**Содержание**

ВВЕДЕНИЕ

ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Анализ базового технологического процесса

1.2 Критический анализ автоматизируемого объекта управления

1.3. Критический анализ системы управления электроприводом лифта

1.4. Постановка задачи проектирования

ЧАСТЬ 2. Проектирование структуры системы управления электроприводом лифта

2.1 Анализ измерительных средств и методов получения измерительной информации от объекта

2.2 Анализ способов реализации силовой части электропривода лифта

2.3 Выбор количества и типов входных и выходных информационных каналов

2.4 Разработка структуры информационного канала электропривода лифта

2.5 Разработка структуры источника силового электропитания

ЧАСТЬ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛИФТА

3.1 Проектирование функциональной схемы входных узлов

3.2 Разработка функциональных схем узлов вывода

3.3 Выбор микроконтроллера и проектирование функциональной схемы микроконтроллерного модуля

3.4 Проектирование средств связи с ЭВМ верхнего уровня

3.5 Разработка функциональной схемы источника электропитания

ЧАСТЬ 4. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛИФТА

4.1 Определение модульных блоков, составляющих функциональную схему системы управления электроприводом лифта

4.2 Элементная база системы управления электроприводом лифта

ЧАСТЬ 5. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ

5.1 Разработка структуры программы управления

5.2 Построение блок-схемы алгоритма

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

**Лифт** (от англ. lift - поднимать) - стационарный подъёмник обычно прерывного действия с вертикальным движением кабины или платформы по жёстким направляющим, установленным в шахте. Прообразы лифтов имелись в Древнем Риме ещё в 1 в. до н. э., упоминания о лифтах относятся к 6 в. (Египет), 13 в. (Франция), 17 в. (Англия, Франция). Первые пассажирские лифты в России были построены в середине 18 в. (Царское Село, усадьба Кусково). В 1793 в Зимнем дворце был установлен винтовой пассажирский лифт конструкции И. П. Кулибина. Лифты с паровым, гидравлическим, а затем электрическим приводом появились в связи с развитием многоэтажного домостроения в середине 19 в. (например, в 1852 был построен лифт в США). Механизмом подъёма лифта служили лебёдки, гидроцилиндры со штоками и грузовые винты. В 1880 в Германии Л. Сименс построил первый лифт с электрическим приводом и реечным механизмом подъёма; к началу 20 в. получил большое распространение электропривод с канатной тягой. Различают лифты грузовые (общего назначения и специальные - магазинные, тротуарные и др.) и пассажирские (обычные и скоростные).

**Таблица 1 – Основные технические характеристики лифтов**

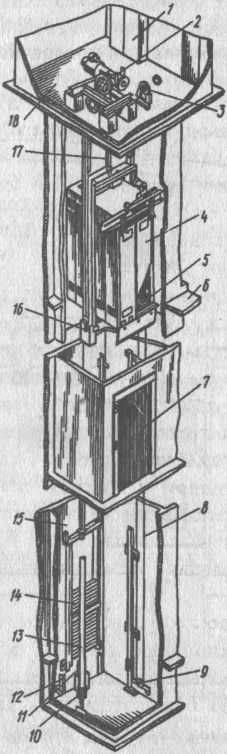
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип лифта | Грузоподъемность, кг | Номинальная скорость, м/сек | Высота подъема, м |
| Грузовой лифт | 100-3200 | 0,17-0,5 | 5,2-45 |
| Пассажирский лифт | 320-1600  (4-20 чел.) | 0,7-4 | 45-150 |

В некоторых конструкциях лифтов скорость движения кабин достигает 7 м/сек при вместимости до 260 человек, например лифт телевизионной башни Московского телецентра в Останкине. Типовые конструкции обычных и скоростных пассажирских лифтов, грузовых лифтов применяют для обслуживания доменных печей, нефтеперерабатывающих заводов, телебашен и др.

# ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

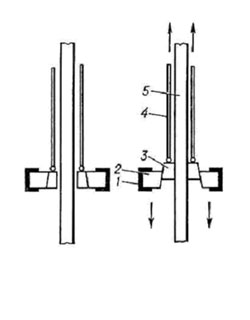
# 1.1 Анализ базового технологического процесса

**Подъёмник –** грузоподъёмная машина прерывного (циклического) или непрерывного действия для подъёма груза и людей в специальных грузонесущих устройствах, движущихся по жёстким вертикальным (иногда наклонным) направляющим или рельсовому пути. По способу передачи воздействия от привода к грузонесущим устройствам различают канатные, цепные, реечные, винтовые и плунжерные подъемники.



*Рисунок 1.1 – Пассажирский лифт*

При необходимости подъема груза по определенной траектории применяют подъемники, в которых подъем груза проводится в клетях (кабинах), на платформах или в бадьях, перемещающихся в жестких направляющих. Стационарные подъемники периодического действия, предназначенные для подъема и спуска людей и грузов в кабине по прямолинейным жестким направляющим, имеющим угол наклона к вертикали не более 15°, называются лифтами. Пассажирский лифт (рисунок 1) состоит из кабины 4 движущейся внутри вертикальной шахты 15 в жестких направляющих 13, предохраняющих кабину от раскачивания и удерживающих ее в неподвижном состоянии в случае обрыва подъемного каната 17 с помощью специальных ловителей 16, устанавливаемых в нижней или верхней части кабины.



*Рисунок 1.2 – Схема клинового ловителя*

а

б

*а - положение клиньев до включения ловителей;*

*б - положение клиньев после включения ловителей;*

*1 - балки каркаса;*

*2 - башмаки;*

*3 - клинья;*

*4 - тяги механизма включения ловителей;*

*5 - направляющая.*

При срабатывании механизма включения клинья поднимаются вверх и прижимаются к направляющим. При дальнейшем спуске кабины происходят самозатягивание клиньев и остановка кабины. Ловитель связан с ограничителем скорости, центробежное стопорное устройство которого затормаживает шкив с канатом, когда кабина достигает предельной скорости. При последующем движении кабины ловители приводятся в действие системой тяг.

Срабатывание ловителей происходит при превышении кабиной расчетной скорости опускания, для чего лифт имеет ограничитель скорости 3, работающий от специального каната 8, соединенного с кабиной и проходящего через блок ограничителя скорости 3 и блок 9, установленный в нижней части шахты. При срабатывании ловители захватывают направляющие и надежно удерживают кабину.

Привод 2 лифта располагают в машинном отделении 18 в верхней части шахты. При работе привода подъемный канат перемещает кабину внутри шахты на различные этажи обслуживаемого им здания, останавливая кабину на требуемом этаже при совмещении уровня пола 5 кабины с полом 6 соответствующей этажной площадки. Для входа и выхода пассажиров шахту со стороны этажных площадок оборудуют дверями 7.

Для уменьшения потребной мощности двигателя обычно применяют противовесы 14, масса которых равна массе кабины и половине массы полезного расчетного груза. Противовесы движутся по своим направляющим 12. В нижней части шахты располагают буферные устройства 10 - для кабины и 11 - для противовеса, предохраняющие кабину от жесткого удара ее о пол шахты в случае неисправности системы управления. Станцию управления 1 располагают в машинном отделении около привода. Крайнее верхнее и нижнее положение кабины ограничивается установленными концевыми выключателями. Для подачи электроэнергии к системе управления, расположенной в кабине 4, используют гибкий кабель.

Номинальную грузоподъемность пассажирских лифтов устанавливают по принципу свободного заполнения полезной площади пола кабины. При этом масса человека принимается равной 80 кг, а грузоподъемность лифта для обычных жилых зданий составляет 350-500 кг. Номинальная скорость движения кабины регламентируется государственными стандартами в зависимости от типа лифта. Для лифтов в зданиях, имеющих 6 -10 этажей, скорость составляет, как правило 0, 65 м/с при односкоростном приводе; лифты в 10 - 14-этажных зданиях имеют скорость 1 м/с и двухскоростной привод. В высотных зданиях скорость перемещения кабины находится в пределах от 1,4 до 5,6 м/с в зависимости от этажности.

Упрощённая циклограмма работы пассажирского лифта грузоподъёмностью 400 кг имеет вид (для общего случая):



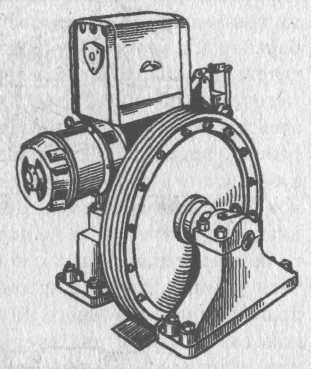
*Рисунок 1.3 – Циклограмма движения кабины лифта*

# 

# 1.2 Критический анализ автоматизируемого объекта управления

Основные требования, предъявляемые к лифту, – безопасность, надёжность, плавность разгона, движения и торможения, точность остановки кабины. Работа лифта не должна сопровождаться высоким уровнем шума и вызывать помехи теле- и радиоприёму.

Преимущественное распространение получили канатные подъемники, в которых грузонесущие устройства подвешиваются на стальных канатах, огибающих канатоведущие шкивы или навиваемых на барабаны подъёмных лебёдок. Лебедки с канатоведущими шкивами имеют значительно меньшие габариты, чем барабанные, причем размеры канатоведущего шкива и лебедки в целом не зависят от высоты подъема, поэтому одну и ту же лебедку можно применять для зданий любой этажности. В подъемниках с канатоведущими шкивами, передающими тяговое усилие трением, грузонесущие устройства (кабина, клеть, скип, платформа, тележка или вагон) уравновешиваются другими такими же устройствами или противовесом, также движущимися по направляющим. В барабанных подъемниках уравновешивание уменьшает нагрузки на привод. При применении дополнительных грузоподъёмных средств для уравновешивания производительность подъемника увеличивается. Подъемники имеют, как правило, электрический или реже гидравлический привод.

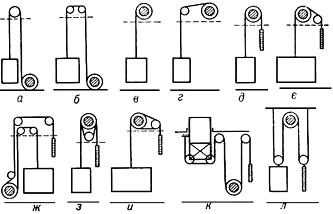


*Рисунок 1.4 – Лебёдка с канато-*

*ведущим шкивом*

Лифты в зависимости от их назначения, высоты подъёма, расположения лебёдок, планировки и конструкции зданий имеют различные кинематические схемы **(рисунок 5):**

*Рисунок 1.5 – Кинематические схемы лифтов*



***-*** *а и б – с нижним расположением лебёдки;*

*- в и г – с верхним расположением лебёдки;*

*- д и е – с верхним расположением лебёдки и противовесом;*

*- ж – с нижним расположением лебёдки и противовесом;*

*- з и и – с верхним расположением лебёдки с канатоведущим шкивом и контрблоком;*

*- к – выжимного;*

*- л – с полиспастной подвеской кабины и противовеса.*

Основные группы лифтов: с непосредственной подвеской кабины и противовеса, с полиспастной подвеской кабины и противовеса, выжимные с полиспастной подвеской кабины.

Привод современного лифта может быть электрическим или гидравлическим (гидравлический привод получил незначительное распространение из-за небольшого эффективного расстояния передвижения). В свою очередь, электрический привод лифта может быть организован на различных типах двигателей: на асинхронном электродвигателе с короткозамкнутым ротором, на асинхронном электродвигателе с фазным ротором, на двигателе постоянного тока, на линейном двигателе.



*Рисунок 1.7 – Зубчатая передача привода лифта*

Организация электрического привода лифта на линейном двигателе имеет свои преимущества и недостатки, которые связаны с конструктивными особенностями данного типа двигателей. Мотор состоит из двух частей: каретки 1 и магнитной направляющей 2 (практически получают увеличением радиуса статора до бесконечности). Магнитная направляющая исключает зазоры, скручивание и износ, т.е. те параметры, которые заметно ухудшают показатели качества зубчатой и ременной передач. Но при этом линейный двигатель развивает значительно меньшие усилия в сравнении с асинхронными двигателями в традиционном исполнении и имеет во многих случаях недостаточное полезное перемещение каретки.

1

2

*Рисунок1.6 – Принципиальная схема устрой-ства линейного двигателя*

При организации привода лифта возможны ременные (канатные) и зубчатые передачи. В случае зубчатой передачи электродвигатель устанавливается непосредственно на кабину лифта и через редуктор передаёт крутящий момент зубчатому колесу, которое входит в зацепление с направляющей лифта (рисунок 7). Недостатком такого типа организации привода является повышенная зашумленность, что снижает комфортабельность лифта, и меньший эксплуатационный срок в сравнении с приводом на канатной передаче.

Основной тип привода лифта массового применения - электрический на переменном токе. Наиболее распространена система привода с двухскоростным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором, которая позволяет значительно снижать скорость и обеспечивает точную остановку кабины. Для точной остановки кабин грузовых лифтов с монорельсом применяют микропривод. В конструкциях лифтов со скоростями более 1 м/сек используют специальные системы электропривода на постоянном или переменном токе, которые имеют больший диапазон регулирования скорости при постоянном ускорении.

# 1.3. Критический анализ системы управления электроприводом лифта

Рациональный выбор системы управления приводит к повышению производительности лифта. Система управления может быть организована для контроля непосредственно электропривода (плавность разгона, движения и торможения, точность остановки кабины) и контроля последовательности прохождения лифтом этажей.

Существует несколько систем управления последовательностью прохождения лифтом этажей:

- при системе, используемой в малоэтажных жилых зданиях и больницах, кабина, если она свободна, прибывает по вызову на нужный этаж без промежуточных остановок. Пассажир входит в кабину и может набрать нужный ему этаж независимо от намерений пассажиров, ожидающих лифт на других этажах. Кабина приходит на набранный пассажирами этаж без промежуточных остановок;

- собирательное управление увеличивает производительность лифта и сокращает время ожидания его пассажирами на этажах. При этой системе управления кабина во время своего движения в определенном направлении может делать промежуточные остановки, принимая тех пассажиров, направление движения которых совпадает с направлением движения лифта. Одновременно с этими пассажирами, находящиеся в кабине могут выходить на нужных им этажах при соблюдении очередности остановок. Собирательное управление движением вниз наиболее эффективно для лифтов, работающих в жилых зданиях, где почти все вызовы лифта происходят с различных этажей в направлении всех остальных этажей. При такой системе управления вызовы всех пассажиров, ожидающих лифта на этажах, рассматриваются как вызовы в направлении вниз и собираются во время движения лифта именно в этом направлении. Собирательное управление в обоих направлениях рекомендуется применять в пассажирских лифтах, работающих в административных зданиях;

- групповое управление обладает всеми качествами соответствующего собирательного управления и объединяет группу из нескольких лифтов. При вызове с определенного этажа на него прибывает тот лифт, который в данный момент времени может прибыть раньше других.

- для групп из трех и более (до шести) лифтов наиболее эффективной и многосторонней командной системой для современных зданий с интенсивным движением лифтов является распределительная система. Эта система автоматически приспосабливает движение лифтов к любым возможным ситуациям в пределах от пикового до нормального межэтажного потока таким образом, что лифты работают в наиболее скоростном и экономичном режиме. При неинтенсивном движении, когда имеются свободные лифты, всегда выбирается свободный лифт, находящийся ближе всего к этажу вызова. При максимальном движении, когда нет свободных лифтов, первый освобождающийся лифт направляется на тот этаж, откуда поступил вызов. Остальные вызовы обслуживаются лифтами, в которых едут пассажиры при условии, что вызов является попутным и кабина лифта не имеет полной нагрузки. При возникновении максимального пассажирского потока с первого этажа и сверху к нему система обеспечивает преимущество едущих вниз, направляя лифты на первый этаж без промежуточных остановок. В таких случаях вызовы с этажей обслуживаются другими лифтами данной группы.

Утренний, дневной и вечерний режимы работы могут быть заданы диспетчером или установлены автоматически в зависимости от направления и напряжённости потока движения пассажиров.

При организации системы управления электроприводом, должны удовлетворяться предъявляемые условия к безопасности, надёжности, плавности разгона, движения и торможения, точности остановки кабины. Работа лифта не должна сопровождаться высоким уровнем шума и вызывать помехи теле- и радиоприёму.

Для нормальной работы лифтов большое значение имеет обеспечение точной остановки кабины, зависящей при прочих равных условиях от скорости движения и от веса перемещаемого груза. Так как грузоподъемность современных лифтов достигает 20 т, то разность высоты остановки пустой и нагруженной кабин может быть весьма ощутима. Это является одной из причин того, что большегрузные машины имеют обычно небольшую скорость. Для обеспечения высокой точности остановки применяют лифты с микроприводом, в котором после нажатия кнопки приказа включается основной двигатель, и кабина движется с большой скоростью. Перед подходом к требуемому этажу основной двигатель автоматически отключается и включается двигатель микропривода, мощность которого в несколько раз меньше мощности основного двигателя. При этом кабина переходит на движение со скоростью в 10 - 20 раз ниже основной, после чего происходит автоматическая остановка на заданном уровне.

Управление электроприводом лифта (пуск, разгон, замедление, остановка, изменение направления движения) осуществляется пускорегулирующей аппаратурой. Безопасность пользования лифта обеспечивают средства автоматической защиты и блокировок, электрического и механического устройства. При необходимости лифт оборудуют автоматическими дверями, световой сигнализацией, а также двусторонней связью кабины с диспетчерским пультом, обслуживающим одновременно несколько лифтов. Управление лифтом в зависимости от места установки аппаратуры бывает внутренним - из кабины, наружным - с посадочной площадки, смешанным.

# 1.4. Постановка задачи проектирования

Организация рационального управления подъемно-транспортными машинами имеет большое значение, так как от нее зависит производительность машины, ее долговечность и условия работы обслуживающего персонала.

В данной курсовой работе будет разработана система автоматического управления электроприводом лифта на основе микроконтроллера *MCS 51* фирмы *Intel*. В качестве объекта автоматизации взят пассажирский лифт номинальной грузоподъёмностью *400 кг*. и максимальной скоростью движения *0.7 м/с*. Электропривод лифта организован на двигателе постоянного тока. Работает на канатных тягах, с верхним расположением лебёдки с канатоведущим шкивом и противовесом.

Проанализировав вышеизложенный материал, были сформулированы следующие задачи данной курсовой работы:

- разработка структуры системы управления электроприводом лифта;

- выбор датчиков веса, положения, аварийного торможения, предела работы по перемещению лифта, открытия и закрытия дверей, скорости движения;

- выбор исполнительного устройства (электродвигателя для привода лифта);

- разработка импульсного источника питания для исполнительного механизма;

- разработка функциональной схемы системы управления электроприводом лифта;

- разработка принципиальной схемы и перечня элементов;

- разработка блок-схемы алгоритмов программы управления микроконтроллером;

- разработка программы управления электроприводом на языке *Ассемблера*.

# ЧАСТЬ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛИФТА

# 2.1 Анализ измерительных средств и методов получения измерительной информации от объекта

Для обеспечения требуемой плавности разгона и торможения, необходимой скорости, безопасности и надёжности лифта в системе управления электроприводом используются следующие датчики:

- датчик температуры – для контроля температуры импульсного блока питания и электродвигателя, предотвращения их перегревания и, как следствие, выхода из строя;

- датчик перемещения – для отслеживания местоположения кабины лифта и, соответственно, задания режимов работы электропривода;

- датчик скорости – для контроля скорости перемещения кабины лифта и включения аварийного тормоза в случае превышения ею предельного значения;

- датчик веса – для контроля загруженности кабины лифта (если данный параметр превышает допустимые значения, то тормоз электропривода лифта не отключается);

- датчик закрытия и открытия дверей – только в случае закрытия дверей, кабина начинает движение;

- датчик тока – для контроля величины тока, протекающего через ДПТ и транзисторные ключи.

В качестве датчика температуры используется устройство на основе терморезистора *R(T)KTY10*. Устройство устроено таким образом, что при достижении определённой температуры и изменения соответственно сопротивления на резисторе, а также увеличения на нём падения напряжения, на вход микроконтроллера перестаёт поступать сигнал логической единицы и микроконтроллер формирует сигнал аварийного останова.



*Рисунок 2.1 – Структурная схема подключения терморезистора к*

*микроконтроллеру*

*Uоп - опорное напряжение*

*МК – микроконтроллер*

Для контроля перемещения кабины лифта можно использовать фотоэлектрический датчик перемещений. Датчики такого типа позволяют контролировать перемещения на любые расстояния. Используем фотоэлектрический датчик типа *ВЕ-178В*. Его основные технические характеристики:

- дискретная способность – *1000-5000 имп/об*;

- габаритные размеры – *56х96*;

- масса – *0.67 кг.*;

- класс точности – второй.



*Рисунок 2.2 – Структурная схема подключения фотоэлектрического датчика перемещений к микроконтроллеру*

*ФИД – фотоэлектрический импульсный датчик*

*СОНД – схема определения направления движения*

Сигнал с выхода фотоэлектрического датчика представляет собой два импульсных сигнала синусоидной и косинусоидной форм. При движении в одном направлении (например, «вверх») они будут расположены друг относительно друга в следующем виде (рисунок 2.3):



*Рисунок 2.3 – Вид сигналов на выходе фотоэлектрического датчика при движении «Вверх»*

При движении в обратном направлении (например, «вниз») они будут расположены друг относительно друга в следующем виде (рисунок 2.4):



*Рисунок 2.4 – Вид сигналов на выходе фотоэлектрического датчика при движении «Вниз»*

Схема определения направления движения (СОНД) в зависимости от вида смещения сигналов друг относительно друга, формирует на своём выходе соответствующий сигнал, указывающий микроконтроллеру направление движения кабины лифта. На валу исполнительного механизма устанавливается датчик угловой скорости, с помощью которого контролируется скорость перемещения кабины лифта. В качестве такого датчика может быть использован тахогенератор. Используем тахогенератор постоянного тока типа *СЛ-161*. Его основные технические характеристики:

- напряжение питания – *27 В*;

- потребляемый ток – *300 mA*;

- чувствительность – *0.02* *В/об/мин*;

- *nmax = 2400 об/мин*;

- максимальный ток нагрузки – *Imax = 0.02 A*;

- сопротивление обмотки якоря – *115 Ом*;

- масса – *0.8 кг*.



*Рисунок 2.5 – Структурная схема подключения тахогенератора к*

*Микроконтроллеру ТГ – тахогенератор АЦП – аналого-цифровой преобразователь*

В качестве датчика веса используем выключатель (*SB1*), который устанавливается под полом кабины лифта. Пол кабины лифта установлен на пружинах, которые удерживают его в начальном положении. По мере загрузки кабины лифта, пружины сжимаются и при достижении определённой нагрузки на пол кабины, срабатывает выключатель, размыкая контакт и, тем самым, давая сигнал о запрете закрытия дверей и отключения тормозной системы лифта. При уменьшении нагрузки выключатель снова замыкается и поступает сигнал разрешения закрытия дверей и начала движения.



*Рисунок 2.6 -* *Структурная схема подключения датчика веса*

*к микроконтроллеру*

*АЦП – аналого-цифровой преобразователь*

*МК – микроконтроллер*

Для контроля закрытия и открытия дверей может быть использован аналогичный выключатель (см. рисунок 2.6), который при закрытых дверях замыкается и тем самым даёт сигнал разрешения на отключение тормозной системы лифта и на начало движения его кабины и, наоборот, при открытых дверях он разомкнут, и сигнал через него не проходит.

Для контроля величины тока и отключения системы в случае его превышения над критическим значением используются два аналогичных датчика тока. Один из них устанавливается непосредственно в систему питание ДПТ и контролирует величину тока через двигатель, а второй – в систему питания импульсного блока питания и контролирует величину тока, протекающего через силовые транзисторные ключи.



*Рисунок 2.7 -* *Структурная схема подключения датчика тока*

*к микроконтроллеру*

Для преобразования аналоговых сигналов в дискретную форму используется аналого-цифровой преобразователь типа *MAXI202* с параметрами:

- частота дискретизации сигнала – *133* *кГц*;

- разрядность – *8* разрядов;

- напряжение питания - *+3...+5 В*.

# 2.2 Анализ способов реализации силовой части электропривода лифта

В пункте 1.2 был проведён анализ различных вариантов организации электропривода лифта. Распространённым вариантом является организация электропривода лифта на двигателе постоянного тока. Такой тип организации позволяет обеспечить значительное снижение скорости движения кабины, а также плавную и точную остановку. Автоматизация такого типа электропривода будет рассмотрена в данной курсовой работе.

Электропривод автоматизируемого лифта организован на двигателе постоянного тока *Д510*. Скорость вращения вала данного двигателя (угловая скорость вала) регулируется изменением питающего напряжения, для чего применяется широтно-импульсный модулятор (ШИМ).

Двигатель постоянного тока, применяемый для привода кабины лифта:

* мощность - *6 кВт*;
* ток якоря - *25 А*;
* номинальная частота вращения - *550 об/мин.*;
* максимальная частота вращения - *2200 об/мин.*;
* напряжение якоря - *220В*;
* максимальный момент на валу - *Мmax=2550Н;*

В качестве источника электропитания для выбранного двигателя используем импульсный источник питания, основанный на высокочастотном преобразовании энергии сети в выходное постоянное напряжение.

Требуемые параметры от проектируемого импульсного источника питания:

- необходимое напряжение питающей сети – *220 В*;

- частота питающего напряжения – *50 Гц*;

- количество фаз питающей сети – *две*;

- изменение амплитуды питающего напряжения – *10%*;

- изменение частоты питающего напряжения – *1%*;

- максимальный ток нагрузки - *25 А*;

- необходимая мощность - *6 кВт*;

Исполнительный двигатель включается в мостовую схему, состоящую из четырёх транзисторных ключей (рисунок 2.7).



*Рисунок 2.7 – Структурная схема подключения ДПТ к источнику питания*

*ДТ – датчик тока*

*ИБП – импульсный источник питания*

*ФНЧ – фильтр низких частот*

*ДПТ – двигатель постоянного тока*

# 2.3 Выбор количества и типов входных и выходных информационных каналов

В соответствии с количеством выбранных датчиков (восемь – датчики температуры двигателя и импульсного блока питания, датчик перемещения, скорости движения кабины лифта, датчик веса, датчики тока через двигатель и импульсный блок питания и датчик открытия/закрытия дверей) определяется количество и типы входных и выходных каналов. Выбранные датчики необходимы для контроля параметров двигателя (частота вращения вала, температура, угловая скорость), местоположения и загруженности кабины, состояния дверей.

Перечень датчиков, исполнительных механизмов и их параметры содержится в таблице 1.

В качестве гальванической развязки используем оптопару, которая характеризуется высоким быстродействием и малой потребляемой мощностью.

*Таблица 2.1 – Параметры датчиков и исполнительных механизмов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Датчик*** | *Тип датчика* | *Выходное напряже-ние, В* | *Гальвани-ческая развязка* | *Тип входного канала* | *Мощность* | *Питание* | *Исполнительный механизм* | *Тип управления* |
| Датчик температуры (на терморезисторе *КТY10*) | Цифровой | 0…5 | Не нужна | Порт Р0 МК ЭП | 40 Вт | Постоянный ток | Электродвигатель *Д510* | ШИМ |
| Датчик перемещения *ВЕ–178В* | Импульсный | 0…5 | Не нужна | Таймер/ счётчик МК ЭП | 12 Вт |
| Датчик угловой скорости (тахогенератор *СЛ-161*) | Аналоговый | 0…48 | Нужна | АЦП | 10 Вт |
| Датчик тока 1 | Цифровой | 0…5 | Не нужна | Порт Р0 МК ЭП | 10 Вт |
| Датчик веса (выключатель *SB1*) | Цифровой | 0…48 | Нужна | Порт Р0 МК ЭП | – | Постоянное напряжение | – | – |
| Датчик закрытия/ открытия дверей (выключатель *SB2*) | Цифровой | 0…48 | Не нужна | – |
| Датчик температуры (на терморезисторе *КТY10*) | Цифровой | 0…5 | Не нужна | Порт Р0 МК ИБП | 40 Вт | Постоянный ток | Транзисторные ключи | ШИМ |
| Датчик тока 2 | Цифровой | 0…5 | Не нужна | 10 Вт |

# 2.4 Разработка структуры информационного канала электропривода лифта

Структура информационного канала системы зависит от количества применяемых датчиков, их типа и количества необходимых сигналов управления. В данном случае у нас используется 8 датчиков, один из которых аналоговый (датчик угловой скорости вращения вала электродвигателя). Датчик угловой скорости (тахогенератор *СЛ-161*) подключается к восьмиразрядному аналого-цифровому преобразователю типа *AD7823*.

Сигналы с датчиков температуры (*КТY10*), перемещения (*ВЕ–178В*) и тока подаются на вход микроконтроллера без гальванической развязки и уже в цифровом виде. Для информационного сигнала с датчика температуры используется вход *Р0.3*, для датчика тока – вход *Р0.2*, а для данных с датчика перемещения – входы *INT0* и *INT1* микроконтроллера, управляющего работой ДПТ. Сигналы с датчиков веса (*SB1*) и закрытия/открытия дверей (*SB2*) подаются на вход микроконтроллера через гальваническую развязку, в качестве которой применена оптопара. Сигнал с датчика веса через оптопару подаётся на вход микроконтроллера *Р0.4*, а сигнал с датчика закрытия/открытия дверей через оптопару подаётся на вход *Р0.5*. Сигнал от датчика угловой скорости представлен в аналоговом виде, поэтому он должен быть преобразован с помощью АЦП в дискретную форму, для чего используем аналого-цифровой преобразователь типа *MAXI202.* Дискретный сигнал после преобразования на АЦП поступает на входы *Р1.0…Р1.2* микроконтроллера ЭП. Также используются два сигнала управления силовыми ключами, задающими параметры работы электродвигателя. Для их вывода используются выходы *Р0.0* и *Р0.1* микроконтроллера ЭП. Для контроля параметров блока питания используются датчик температуры, устанавливаемый на радиаторы транзисторных ключей, и датчик тока, включаемый последовательно в цепь питания транзисторных ключей. Сигналы от датчиков температуры и тока поступают на входы *Р05* и *Р03*, после чего анализируются и обрабатываются микроконтроллером, управляющим работой импульсного трансформатора. Также в блоке питания используются три управляющих сигнала – сигналы управления ключами импульсного трансформатора и сигнал управления ключом замыкания зарядной цепи. Для контроля этих сигналов используются выходы *Р0.0*, *Р0.1* и *Р0.2* микроконтроллера импульсного блока питания. Система автоматического управления электроприводом лифта также включает в себя клавиатуру, на которой имеются кнопки «Аварийный останов», «Стоп» и «Пуск». При нажатии кнопки «Аварийный останов» сигнал поступает на вход *Р0.6* микроконтроллера ИБП и программно отключаются ключи импульсного блока питания и срабатывает электромеханический тормоз на валу электродвигателя. При нажатии кнопки «Стоп» сигнал поступает на вход *Р1.3* микроконтроллера ЭП и отключаются ключи, управляющие работой электродвигателя, а также срабатывает электромеханический тормоз. При нажатии кнопки «Пуск» сигнал поступает на вход *Р1.4* микроконтроллера, отключается электромеханический тормоз и начинают работу ключи. Индикация работы электропривода организована с помощью светодиодов, которые срабатывают при следующих условиях:

- при поступлении сигнала о превышении предельных значений с датчика тока или температуры импульсного блока питания, с выхода *Р0.7* микроконтроллера ИБП поступает сигнал срабатывания нужного светодиода;

- при поступлении сигнала о превышении предельных значений с датчика температуры, тока, веса или закрытия/открытия дверей импульсного блока питания, с соответствующего выхода (*Р1.5 – Р1.7*) микроконтроллера ЭП поступает сигнал срабатывания нужного светодиода.

2.5 Разработка структуры источника силового электропитания

В современной промышленности используются импульсные источники питания, основанные на высокочастотном преобразовании энергии сети в выходное постоянное напряжение. В данной курсовой работе источник питания проектируется для электропривода. Для проектирования источника питания зададимся параметрами:

- напряжение питающей сети *UС = 220 B*;

- частота питающей сети *f = 50 Гц*;

- число фаз питающей сети *n = 2*;

- ток нагрузки *IН =25 А*;

- напряжение нагрузки *UН = 220 В*;

Проектируемый источник питания содержит следующие структурные модули:

- фильтр нижних частот (для фильтрации высокочастотных помех на входе);

- автомат токовой защиты (защита питающей сети в случае поломки блока питания);

- зарядная цепь (для заряда конденсаторов блока питания при его включении в сеть);

- силовой выпрямитель (для преобразования переменного напряжения в импульсное);

- фильтр нижних частот (для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения, частота среза значительно ниже 50 Гц);



*Рисунок 2.4 – Структурные модули блока питания*

В зависимости от необходимой выходной мощности используются различные схемы силового преобразователя. Для питания электродвигателя *Д510* с мощностью *25А* принимаем схему четырехтактного преобразователя, состоящего из 4-х транзисторных ключей и включаемого в мост трансформатора.



*Рисунок 2.5 – Четырехтактный преобразователь*

К выходам 2 - 2’ и 3 - 3’ трансформатора подключается нагрузка.

Управление ключами *к1 – к4* производится системой управления, в качестве которой удобно использовать микроконтроллер MCS-51.

Поскольку проектируемая система автоматического регулирования содержит один электродвигатель, импульсный трансформатор выбираем с одним выходом. Для стабилизации выходного напряжения применяем схему с отрицательной обратной связью по напряжению.



*Рисунок 2.5 – Схема стабилизации выходного напряжения*

*ИТ – импульсный трансформатор;*

*СУ – система управления;*

*ЗЦ – зарядная цепь;*

*ФНЧ – фильтр нижних частот.*

К выходу 4 - 4’ подключается нагрузка в виде исполнительного электродвигателя с управляющим мостом силовых транзисторов и необходимыми датчиками.

Напряжение с импульсного трансформатора, выпрямленное и отфильтрованное на ФНЧ1 сравнивается на компараторе с опорным. Результат сравнения подается на систему управления с целью изменения скважности импульсов, управляющих ключами *к1 – к4*. При этом происходит изменение выходного напряжения и замыкание отрицательной обратной связи. При запуске импульсного источника питания на выходе ФНЧ1 появляется напряжение (приблизительно 300 В). Это напряжение через зарядную цепь заряжает ФНЧ2 системы управления. При достижении определенного значения Uпит на системе управления начинает работать генератор ШИМ, открываться определенные ключи четырехтактного преобразователя и появится напряжение на выходе ФНЧ1. Через диод это напряжение обеспечит поддержание напряжения на ФНЧ2. Контроллер входит в рабочий режим.

ЧАСТЬ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛИФТА

# 3.1 Проектирование функциональной схемы входных узлов

К входным узлам системы относятся различные устройства, с помощью которых производится контроль состояния работы объекта управления. В данном случае объектом управления является система управления электроприводом лифта, а входными узлами выступают датчики и клавиатура.

В данном случае у нас используется 8 датчиков, один из которых аналоговый (датчик угловой скорости вращения вала электродвигателя) и трёхклавишная клавиатура.



*Рисунок 3.1 – Функциональная схема*

*клавиатуры*

На клавиатуре находятся кнопки «Аварийный останов», «Стоп» и «Пуск». Они организованы на герконовых датчиках, представляющих из себя конечные выключатели (рисунок 3.1).

На импульсном блоке питания и на двигателе постоянного тока установлены датчики тока, которые позволяют контролировать превышение предельного значения тока через исполнительное устройство и блок питания (рисунок 2.2) и датчики температуры, которые контролируют превышение предельной температуры (рисунок 2.3).



*Рисунок 3.2 – Функциональная схема датчика тока*



*Рисунок 3.3 – Функциональная схема датчика температуры*

При работе системы управления электроприводом лифта используются сигналы, поступающие от датчиков веса и закрытия/открытия дверей. С помощью информации, поступающей от данных датчиков, контроллером вырабатывается соответствующий алгоритм дальнейшей работы всей системы. Датчики веса и открытия/закрытия дверей лифтовой кабины представлены на рисунке 3.4 и на рисунке 3.5 соответственно.



*Рисунок 3.4 – Функциональная схема работы датчика веса*



*Рисунок 3.5 – Функциональная схема датчика закрытия/открытия дверей кабины лифта*

# 

# 3.2 Разработка функциональных схем узлов вывода

К узлам вывода относятся исполнительные механизмы с средства индикации. В данной работе узлами вывода являются двигатель постоянного тока *Д510* и светодиоды индикации, с помощью которых отображается информация о работе системы управления электроприводом лифта. Индикация работы электропривода организована с помощью светодиодов, которые срабатывают при следующих условиях: - при поступлении сигнала о превышении предельных значений с датчика тока или температуры импульсного блока питания, с выхода порта *Р0.7* микроконтроллера ИБП поступает сигнал срабатывания нужного светодиода;

- при поступлении сигнала о превышении предельных значений с датчика температуры, тока, веса или закрытия/открытия дверей импульсного блока питания, с соответствующего выхода (*Р1.5 – Р1.7*) микроконтроллера ЭП поступает сигнал срабатывания нужного светодиода.

Светодиодная индикация изображена на рисунке 3.6.



*Рисунок 3.6 – Функциональная схема индикации*

Двигатель постоянного тока, с помощью которого производится перемещение кабины лифта, показан на рисунке 3.7.



*Рисунок 3.7 – Функциональная схема работы ДП Т*

# 3.3 Выбор микроконтроллера и проектирование функциональной схемы микроконтроллерного модуля

Семейство 8-разрядных микроконтроллеров MCS-51 было выпущено фирмой Intel в начале 80-х годов. Микроконтроллеры MCS-51 являются функционально завершенными однокристальными микро ЭВМ Гарвардской архитектуры, содержащими все необходимые узлы для работы в автономном режиме, и предназначены для реализации различных цифровых алгоритмов управления. На сегодняшний день семейство MCS-51 содержит несколько десятков типов микросхем, отличающихся конкретной реализацией отдельных узлов и условиями эксплуатации. Все микросхемы семейства обладают аналогичной архитектурой, пример которой представлен на рисунке 9, и имеют целый ряд общих узлов:

- 8-разрядный центральный процессор (ЦП), ориентированный на управление исполнительными устройствами. ЦП имеет встроенную схему 8-разрядного аппаратного умножения и деления чисел. Наличие в наборе команд большого числа операций для работы с прямо адресуемыми битами дает возможность говорить о «булевом процессоре»;

- внутренняя память программ масочного или репрограммируемого типа, имеющая для различных кристаллов объем от 4 до 32 кбайт;

- не менее чем 128-байтное резидентное ОЗУ данных;

- не менее 32 двунаправленных интерфейсных линий (портов), индивидуально настраиваемых на ввод или вывод информации;

- два 16-битных многорежимных счетчика/таймера;

- двунаправленный дуплексный последовательный коммуникационный порт;

- двухуровневая приоритетная система прерываний, поддерживающая не менее 5 векторов прерываний от внутренних и внешних источников;

Технические характеристики центрального процессора микроконтроллеров MCS-51:

- разрядность АЛУ – 8 бит;

- число выполняемых команд – 111;

- длина команд – 1, 2, или 3 байта;

- число регистров общего назначения (РОН) – 32;

- число прямоадресуемых битовых переменных – 128;

- число прямоадресуемых битов в области;

- регистров специальных функций – 128;

- максимальный объем памяти программ – 64 кбайта;

- максимальный объем памяти данных – 64 кбайта;

- максимальный объем внутренней памяти данных – 256 байт;

- время выполнения команд при тактовой частоте 12 МГц:

сложение – 1 мкс;

пересылки “регистр - внешняя память данных” – 2 мкс;

умножение/деление – 4 мкс;

- методы адресации операнда – регистровый, косвенный, прямой, непосредственный.

Различные микроконтроллеры семейства содержат широкий набор дополнительных средств для эффективной обработки асинхронных событий, измерения частот и временных интервалов, обработки аналоговых сигналов, управления двигателями, организации мультипроцессорных систем.

В частности, подсемейство 80XC51FX, в которое входит ряд микросхем, имеет следующие дополнительные возможности:

- три 16-битных таймера счетчика;

- программируемый частотный выход;

- таймер/счетчик с возможностью прямого и обратного счета;

- матрица программируемых счетчиков, реализующих режимы:

* сторожевого таймера (Watch Dog Timer);
* широтно-импульсного модулятора;
* захвата/сравнения;
* высокоскоростного выхода.

- трехуровневая система защиты памяти;

- 256-байтное резидентное ОЗУ;

- четырехуровневая система прерываний;

- 7 внешних источников прерываний;

- 2 режима уменьшенного энергопотребления;

Типичным представителем данного подсемейства является микросхема 83C51FA, условное графическое обозначение которой приведено на рисунке 3.8.

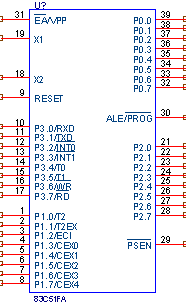


Рисунок 3.8 – Условное графическое обозначение микросхемы 83C51FA

Данный микроконтроллер будет использован при проектировании системы автоматического управления работой электропривода лифта.

# 

# 3.4 Проектирование средств связи с ЭВМ верхнего уровня

Для организации связи микроконтроллера с ЭВМ верхнего уровня используется последовательный порт.

Последовательный порт микроконтроллера семейства MCS-51 является «дуплексным» портом, т.е. способен осуществлять прием и передачу данных одновременно. Входная часть порта обладает двойной буферизацией, т.е. способна осуществлять прием нового сообщения, пока предыдущее еще не прочитано процессором (однако только до момента окончания приема нового сообщения), что уменьшает загрузку процессора.

Данные передаются с вывода TxD, а принимаются на вывод RxD. Посылка состоит из десяти бит: START-бит (0), восемь бит данных (младшими битами вперед) и STOP-бит (1). Скорость передачи определяется частотой переполнения таймера. Прием инициируется обнаружением отрицательного перепада уровня сигнала на входе RxD.

# 3.5 Разработка функциональной схемы источника электропитания

Структура источника питания:

- мощность;

- напряжение;

- ток.

В зависимости от используемой мощности и протекающих токов, входы цепи используют либо разъемные, либо клемные соединения.

При токах свыше 10А используют *клемные соединения*



*Рисунок 3.9 - Схема клемного соединения*

*Входной фильтр низких частот* предназначен для подавления высокочастотных импульсных помех, обычно выполняется в экранированном корпусе. Представляет собой частотный трансформатор и 1 - 2 конденсатора емкостью 0,1 мкФ.



*Рисунок 3.10 - Фильтр низких частот*

*Защитный токовый автомат:*



*Рисунок 3.11 - Схема защиты по току*

Выбирается исходя из среднего тока источника питания с учетом коэффициента записи:

*IA = Kз∙I1ср*

*Защита по напряжению:*



*Рисунок 3.12 - Схема защиты по напряжению*

Представляет собой вариатор, индуктирующий питание сети. При достижение питающим напряжением напряжения отпирания варистора ток через него возрастает, что приводит к срабатыванию автомата токовой защиты

Для повышения КПД *выпрямителя* практически всегда выполняется по мостовой схеме. Для преобразования переменного напряжение в импульсное.



*Рисунок 3.13 - Схема мостового выпрямителя напряжения*

*Цепь заряда ФНЧ2:*



*Рисунок 3.14 - Зарядная цепь на основе опторезистора VS1*

Состоит из двух элементов:

- токоограничительного элемента (сопротивление);

- ключ, шунтирующий токоограничительный элемент (опторезистор VS1).

*Фильтр низких частот 2*



*Рисунок 3.15 - Фильтр низких частот 2*

Предназначена для сглаживания пульсаций 100 Гц выпрямленного и замыкания по высокочастотному току, ключевых транзисторов преобразователя. В виду этого ФНЧ 2 состоит из двух конденсаторов *С1* – большой емкости выполняющую первую функцию (электролитический), *С2* – небольшой емкости на протекание высокочастотного тока. *Цепь преобразователя* - двухтактная мостовая: Ключ А1 представляет собой типовой модуль предназначенный для коммутации однополярной силовой нагрузки. Характеризуется наличием гальванической развязки управления и питающей цепи. Для форсирования коммутации силового транзистора используют двух полярное питание усилителя мощности.



*Рисунок 3.16 – Схема включения ДПТ*

Сигнал управления силовым ключом обычно подаются на вход 2 и представляет собой логику с выхода микроконтроллера. Это связано с тем, что втекающий ток микроконтроллера, как правило в 2-3 раза больше, чем втекающий. При протекания тока через светодиод оптрона VB1, транзистор оптрона открывается, напряжение на выходе 4 падает до –U1. Усилитель мощности DA1 открывается, подавая положительный потенциал на базу транзистора VT1, VT1 открывается, ключ открыт.

При прекращение протекания тока через диод оптрона, заряды рассасываются с базы транзистора оптрона через сопротивление R3 и на выходе 4 оптрона появляется напряжение +U1. Усилитель мощности закрывается, на выходе 6 возникает отрицательный потенциал, что приводит к рассасыванию заряда на базе VT1, ключ закрыт.



*Рисунок 3.17 - Схема блока А1*

*Цепь вторичного электропитания*

Под цепью вторичного электропитания понимают узлы расположенные после трансформатора источника питания. Делятся на нестабилизированные и стабилизированные.

Для стабилизации цепей вторичного электропитания, как правило применяют микросхемы компенсационного стабилизатора напряжения КРЕН например: КР142ЕН5А – (КРЕН5А) зарубежный аналог 7805 - стабилизатор напряжения 5В с током 2,5А. Микросхемы имеют встроенную токовую защиту от превышения  при достижение тока на ограничение.

Кроме того, на кристалле стоит температурный датчик, предназначенный для защиты от перегрева.



*Рисунок 3.18 - Типовая схема включения микросхемы КРЕН, тип корпуса Т25*

Наличие конденсатора С2 емкостью 0,1 мкФ на выходе КРЕН является обязательным – для недопущение паразитных генераций.

# ЧАСТЬ 4. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛИФТА

# 4.1 Определение модульных блоков, составляющих функциональную схему системы управления электроприводом лифта

Систему управления электроприводом лифта можно разбить на три модульных блока:

1. Импульсный блок питания
2. Силовой модуль
3. Информационный модуль

Импульсный блок питания включает в себя: непосредственно блок питания; датчик тока блока питания; микроконтроллер, управляющий работой блока питания.

К силовому модулю относится: ключевая схема управления напряжением на исполнительном механизме (на двигателе постоянного тока); датчик тока через исполнительный механизм; система включения электромеханического тормоза; трансформатор, питающий ключевую схему.

Информационный модуль содержит в себе: датчик угловой скорости; датчик температуры электропривода; датчик температуры импульсного блока питания; датчик веса; датчик открытия/закрытия дверей кабины лифта; датчик перемещения; систему индикации состояния системы управления; систему ручного управления работой электропривода; микроконтроллер, управляющий работой электропривода и ключевой схемы.

# 4.2 Элементная база системы управления электроприводом лифта

Полный перечень элементов, из которых состоит система управления электроприводом лифта, приведён ниже.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поз.  обозн. | | | Наименование | | | | | | | | | | | | Кол. | | | | | Примечание | | | | | |
| С1, С2 | | | *К53 – 1 – 0.1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С3, С5 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С4, С10 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С6, С8 | | | *К53 – 1 – 0,1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С7,С9,С11 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 3 | | | | |  | | | | | |
| С49 | | | *К53 – 1 – 10мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | |
| С19,С21 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С23,С26 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С20,С22 | | | *К53 – 1 – 0.1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| С24,С25,С27 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 3 | | | | |  | | | | | |
| С50-С60 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | | 10 | | | | |  | | | | | |
| DA1 | | | *КР142ЕН5А* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | |
| DA5-DA8 | | | *КР142ЕН5А* | | | | | | | | | | | | 4 | | | | |  | | | | | |
| DD1 | | | *83C51FA* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | |
| L1, L2 | | | *ДР 0,1 – 500мкГн ± 10%* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R1 | | | С1 – 55 – 70…100кОм ±10% - 5В | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | |
| R2, R6 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R3, R9 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R4, R7 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R5, R8 | | | *С1 – 55 – 0.1кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R10, R14 | | | *С1 – 55 – 2.5кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R11, R15 | | | *С1 – 55 – 5.6кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R12, R16 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R13, R17 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R18, R22 | | | *С1 – 55 – 2.5кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R19, R23 | | | *С1 – 55 – 5.6кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R20, R24 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
| R21, R25 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | |
|  | |  |  | | |  | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  |  | | |  | |  | | |
| *Изм.* | | *Лист* | *№ докум.* | | | *Подпись* | | *Дата* | | |
| *Разраб.* | | |  | | |  | |  | | | Импульсный блок питания  Перечень элементов | | | | *Лит.* | | | | | | | | *Лист* | | *Листов* | |
| *Провер.* | | |  | | |  | |  | | |  | | |  | |  | | | 1 | | 2 | |
| *Реценз.* | | |  | | |  | |  | | |  | | | | | | | | | | |
| *Н.Контр.* | | |  | | |  | |  | | |
| *Утверд.* | | |  | | |  | |  | | |
| Поз.  обозн. | | | Наименование | | | | | | | | | | | | Кол. | | | | | | Примечание | | | | |
| SQ1 | | | *CK18-2* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
| TV1 | | | ТПП – 225 – 10 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
| TV2 | | | ТПП – 50 – 10 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
| VD1-VD4 | | | *ИД213* | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | |  | | | | |
| VD5,VD7 | | | *КД – 105к* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |  | | | | |
| VD6, VD8 | | | *Д - 223* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |  | | | | |
| VD9-VD12 | | | *ИД213* | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | |  | | | | |
| VD13,VD14 | | | *КД202* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |  | | | | |
| VD15,VD16 | | | *КД202* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |  | | | | |
| VD17-VD20 | | | *ИД213* | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | |  | | | | |
| VD33-VD42 | | | *ИД213* | | | | | | | | | | | | 11 | | | | | |  | | | | |
| VS1 | | | *АОТ - 220* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
| VS2-VS3 | | | *ОУ158* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |  | | | | |
| VS4-VS7 | | | *ОУ168* | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | |  | | | | |
| VT1-VT14 | | | *КТ – 315Г* | | | | | | | | | | | | 14 | | | | | |  | | | | |
| XS1 | | | *РК-2-1* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
| XS2 | | | *РК-2-1* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
| XS3-XS5 | | | *РК-2-1* | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | |  | | | | |
| XS6 | | | *РШ-5-1* | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |  | | | | | |  | | | | |
|  | |  |  |  | | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | *Лист* | | | |
|  | |  |  |  | | |  | | | 2 | | | |
| *Изм.* | | *Лист* | *№ докум.* | *Подпись* | | | *Дата* | | |
| Поз.  обозн. | | | Наименование | | | | | | | | | | Кол. | | | | Примечание | | | | | | | | | | | |
| С12,С13 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| С5,С7 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| С14,С16 | | | *К53 – 1 – 0,1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| С18 | | | *К53 – 1 – 0,1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| DA2-DA4 | | | *КР142ЕН5А* | | | | | | | | | | 3 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R26,R30 | | | *С1 – 55 – 2.5кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R27, R31 | | | *С1 – 55 – 5.6кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R28, R32 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R29, R33 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R34,R38 | | | *С1 – 55 – 2.5кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R35, R39 | | | *С1 – 55 – 5.6кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R36, R40 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| R37, R41 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| TV3 | | | ТПП – 50 – 10 | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VD21,VD22 | | | *КД – 202* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VD23 | | | *ИД213* | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VD24 | | | *Д - 223* | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VD25,VD26 | | | *КД – 202* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VD27,VD32 | | | *ИД213* | | | | | | | | | | 6 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VS9-VS12 | | | *ОУ168* | | | | | | | | | | 4 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VS8 | | | *ОУ158* | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VS13,VS14 | | | *АОТ - 220* | | | | | | | | | | 2 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| VT15-VT27 | | | *КТ – 315Г* | | | | | | | | | | 13 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| XS7 | | | *РК-2-1* | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| XS8 | | | РК-2-1 | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| XS9 | | | РШ-6-1 | | | | | | | | | | 1 | | | |  | | | | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | |  | | | |  | | | | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | |  | | | |  | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | | | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | | | |  | | |
| *Изм.* | *Лист* | | *№ докум.* | | *Подпись* | | | | *Дата* | | |
| *Разраб.* | | |  | |  | | | |  | | | Силовой модуль  Перечень элементов | | *Лит.* | | | | | | | | *Лист* | | | *Листов* | | | |
| *Провер.* | | |  | |  | | | |  | | |  | |  | | |  | | | 1 | | | 1 | | | |
| *Реценз.* | | |  | |  | | | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| *Н.Контр.* | | |  | |  | | | |  | | |
| *Утверд.* | | |  | |  | | | |  | | |
| Поз.  обозн. | | | Наименование | | | | | | | | | | | Кол. | | | | | Примечание | | | | | | | | | |
| С28,С33 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С29, С30 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С31 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С32, С34 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С35 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С36,С38 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С37 | | | *К53 – 1 – 0.1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С39 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С40,С42 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С41 | | | *К53 – 1 – 0.1мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С43,С45 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С46 | | | *К53 – 1 – 100мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С47,С49 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| С48 | | | *К53 – 1 – 1.0мкФ ± 10% – 50В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DA9,DA10 | | | *КР142ЕН5А* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DA11,DA13 | | | *К1401УД3* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DA12,DA14 | | | *КР142ЕН5А* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DA15 | | | *К1401УД3* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DA16 | | | *V1548HG4* | | | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | | | | | | |
| DD2 | | | *83C51FA* | | | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | | | | | | |
| DD4 | | | *1533ЛЛ1* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DD5,DD6 | | | *1533ЛЛ3* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| DD7,DD8 | | | *1533ТМ2* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R45-R48 | | | С1 – 55 – 5.6кОм ±10% - 5В | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R49 | | | С1 – 55 – 5.7кОм ±10% - 5В | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R50 | | | С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R51 | | | *С1 – 55 – 57кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R52 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | | | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | | | |  | | |
| *Изм.* | *Лист* | | *№ докум.* | | *Подпись* | | | | *Дата* | | |
| *Разраб.* | | |  | |  | | | |  | | | Информационный модуль  Перечень элементов | | *Лит.* | | | | | | | | *Лист* | | | *Листов* | | | |
| *Провер.* | | |  | |  | | | |  | | |  | |  | | |  | | | 1 | | | 2 | | | |
| *Реценз.* | | |  | |  | | | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| *Н.Контр.* | | |  | |  | | | |  | | |
| *Утверд.* | | |  | |  | | | |  | | |
| Поз.  обозн. | | | Наименование | | | | | | | | | | | Кол. | | | | | Примечание | | | | | | | | | |
| R53,R55,R56 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 3 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R54, R57 | | | *С1 – 55 – 10…100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R56 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R58-R60 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 3 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R61 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R62 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R63,R65,R66 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 3 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R64, R67 | | | *С1 – 55 – 10…100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R68-R70 | | | *С1 – 55 – 100кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 3 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R71 | | | *С1 – 55 – 51кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R72 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R73,R75 | | | *С1 – 55 – 10кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| R74,R76 | | | *С1 – 55 – 5.6кОм ±10% - 5В* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| S1-S5 | | | CK03-1 | | | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | | | | | | |
| TV4-TV8 | | | ТПП – 50 – 10 | | | | | | | | | | | 5 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD40-VD46 | | | *KД512* | | | | | | | | | | | 8 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD47,VD48 | | | *КД – 105к* | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD49-VD52 | | | *KД512* | | | | | | | | | | | 4 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD53 | | | *КД – 105к* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD54 | | | *Д - 223* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD55-VD58 | | | *KД512* | | | | | | | | | | | 4 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD59 | | | *КД – 105к* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD60 | | | *Д - 223* | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD61-VD64 | | | *KД512* | | | | | | | | | | | 4 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VD65-VD68 | | | *KД512* | | | | | | | | | | | 4 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VS15-VS18 | | | ОУ158 | | | | | | | | | | | 4 | | | | |  | | | | | | | | | |
| VT28,VT29 | | | КТ – 315Г | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| XS4,XS5 | | | РК-2-1 | | | | | | | | | | | 2 | | | | |  | | | | | | | | | |
| XS10 | | | РК-2-1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
| XS11 | | | РШ-8-1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | |  | | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | | | |  | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | *Лист* |
| *Изм.* | *Лист* | | *№ докум.* | | *Подпись* | | | | *Дата* | | | 2 |

# ЧАСТЬ 5. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ

# 5.1 Разработка структуры программы управления

В разработанной микропроцессорной системе управления электроприводом лифта присутствует два микроконтроллера серии MCS51.

Программа (блок-схема) разрабатывается для микроконтроллера, управляющего работой электродвигателя.

В задачу данного микроконтроллера входят прием сигналов от датчиков температуры двигателя, угловой скорости, датчика веса, закрытия/открытия дверей и датчика перемещения, от блока ручного управления, их анализ, формирование и передача управляющих сигналов на исполнительные блоки и исполнительные механизмы.

Исполнительные механизмы считаются включенными, если из значения в блок-схеме алгоритма равны 1, если они равны 0, то в этой ситуации данный исполнительный механизм выключен. Если в блоке не указано положение исполнительного механизма (включен/выключен), это значит, что положение данного механизма не имеет значения в данной ситуации.

Блок-схема алгоритма главной программы имеет 3 подпрограммы:

1. инициализация;
2. ручная настройка;
3. автоматическая настройка.

К тому же две последние подпрограммы имеют еще по одной подпрограмме «Анализ данных».

Входные переменные:

- х1 – «Превышение тока», *Р0.2 = 1*;

- х2 – «Превышение температуры», *Р0.3 = 1*;

- х3 – «Превышение веса», *Р0.4 = 1*;

- х4 – «Открытые двери», *Р0.5 = 1*;

- х5 – «Стоп», *Р1.3 = 1*;

- х6 – «Пуск», *Р1.4 = 1*;

- y1 – «Вперёд», *Р0.0 = 1*;

- y2 – «Назад», *Р0.1 = 1*;

- y3 – «Тормоз», *Р0.6 = 1*;

- y4 – «Индикация превышения тока», *Р1.5 = 1*;

- y5 – «Индикация превышения температуры», *Р1.6 = 1*;

- y6 – «индикация превышения веса или открытые двери», *Р1.7 = 1*;

# 5.2 Построение блок-схемы алгоритма

Построение блок-схемы алгоритма выполняется при помощи программы *Microsoft Visio*. В данной программе предусмотрены наиболее применяемые модули блок-схем.

Блок-схема алгоритма представлена на чертеже.

Работа программы начинается с инициализации входных переменных: отключаются ключи в ключевой схеме, включается электромеханический тормоз, отключаются все индикаторы состояния работы схемы.

Далее идёт выбор вариантов работы системы управления электроприводом лифта – либо ручной режим, либо автоматический.

В случае выбора ручного режима происходит опрос датчиков и блока ручного управления (командных кнопок «Стоп» и «Пуск»). После этого анализируются полученные данные: проверяются уровни тока, напряжения и состояние дверей кабины лифта (открыты или закрыты). Если какой-либо параметр не соответствует допустимому значению, происходит зажигание соответственного светодиода, отключение ключей ключевой схемы и включение электромеханического тормоза. Если все значения параметров удовлетворяют нормам, то ожидается нажатие кнопки «Пуск», после чего включаются ключи и отключается электромеханический тормоз. Система переходит в ожидание нажатия кнопки «Стоп» и одновременно происходит контролирование входных параметров. После нажатия кнопки «Стоп» или выхода какого-либо параметра за допустимые нормы, происходит отключение ключей и включение электромеханического тормоза.

В случае выбора автоматического режима работы системы управления электроприводом лифта происходит также опрос датчиков, но без опроса (и игнорирования) состояния блока ручного управления. В данном случае по окончании подпрограммы управление передаётся пульту, установленному в кабине лифта.

После выполнения выбора варианта работы системы управления и отработки всех вышеперечисленных действий происходит самоконтроль системы на нормальную работу. В случае каких-либо неисправностей или несоответствия заданным параметрам происходит аварийное отключение всей системы и включение электромеханического тормоза.