическое оборудование 3 могут работать, поскольку они не имеют общей зоны аварийной остановки с автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования.

#### В.4.3.5 Сценарий 3

В сценарии 3 (как и в сценарии 2) все ограждения и доступы к загрузке технологического оборудования 2 и 3 закрыты. Доступ к загрузке технологического оборудования 1 открыт. Аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования не активирована и активирована аварийная остановка технологического оборудования 1 (в отличие от сценария 2). Таким образом, технологическое оборудование 1 и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки, технологическое оборудование 1 и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находятся в состоянии СТОП. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции технологического оборудования 2 или технологического оборудования 3, неприменима, поскольку доступы к их загрузке закрыты. Технологическое оборудование 2 и технологическое оборудование 3 могут работать, поскольку они не имеют общей зоны аварийной остановки с автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования.

#### В.4.3.6 Сценарий 4

В сценарии 4 (как и в сценарии 3) все ограждения и доступ к загрузке технологического оборудования 3 закрыты. Доступ к загрузке технологического оборудования 1 открыт. Аварийная остановка автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования не активирована и активирована аварийная остановка технологического оборудования 1. Доступ к загрузке технологического оборудования 2 (в отличие от сценария 3) открыт. Технологическое оборудование 1 и автоматизированная система обслуживания технологического оборудования образуют общую зону аварийной остановки. Технологическое оборудование 2 не является частью зоны аварийной остановки, поскольку доступ к технологическому оборудованию 2 со стороны технологического оборудования 1 невозможен. Таким образом, технологическое оборудование 1 и автоматизированная система обслужи-

вания технологического оборудования находятся в состоянии СТОП. Ситуация, когда автоматизированная система обслуживания технологического оборудования находится внутри зоны интерференции технологического оборудования 3, неприменима, поскольку доступ к его загрузке закрыт. Технологическое оборудование 2 и технологическое оборудование 3 могут работать, поскольку они не имеют общей зоны аварийной остановки с автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования.

Приложение С  
(обязательное)

Блок-схемы

С.1 Класс соответствия 1

С.1.1 Простая разгрузка

На рисунке С.1 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для простой разгрузки.



Рисунок С.1 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов  
в интерфейсе управления для простой разгрузки

С.1.2 Простая загрузка

На рисунке С.2 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для простой загрузки.



Рисунок С.2 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов  
в интерфейсе управления для простой загрузки

### С.1.3 Простая комбинированная разгрузка и загрузка

На рисунке С.3 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для простой комбинированной разгрузки и загрузки.

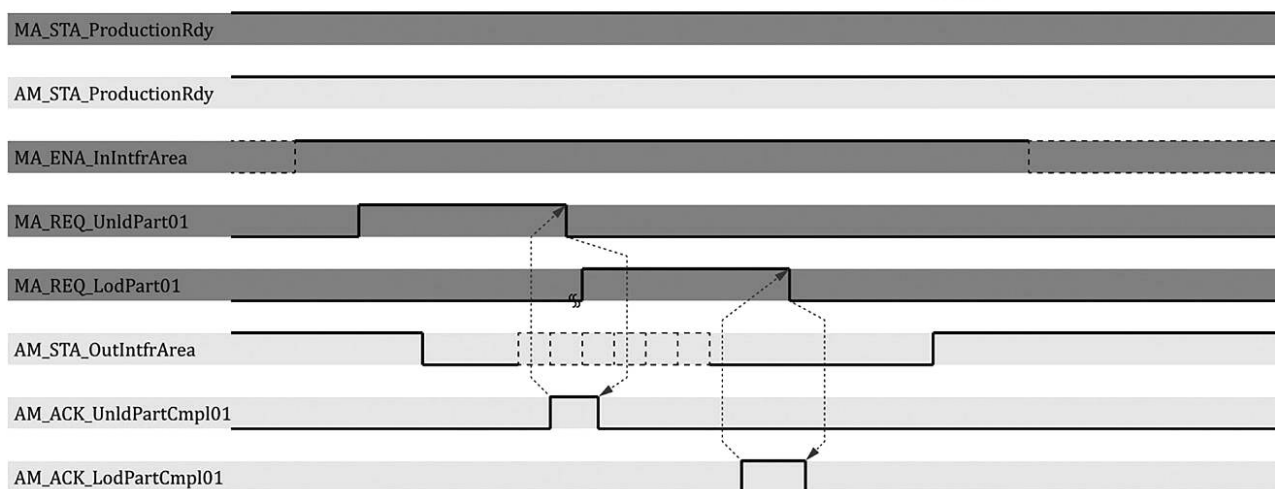
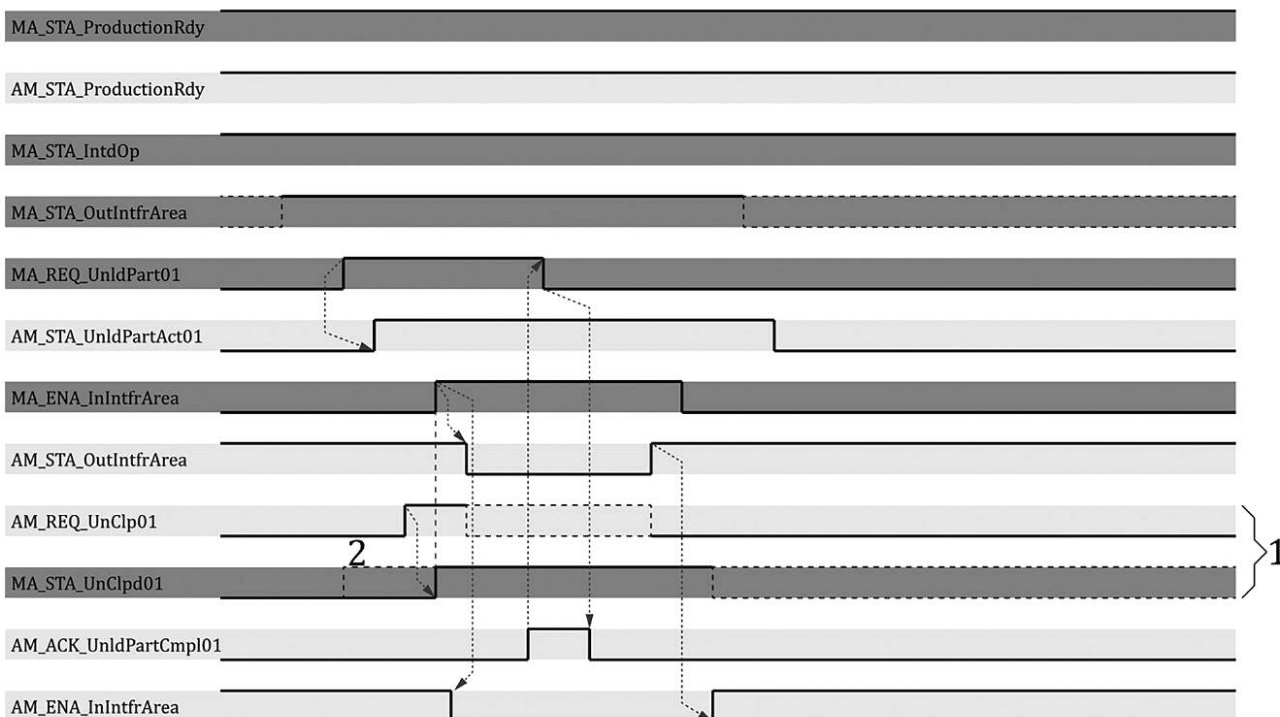


Рисунок С.3 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для простой комбинированной разгрузки и загрузки

## С.2 Класс соответствия 2

### С.2.1 Разгрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима

На рисунке С.4 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима.



1 — сигнал используется только при наличии функции зажима; 2 — в зависимости от конструкции зажимной системы

Рисунок С.4 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима

**С.2.2 Разгрузка с последовательной передачей**

На рисунке С.5 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с последовательной передачей.

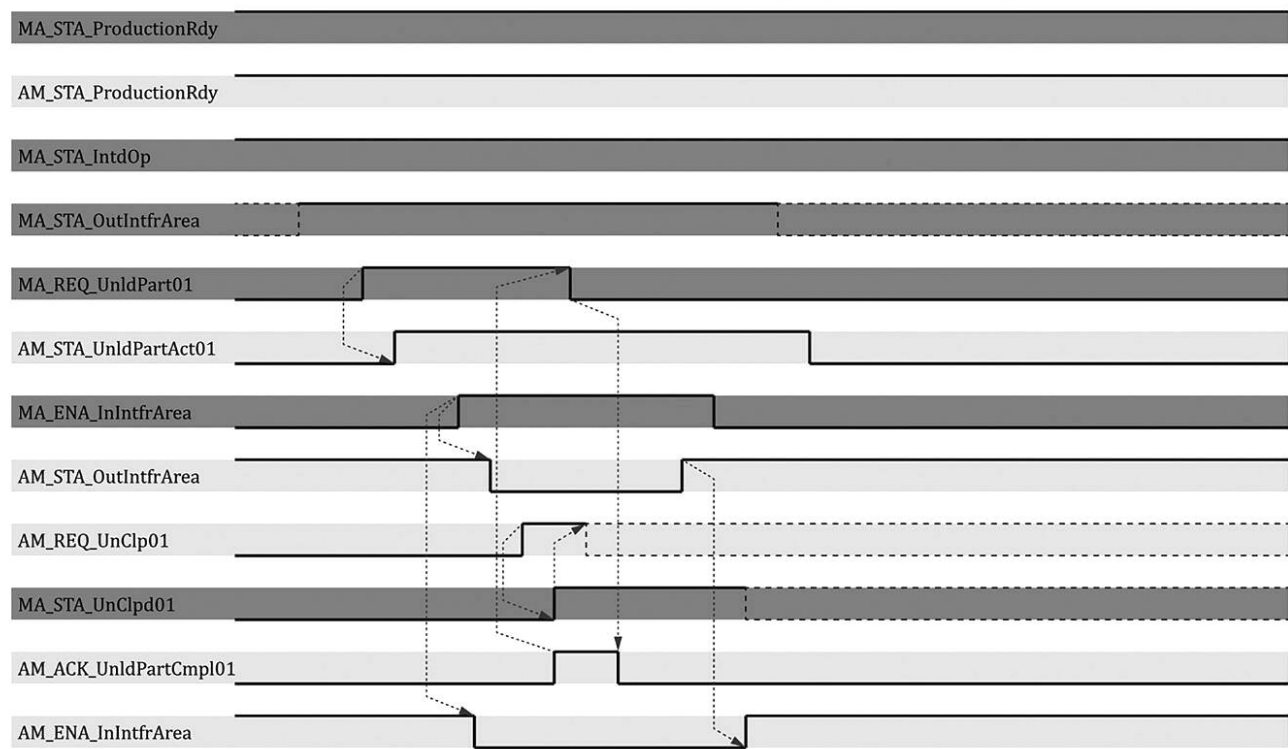
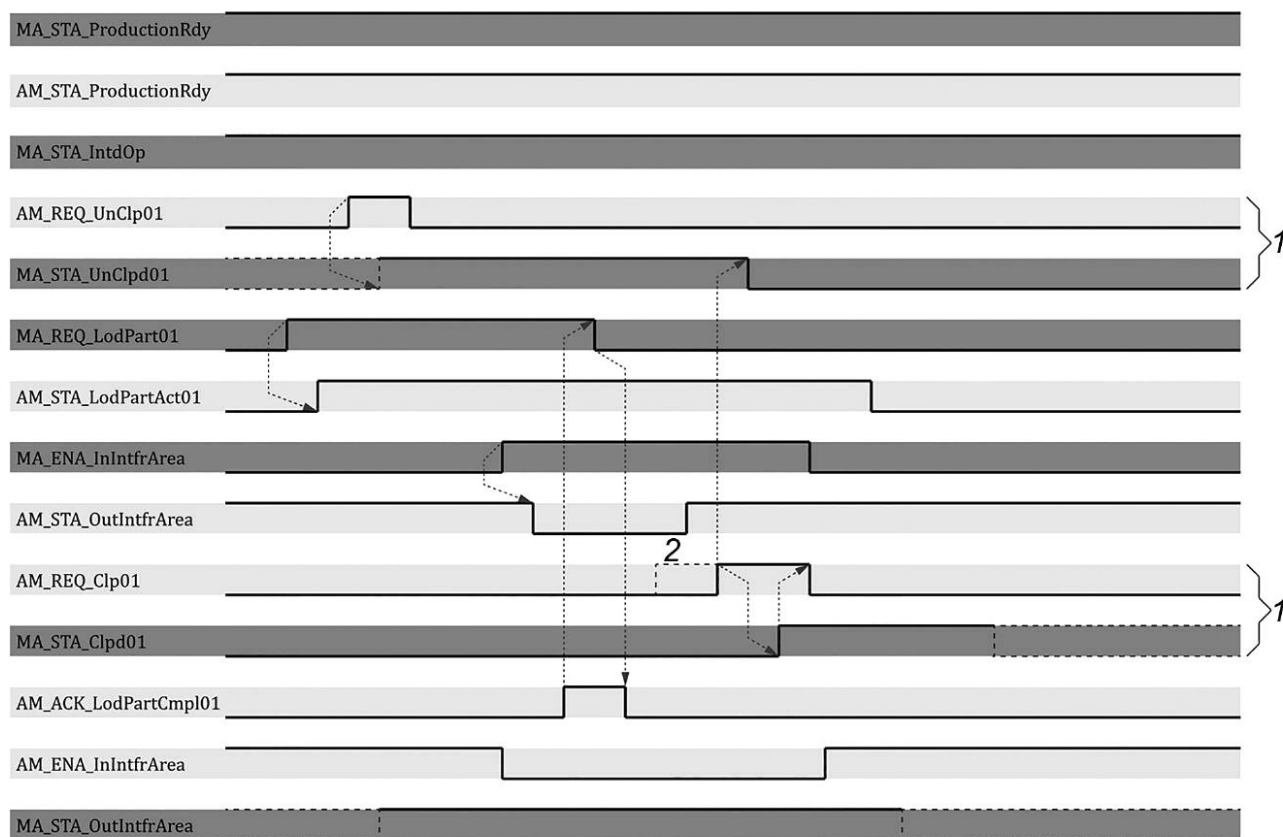


Рисунок С.5 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с последовательной передачей

### С.2.3 Загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима

На рисунке С.6 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима.



1 — сигнал используется только при наличии функции зажима;  
2 — в зависимости от конструкции зажимной системы

Рисунок С.6 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима

**С.2.4 Загрузка с последовательной передачей**

На рисунке С.7 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с последовательной передачей.

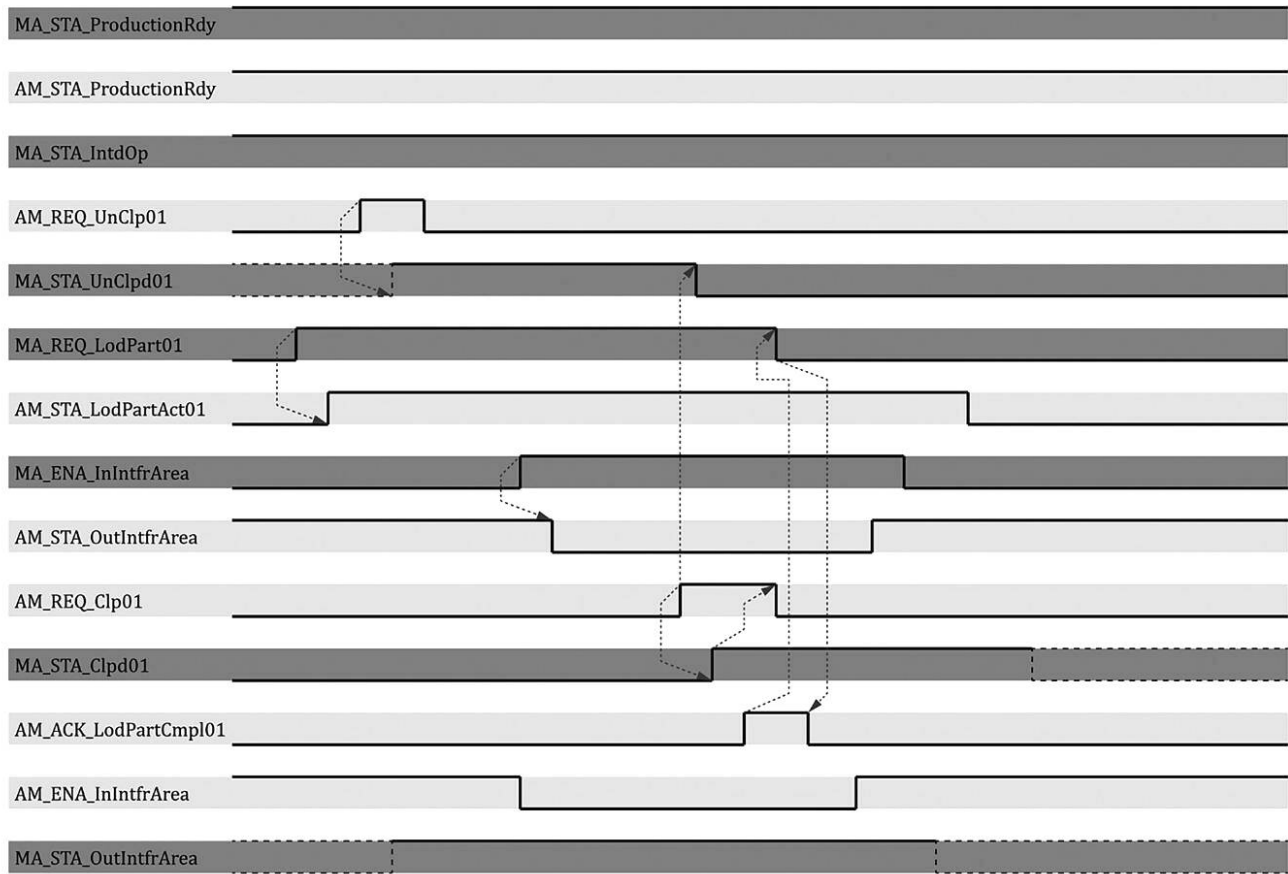
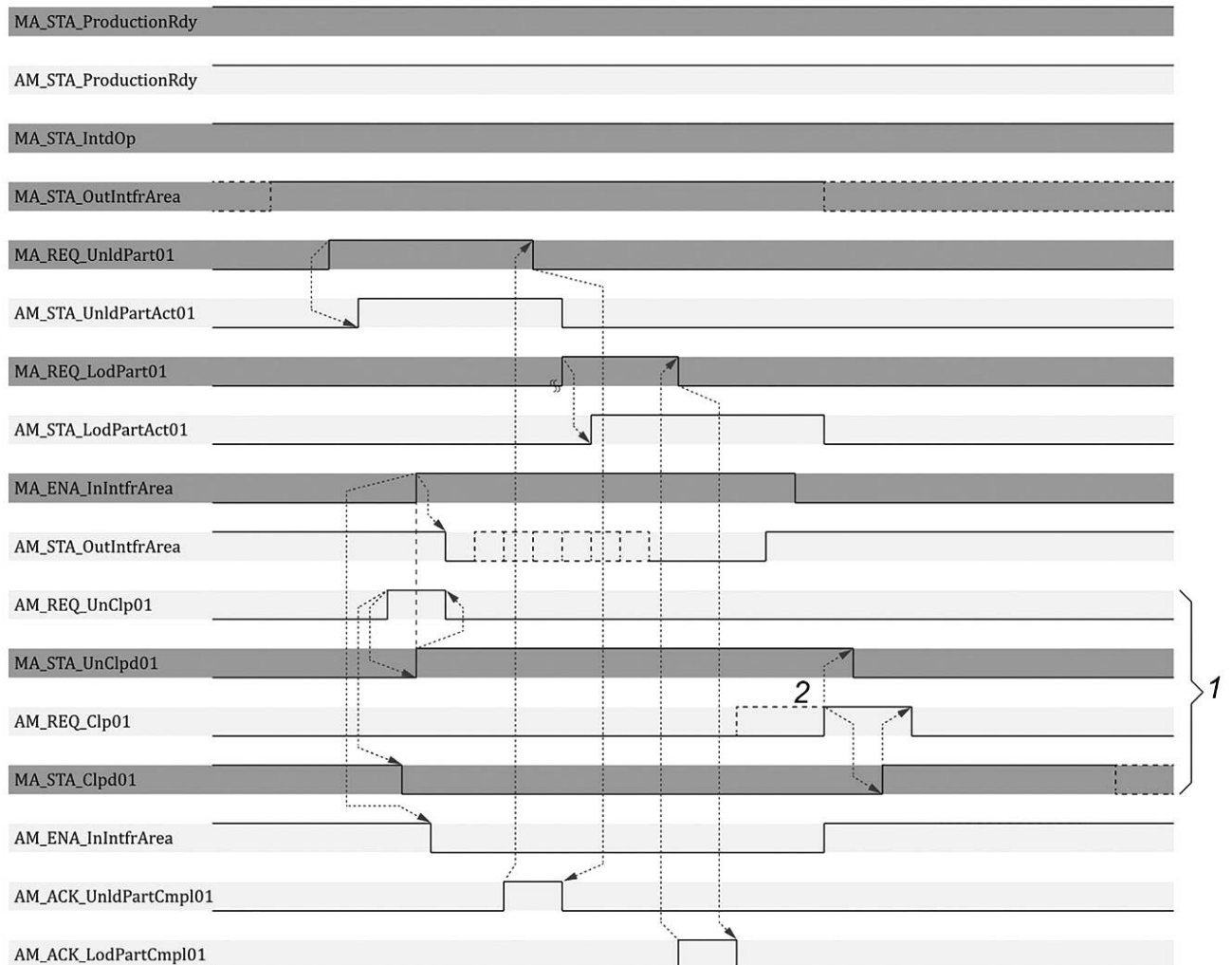


Рисунок С.7 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с последовательной передачей

### С.2.5 Комбинированная разгрузка и загрузка с непоследовательной передачей с/без функции зажима

На рисунке С.8 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для комбинированной разгрузки и загрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима.



1 — сигнал используется только при наличии функции зажима;  
2 — в зависимости от конструкции зажимной системы

Рисунок С.8 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для комбинированной разгрузки и загрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима

**С.2.6 Комбинированная разгрузка и загрузка с последовательной передачей**

На рисунке С.9 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для комбинированной разгрузки и загрузки с последовательной передачей.

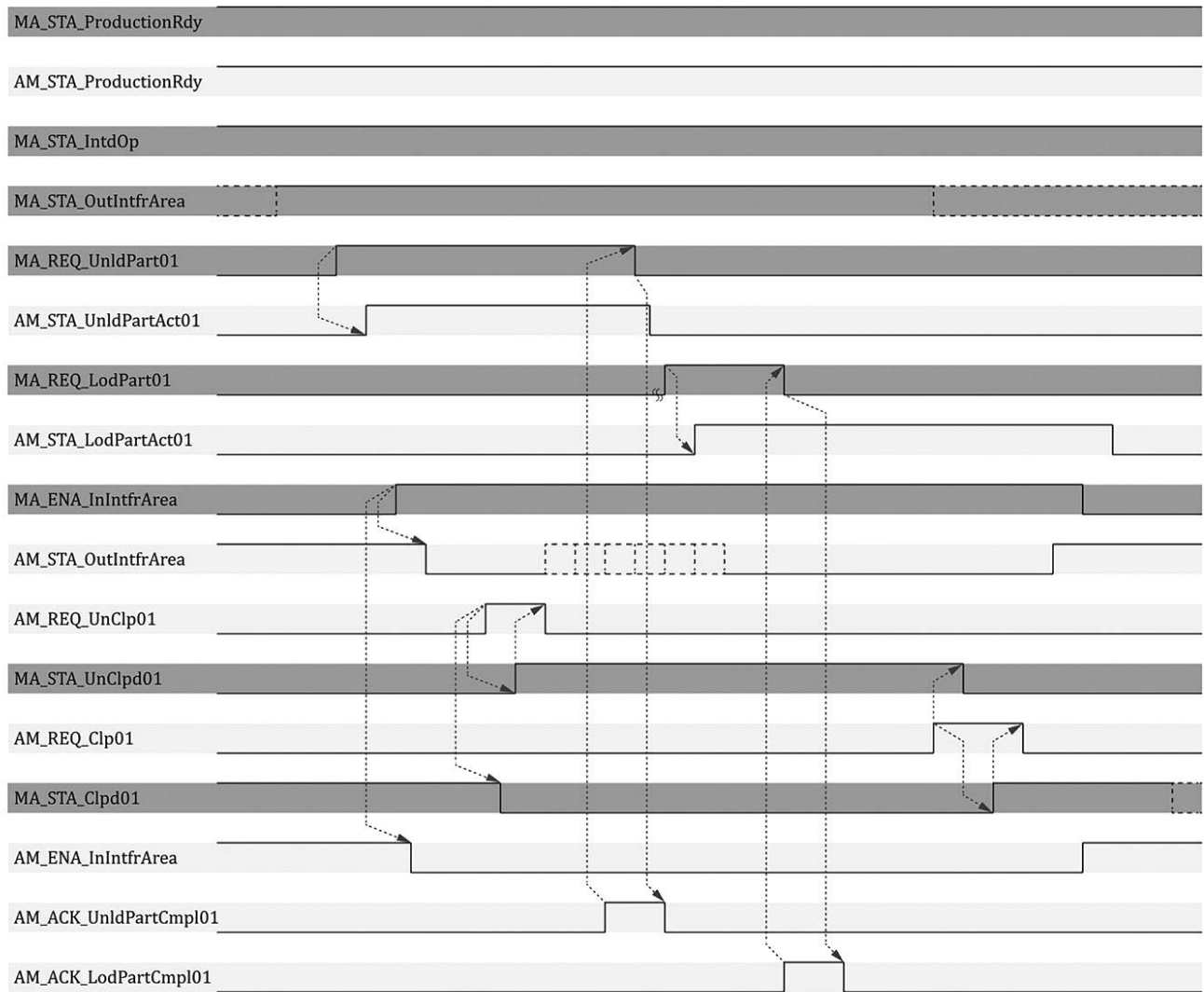


Рисунок С.9 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для комбинированной разгрузки и загрузки с непоследовательной передачей с/без функции зажима

**С.2.7 Освобождение**

На рисунке С.10 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для освобождения технологического оборудования.

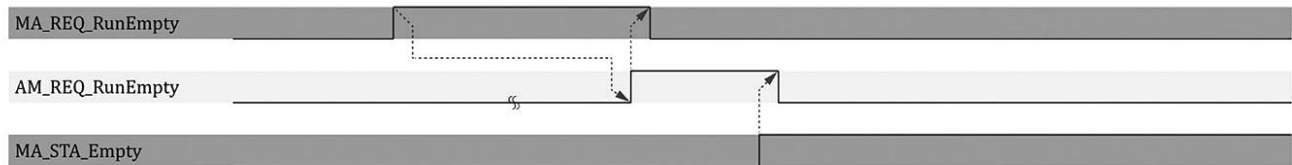
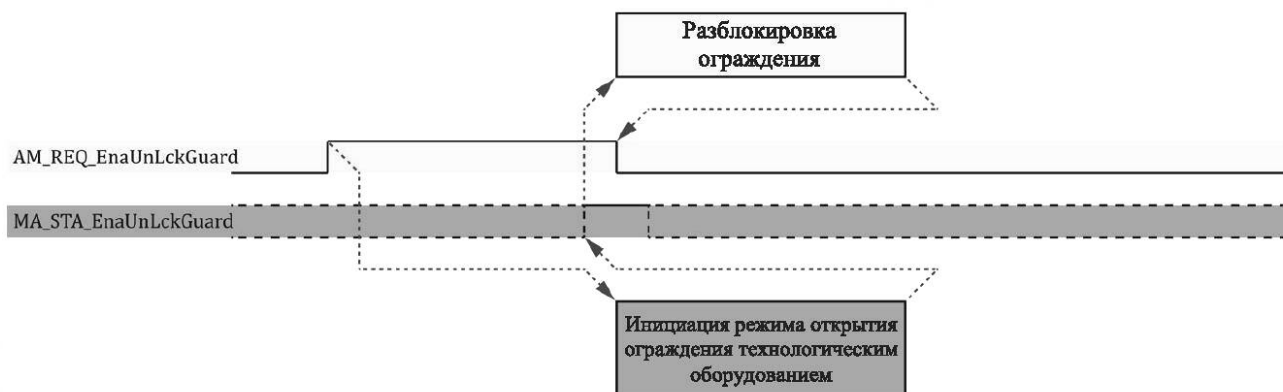


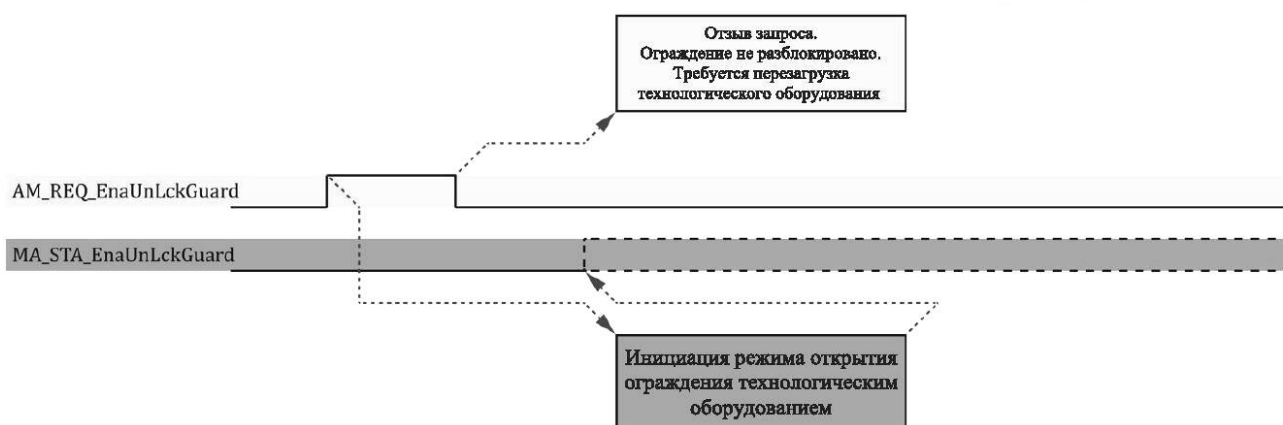
Рисунок С.10 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для освобождения технологического оборудования

### С.2.8 Функция ограждений

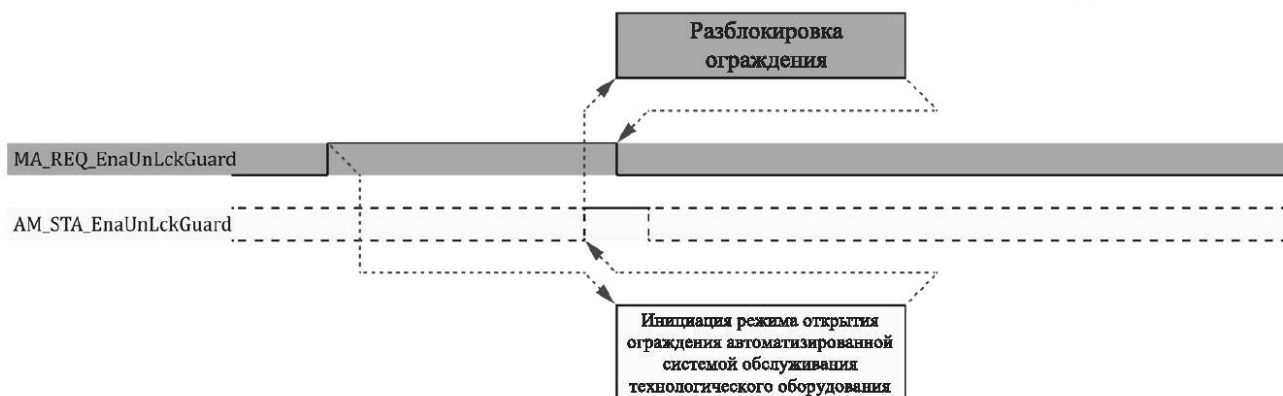
На рисунке С.11 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для функции ограждений в нескольких случаях.



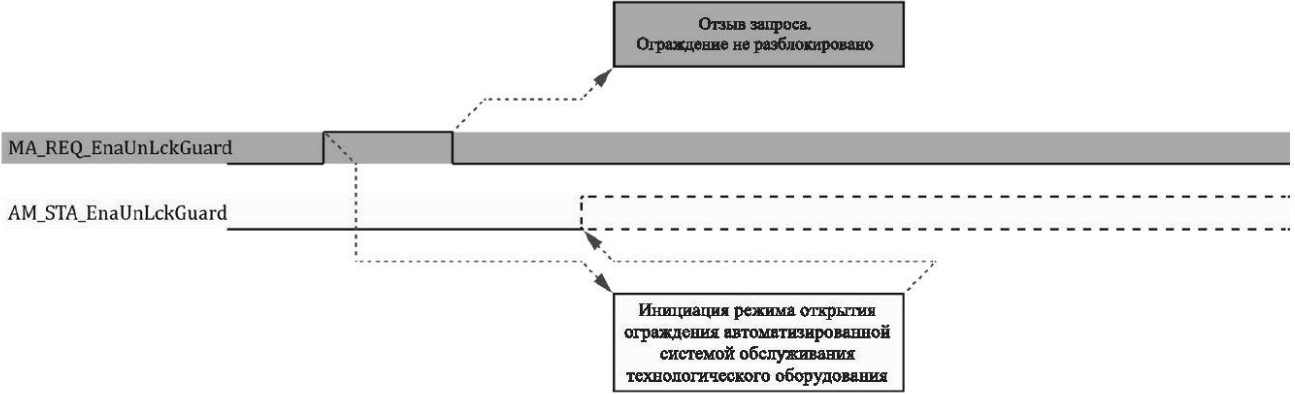
а) общий случай: запрос активен до подтверждения  
(ограждение контролируется автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования)



б) частный случай: запрос досрочно отозван  
(ограждение контролируется автоматизированной системой обслуживания технологического оборудования)



с) общий случай: запрос активен до подтверждения  
(ограждение контролируется технологическим оборудованием)



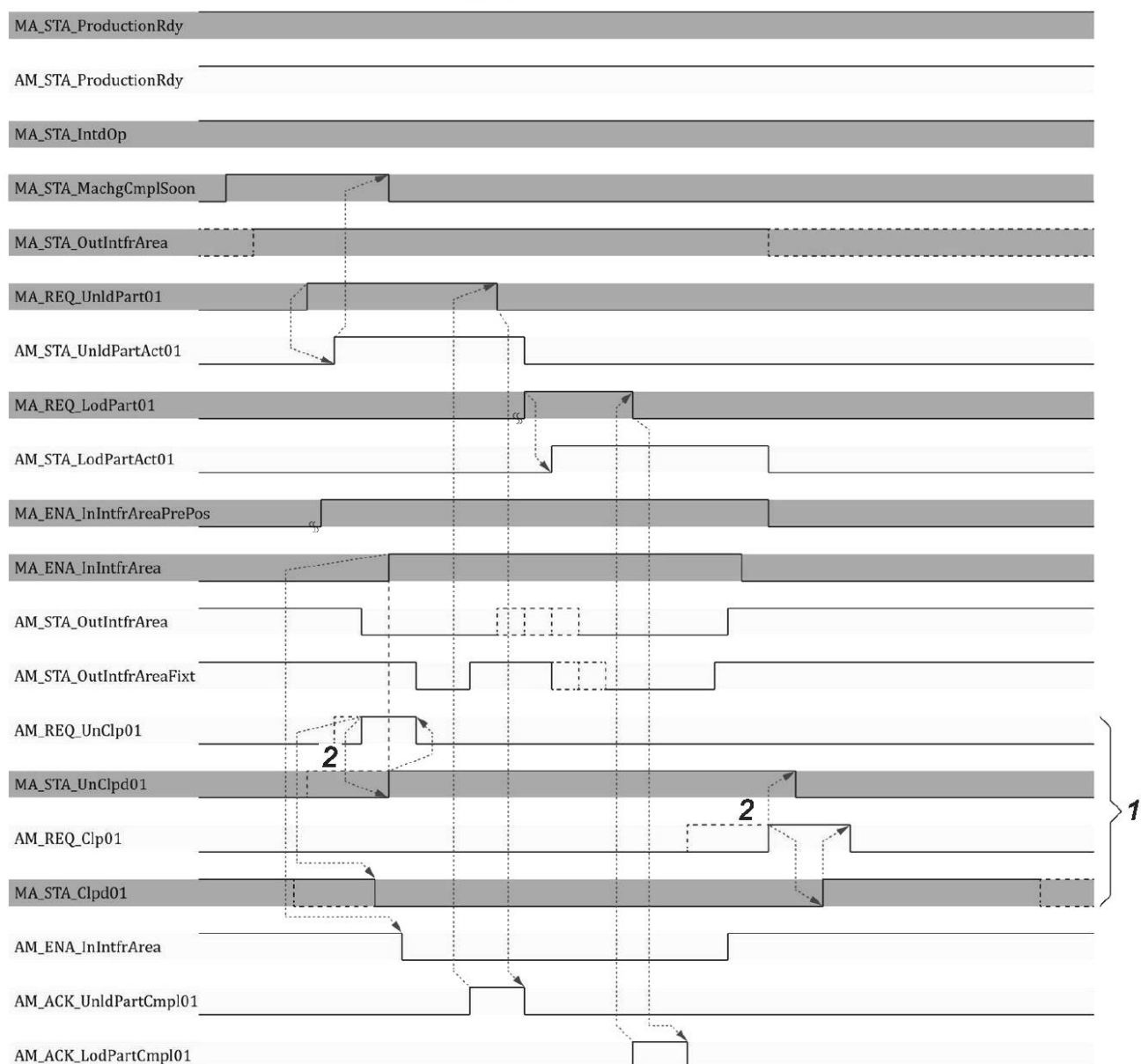
d) частный случай: запрос досрочно отозван  
(ограждение контролируется технологическим оборудованием)

Рисунок С.11— Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для функции ограждений

## С.3 Класс соответствия 3

## С.3.1 Оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с непоследовательной передачей с/без функции зажима

На рисунке С.12 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для оптимизации процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с непоследовательной передачей с/без функции зажима.



1 — сигнал используется только при наличии функции зажима;  
2 — в зависимости от конструкции зажимной системы

Рисунок С.12 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для оптимизации процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с непоследовательной передачей с/без функции зажима

**С.3.2 Оптимизация процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с последовательной передачей**

На рисунке С.13 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для оптимизации процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с последовательной передачей.

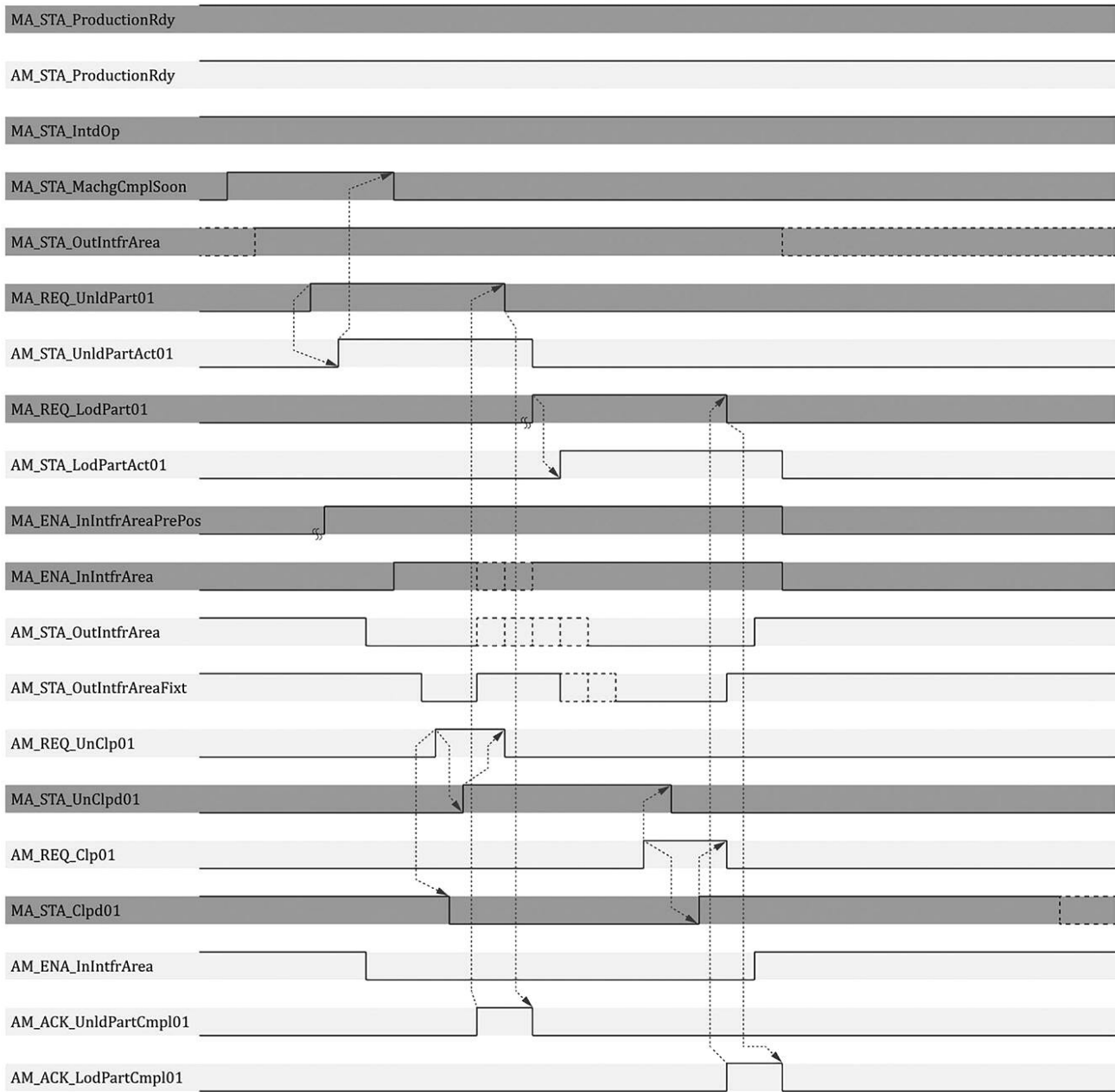


Рисунок С.13 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для оптимизации процесса при комбинированной разгрузке и загрузке с последовательной передачей

## С.4 Параметры соответствия

### С.4.1 Мониторинг связи

На рисунке С.14 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для мониторинга связи.

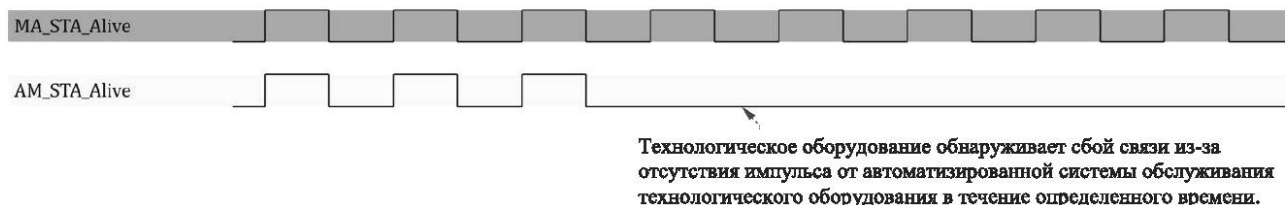


Рисунок С.14 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для мониторинга связи

### С.4.2 Параметр соответствия: данные об элементах

С.4.2.1 Загрузка с передачей данных о подготовке от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования

На рисунке С.15 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей данных о подготовке от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования.

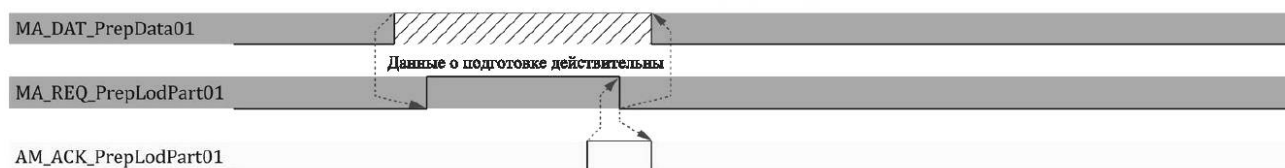


Рисунок С.15 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей данных о подготовке от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования

С.4.2.2 Разгрузка с передачей данных о подготовке от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования

На рисунке С.16 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с передачей данных о подготовке от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования.

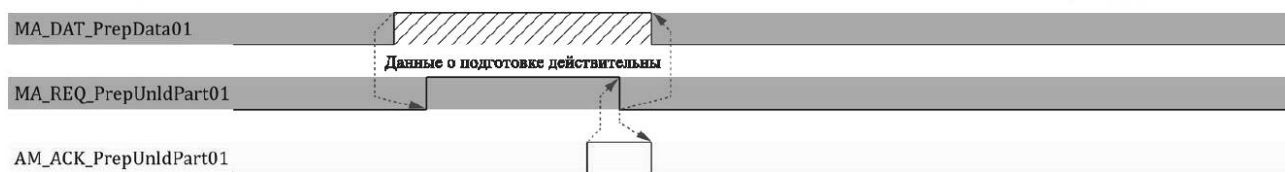


Рисунок С.16 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с передачей данных о подготовке от технологического оборудования автоматизированной системе обслуживания технологического оборудования

С.4.2.3 Загрузка с передачей данных о подготовке технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования

На рисунке С.17 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей данных о подготовке технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования.

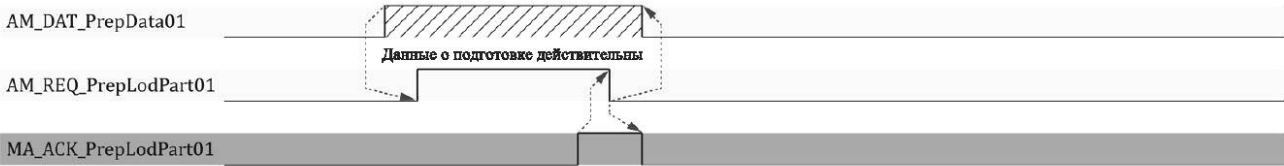


Рисунок С.17 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей данных о подготовке технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования

С.4.2.4 Разгрузка с передачей данных о подготовке технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования

На рисунке С.18 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с передачей данных о подготовке технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования.

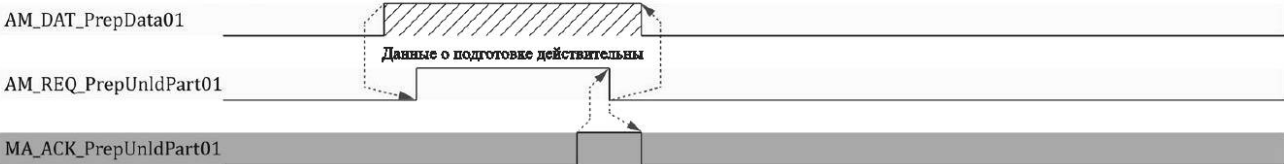


Рисунок С.18 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с передачей данных о подготовке технологическому оборудованию от автоматизированной системы обслуживания технологического оборудования

С.4.2.5 Разгрузка с передачей данных об элементах

На рисунке С.19 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с передачей данных об элементах.

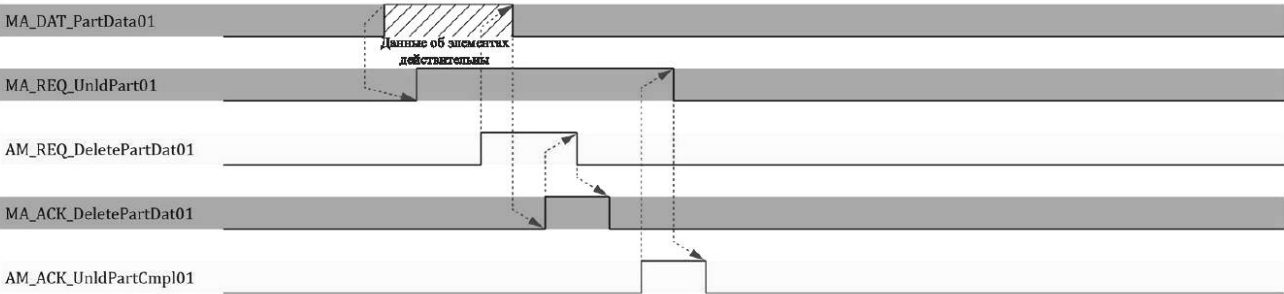


Рисунок С.19 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для разгрузки с передачей данных об элементах

## С.4.2.6 Загрузка с передачей данных об элементах

На рисунке С.20 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей данных об элементах.

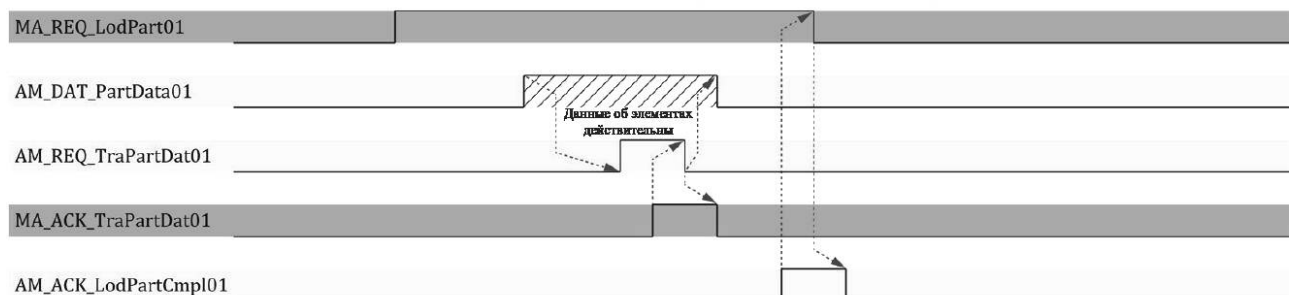


Рисунок С.20 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей данных об элементах

## С.4.2.7 Загрузка с передачей ссылочного номера элемента

На рисунке С.21 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей ссылочного номера элемента.

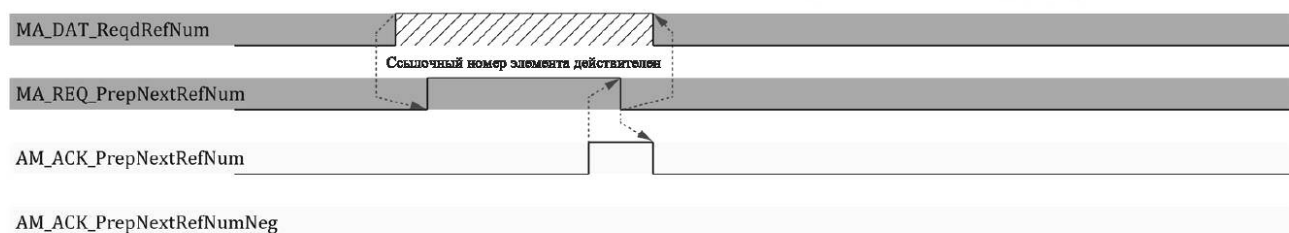


Рисунок С.21 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для загрузки с передачей ссылочного номера элемента

## С.4.3 Параметр соответствия: управление положением элемента

На рисунке С.22 показано взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для управления положением элемента.

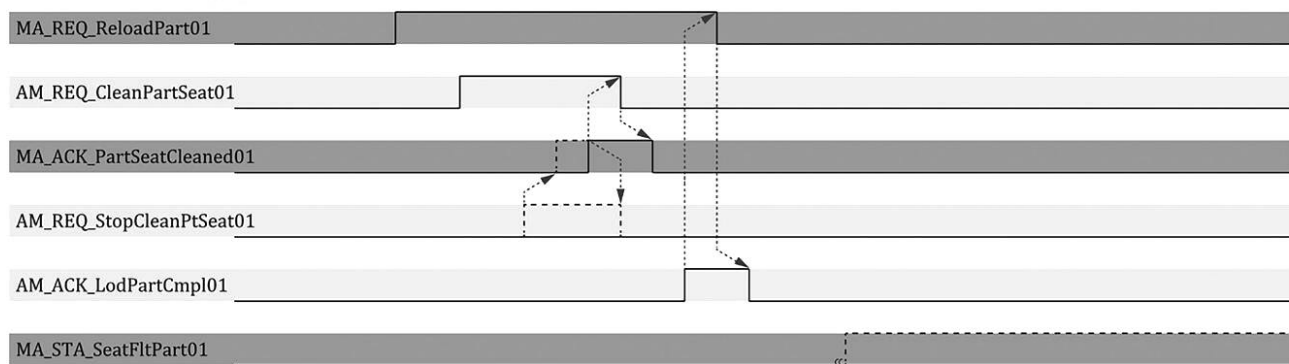


Рисунок С.22 — Взаимодействие всех соответствующих сигналов в интерфейсе управления для управления положением элемента

Приложение ДА  
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов  
международным стандартам, использованным в качестве ссылочных  
в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного<br>национального стандарта                                                                                                                                                                                             | Степень<br>соответствия | Обозначение и наименование<br>ссылочного международного стандарта                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ ISO 13849-1—2014                                                                                                                                                                                                                         | IDT                     | ISO 13849-1:2006 «Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования»                                  |
| ГОСТ Р 71852.1—2024<br>(ИСО 21919-1:2019)                                                                                                                                                                                                     | MOD                     | ISO 21919-1:2019 «Системы автоматизации и интеграция. Интерфейсы для автоматизированного обслуживания машин. Часть 1. Общие положения»                                        |
| ГОСТ Р МЭК 62061—2015                                                                                                                                                                                                                         | IDT                     | IEC 62061:2005 «Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью» |
| <p>Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- IDT — идентичные стандарты;</li><li>- MOD — модифицированный стандарт.</li></ul> |                         |                                                                                                                                                                               |

## Библиография

- [1] ЕН 60204-1:2006 *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements* (Безопасность машин. Электрооборудование машин. Часть 1. Общие требования)
- [2] ИСО 16090-1:2022 *Machine tools safety — Machining centres, milling machines, transfer machines — Part 1: Safety requirements* (Безопасность станков. Обрабатывающие центры, фрезерные станки, автоматические станочные линии. Часть 1. Требования безопасности)

---

УДК 67.05:006.354

ОКС 25.040.20  
35.240.99

Ключевые слова: умное производство, интерфейсы для обслуживания, автоматизированная система

---

Технический редактор *И.Е. Черепкова*  
Корректор *М.И. Першина*  
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 09.01.2025. Подписано в печать 22.01.2025. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,25.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»  
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,  
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)