

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(наименование института полностью)

Кафедра «\_\_\_\_\_ Промышленная электроника \_\_\_\_\_»  
(наименование кафедры)

27.03.04 Управление в технических системах

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы и технические средства автоматизации и управления

(направленность (профиль)/специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Автоматизированная система контроля безопасности  
производственного подразделения

Студент

Р.М. Жиров

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Руководитель

О.Ю. Копша

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Консультант

О.А. Парфенова

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент, А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Тольятти 2019

## Аннотация

Бакалаврская работа по теме «Автоматизированная система контроля безопасности производственного подразделения»

Объём 41 с., 13 рис., 0 табл., 20 источников.

Целью бакалаврской работы является построение структуры автоматизированной системы контроля безопасности подразделения на производстве.

Задачи работы заключались в освещении существующих проблем, связанных с безопасностью на производстве, описании наиболее качественных решений этих проблем, а также наладка автоматизированной системы контроля решения проблем, связанных с безопасностью на производстве, без участия человека или при его минимально возможном участии.

Бакалаврская работа состоит из введения, четырёх глав, в которых решены вышеперечисленные задачи, и заключения. Структурная схема функционирования и принципиальная схема работы системы разработаны.

## Abstract

The title of the graduation work is Automated Security Monitoring System Of The Production Unit.

The graduation work consists of 41 pages, it contains 13 figures, 0 tables and 20 sources.

The object of the graduation work is safety compliance. The subject of the graduation work is to build the structures of an automated safety control system for production.

First of all, the graduation work addresses the issues of safety control in the manufacturing of products and types of safety control. Secondly, the issues of personal safety of personnel and safety issues of a technogenic process are raised. Subsequently, all these issues are resolved in the course of the work.

The work performed in this area includes the issues of safety and production, descriptions of the best-quality solutions to these problems, as well as ensuring production safety, without human participation or with the least possible participation. The graduation work consists of an introduction, four chapters in which the above tasks are solved, and a conclusion.

In conclusion, it should be stressed that all the tasks for the building the structures of an automated safety control system for production were performed. The block diagram of the functioning and schematic diagram of the system of use were developed.

## Содержание

Введение.....	6
1. Теория производственной безопасности. Обеспечение безопасности производственной деятельности.....	8
2. Типы обеспечения безопасности деятельности на производстве.....	10
2.1. Личная безопасность работников.....	10
2.2. Безопасность наёмного труда работников.....	10
2.3. Безопасность 3-их лиц и территориальных поселений.....	10
2.4. Промышленная безопасность.....	10
2.6. Пожарная безопасность.....	11
2.7. Транспортная безопасность.....	11
2.8. Радиационная безопасность.....	11
2.9. Экологическая безопасность.....	11
2.10. Физическая безопасность имущества.....	12
2.11. Технологическая безопасность.....	12
2.12. Химическая безопасность.....	12
2.13. Биологическая безопасность.....	12
3. Структура системы контроля безопасности производства.....	14
3.1. Автоматизированная система обеспечения информационной безопасности	14
3.1.1. Физические средства защиты.....	14
3.1.1.1. Система пожаротушения.....	15
3.1.1.2. Система видеонаблюдения.....	19
3.1.2. Аппаратные средства защиты.....	20
3.1.3. Программные средства защиты.....	21
3.2. Автоматизированная система контроля безопасности выполнения технологического процесса.....	23
4. Разработка принципиальной схемы работы системы безопасности на предприятии.....	35

4.1. Разработка принципиальной схемы работы системы безопасности подразделения производства.....	35
4.2. Разработка принципиальной схемы работы системы безопасности предприятия .....	36
Заключение .....	38
Список используемой литературы .....	39
Список используемой литературы на иностранном языке .....	41

## Введение

Основная масса происшествий происходит на производстве по причине человеческого фактора и его природы. Сейчас, из-за развития промышленных производств, например, химического и нефтехимического, значительно возросла цена ошибок, совершаемых человеком. Последствия разрушительны не только для самого человека, допустившего ошибку, но и для окружающей его среды. К нарушению техники безопасности побуждают различные причины. Многие попросту пренебрегают правилами в силу привычки не особенно обращать внимание на такие «мелочи». Кто-то же специально идёт на это, преследуя свою личную выгоду.

Какими бы ни были причины нарушения элементарных правил безопасности жизнедеятельности, последствия могут быть плачевными.

С одной стороны, есть действительно ряд правил на некоторых производствах, следовать которым кажется смехотворным, как то например: носить каску в офисном центре в кабинете у директора производства. Однако, как известно, техника безопасности, как и военный устав, написаны кровью. Кровью тех, кто её не выполнял.

Поэтому соблюдение техники безопасности на производстве так важно, и именно этим обусловлено внедрение автоматизированной системы контроля безопасности на производстве.

Контроль безопасности на предприятиях – наиважнейшая часть процесса управления любого производства. Этот процесс обязательно должен включать в себя комплекс мероприятий по защите работников организации от всевозможных травматичных случаев, ведущих к ухудшению здоровья сотрудника при исполнении им своих должностных обязанностей. Предупреждение нежелательных внештатных ситуаций – залог успеха деятельности любой компании.

Это способствует предотвращению убытков, связанных с судебными и иными издержками и компенсационными выплатами пострадавшим на производстве работникам.

## 1. Теория производственной безопасности. Обеспечение безопасности производственной деятельности.

В соответствии с пунктами положения российского законодательства все без исключения работодатели должны обеспечить безопасность производственной деятельности, которую они ведут, в том числе безвредность и безопасность условий труда работников как самой важной составляющей безопасности производства.

В широком смысле безопасность производства – это состояние производства, при котором ему или его работникам не угрожает опасность и имеется защита от опасности. Понятное стандартное определение, что такое безопасность, дано в ГОСТ Р 51898-2002. «Безопасность – это отсутствие недопустимого риска» [1].

В соответствии со ст. 2 Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (здесь и далее Закон о техническом регулировании), безопасность продукции производства и связанных с ней процессов эксплуатации, перевозки, хранения, реализации и утилизации – состояние, когда недопустимый риск, который связан с причинением вреда жизни граждан и их здоровью, имуществу физических лиц и юридических, государственному имуществу или муниципальному, окружающей среде, здоровью животных и растений и их жизни, отсутствует.

Под опасностью как источнике ущерба принято понимать объекты, явления и процессы, которые в определенных условиях способны причинять вред здоровью человека и наносить ущерб окружающей среде. Опасности по своей природе случайны, скрыты, постоянны, непрерывны и тотальны. И именно поэтому на Земле нет человека, которому бы не угрожали опасности, а значит, нет и абсолютной безопасности.

В данной работе рассматривается система безопасности отдельного подразделения на производстве, однако для полного понимания всех совокупностей происходящих на производстве процессов и обеспечения нормального функционирования системы безопасности подразделения внутри системы безопасности всего производства, имеет смысл рассмотреть всю систему комплексно.

## 2. Типы обеспечения безопасности деятельности на производстве

### 2.1. Личная безопасность работников

Личная безопасность заключается в том, что работники должны соблюдать необходимые меры безопасности по отношению к технологическим, социальным, природным опасностям и опасностям, которые связаны с укладом жизни. Это одна из составляющих безопасности на производстве.

### 2.2. Безопасность наёмного труда работников

Безопасность наёмного труда заключается в комплексном обеспечении нормальных безопасных условий работы и охране труда.

### 2.3. Безопасность 3-их лиц и территориальных поселений

Безопасность 3-их лиц и территориальных поселений заключается в защите населения близлежащих поселений от неблагоприятного воздействия деятельности производства. Она предусматривает сертификацию, лицензирование, декларирование, страхование возможных рисков и возмещение вреда, который был причинён личности гражданина или его имуществу, либо имуществу юр. лица в полном объёме тем, кто этот вред причинил, и деятельность производства которого тесно связана с пониженной безопасностью.

### 2.4. Промышленная безопасность

Промышленная безопасность опасных производственных объектов – это состояние защищённости особо важных интересов общества и личности от инцидентов на опасных производственных объектах и их последствий. Состояние защищённости обеспечивается соблюдением норм и требований промышленной безопасности, то есть условий, ограничений, запретов и других требований, которые содержатся в нормативно-правовых актах и нормативно-технических документах.

## 2.6. Пожарная безопасность

Пожарная безопасность - состояние защищённости общества, личности имущества и государства от возможных пожаров. Защищённость достигается путём выполнения требований и правил пожарной безопасности, то есть специальных условий технического и социального характера, которые установлены законодательством РФ, нормативными документами или уполномоченным местным или федеральным гос. органом.

## 2.7. Транспортная безопасность

Транспортная безопасность представляет собой состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства, а обеспечение её возлагается на плечи субъектов транспортной инфраструктуры, в том числе, конечно, и на работодателей.

## 2.8. Радиационная безопасность

Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения со стороны производства.

## 2.9. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – состояние защищенности природы и жизненно необходимых интересов человека от вероятного негативного воздействия производственной деятельности, чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного и природного характера и их последствий, и достигается выполнением необходимых природоохранных требований, то есть условий и ограничений, которые установлены законами, иными нормативно-правовыми актами и другими нормативными документами, а также природоохранными нормативами в области защиты окружающей среды.

## 2.10. Физическая безопасность имущества

В статьях 21 и 22 ТК РФ говорится, что каждый работник должен бережно относиться к материальному имуществу работодателя, других работников и имуществу третьих лиц, которое находится у работодателя, если он несёт ответственность за это имущество, т.е. за его сохранность, а также работник должен незамедлительно сообщить о возникшей ситуации, которая представляет угрозу сохранности вышеуказанного имущества. В свою же очередь работодатель имеет право требовать от работника надлежащего бережного отношения к имуществу работодателя, имуществу других работников и имуществу третьих лиц, если за сохранность имущества третьих лиц он несёт ответственность.

## 2.11. Технологическая безопасность

Защищённость от потери объёмов и качества продукции заключается в непрерывном совершенствовании деятельности производства и инновационных технологиях, ведь снижение производства приводит к прямым потерям прибыли.

## 2.12. Химическая безопасность

Химическая безопасность – это состояние защищённости персонала, объектов экономики и инфраструктуры, населения и окружающей среды от вероятной химической опасности, при котором предотвращаются, предельно снижаются или преодолеваются последствия возникновения этой ситуации.

## 2.13. Биологическая безопасность

Биологическая безопасность есть система инженерно-технических, медико-биологических и организационных средств и мероприятий, которые направлены на защиту работающего персонала, окружающей среды и населения близлежащих поселений от воздействия патогенных биологических агентов 007.

Все эти виды безопасности обеспечивают полное защищённое функционирование производства в целом. Настоящая бакалаврская работа на тему «Автоматизированная система контроля безопасности производственного подразделения» своей целью имеет охват и автоматизацию лишь тех видов обеспечения безопасности, которые решаются на уровне подразделения производства, будь то цех, отдел, объединение или участок:

- Информационная безопасность — способность персонала производства обеспечить защиту находящихся в их управлении информационных ресурсов и потоков от несанкционированного к ним доступа. Буквально это означает, что кроме оператора какого-либо оборудования в цеху на данном участке никто не имеет возможности воспользоваться пультом управления этим оборудованием;
- Техногенная безопасность — это совокупность действий для обеспечения проектирования, возведения и эксплуатации технически сложных устройств с соблюдением некоторых требований и правил их безаварийной работы и отсутствия вреда персоналу;
- Пожарная безопасность — это состояние объектов производства, когда меры противопожарной защиты и предупреждения пожаров соответствуют требованиям нормативов. Обычно она выносится в отдельный вид безопасности, но по своей сути является неотъемлемой частью предыдущего пункта, техногенной безопасности.

Именно эти виды безопасности вызывают интерес в сфере автоматизации на уровне подразделения производства.

### 3. Структура системы контроля безопасности производства

Структурно техническую часть системы контроля безопасности производства (без учёта влияния человеческого фактора и психологической безопасности) по её исполнению можно представить в следующем виде:

- автоматизированная система обеспечения информационной безопасности:
  - физические средства защиты;
  - аппаратные средства защиты;
  - программные средства защиты;
- автоматизированная система контроля безопасности выполнения технологического процесса.

Рассмотрим каждую систему более детально.

#### 3.1. Автоматизированная система обеспечения информационной безопасности

Автоматизированная система обеспечения информационной безопасности представляет собой совокупность аппаратных вычислительных средств и управляющего этими аппаратными средствами программного обеспечения (ПО), которое обеспечивает функционирование средств защиты производства от несанкционированного доступа к данным третьих лиц.

##### 3.1.1. Физические средства защиты

Такие средства защиты в виде специальных устройств повсеместно используются в качестве охраны для защиты автоматизированной информационной системы (АИС) и наблюдения за подведомственной территорией объекта.

Самая простая система такой электронной защиты состоит из электронных ключей и датчиков, сигналы от которых обрабатываются микропроцессорной техникой, биометрических устройств для верификации человека и других ИС (интеллектуальных систем).

Вместе с обыкновенными механическими системами, для работы которых нужно участие человека, параллельно с ними внедряются электронные или электромеханические автоматические или автоматизированные системы физической защиты. При помощи электронной системы проводится периметральная защита объекта, происходит организация пропускного режима, наблюдения, охраны помещений, сигнализационных устройств и пожарной безопасности.

#### 3.1.1.1. Система пожаротушения

Система пожаротушения производства – это структура, сложность которой прямым образом зависит от типа производственных процессов, происходящих на заводе. Кроме этого, некоторые помещения и участки в составе одного здания на заводе могут иметь совершенно разный класс огнеопасности. К сожалению, установка глобальной системы автоматического пожаротушения на заводе, чтобы удовлетворяла самым высоким требованиям как минимум экономически нецелесообразно, но и, в то же время, технически трудновыполнимо. Кроме того, на многих предприятиях есть помещения или открытые площадки для производственных процессов, исключаящие использование огнетушащих веществ одинакового типа.

Живя в Тольятти, мы не можем не рассмотреть многокомпонентную структуру системы автономного автоматического пожаротушения на основе завода автомобильной промышленности.

### **Производственные цеха**

Выпуск автомобильных деталей сопряжён с большим количеством процессов механообработки, и в меньшей мере термической. Материалы, используемые при производстве, не являются огнеопасными, и на территории производственного цеха не присутствуют или находятся в минимальном количестве вещества, которые поддерживают или распространяют горение. Поэтому достаточно будет автономных модулей пожаротушения и системы пожарной сигнализации. Заполняющее модули огнетушащее вещество не должно оказывать пагубное влияние на оборудование и материалы, оно должно быть достаточно эффективным, чтобы ликвидировать возгорание оперативно и для восстановления всего производственного процесса быстро удалиться из места нахождения. Самым рациональным вариантом, соответствующим указанным требованиям, служат автономные модули порошкового и, в меньшей доле, аэрозольного пожаротушения для местного применения. Использование водяных или пенных установок на производстве не рекомендуется из-за плохого влияния на работающее оборудование.

### **Сборочные цеха**

Требования к системе автономного автоматического пожаротушения в сборочном цеху те же, что и на участке по выпуску деталей. Однако, специфика производства всё же вносит свои коррективы в структуру системы автоматического пожаротушения. Учитывая производственный процесс, идущий по конвейеру и большие площади, система пожаротушения линейна вытянута и расположена вдоль установок рабочего цикла. В роли огнетушащего вещества выступают вещества, имеющие в составе более дешёвую пену, оказывающую малозначительное негативное влияние на оборудование и детали.

Применение тушения с помощью распыленной воды малоцелесообразно, так как это, во-первых, большая протяженность трубопровода, а во-вторых, это требовало бы приобретения дополнительного

насосного оборудования повышенной мощности, а сам трубопровод дополнительно укрепленный.

Пример такой производственной расточительности (если безопасность можно так назвать) можно увидеть на рисунке ниже.



Рисунок 3.1 – Система пожаротушения с магистральным трубопроводом

На рисунке изображён магистральный подающий трубопровод, прикрепленный к синим колоннам, с установленными на колоннах распылителями тушащей пены.

### **Силовые и энергетические установки**

Помещения, где размещены мощные энергетические подстанции, в основном имеют сравнительно незначительные площади и высоту. Помимо этого, для их обслуживания нужно значительно меньшее количество

огнетушащего вещества. Следовательно, здесь вполне пригодны установки газового пожаротушения (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Газовый трубопровод в аккумуляторной, применение газа для ликвидации возгорания на электроподстанции

Для локализации зоны возгорания по нормам электрические щитовые должны отделяться от основного помещения жаростойкими и противопожарными гермодверьми. Помещение должно иметь приспособления для герметизации, а стало быть, тушение газом будет достаточно эффективным.

### **Склады**

Склады на машиностроительных предприятиях могут делиться на несколько видов:

- склад готовой продукции – открытая площадка, куда перегоняют готовые автомобили. На таких складах желательно, ввиду больших площадей и открытой местности, применять воду в качестве основного огнетушащего вещества.
- склад ГСМ и лакокрасочных материалов – обычно находится в неотапливаемом помещении. Для такого объекта хорошо подойдут дренчерные или спринклерные сухо-заполненные установки.

### 3.1.1.2. Система видеонаблюдения

Заводы, как правило, это объекты режимные, с ограниченным доступом. Непрошенные гости на территории – прямая угроза для завода в целом, как в плане коммерческом, так и в плане безопасности деятельности людей. Система видеонаблюдения позволяет предотвратить несанкционированное проникновение на территорию объекта, находящегося под охраной.

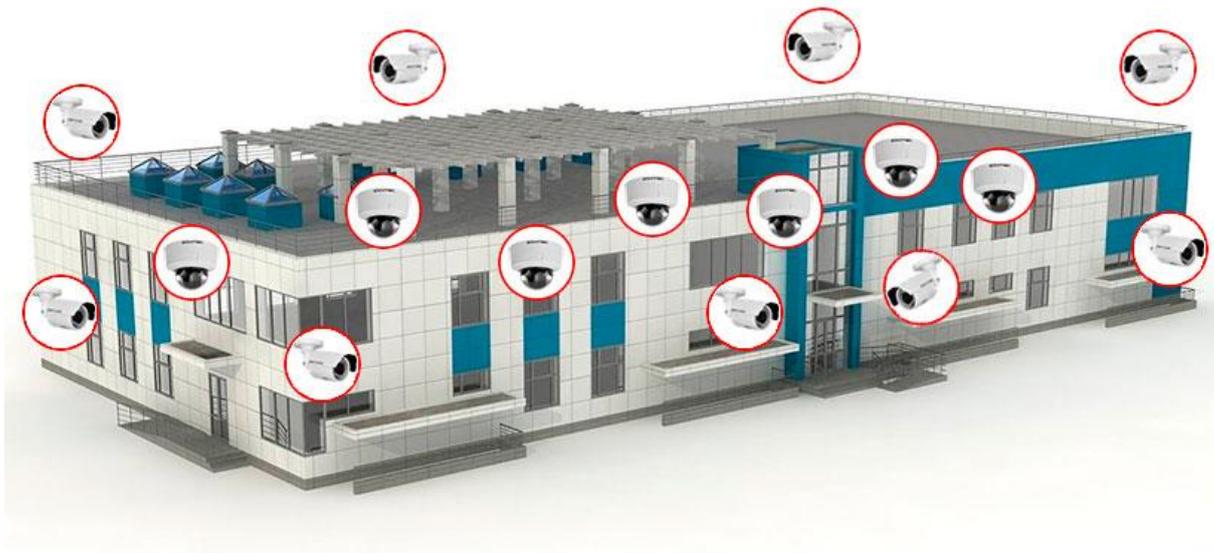


Рисунок 3.3 – Система видеонаблюдения

## **Проверка работы персонала**

На заводах работает огромное количество персонала, требующего постоянного контроля. Без средств автоматизации, систем безопасности и систем контроля доступа, учета рабочего времени и следящих камер, контроль становится попросту невозможным. Все действия работников должны находиться под постоянным видеоконтролем и учетом.

## **Контроль технологических процессов**

Так как работа на заводах часто проходит с опасными для жизни и здоровья процессами, выходом из ситуации является установка системы видеонаблюдения, благодаря которой видеозапись происходящего на заводе будет передаваться на компьютер начальника службы безопасности по локальной сети.

Как показывает практика, установка камер на заводах производится везде, где нужен учет, контроль и охрана — выезды, въезды, периметр территории, входы и выходы, в самих цехах, мастерских, складах. Выходит большое количество видеокамер — не менее 30. Соответственно использовать для этого старые технологии: аналоговые камеры, безаналитические регистраторы, отсутствие интеграции со СКУД (контроль доступа) — это намного дороже. Любой расчет работ и материалов показывает значительную дороговизну и неэффективность по сравнению с новыми технологиями.

### **3.1.2. Аппаратные средства защиты**

В этот пункт входят все виды электромеханических и электронных устройств, которые встроены в блоки АИС, представленные как самостоятельные устройства, которые соединены с этими блоками.

Их основная функция — обеспечение защиты соединительных элементов внутри системы, а также защита систем в вычислительной технике, т.е.

терминалов, линий связи, периферийного оборудования, процессоров и других устройств.

В обеспечение безопасности информационных потоков с помощью аппаратных средств входит:

- Запрет неавторизованного доступа удаленных пользователей и АИС;
- Надежная защита баз данных и файловых систем архивов при некорректной работе АИС или отключениях;
- Защита программ и приложений.

Все перечисленные задачи безопасности информационных потоков обеспечивают технологии контроля доступа (регистрация, идентификация, определение полномочий) и аппаратные средства.

Для особо важной информации обеспечение безопасности может осуществляться при использовании особых носителей с уникальными свойствами, предотвращающими считывание данных.

### 3.1.3. Программные средства защиты

Они входят в состав программного обеспечения, автоматизированную информационную систему или являются частью аппаратных систем защиты. Эти средства обеспечивают безопасность информации, реализуя интеллектуальные и логические защитные функции. Они относятся к наиболее распространённым инструментам защиты. Объясняется это их универсальностью, доступной ценой, простотой внедрения и доработки под конкретную организацию, производство или отдельного пользователя. К тому же, обеспечение безопасности информационных потоков с помощью программного обеспечения всегда является наиболее узким местом АИС организаций.

Защитные средства должны быть способны решать нижеследующие задачи по обеспечению целостности и безопасности информационных потоков:

- Контроль входа в АИС и загрузка баз данных (БД) с помощью уникальных идентификаторов (логин, код, пароль и др.);
- Ограничение доступа к определенным элементам АИС и ее внешним ресурсам;
- Обеспечение защиты ПО, которое обеспечивает выполнение процессов определенного пользователя от потугов посторонних субъектов;
- Безопасность потоков личных данных;
- Обеспечение безопасности информации от воздействия вредоносного ПО;
- Фрагментация и обеспечение целостности данных методом внедрения избыточной информации в структуру.

Большинство современных операционных систем сегодня содержат программные решения блокировки повторного доступа к какой-либо информации. Внедрение избыточных, лишних данных обеспечивает контроль случайных ошибок. Это могут быть контрольные суммы или кодирование, устойчивое к помехам.

Безопасность важной информации обеспечивается использованием метода хранения данных с системой сигнатур. В роли сигнатуры может выступать система, которая включает сочетание защитного байта с его размером, именем и временем изменения. При абсолютно любом обращении к этому файлу, такая система анализирует данное сочетание информации с оригиналом.

Также, необходимо уточнить, что только при использовании шифрования данных обеспечивается надежная безопасность информации.

### 3.2. Автоматизированная система контроля безопасности выполнения технологического процесса

Несмотря на обилие видов обеспечения безопасности, всё же, основную опасность для человека на производстве представляет не плохой моральный настрой коллектива, не проникновение злоумышленников на объект, а технологический процесс производства. Опасность пострадать от технологического оборудования носит на производстве постоянный характер, ввиду специфики работы, поэтому именно этот пункт имеет смысл разобрать более подробно.

Обеспечение безопасности персонала на данном этапе носит наиболее важный характер и функционально состоит, так же, как и обеспечение информационной безопасности, из трёх видов защиты: физической, аппаратной и программной.

К физической защите при производстве технологического процесса на производстве относятся заградительные сооружения, заборы, калитки, барьеры, информационные таблички и табло. Эти простые методы защищают персонал от доступа к оборудованию в процессе его работы для предотвращения травматизма.

Совместно с физической защитой на производстве работают аппаратные средства защиты. К ним относятся программно-вычислительные комплексы, которые в основном своём большинстве прерывают подачу питания на какой-либо узел или агрегат системы в зависимости от необходимости. Такие системы в народе называют Safety (от англ. «безопасно»). Сейчас, когда гуманизм всё чаще побеждает ярую охоту за прибылью, эти системы выпускаются почти всеми производителями технологического оборудования для производств, такими как Siemens, Schneider, Allen Bradley, Euchner, Rockwell Automation, Danfoss и т.д.

Существуют также фирмы, специализирующиеся исключительно на системах безопасности. Вся их линейка продукции, от контроллеров, панелей операторов и датчиков обратной связи до исполнительных устройств и крепежа, выполнена в безопасном исполнении для использования в safety системах.

Ярким примером такой системы безопасного функционирования может служить широко известная на производстве АвтоВАЗ и GM-AutoVAZ фирма-производитель Pilz (рисунок 3.4).

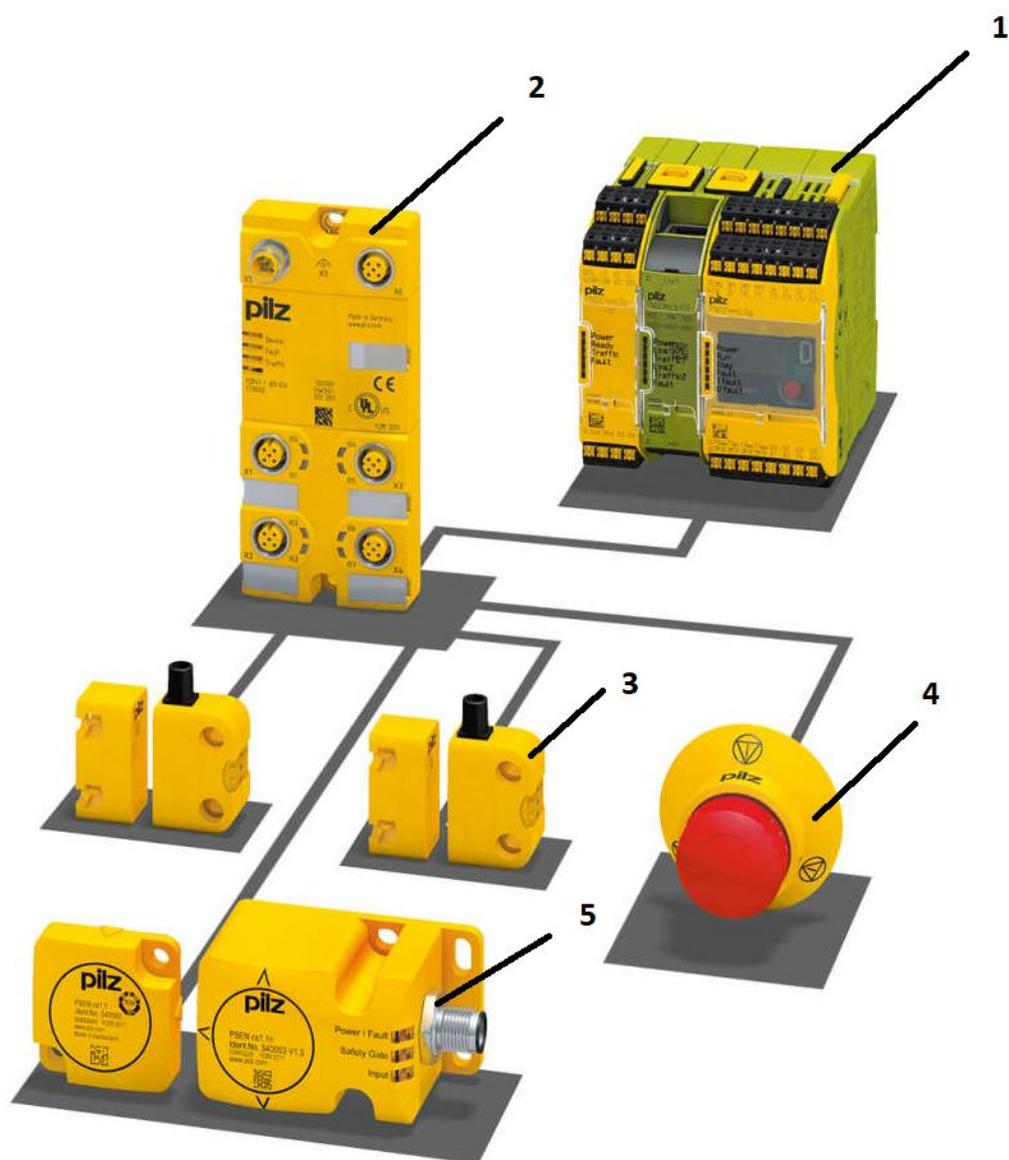


Рисунок 3.4 – Защитная система фирмы Pilz

Здесь 1 – safety контроллер,

2 – колодка подключения датчиков,

3 – контроль закрытия заграждений,

4 – кнопка аварийной остановки,

5 – блок контроля закрытия ворот с вычислительным процессором.

Идея безопасного исполнения тут состоит структурном и программном резервировании. Сам промышленный контроллер имеет в своём составе два процессорных модуля, которые работают параллельно, тем самым обеспечивают однозначность и точность передаваемых команд. Если по двум каналам от этих двух контроллеров идут разные сигналы, системы оценивает неправильность команд и принимает необходимые меры. То же самое можно сказать и про остальные узлы системы, каждый датчик, каждый блок контроля, каждое исполнительное устройство принимает и отдаёт сигналы одновременно по двум каналам, что позволяет наладить бесперебойную безопасную работу.

Помимо этого, обязательной частью любой системы безопасности является реле безопасности (рисунок 3.5).

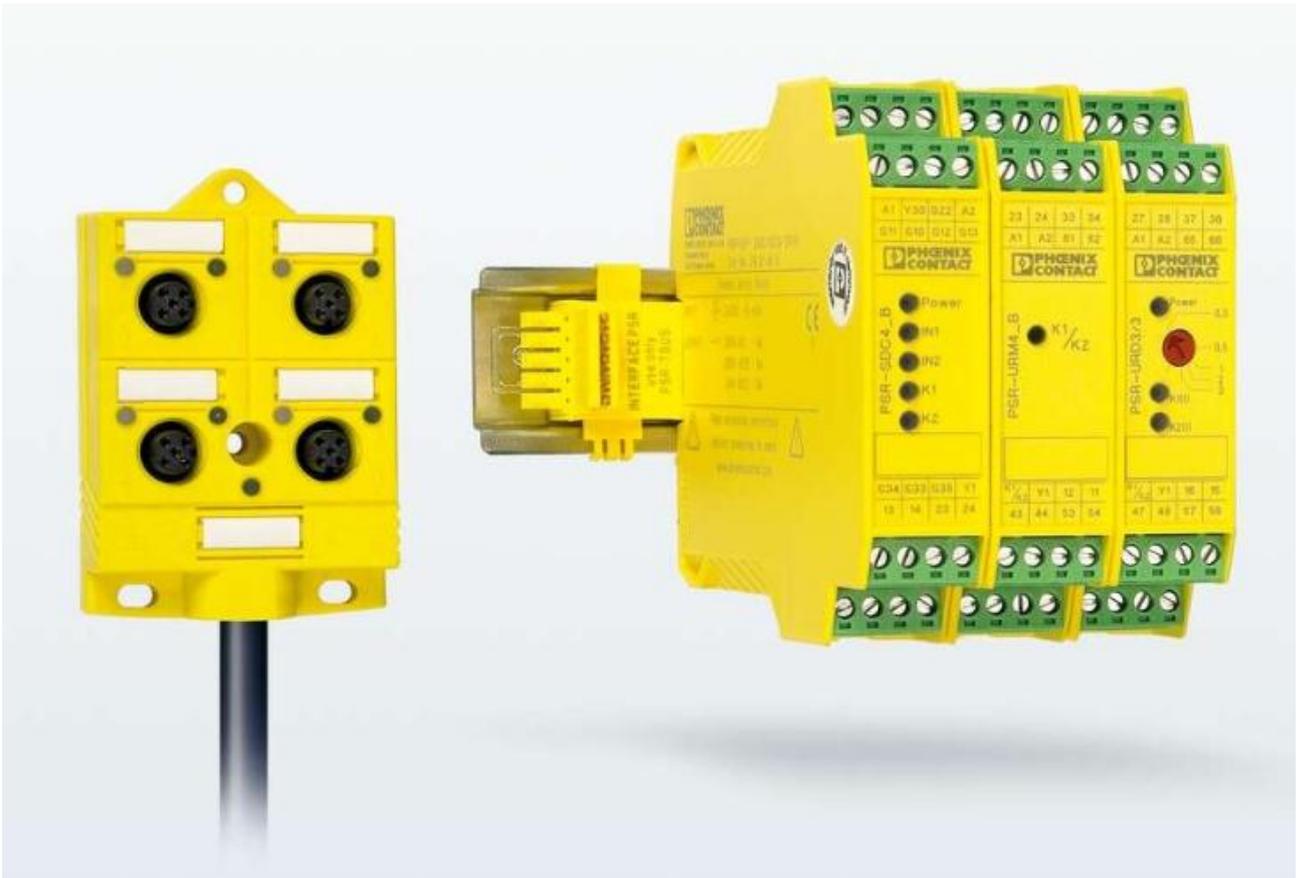


Рисунок 3.5 – Реле безопасности Pilz

Реле безопасности ставится на каждый сегмент рабочей зоны, на каждую единицу оборудования и по сигналу (от контроллера или кнопки аварийного останова) попросту прерывает электрический сигнал от сети до оборудования. Частым является случай, когда на один провод ставят сразу несколько реле, зависящих от разных сигналов, чтобы любой из этих сигналов, (будь то срабатывание датчика пожаротушения или открытия заграждений) реле замыкало питающую цепь.

Таким же образом система отлажена и при работе с роботами (рисунок 3.6).

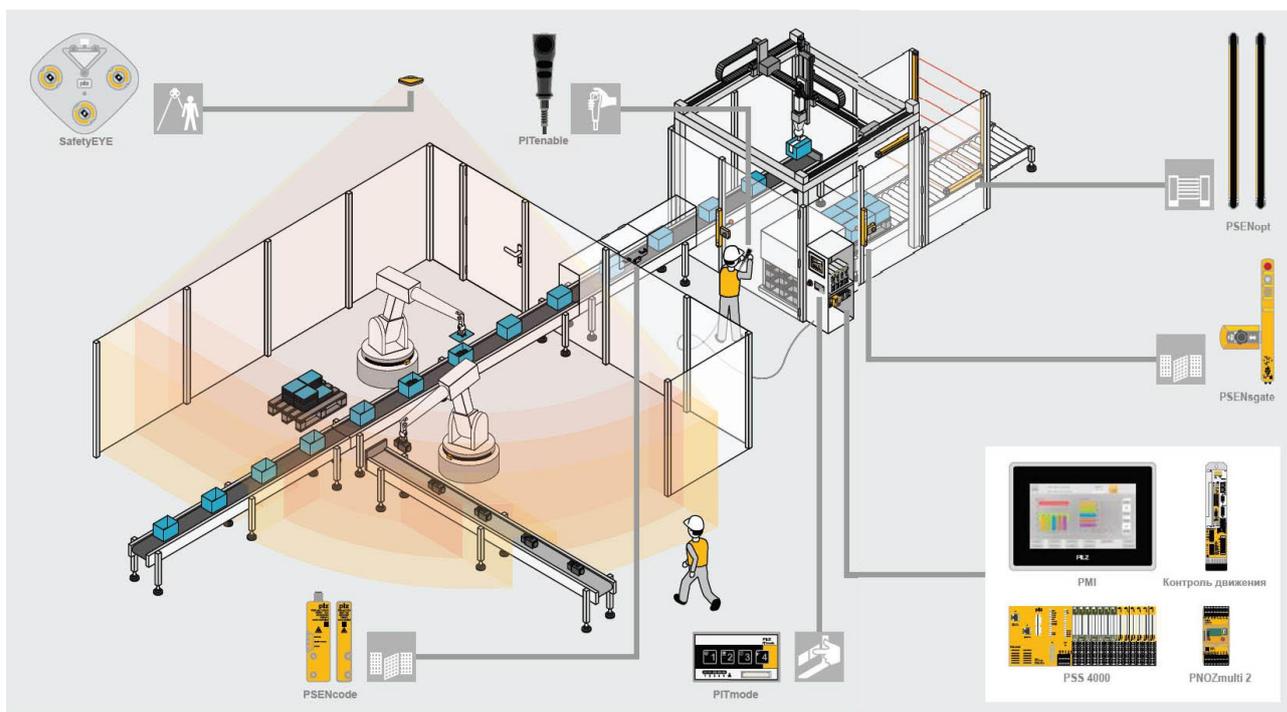


Рисунок 3.6 – Роботизированная линия системы Pilz

Структура линии выглядит точно так же, как структура системы на рисунке 3.4. Здесь центральным ядром управления является промышленный контроллер, имеющий в составе два процессорных модуля, и все сигналы управления дублируются для избавления от возможности не доставки сигнала или доставки недостоверного сигнала.

Умные сенсоры тут улавливают нахождение человека в рабочей зоне работа и, в зависимости от сценария, программа сообщает необходимую команду роботу.

Сценариев на сегодняшний день разработано четыре (рисунок 3.7):

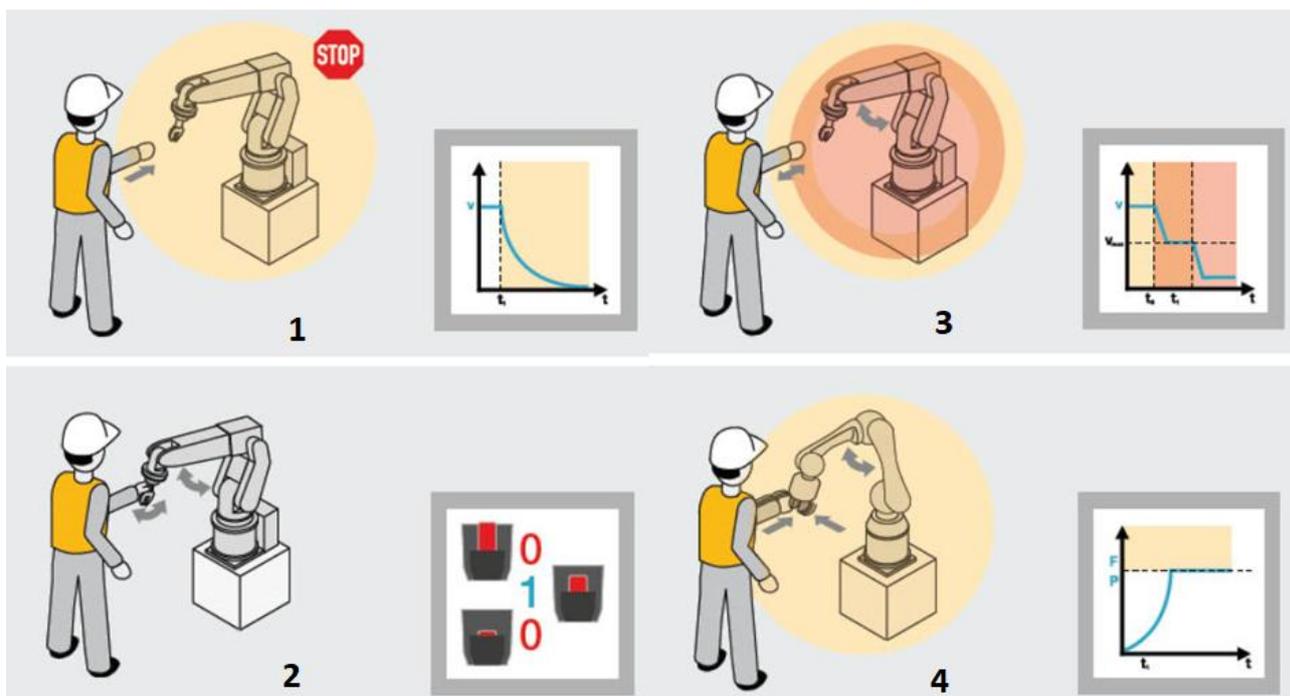


Рисунок 3.7 – Сценарии работы роботов

### 1. безопасный контролируемый останов

При входе человека в рабочую зону робот выполняет рабочий безопасный останов. При выходе человека из зоны взаимодействия робот возобновляет своё движение автоматически или же после сброса. Его скорость определяется по результатам оценки возможных рисков.

### 2. Ручное управление

Робот здесь управляется вручную человеком, на скорости, пониженной до предельного безопасного уровня. Его скорость определяется по результатам оценки возможных рисков. Кроме этого, устройство включения робота и устройство останова должны быть расположены в непосредственной близости от рабочей зоны и необходимо, чтобы они отвечали соответствующему уровню безопасности.

### 3. Контроль расстояния и скорости

Подвижные ограждения на участке располагаются таким образом, чтобы человек имел возможность в любое время приблизиться к работающему роботу

без риска для своего здоровья. Должен быть реализован контроль расстояния между роботом и человеком, в зависимости от чего корректируется скорость робота. После выхода человека из зоны робот возобновляет свою работу без необходимости сброса.

#### 4. Ограничение усилия и мощности

Допускается контакт робота и человека при соблюдении определенных параметров нагрузки. Также при этом необходимо соответствие робота дополнительным требованиям. А также, помимо обязательных функций безопасности, должен быть обеспечен контроль крутящего момента, усилия, мощности и скорости.

Программные же средства этой фирмы (рисунок 3.8) так же содержат защитные функции, которые задают тон работы аппаратным средствам.

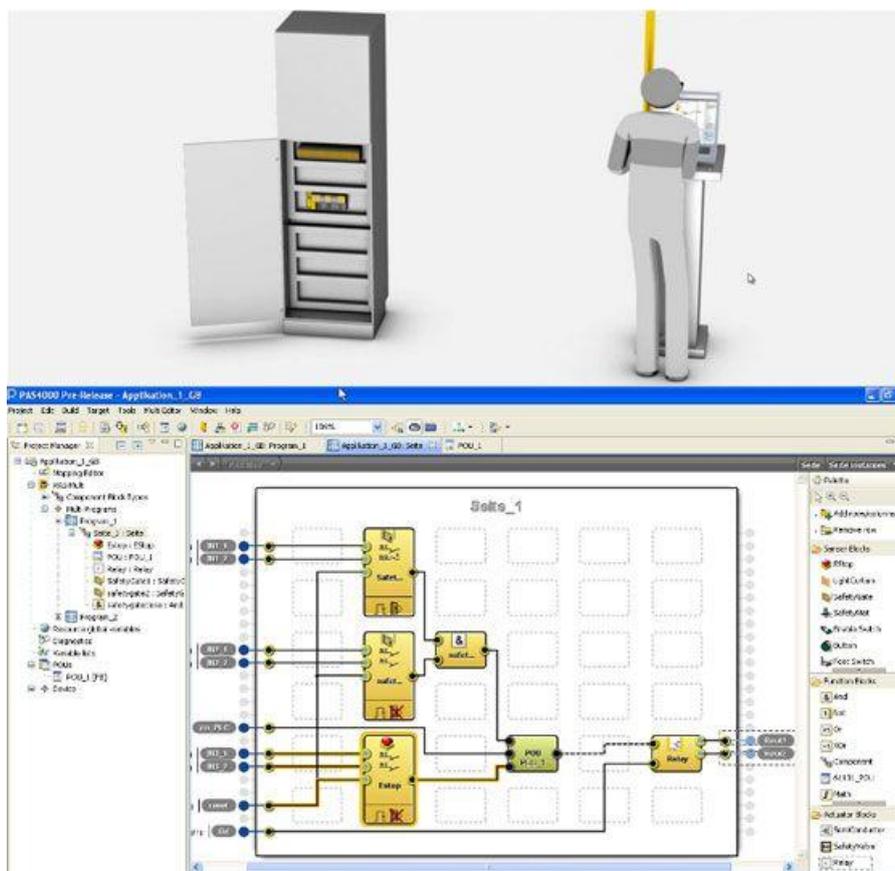


Рисунок 3.8 – Программные средства Pilz

Таким образом, безопасность в таких системах обеспечивается за счёт в основном структурного резервирования.

Также существуют системы программного резервирования, когда дополнительные функции обеспечения безопасности выделяются только на уровне ПО.

Программное обеспечение работает исключительно вкупе с аппаратными средствами и является его неотъемлемой частью.

Так, например, защищённые контроллеры GuardLogix (Рисунок 3.9., красный модуль. Пунктиром – защищённый канал связи) от фирмы Allen Bradley вместе с управляемыми коммутаторами Startix и их дублированной связью являются неотъемлемой аппаратной частью системы безопасности, а программное обеспечение Studio5000 (на рисунке выбран параметр “motion and safety”) на этих контроллерах выполняет функции поддержки исполнения функций безопасности.

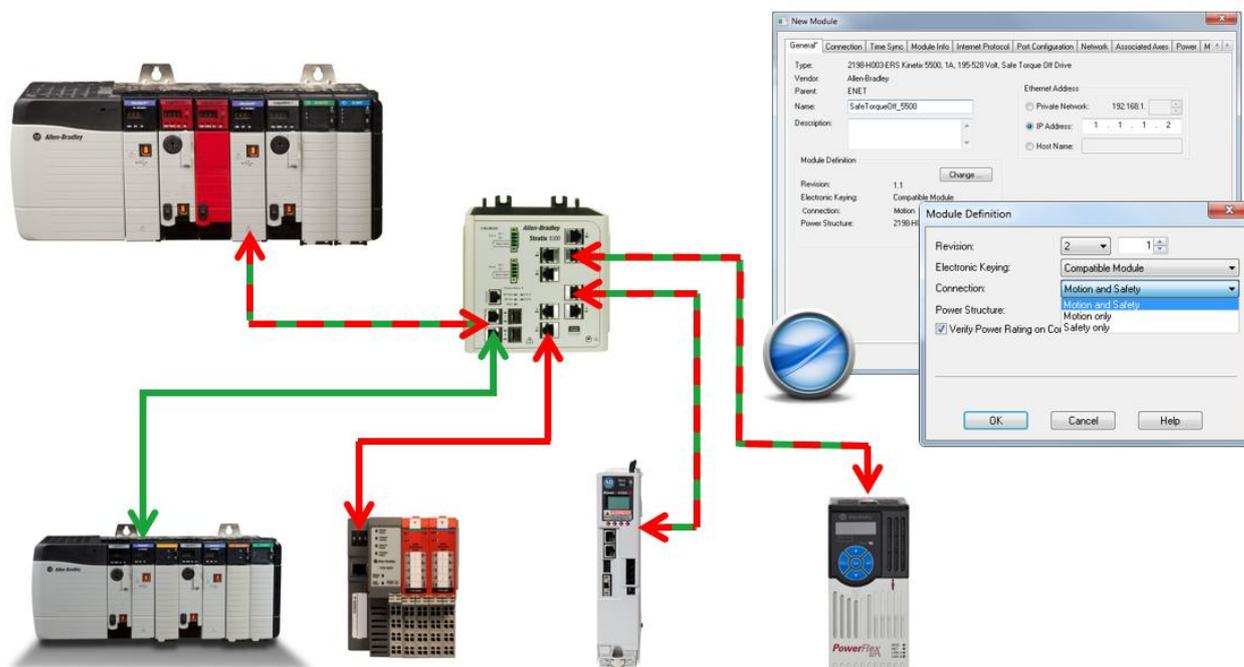


Рисунок 3.9 – Система GuardLogix от Allen Bradley

Именно такие средства обеспечивают сейчас безопасность на производстве альянса Renault-Nissan в нашем городе, на АвтоВАЗе, крупнейшем производителе отечественных авто в России, на производстве кормов для животных в Ульяновске, фирме «Марс» и многих других.

Если говорить о структуре автоматизированной системы контроля безопасности отдельно взятого подразделения производства, то оглядываясь на все предыдущие пункты, она выглядит следующим образом: физические меры защиты (заборы, барьеры, информационные щиты и звуковое оповещение) управляются защитной аппаратурой, которая по малейшему требованию останавливает выполнения программы, которая в свою очередь находится под управлением специализированного программного обеспечения. А программное обеспечение находится под управлением человека. Цикл замкнулся.

Тут стоит заметить, что указанные выше системы безопасности фирмы Pilz используются исключительно как системы безопасности, тогда как другие фирмы способны предоставить обычные контроллеры, датчики, и исполнительные устройства. Однако зачастую требуется система, состоящая не только из обычной системы, но и из отдельной системы безопасности.

Поэтому очень часто на производствах города Тольятти и не только можно встретить смешанные системы, состоящие и из обычных промышленных контроллеров, и из защитных контроллеров.

Разберём структуру такой автоматизированной системы контроля безопасности подразделения.

Управляет всей системой промышленный контроллер ControlLogix фирмы Allen Bradley (рисунок 3.10), в своём составе имеющий два процессорный модуль, модули входов/выходов для управления оборудованием дискретными сигналами и коммуникационные модули для подключения к сети Ethernet.



Рисунок 3.10 – Контроллер ControlLogix

Для выполнения защитных функций в системе используется защитный модульный контроллер фирмы Pilz, показанный на рисунке ниже.



Рисунок 3.11 – Модульный контроллер PNOZMulti фирмы Pils

Контроллер так же может подключаться в сеть EtherNet для общения с контроллером ControlLogix и передачи данных на уровень выше.

Сеть EtherNet наиболее часто встречается на производствах ввиду возможности передавать данные по многим протоколам.

Для управления совместной работой контроллеров используются управляемые коммутаторы Stratix (рисунок 3.12).

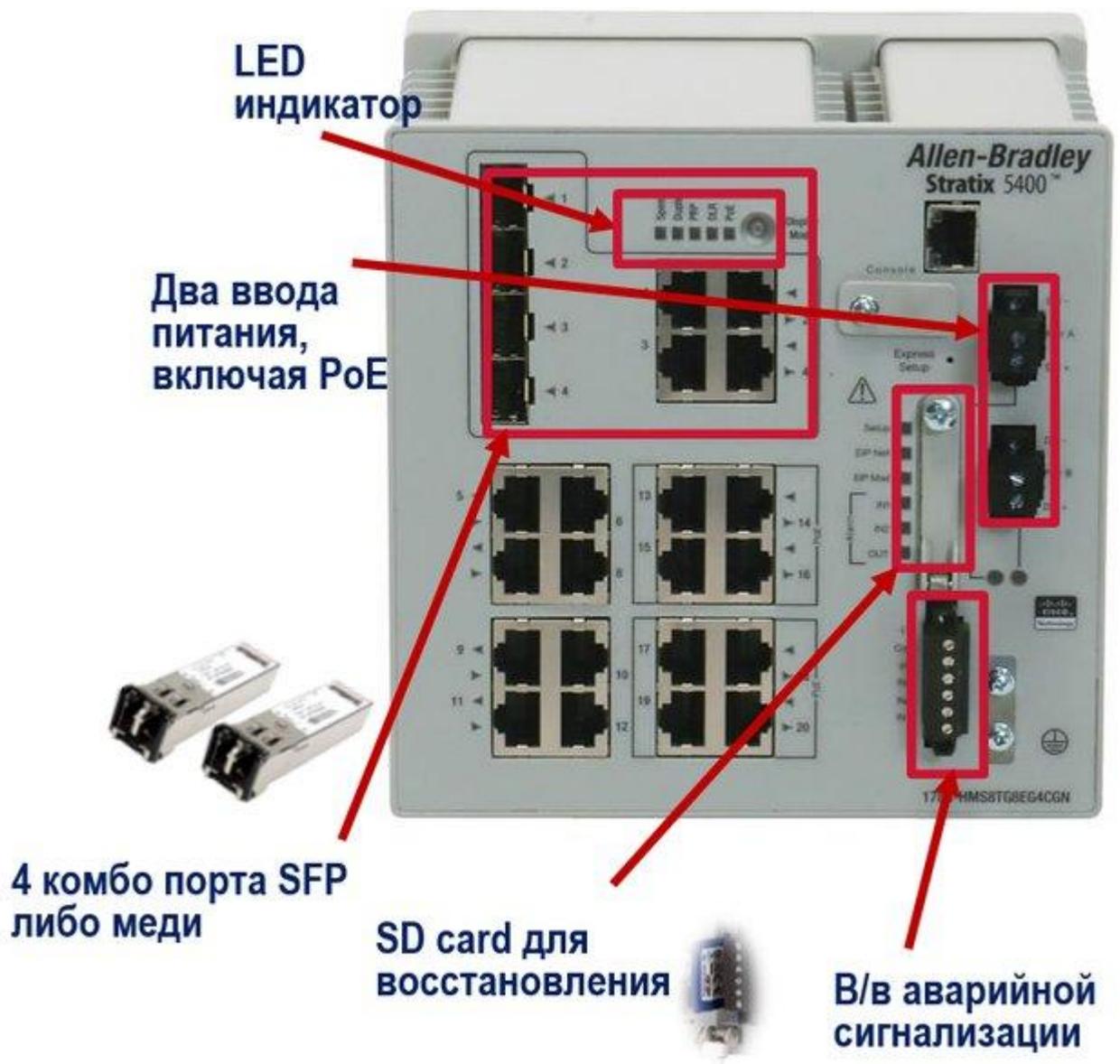


Рисунок 3.12 – Управляемый коммутатор Stratix 5400

#### 4. Разработка принципиальной схемы работы системы безопасности на предприятии

##### 4.1. Разработка принципиальной схемы работы системы безопасности подразделения производства

На основе вышеописанного была разработана модель автоматизированной системы контроля безопасности на предприятии и описан принцип её работы.

Центральным ядром системы является промышленный контроллер ControlLogix, имеющий в своём составе модули входа/выхода для управления датчиками и исполнительными устройствами и коммуникационные модули, передающие и принимающие сигналы по сети EtherNet.

Контроллер является мастер сети, он обеспечивает функционирование всей системы в целом и поддерживает связь между составными частями.

Для работы контроллера используется программное обеспечение Studio5000 (RSLogix 5000), в котором задаются все необходимые параметры сети (рисунок 4.1).

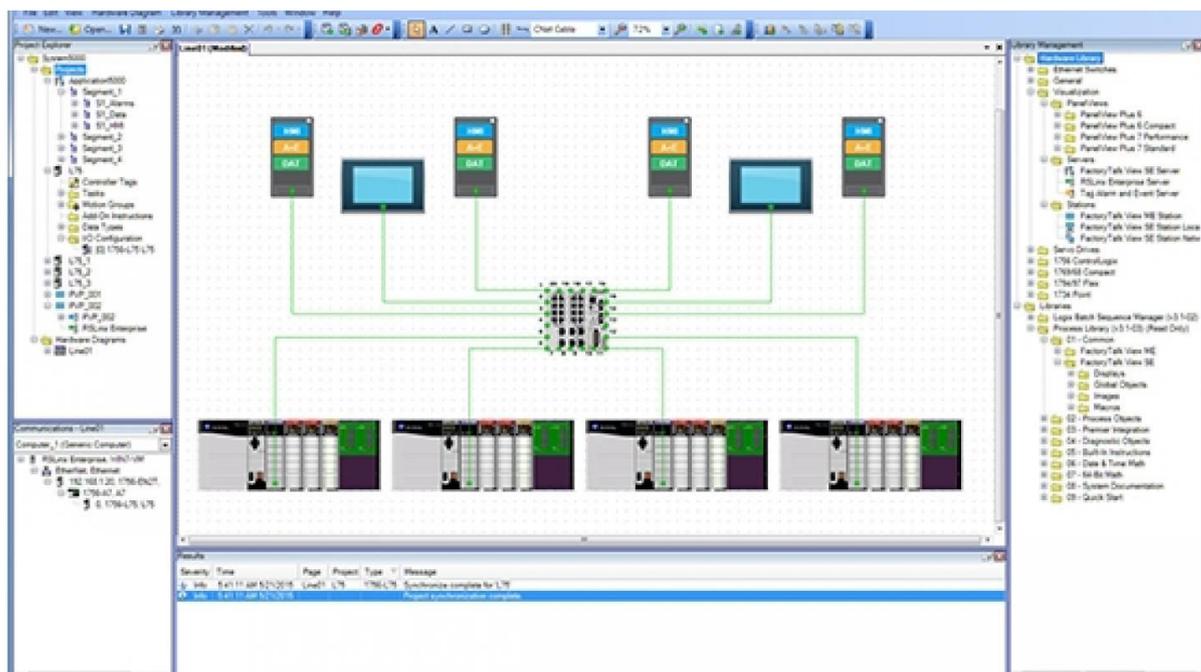


Рисунок 4.1 – программное обеспечение Studio5000, интерфейс

В качестве подчинённых нод сети используются все датчики и исполнительные устройства, а также защитный контроллер Pilz (рисунок 3.11), панель оператора и пульт управления.

В то же время защитный контроллер является мастером для своей, защитной, сети. Он управляет функциями безопасности и обеспечивает безопасное функционирование системы безопасности в целом.

Этот контроллер через коммуникационный модуль «общается» с главным контроллером системы (через его коммуникационный модуль), а с исполнительными устройствами общается через резервированную систему коммуникации по своим протоколам.

Все сигналы коммуникаций между контроллерами идут через управляемый коммутатор Stratix 5400, который в свою очередь объединён в сеть с ПК, используемый для программирования всего этого дела.

Структурная схема автоматизированной системы контроля безопасности подразделения производства показана в приложении 1.

#### 4.2. Разработка принципиальной схемы работы системы безопасности предприятия

Структурно сетевая архитектура подразделения – лишь часть всей архитектуры предприятия.

Помимо системы контроля безопасности в подразделении в структурной организации наличествуют системы пожаротушения и видеонаблюдения, описанные ранее, так же серверные приложения и программные и аппаратные средства, обеспечивающие информационную защищённость производства от воздействия внешних и внутренних факторов.

Структурная схема автоматизированной системы контроля безопасности всего производства показана в приложении 2.

## Заключение

В заключении стоит сказать, что контроль безопасности на предприятиях – наиважнейшая часть процесса управления любого производства. Этот процесс обязательно должен включать в себя комплекс мероприятий по защите работников организации от всевозможных травматичных случаев, ведущих к ухудшению здоровья сотрудника при исполнении им своих должностных обязанностей. Предупреждение нежелательных внештатных ситуаций – залог успеха деятельности любой компании.

Это способствует предотвращению убытков, связанных с судебными и иными издержками и компенсационными выплатами пострадавшим на производстве работникам. Кроме того, обеспечение безопасности на производстве хорошо влияет на имидж фирмы.

Именно поэтому внедрение в производство автоматизированных систем контроля безопасности благотворнейшим образом влияет на все ключевые моменты жизни и функционирования производства, начиная от прямых убытков и травматизма работников, заканчивая моральной составляющей и микроклиматом в коллективе.

## Список используемой литературы

1. Atmel. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/392279/ATMEL/ATMEGA168PA-PU.html>
2. Глибин Е.С. Программирование электронных устройств : электронное учеб. пособие / Е.С. Глибин, А.В. Прядилов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014.: 1 оптический диск
3. RiSE: карабкающийся робот [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: <http://plurrimi.com/science/70>
4. Медведев, А. Е. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / А. Е. Медведев, А. В. Чупин ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2009. – 325
5. Схиртладзе А.Г., Моисеев В.Б., Федотов А.В, Хомченко В.Г. Автоматизация технологических процессов и производств, 2015. – 442 с.
6. Фролов К.В. Машиностроение. Энциклопедия: В 40 т. / К.В. Фролов, 2002. – 495 с.
7. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / Н.А. Гладкова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. – 87 с.
8. Канцедал С.А. Алгоритмизация и программирование : Учебное пособие / С.А. Канцедал. – М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА– М, 2013. – 352 с.
9. Матвейкин В.Г., Фролов С.В., Шехтман М.Б. Применение SCADA-систем при автоматизации технологических процессов. М: Машиностроение, 2000. – 176с.
10. Проектирование автоматизированных систем [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие. - Ч. 1 / Сырецкий Г.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221819.html>

11. Проектирование автоматизированных систем производства [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Л. Конюх. - М. : Абрис, 2012. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200407.html>
12. Автоматизация производственных процессов: [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Волчкевич Л.И. - 2-е изд., стер. - М.: Машиностроение, 2007. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033874.html>
13. Станочник широкого профиля : Учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - 2 изд., испр. - М. : Высш. шк. : Academia, 1998. – 462 с.
14. Токарная обработка [Электронный ресурс] / Фещенко В.Н., Махмутов Р.Х. - М. : Инфра-Инженерия, 2017. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972901319.html>
15. Металлорежущие станки. Т. 2 [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Бушуев, А.В. Еремин, А.А. Какойло и др.; под ред. В.В. Бушуева. - М.: Машиностроение, 2012. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755959.html>
16. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справ. Пособие. – Мн.: Беларусь, 1991.
17. Станочные приспособления: Справ. /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984.
18. Червоткин В.А., Урин И.А. Проектирование технологических процессов изготовления деталей на вертикально-сверлильных станках с ЧПУ: Метод. Указание. Саратов: СПИ, 1983.
19. BigDog [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия. – режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BigDog>
20. LittleDog, младший «брат» робота BigDog, мал, да удал [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: <http://www.dailytechinfo.org/military/1361-littledog-mladshij-brat-robot-bigdog-mal-da-udal.html>

## Список используемой литературы на иностранном языке

1. Robust proprioceptive grasping with a soft robot hand, 2018, Bianca S. Homberg, Robert K. Katzschmann, Mehmet R. Dogar, Daniela Rus.
2. Classification of flexible manufacturing systems, 2016, Jim Browne, Kathryn Stecke. URL: [https://www.academia.edu/2140039/Classification\\_of\\_flexible\\_manufacturing\\_systems](https://www.academia.edu/2140039/Classification_of_flexible_manufacturing_systems)
3. Manufacturing engineering and technology, 2009, Kalpakjian Serope. URL: <https://poisk-ru.ru/s29818t9.html>
4. Swarm Robotics with Circular Formation Motion Including Obstacles Avoidance, 2012, Kalpakjian Serope. URL: <https://docslide.net/engineering/manufacturing-engineering-and-technology-by-serope-kalpakjian-sixth-edition.html>
5. Finite element analysis and modeling of structure with bolted joints, 2014, Jeong Kima, Joo-Cheol Yoonb, Beom-Soo Kangc. – PP. 897–912