

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) программы «Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующий кафедрой

А. А. Остапенко \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Система автоматического позиционирования солнечной батареи  
(комплексная выпускная квалификационная работа)

Исполнитель

студент группы 241 об  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_

А. Ю. Козырев

Руководитель

доцент, канд. тех. наук

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

А. Н. Рыбалев

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Н. С. Бодруг

Благовещенск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ А. А. Остапенко

(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Козырева Андрея Юрьевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Система автоматического позиционирования солнечной батареи (комплексная выпускная квалификационная работа).

(утверждена приказом от 07.12.2015г. № 2530-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 14 июня 2016 года.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: 1) ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств; 2) Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

1) Статистика использования солнечных энергоустановок;

2) Объект автоматизации;

3) Разработка аппаратной части проектируемой системы.

4) Экологичность и безопасность использования альтернативных источников энергии

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Принципиальная электрическая схема;

Лист 2: Монтажная коробка»;

Лист 3: Монтажная схема блока реле;

Лист 4: Монтажная схема ШУ;

Лист 5: Общий вид ШУ;

Лист 6: Система измерения положения.

6. Дата выдачи задания 7 декабря 2015 года.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалев Андрей Николаевич, доцент, канд. тех. наук.

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): \_\_\_\_\_

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 91 страницу, 38 рисунков, 6 таблиц, 4 формулы, 16 источников.

ПЛК, CODESYS, БИБЛИОТЕКА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ, МОНТАЖНАЯ СХЕМА, СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА, ЭЛЕКТРОПРИВОД, РЕЛЕ, ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ, СПЕЦИФИКАЦИЯ

В работе разработана система автоматического позиционирования солнечной батареи.

Основу методологии разработки составляют большая теоретическая база знаний, полученная в процессе обучения, а также практические навыки, необходимые для реализации данного проекта.

На основании полученных знаний была разработана функциональная схема автоматизации, электрическая принципиальная схема, монтажная схема шкафа управления. Проведен монтаж системы. Она протестирована на работоспособность.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1 Статистика использования солнечных энергоустановок	8
1.1 10 лидеров стран по использованию солнечной энергии	8
1.2 Солнечная энергетика России	12
1.3 Эффективность применения систем слежения	15
2 Объект автоматизации	18
2.1 Промышленно– выпускаемые солнечные энергетические установки	18
2.2 Лабораторная солнечная установка	19
3 Разработка аппаратной части проектируемой системы	22
3.1 Техническое задание	22
3.2 Функциональная схема автоматизации	23
3.3 Структурная схема управления	24
3.4 Выбор управляющей аппаратуры	25
3.4.1 Программируемый логический контроллер	26
3.4.2 Блок коммутации	30
3.4.3 Блок ограничения высоты	31
3.4.4 Электропривод	32
3.4.5 Солнечная батарея	33
3.4.6 Блок контроля направления	33
3.4.7 Датчики положения	34
3.4.8 Блок концевых выключателей	35
3.4.9 Система ручного управления	35
3.5 Измерение параметров электрической энергии солнечной батареи	36
3.6 Принципиальная электрическая схема	38
3.7 Монтажная схема	43
3.8 Монтажная коробка	46
3.9 Схема компоновки ШУ	48
3.10 Разработка системы контроля и измерения положения солнечной батареи	49

3.10.1 Подключение датчиков положения и концевых выключателей	54
3.11 Назначение клеммных и шинных соединителей	55
4 Экологичность и безопасность использования альтернативных источников энергии	58
Заключение	65
Библиографический список	66
Приложение А Техническое задание на разработку	68
Приложение Б Функциональная схема автоматизации	83
Приложение В Структурная схема	84
Приложение Г Принципиальная электрическая схема	85
Приложение Д Монтажная схема	86
Приложение Е Монтажная схема блока реле	87
Приложение Ж Компоновка монтажной коробки	88
Приложение З Общий вид и компоновка ШУ	89
Приложение И Спецификация к компоновочной схеме	91

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе рассматривается разработка системы автоматического позиционирования солнечной батареи.

Проблема использования возобновляемых источников энергии охватывает все части мира. Все страны в той или иной мере уже используют и расширяют применение возобновляемые источники энергии. Формируется международный рынок установок для получения и преобразования возобновляемой энергии, а также ведется работа по созданию Единого Энергетического пространства. Из этих условий, несмотря на специфику каждой страны, наблюдается общая тенденция осуществления взаимосвязей и гармонизации соответствующих законодательств.

Солнечная энергетика — отрасль науки, разрабатывающая теоретические основы, методы и средства использования солнечного излучения или солнечной радиации для получения электрической, тепловой или других видов энергии и использования их в народном хозяйстве.

*Преимущества использования солнечной энергии:*

- экологически чистый и возобновляемый источник энергии;
- свободное применение в местах отсутствия централизованных электросетей;
- снижение себестоимости, так как фотоэлектрические элементы можно разместить на любой пустующей площади, в том числе на крышах и стенах зданий;
- нет необходимости использовать какого-либо вида топлива;
- отсутствие эффекта износа, к которому склонны любые движущие части;
- установка, работающая на основе солнечной энергии, не требует трудоемкого технического обслуживания для поддержания её в рабочем состоянии.

*Факторы развития солнечной энергетики:*

- быстрая окупаемость используемых технологий производства электроэнергии;

- баланс спроса и предложения электроэнергии;
- возможность технологического присоединения к единой системе централизованного энергоснабжения;
- отсутствие выброса загрязняющих веществ в атмосферу.

Существование и развитие общества напрямую зависит от вида производства энергии, которое влияет на природу и окружающую среду человека. Возникает необходимость решения ряда важных вопросов, среди которых поиск и разработка новых технологий выработки тепла и электроэнергии. Так как цена на электроэнергию непрерывно растет, можно говорить о необходимости внедрения возобновляемых источников энергии [1].

# 1 СТАТИСТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

## 1.1 10 лидеров стран по использованию солнечной энергии

С конца 1980х годов продолжался рост производства и продаж солнечных панелей. Из экзотической космической технологии солнечные элементы стали настолько обычными, что их стали использовать для бытовых приборов - калькуляторов, часов и тому подобных, а также начали строить малые и средние электростанции. В 1999 году общая мощность солнечных панелей, установленных в мире, достигла 1 гигаватта. За последующие десять лет последовал настоящий солнечный бум. В 2009 году общая мощность фотовольтаических электростанций мира достигла 23 гигаватт, в 2010 увеличилась всего за год почти вдвое - до 40 гигаватт. На начало 2012 года общая мощность солнечной фотовольтаической энергетики оценивается в 70 гигаватт и, как ожидается, продолжит расти [2].

На рисунке 1 представлен рост общей вырабатываемой мощности.

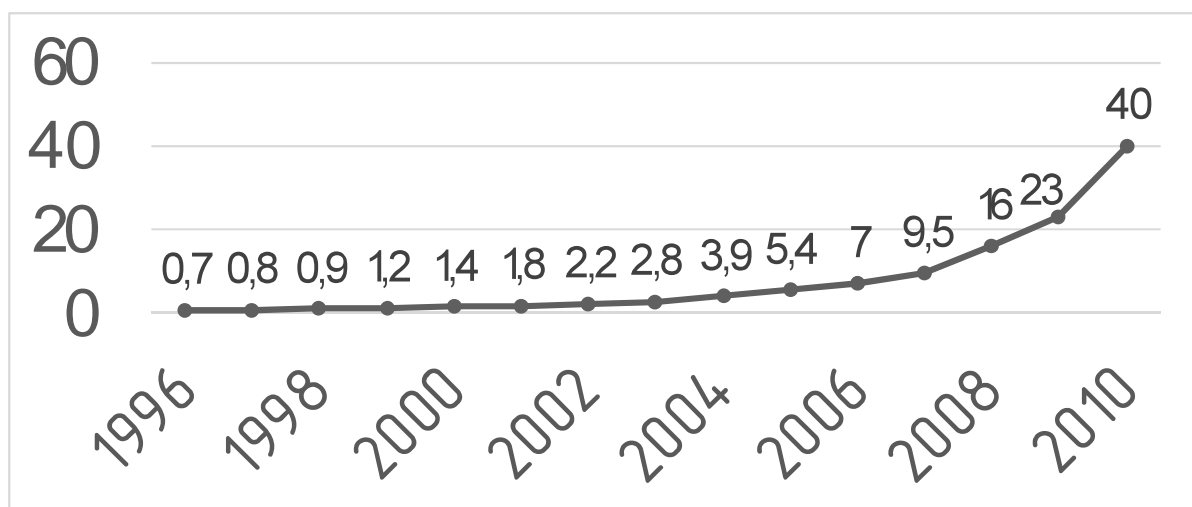


Рисунок 1 – График роста общей вырабатываемой мощности



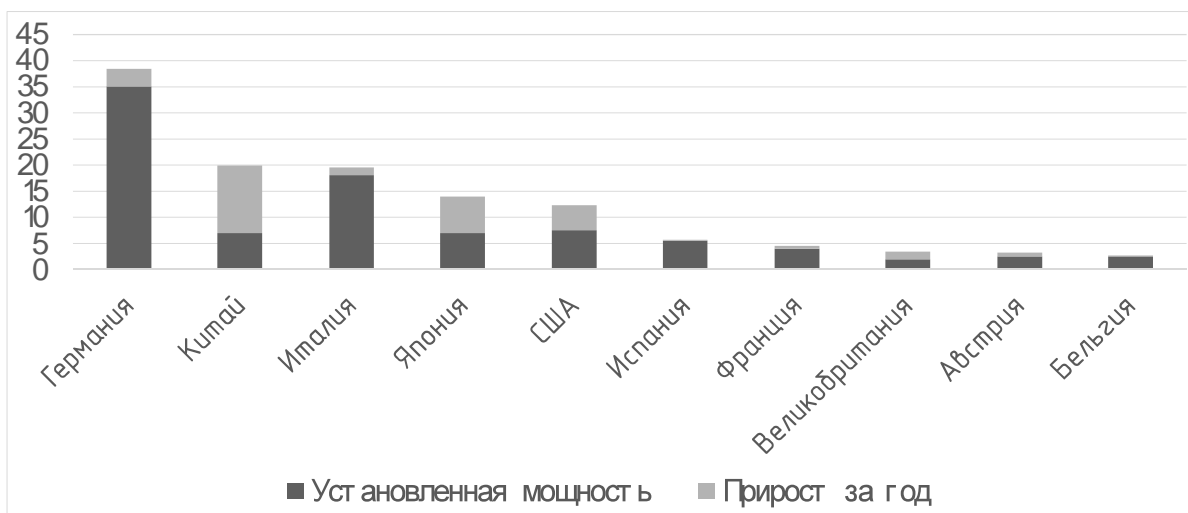


Рисунок 2 – 10 лидеров стран по использованию энергии солнца

### 1. Германия

Установленная мощность: 35,3 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 25,5%.

Германия уже который год является «флагманом» мировой солнечной энергетики, однако в 2013 году рост мощностей в стране был минимальным.

Связано это с сокращением государственных дотаций производителям солнечной энергии. Впрочем, планов к 2050 году вырабатывать 80% потребляемой энергии с помощью возобновляемых источников энергии руководство страны не отменяет. Уникальной особенностью производства солнечной энергии в Германии является то, что 90% всех панелей расположены на крышах домов. Кроме того, половина солнечных электростанций принадлежит частным лицам, а не генерирующим компаниям.

### 2. Китай

Установленная мощность: 19,9 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 14,3%.

В 2013 году Китай совершил настоящий прорыв в использовании солнечной энергетики, заняв первое место в мире по суммарному увеличению мощности (12,9 ГВт). Этого удалось достичь благодаря огромным капиталовложениям в высокотехнологичное производство. Планы руководства КНР на 2015 год еще более амбициозны: довести мощность солнечных электростанций до 35 ГВт.

### *3. Италия*

Установленная мощность: 17,5 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 12,5%

Бум солнечной энергетики в стране начался в 2003 году. Ежегодные дотации в эту отрасль доходили до 10 млрд евро, что делало их самыми большими в мире. С 2005 по 2010 год в Италии законодательно субсидировалась электроэнергия, вырабатываемая с помощью солнечных станций. В последний год темпы роста существенно снизились, но Италия по-прежнему остается одним из главных производителей солнечной энергии, обеспечивая с ее помощью 7% потребностей страны в электроэнергии.

### *4. Япония*

Установленная мощность: 13,5 ГВт

Доля в общемировой солнечной генерации: 9,7%

После аварии на АЭС Фукусима Япония взяла курс на развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В 2011 году был принят закон, по которому энергетические компании обязали в течение 20 лет закупать электричество, полученное с помощью ВИЭ. К 2020 году в планах Страны восходящего солнца довести мощность солнечных электростанций до 28 ГВт.

### *5. США*

Установленная мощность: 12,2 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 8,7%.

США являются лидером в области финансирования исследований солнечной энергии. Кроме того, производители электроэнергии из ВИЭ пользуются широкой государственной поддержкой. Согласно оценкам Министерства энергетики США, на солнечную энергию к 2050 году будет приходиться 27% всей вырабатываемой страной электроэнергии (сейчас 1%).

### *6. Испания*

Установленная мощность: 5,3 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 3,8%.

Отличные погодные условия и щедрые государственные субсидии сделали Испанию одной из самых привлекательных стран Европы в плане развития солнечной энергетики. Сейчас на ее долю приходится 3% всей потребляемой в стране электроэнергии. Впрочем, в последние годы рост мощностей солнечных электростанций сильно замедлился из-за снижения правительственной поддержки и неблагоприятной экономической ситуации в стране.

#### *7. Франция*

Установленная мощность: 4,6 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 3,3%.

Большинство солнечной энергии во Франции производится на небольших установках, подключенных к электрической сети. Согласно Национальному плану развития ВИЭ Франция к 2015 году планировала довести мощность солнечных электростанций до 3000 МВт и к 2020 году до 5400 МВт. Первая часть задуманного была с успехом реализована еще в 2012 году.

#### *8. Великобритания*

Установленная мощность: 3,4 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 2,4%.

Великобритания является одной из немногих стран Европы, которая за последний год увеличила темпы развития солнечной энергетики. В 2014 году в стране была принята «Стратегия развития солнечной энергетики», по которой к 2020 году планируется довести мощность солнечных электростанций до 20 ГВт.

#### *9. Австралия*

Установленная мощность: 3,2 ГВт.

Доля в общемировой солнечной генерации: 2,3%. Несмотря на благоприятные для развития солнечной энергетики климатические условия, в Австралии она находится в зачаточном состоянии. Первая солнечная электростанция промышленных масштабов начала работу лишь в 2011 году. Однако в последние годы благодаря государственной поддержке солнечная энергетика в стране развивается быстрыми темпами.

## *10. Бельгия*

Установленная мощность: 2,8 ГВт.

Доля в общемировой генерации: 2%.

В планах Бельгии к 2025 году полностью отказаться от ядерной энергии, сосредоточившись на возобновляемых источниках. Большая роль в этом отводится развитию солнечной энергетики [3].

### **1.2 Солнечная энергетика России**

Россия - северная страна, где возможности использования солнечной энергии естественным образом ограничены. Тем не менее стоит задуматься о том, что в соседнем Европейском Союзе в 2010 году солнечные панели обеспечили 22,5 тераватт-часов энергии, причем лидерами солнечной энергетики в ЕС являются не самые солнечные Германия, Бельгия и Чехия. Солнечные батареи можно и нужно использовать в России и особенно в южных регионах.

По данным Института Энергетической стратегии, теоретический потенциал солнечной энергетики в России составляет более 2300 млрд. тонн условного топлива, экономический потенциал – 12,5 млн. т.у.т. Потенциал солнечной энергии, поступающей на территорию России в течение трех дней, превышает энергию всего годового производства электроэнергии в нашей стране. Ввиду расположения России (между 41 и 82 градусами северной широты) уровень солнечной радиации существенно варьируется: от 810 кВт-час/м<sup>2</sup> в год в отдаленных северных районах до 1400 кВт-час/м<sup>2</sup> в год в южных районах. На уровень солнечной радиации оказывают влияние и большие сезонные колебания: на ширине 55 градусов солнечная радиация в январе составляет 1,69 кВт-час/м<sup>2</sup>, а в июле – 11,41 кВт-час/м<sup>2</sup> в день.

Потенциал солнечной энергии наиболее велик на юго-западе (Северный Кавказ, район Черного и Каспийского морей) и в Южной Сибири, и на Дальнем Востоке.

Наиболее перспективные регионы в плане использования солнечной энергетики: Калмыкия, Ставропольский край, Ростовская область, Краснодар-

ский край, Волгоградская область, Астраханская область и другие регионы на юго-западе, Алтай, Приморье, Читинская область, Бурятия и другие регионы на юго-востоке. Причем некоторые районы Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока превосходит уровень солнечной радиации южных регионов. Так, например, в Иркутске (52 градуса северной широты) уровень солнечной радиации достигает 1340 кВт-час/м<sup>2</sup>, тогда как в Республике Якутия-Саха (62 градуса северной широты) данный показатель равен 1290 кВт-час/м<sup>2</sup>.<sup>5</sup>

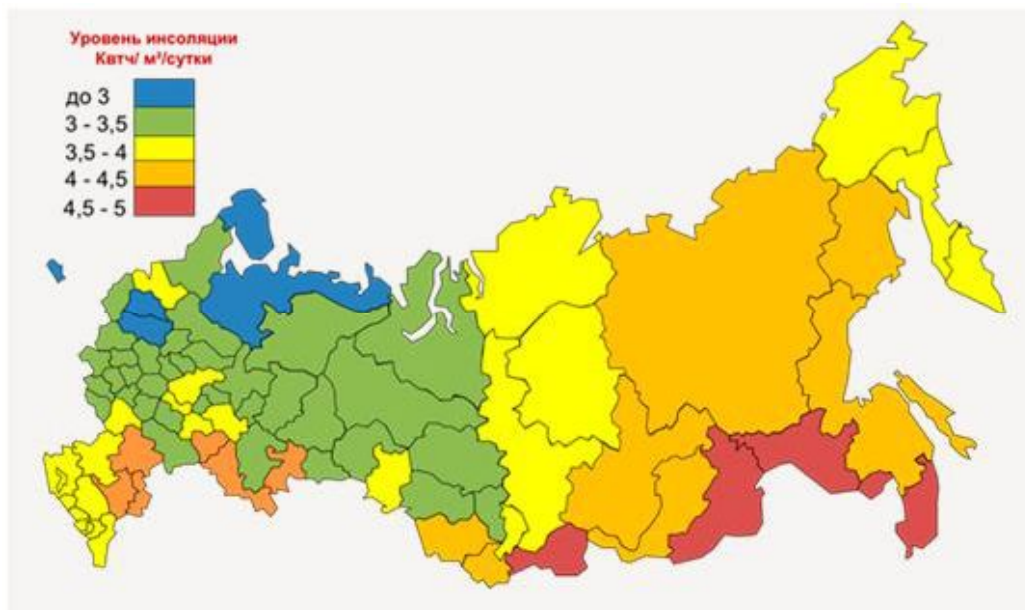


Рисунок 3 – Потенциал солнечной энергетики в России

В настоящее время Россия обладает передовыми технологиями по преобразованию солнечной энергии в электрическую. Есть ряд предприятий и организаций, которые разработали и совершенствуют технологии фотоэлектрических преобразователей: как на кремниевых, так и на многопереходных структурах.

По разным оценкам, на данный момент в России суммарный объем введенных мощностей солнечной генерации составляет не более 5 МВт, большая часть из которых приходится на домохозяйства. Самым крупным промышленным объектом в российской солнечной энергетике на 2010 год является солнечная электростанция в Белгородской области мощностью 100 кВт (для сравнения, самая крупнейшая солнечная электростанция в мире располагается в Канаде мощностью 80000 кВт).

Развитие солнечной энергетики в России обусловлено рядом факторов:

1) *климатические условия*: данный фактор влияет не только на год достижения сетевого паритета, но и на выбор той технологии солнечной установки, которая наилучшим образом подходит для конкретного региона;

2) *государственная поддержка*: наличие законодательно установленных экономических стимулов солнечной энергетики оказывает решающее значение на ее развитие. Среди видов государственной поддержки, успешно применяющихся в ряде стран Европы и США, можно выделить: льготный тариф для солнечные электростанции, субсидии на строительство солнечных электростанций, различные варианты налоговых льгот, компенсация части расходов по обслуживанию кредитов на приобретение солнечных установок;

3) *стоимость СЭУ (солнечные энергетические установки)*: сегодня солнечные электростанции являются одной из наиболее дорогих используемых технологий производства электроэнергии. Однако по мере снижения стоимости 1 кВт\*ч выработанной электроэнергии солнечная энергетика становится конкурентоспособной. От снижения стоимости 1Вт установленной мощности СЭУ (~3000\$ в 2010 году) зависит спрос на СЭУ. Снижение стоимости достигается за счет повышения КПД, снижения технологических затрат и снижения рентабельности производства (влияние конкуренции). Потенциал снижения стоимости 1 кВт мощности зависит от технологии и лежит в диапазоне от 5% до 15% в год;

4) *экологические нормы*: на рынок солнечной энергетики положительно может повлиять ужесточение экологических норм (ограничений и штрафов) вследствие возможного пересмотра Киотского протокола. Совершенствование механизмов продажи квот на выбросы может дать новый экономический стимул для рынка СЭУ;

5) *баланс спроса и предложения электроэнергии*: реализация существующих амбициозных планов по строительству и реконструкции генерирую-

щих и электросетевых мощностей компаний, выделившихся из РАО «ЕЭС России» в ходе реформы отрасли, существенно увеличит предложение электроэнергии и может усилить давление на цену на оптовом рынке. Однако выбытие старых мощностей и одновременное повышение спроса повлечет за собой увеличение цены;

б) *наличие проблем с технологическим присоединением*: задержки с выполнением заявок на технологическое присоединение к централизованной системе электроснабжения являются стимулом к переходу к альтернативным источникам энергии, в том числе к СЭУ. Такие задержки определяются как объективной нехваткой мощностей, так и неэффективностью организации технологического присоединения сетевыми компаниями или недостатком финансирования технологического присоединения из тарифа;

7) *инициативы местных властей*: региональные и муниципальные органы управления могут реализовывать собственные программы по развитию солнечной энергетики или, более широко, возобновляемых/нетрадиционных источников энергии. Сегодня такие программы уже реализуются в Красноярском и Краснодарском краях, Республике Бурятия и других;

8) *развитие собственного производства*: российское производство СЭУ может оказать положительное влияние на развитие российского потребления солнечной энергетики. Во-первых, благодаря собственному производству усиливается общая осведомленность населения о наличии солнечных технологий и их популярность. Во-вторых, снижается стоимость СЭУ для конечных потребителей за счет снижения промежуточных звеньев дистрибьюторской цепи и за счет снижения транспортной составляющей [4].

### **1.3 Эффективность применения систем слежения**

На основе анализа работы солнечных батарей в Сибири и Дальнего Востока проведены исследования приходящей солнечной радиации и модель работы солнечной батареи с применением различных способов слежения. На их основе определена эффективность применения систем слежения для солнечных энергоустановок для городов России, которая изображена на рисунке 4.

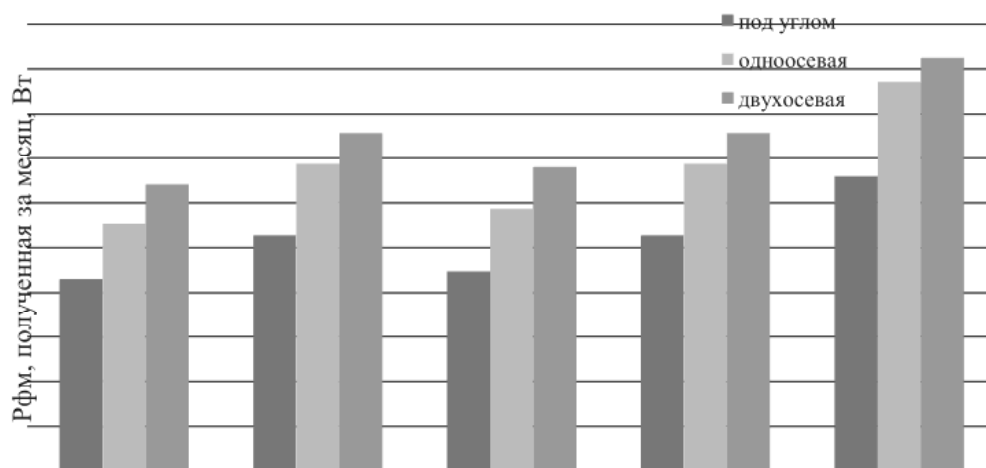


Рисунок 4 – Эффективность применения систем слежения в разных городах России

Исследования показали, что применение однокоординатного слежения позволит увеличить эффективность отбора мощности на 30%, а двухкоординатного на 40%.

На рисунках 5 и 6 приведены результаты исследования двух- и одноосевой систем, солнечной батареи установленной под углом горизонту и лежащую горизонтально в течении суток.



Рисунок 5 – График зависимостей вырабатываемой мощности солнечной батареи: расположенной горизонтально, с применением систем слежения и установленной под углом к горизонту (июль).



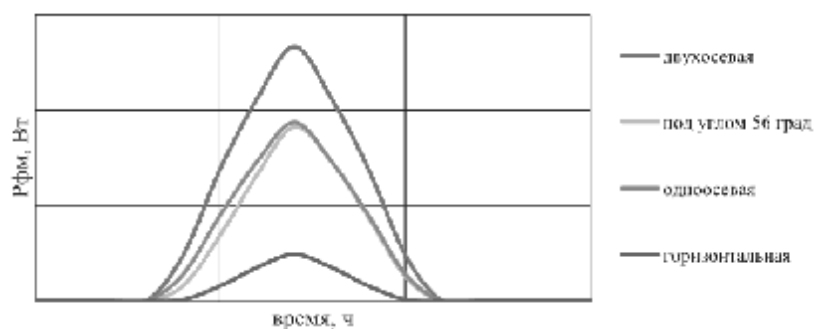


Рисунок 6 – График зависимостей вырабатываемой мощности солнечной батареи: расположенной горизонтально, с применением систем слежения и установленной под углом к горизонту (декабрь).

Из рисунка 5 видно, что значительный выигрыш по сбору мощности летом относительно горизонтально расположенной солнечной батареи наблюдается при использовании систем слежения. Разница в выработанной мощности небольшая, двухосная система позволяет собрать больше мощности в утренние и вечерние часы. Выигрыш при использовании систем слежения относительно стационарной солнечной батареи, закрепленной под углом к горизонту, составит порядка 50%.

Из рисунка 6 видно, что максимальный выигрыш по сбору мощности зимой относительно горизонтально расположенной солнечной батареи наблюдается при использовании двухосной системы, сбор мощности увеличивается в 4 раза. Разницы между использованием следящей однокоординатной и стационарно установленной под углом (равным широте) к горизонту систем практически не наблюдается, но их использование позволяет увеличить сбор мощности относительно горизонтальной в 2,5 раза.

## 2 ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

### 2.1 Промыленно–выпускаемые солнечные энергетические установки

Все существующие на сегодняшний день виды солнечных батарей можно условно подразделить на следующие классы:

- батарея маломощная – предназначена для зарядки таких гаджетов, как мобильный телефон и КПК, а также негабаритной техники;
- батарея универсальная – предназначена для питания электроники «в полевых условиях», обычно пользуется популярностью у туристов;
- панель солнечных элементов – набор фотопластин на подложке, является основным элементов солнечных устройств широкого спектра.

В зависимости от того, каким образом организованы атомы кремния в кристалле, солнечные элементы делятся на виды:

- солнечные элементы из монокристаллического кремния;
- солнечные элементы из поликристаллического кремния;
- солнечные элементы из аморфного кремния.

Солнечные элементы из монокристаллического кремния имеют КПД 15-20%. Монокристаллические элементы имеют наивысшую эффективность преобразования энергии. Основным материалом – крайне чистый кремний, из которого изготовлены монокристаллические солнечные панели, хорошо освоены в области производства полупроводников. Кремниевый монокристалл растет на семени, которое медленно вытягивается из кремниевого расплава. Стержни, полученные таким путем, режутся на части толщиной от 0,2 до 0,4 мм.

Затем эти диски подвергаются ряду производственных операций, таких как:

- обтачивание, шлифовка и очистка;
- нанесение защитных покрытий;
- металлизация;
- антирефлексионное покрытие.

Солнечные элементы из поликристаллического кремния имеют КПД 10-14%. Поликристаллический кремний развивается, когда кремниевый расплав

охлаждается медленно и находится под контролем. При производстве поликристаллических панелей операция вытягивания опускается, оно менее энергоемкое и значительно дешевле. Однако внутри кристалла поликристаллического кремния имеются области, отделенные зернистыми границами, вызывающие меньшую эффективность элементов.

Солнечные элементы из аморфного кремния имеют КПД 5-6%. Аморфный кремний получается при помощи «техники испарительной фазы», когда тонкая пленка кремния осаждается на несущий материал и защищается покрытием. Эта технология имеет ряд недостатков и преимуществ:

- процесс производства солнечных панелей на основе аморфного кремния относительно простой и недорогой;
- возможно производство элементов большой площади;
- низкое энергопотребление.

Однако:

- эффективность преобразования значительно ниже, чем в кристаллических элементах;
- элементы подвержены процессу деградации [2].

## **2.2 Лабораторная солнечная установка**

В состав лабораторной солнечной энергоустановки, общий вид которой представлен на рисунке 7, входит:

1. Солнечная батарея (10Вт);
2. Электропривод;
3. Каркас.



Рисунок 7 – Общий вид лабораторной солнечной энергоустановки

Солнечная батарея состоит из кремниевой пластины сверху которой нанесено небольшое количество бора и фосфора. В слое кремния с добавками фосфора возникают свободные электроны, а в слое кремния с добавками бора – отсутствующие электроны. Когда на солнечную батарею попадает квант света в ней начинается движение частиц из одного слоя в другой, то есть возникает электрический ток. При направленном солнечном свете электричество собирается в каждой точке кремниевой пластинки, чтобы вывести ток на пластинках расположены каналы, по которым бежит электричество.

Солнечная батарея построена с использованием защитного стекла, которое пропускает ультрафиолетовые лучи. Корпус изготовлен из алюминиевого каркаса, что обеспечивает достаточную прочность и легкость установки, а также более низкую стоимость монтажа конструкции.

Он обладает такими преимуществами, как:

- простая установка;

- использование на открытом воздухе;
- устойчивость к коррозии и влажности;
- защита от воды и пыли.

Применение двухосевой системы слежения позволяет увеличить эффективность отбора мощности солнечной батареи на 40%, а также увеличивает вырабатываемую мощность солнечной батареи на 7 - 10 %.

Каркас выполнен из толстого слоя металла для обеспечения жесткости и устойчивости конструкции.

## 3 РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

### 3.1 Техническое задание

Техническое задание разрабатывается согласно требованиям ГОСТ-34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» [5]. Текст технического задания приводится в приложении А.

В разделе технического задания, «Общие сведения», указано:

1. Полное наименование системы;
2. Наименование разработчика и заказчика системы и их реквизиты;
3. Перечень документов, на основании которых создается система;
4. Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы;
5. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы (ее частей), по изготовлению и наладке отдельных средств (технических, программных, информационных) и программно-технических (программно-методических) комплексов системы.

В разделе «Назначение системы» указано назначение системы и цель ее создания.

В разделе «Характеристики объекта автоматизации» приводятся:

1. Краткие сведения об объекте автоматизации;
2. Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации и характеристиках окружающей среды.

Раздел «Требования к системе» состоит из следующих подразделов:

1. Требования к системе в целом;
2. Требования к видам обеспечения.

Раздел «Состав и содержание работ по созданию системы» содержит перечень стадий и этапов работ по созданию системы в соответствии с ГОСТ 24.601.

В разделе «Порядок контроля и приемки системы» указано:

1. Виды, состав, объем и методы испытаний системы;
2. Общие требования к приемке работ по стадиям;

### 3. Статус приемочной комиссии.

В разделе «Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие» приводится перечень основных мероприятий, которые следует выполнить при подготовке объекта автоматизации к вводу АС в действие.

В разделе «Требования к документированию» приводится согласованный разработчиком и заказчиком системы перечень подлежащих разработке технической, программной и экономической частей.

В разделе «Источники разработки» перечислены документы и информационные материалы, на основании которых разрабатывалось ТЗ и которые должны быть использованы при создании системы.

### **3.2 Функциональная схема автоматизации**

На функциональной схеме автоматизации изображена солнечная энергоустановка с необходимыми, для выполнения поставленной задачи, датчиками, а также шкаф управления в составе которого находится ПЛК 73 и другие элементы цепи, описанные ниже. Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Б.

На схеме присутствуют следующие обозначения:

NS – переключатель электрических цепей;

Н - ручное управление;

SB1-SB4 – кнопки управления электроприводами;

NS – устройство коммутации;

K1-K4 – промежуточные реле;

SA1 – переключатель;

GS – концевой выключатель;

GE – датчик положения;

EE – электрический сигнал напряжения;

AI – аналоговый вход ПЛК;

DI – дискретный вход ПЛК;

DO – дискретный выход ПЛК.

Датчики GS в нашем случае встроены в корпус электроприводов, сигналы с них поступают на дискретные входы контроллера. Они предназначены для автоматического отключения электроприводов при достижении крайнего положения, чтобы избежать перегрузки. Датчики GE располагаются на электроприводах, он преобразует перемещение привода в последовательность импульсов, поступающих на дискретный вход ПЛК. Электрические сигналы, пропорциональные вырабатываемому напряжению батареи и току нагрузки, поступают на аналоговые входы контроллера. ПЛК с помощью дискретных выходов управляет приводами, посылая сигналы на переключатель, и если тот включен в положение автоматического управления, то сигналы идут на устройства коммутации.

### 3.3 Структурная схема системы управления

Для общего восприятия системы управления разработана структурная схема, представленная на рисунке 8 и в приложении В.

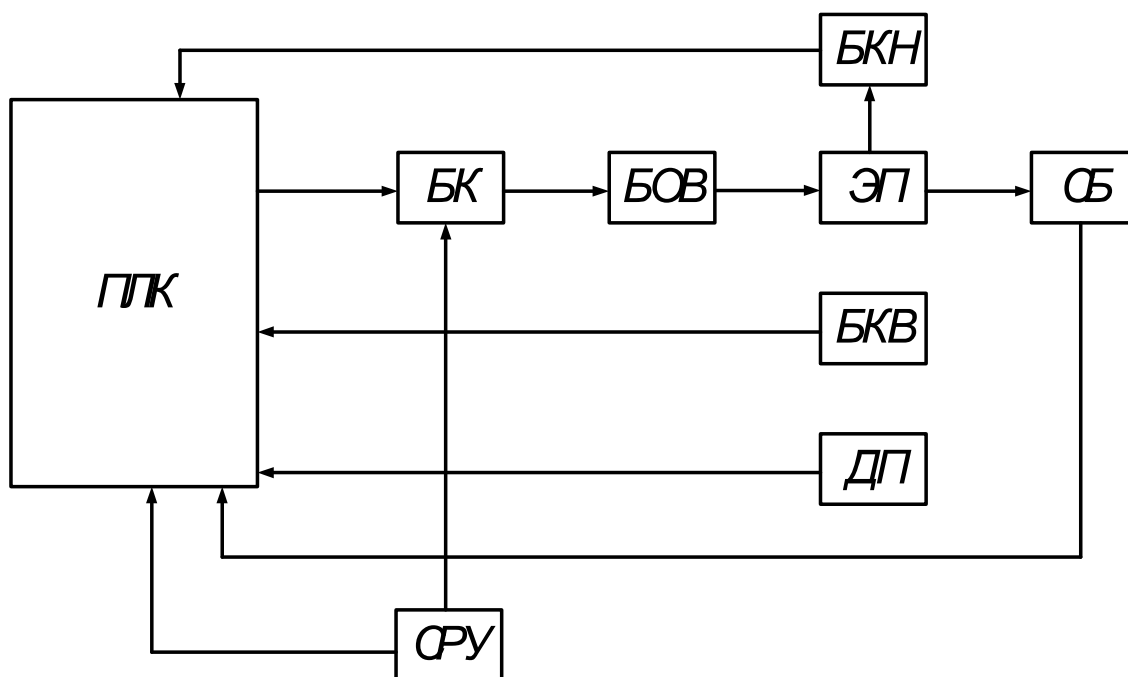


Рисунок 8 – Структурная схема системы управления

На схеме присутствуют следующие обозначения:

ПЛК – программируемый логический контроллер;

БК – блок коммутации;

БОВ – блок ограничения высоты;



ЭП – электроприводы;  
СБ – солнечная батарея;  
БКН – блок контроля направления;  
БКВ – блок концевых выключателей;  
ДП – датчики положения;  
СРУ – система ручного управления.

Контроллер управляет электроприводами с помощью блока коммутации и блока ограничения высоты. На дискретные входы ПЛК поступают сигналы с датчиков положения, блока концевых выключателей, блока контроля направления. Сигнал с солнечной батареи и системы ручного управления приходит на аналоговые входы контроллера.

### **3.4 Выбор управляющей аппаратуры**

После разработки структурной и функциональной схем автоматизации стало известно, какое оборудование необходимо для реализации системы. Основными элементами системы управления являются ПЛК и электроприводы. Для системы контроля и измерения положения солнечной батареи понадобятся датчики положения, концевые выключатели и т.д. Далее представлено все необходимое оборудование их марки и характеристики.

#### **3.4.1 Программируемый логический контроллер**

В качестве контроллера выбран ПЛК73, у которого понадобятся 4 дискретных выхода, 9 дискретных входов, но так как у данного контроллера всего 8 дискретных входов, будем использовать дополнительный аналоговый вход, и того будет использовано 3 аналоговых входов. Так же для реализации системы будет использован встроенный АЦП и часы реального времени.

Выбранный контроллер предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в том числе железнодорожном, в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства.

Логика работы ПЛК73 определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys 2.3.

Контроллер может быть использован как:

- специализированное устройство управления выделенным локализованным объектом;
- устройство мониторинга локализованного объекта в составе комплексной информационной сети;
- специализированное устройство управления и мониторинга группой локализованных объектов в составе комплексной информационной сети.

В контроллере реализованы следующие функции:

- выполнение пользовательской программы работы контроллера (созданной в среде «CoDeSys 2.3»);
- снятие измеренных значений со встроенных аналоговых и дискретных входов с последующей передачей их в пользовательскую программу;
- управление встроенными ВУ контроллера из пользовательской программы;
- расширение количества выходных устройств с использованием модуля MP1, подключаемого к контроллеру по специальному интерфейсу;
- обмен данными по интерфейсам RS-485 и RS-232;
- отображение символьных данных, формируемых в пользовательской программе, на ЖКИ;
- отображение прочих данных, формируемых в пользовательской программе, на шести встроенных светодиодах;
- отсчет реального времени встроенными часами с автономным источником питания;
- настройка параметров функционирования встроенных входов, выходов и прочего периферийного оборудования контроллера и сохранение значений конфигурационных параметров в энергонезависимой памяти
- изменение значений конфигурационных параметров контроллера на

ЖКИ с помощью встроенной клавиатуры;

- изменение значений параметров из среды программирования CoDeSys.

Основные функциональные возможности:

- четырехстрочный знакосинтезирующий дисплей.

- наличие дискретных входов/выходов на борту.

- платы расширения интерфейсов RS-485, RS-232.

- бесплатная библиотека функциональных блоков:

- разработки ОВЕН: ПИД-регулятор с автонастройкой, блок управления

3-позиционными задвижками и другие;

- стандартные библиотеки CODESYS.

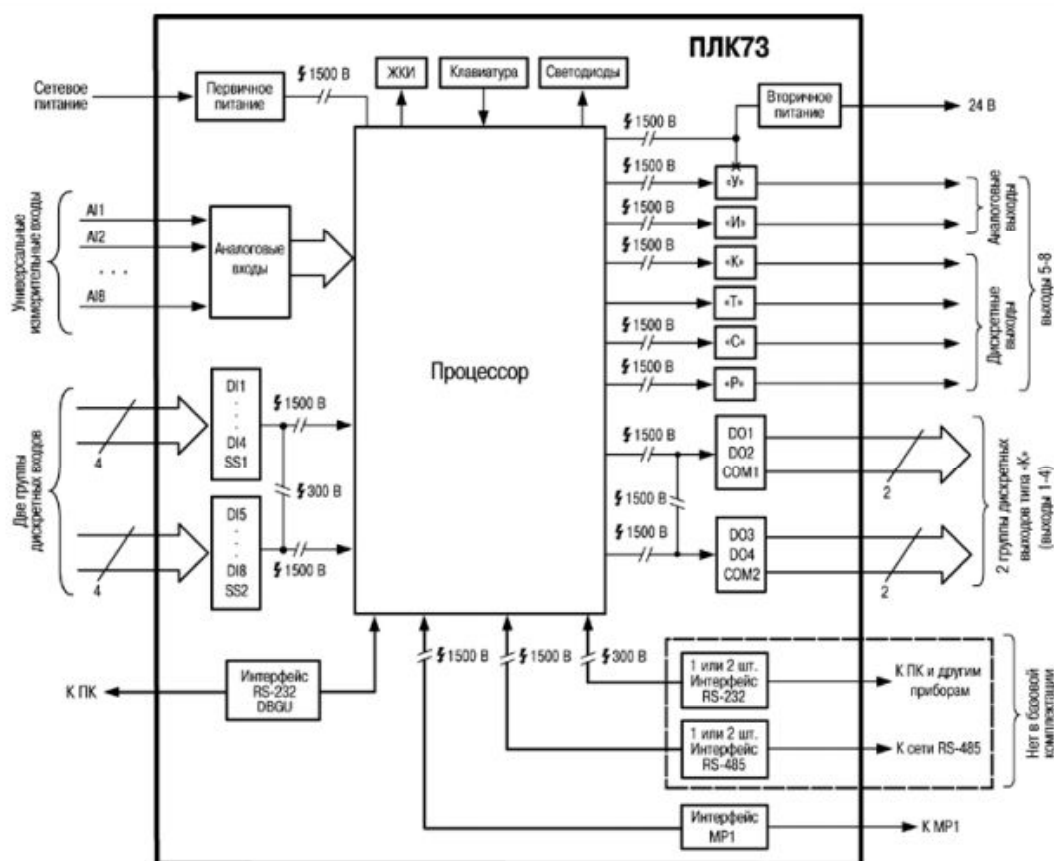
- возможность расширения путем подключения модулей ввода/вывода.

- увеличение количества дискретных выходов путем подключения модуля

ОВЕН MP1.

- встроенные часы реального времени.

- щитовой корпус.



## Рисунок 9 – Функциональная схема ПЛК 73

Контроллер ПЛК73 изготавливается в сборном пластмассовом корпусе, предназначенном для крепления на щит управления.

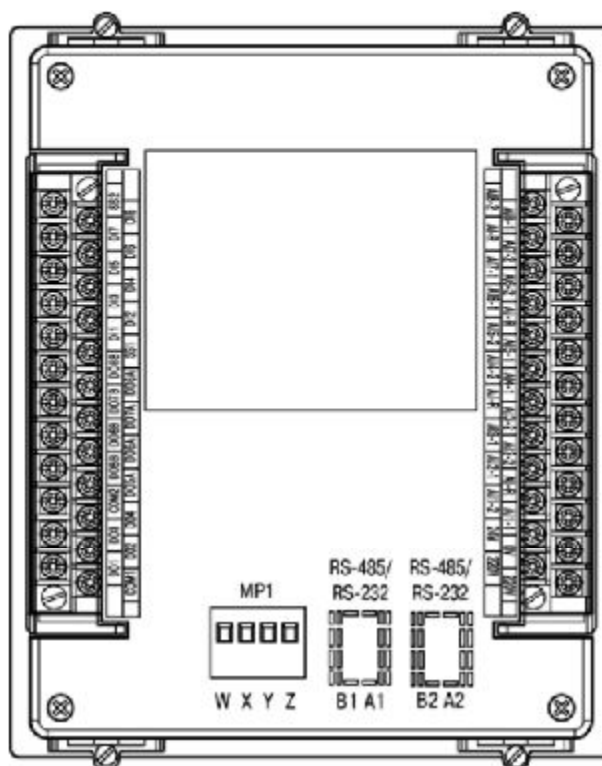
На рисунке 10 представлен общий вид контроллера ПЛК73, приведены разъемные соединения, элементы индикации и управления.



а) верхняя стенка корпуса



б) лицевая панель корпуса



в) задняя стенка корпуса

Рисунок 10 – Контроллер ПЛК73

На лицевой (передней) панели корпуса расположены элементы индикации и управления (см. рисунок 10 б), на верхней и нижней стенках корпуса расположены защелки крепления прибора на щит управления. На верхней и задней стенках корпуса рационально (удобно для пользования) размещены разъемные соединения контроллера, через которые осуществляется подключение всех внешних связей.

На верхней стенке корпуса располагаются:

- порт интерфейса RS-232 DBGU, предназначенный для связи со средой CoDeSys и программой тиражирования, а также для обновления встроенного программного обеспечения контроллера;

- движковый DIP-переключатель, используемый только при обновлении встроенного программного обеспечения контроллера, может быть заклеен наклейкой.

На задней стенке корпуса располагаются:

- клеммные колодки для подсоединения цепей питания (сети), клеммы

встроенного источника питания 24 В (выходное напряжение), который может быть использован для питания активных аналоговых датчиков, дискретных входов, аналоговых выходов;

- клеммные колодки для подсоединения восьми аналоговых входов;
- клеммные колодки для подсоединения восьми выходов;
- клеммные колодки для подключения восьми дискретных датчиков (входов);
- съемная клеммная колодка для подключения прибора MP1;

Контроллер имеет встроенные аппаратные часы реального времени, питающиеся от автономного источника питания [6].

### 3.4.2 Блок коммутации

Для обеспечения движения электроприводов в ручном и автоматическом режиме необходимы реле. Выбранные реле рассчитаны на напряжение 24В. Необходимо 4 реле, два из которых для управления первым электроприводом для движения вперед и назад, вторая пара реле - для второго электропривода.

Для питания катушек реле выбран источник питания фирмы Weidmueller, марки CP SNT 12W 24V 0.5A.

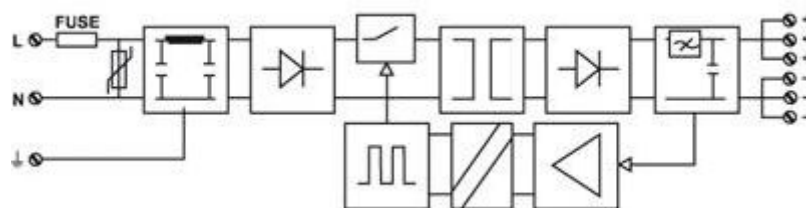


Рисунок 11 – Схема блока питания CP SNT 12W 24V 0.5A

Таблица 1 - Характеристики источника питания CP SNT 12W 24V 0.5A

Входное напряжение (Тип входного напряжения)	Входной ток	Выходное напряжение	Выходной ток	Тип выходного напряжения	Выходная мощность

Продолжение таблицы 1

85...265 V AC, 120...300 V DC	260 mA при 115V AC; 180 mA при 230V AC	24V	0,5A	DC	12W
--	--	-----	------	----	-----

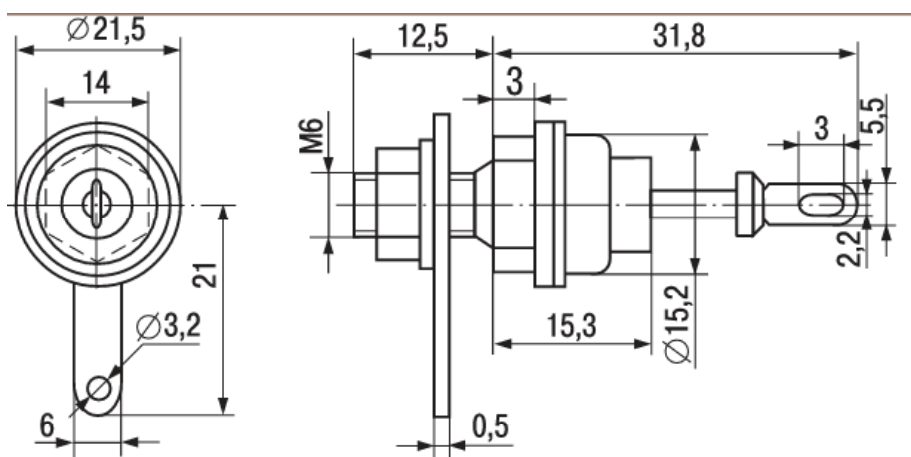
### 3.4.3 Блок ограничения высоты

Так как конструкция ограничивает поворот солнечной батареи вокруг горизонтальной оси величиной 90 градусов, необходимо использовать блок ограничения высоты, для его реализации понадобится реле 12В и выпрямительный диод, задачей которого будет пропускание тока в одну сторону и препятствованию прохождения его в обратном направлении. Блок ограничения высоты будет располагаться в специальной коробке, расположенной на конструкции у основания солнечной батареи

Для данной цели выбран диод выпрямительный марки Д243А характеристики которого представлены в таблице 2, а его схема на рисунке 12.

Таблица 2 – Характеристики выпрямительного диода Д243А

Uпр В,(при Iпр А)	Iобр mA, не более (при Uобр В)	Uобр max, В	Iпр max, А	fд max, кГц	T, °C
1(10)	3(200)	200	10	1,1	-60 +130



## Рисунок 12 – Схема выпрямительного диода Д243А

### 3.4.4 Электропривод

Рабочим органом в системе позиционирования является электропривод. Для реализации разрабатываемой системы автоматического позиционирования солнечной батареи используется электропривод от производителя ECO-WORTHY, общий вид и габаритные размеры которого представлены на рисунке 13.

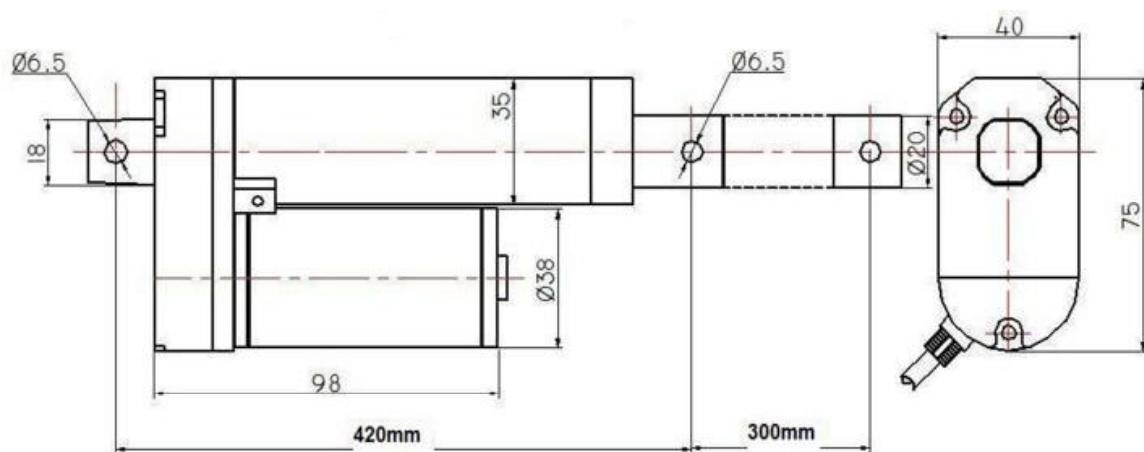


Рисунок 13 - Общий вид и габаритные размеры электропривода  
ECO-WORTHY

Данный электропривод широко используется в ряде отраслей промышленности, таких как: электроэнергетика, машиностроение, металлургия, нефтяная и химическая промышленность, транспорт, строительство, пищевая и перерабатывающая промышленность и так далее. Он обладает такими преимуществами, как:

- легкий вес и компактные размеры;
- простая установка;
- низкий уровень шума;
- высокая жесткость;
- защита от воды и пыли [4].

Более подробные характеристики электропривода приведены в таблице 3.  
Таблица 3 – Технические характеристики электропривода от производителя ECO-WORTHY



Тип	
Длина хода, мм	300
Напряжение, В	12
Минимальное установочное расстояние, мм	405
Скорость холостого хода, мм/сек	300
Номинальный ток (холостого хода), А	0.8
Минимальный ток, А	0.8
Максимальный ток, А	3
Максимальная нагрузка, кг	150
Рабочий цикл	15% (Остановка в течение 17 минут после непрерывной работы 3 минуты)
Концевой выключатель	Встроенный в корпус
Рабочая температура, °С	-25 – 65
Класс защиты	IP54

#### 3.4.5 Солнечная батарея

Мощность выбранной солнечной батареи составляет всего 10Вт, но так как задачей является разработка системы автоматического управления солнечной батареей, то мощность и размеры батареи не важны.

#### 3.4.6 Блок контроля направления

Для определения направления движения приводов были выбраны реле марки WRS2 12/24 VDC, они обладают достаточным количеством контактов, так как электроприводы работают при напряжении 12В, а реле в схеме устанавливаются в этой цепи, то и напряжение, на которое рассчитано реле, тоже должно быть 12В. Выбранные реле соответствуют необходимым параметрам, его характеристики представлены в таблице 4.

Особенностью выбранного реле является срабатывание только в том случае, когда плюс питания приходит на контакт А1, а минус на А2. Принципиальная схема данного реле показана на рисунке 14.

Таблица 4 - Основные характеристики релейного модуля WRS2 12/24 VDC

Входное напряжение	Входной ток	Рабочее напряжение	Рабочий ток AC
12/24 Vdc	20 mAdc	макс. 250 Vdc	макс 5 А

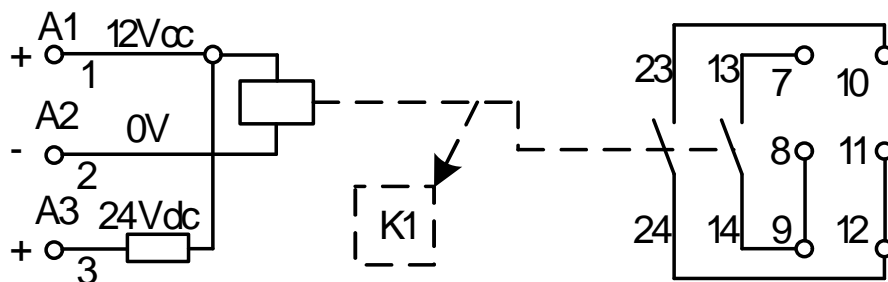


Рисунок 14 – принципиальная схема релейного модуля WRS2 12/24 VDC

### 3.4.7 Датчики положения

Для системы определения положения солнечной батареи, в качестве средства измерения, предназначенного для выработки импульсного сигнала выбраны бесконтактные индуктивные датчики марки LA12M – 5P1. Характеристики, принципиальная схема и габаритные размеры которых представлены ниже.

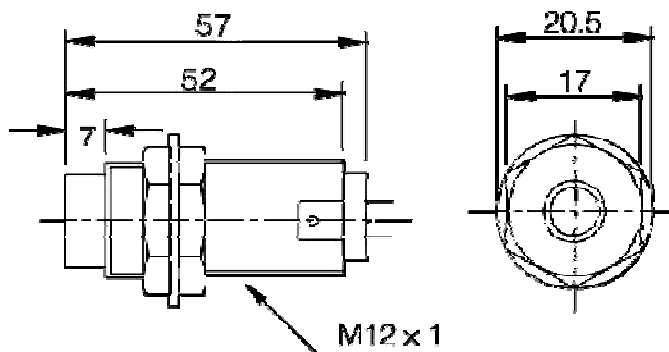


Рисунок 15 – Габаритный размеры индуктивного датчика LA12M – 5P1

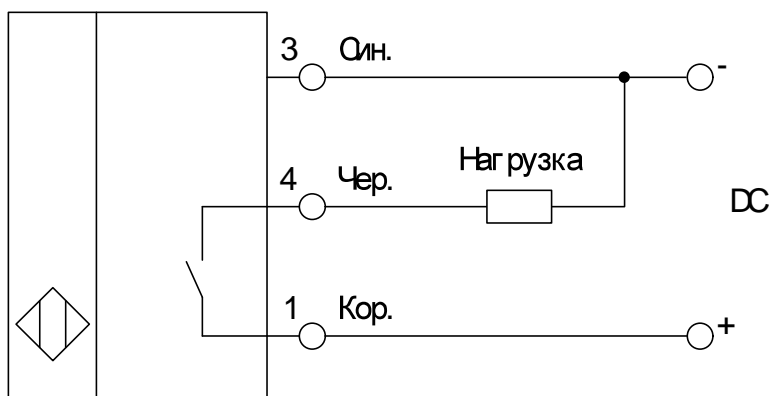


Рисунок 16 – Принципиальная схема индуктивного датчика LA12M – 5P1

Таблица 5 – Характеристики индуктивного датчика LA12M– 5P1

Схема подключения	Коммутация срабатывания	Номинальное расстояние срабатывания	Номинальная частота срабатывания (DC/AC)
PNP	НО	5 мм±15%	0,4 КГц/25Гц

Продолжение таблицы 4

Диапазон рабочих температур	Ином.	Диапазон Упит.
-25...+60 С	200 mA	DC 6...36 В

### 3.4.8 Блок концевых выключателей

В качестве концевых выключателей выбраны герконы. Геркон – это электромеханические устройства, представляющие собой два ферромагнитных контакта, запаянные в герметичную стеклянную колбу. Принципиальная схема геркона представлена на рисунке 17.

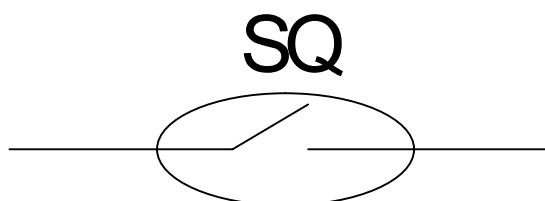


Рисунок 17 – Принципиальная схема геркона

### 3.4.9 Система ручного управления

Система ручного управления необходима для возможности ручной настройки, снятия характеристик вырабатываемого напряжения в зависимости от положения солнечной батареи, тестирования и т.д.

## 3.5 Измерение параметров электрической энергии солнечной батареи

Для измерения параметров электрической энергии солнечной батареи была разработана экспериментальная схема, которая представлена на рисунке 18.

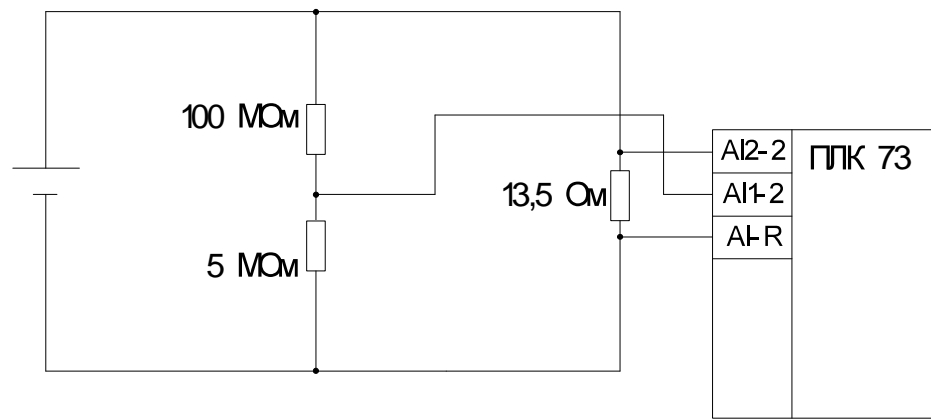


Рисунок 18 – Схема для измерения параметров электрической энергии солнечной батареи

В качестве нагрузки в экспериментальной схеме используются два последовательно соединенных переменных резистора номинальными сопротивлениями  $R1 = 15 \text{ КОм}$  и  $R2 = 100 \text{ Ом}$ . Это дает возможность измерять ток солнечной батареи.

Для достижения корректного измерения параметров электрической энергии был проведен эксперимент, суть которого заключается в изменении интенсивности света, падающего на поверхность солнечной батареи, вследствие чего достигается изменение параметров электрической энергии солнечной батареи. Результаты эксперимента приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты проведенного эксперимента

Напряжение, В	5	10	16
Ток, мА	8,5	16	25
Сигнал напряжения на ПЛК	28,3	40,5	55,8
Сигнал тока на ПЛК	12,9	23,3	36,16
Коэффициент напряжения	5,66	4,05	4,49
Коэффициент тока	1,5	1,46	1,15

Воспользовавшись результатами измерений, представленных в таблице 5 построим графики зависимости напряжения от напряжения на ПЛК и тока от тока на ПЛК и представим их на рисунках 19 и 20 соответственно.

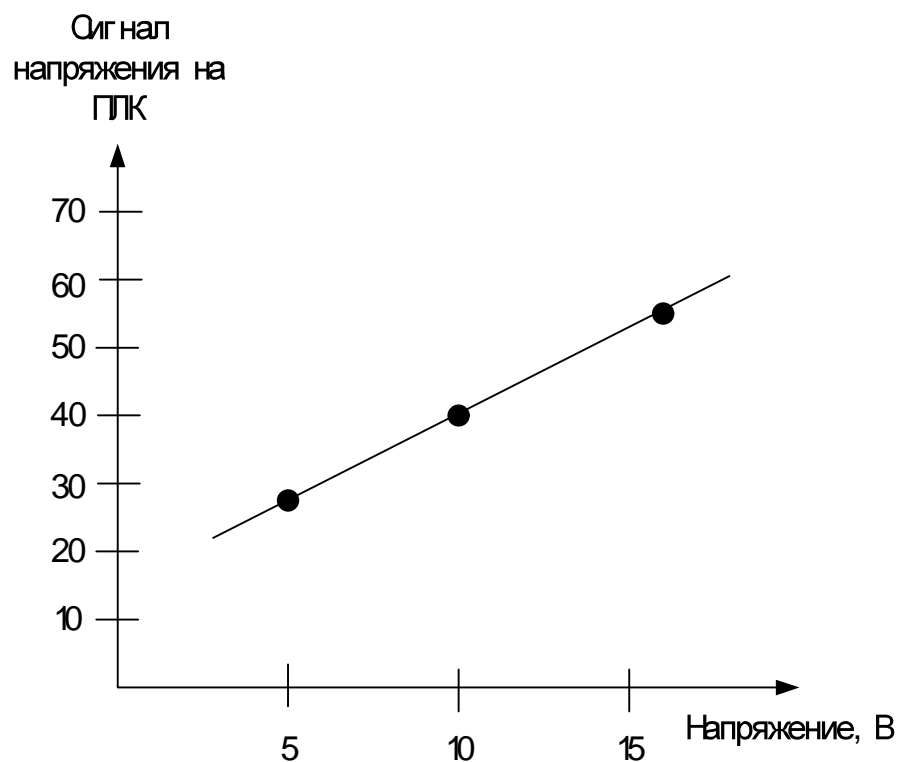


Рисунок 19 – График зависимости сигнала на ПЛК от напряжения

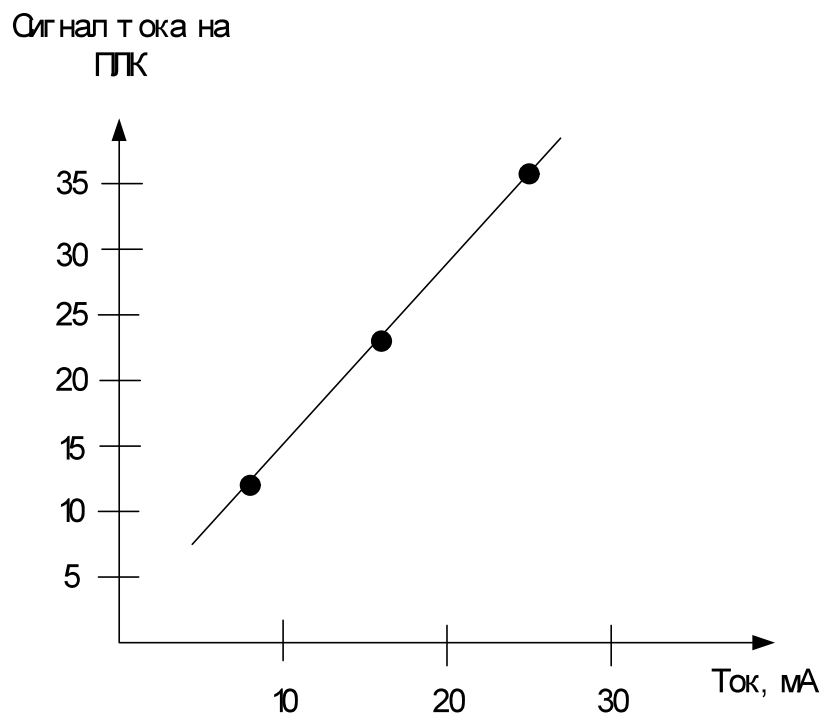


Рисунок 20 – График зависимости сигнала на ПЛК от тока

Как видно из представленных графиков, зависимости являются линейными, вследствие чего можно рассчитать коэффициент пропорциональности для получения действительных значений напряжения и тока на ПЛК.

Значения этих коэффициентов равны:  $K_u = 4,4$ ;  $K_i = 1,48$ .

### 3.6 Принципиальная электрическая схема

Принципиальная электрическая схема представлена на листе 1 и в приложении Г.

Для позиционирования солнечной батареи предусмотрено 2 режима работы: автоматический и ручной. Режим выбирается с помощью переключателя SA1.

В случае переключения в автоматический режим, показанный на рисунке 22, питание подается на входы DO5A – DO8A, затем напряжение поступает с дискретных выходов контроллера DO5B – DO8B на реле, которые при замыкании своих контактов, подают напряжение на электропривод. Так же при переключении в автоматический режим сигнал подается на аналоговый вход контроллера, это необходимо для избежания возможных ошибок, связанных с управлением электроприводами. Схема подключения нагрузки к дискретному выходу представлена на рисунке 21 [6].

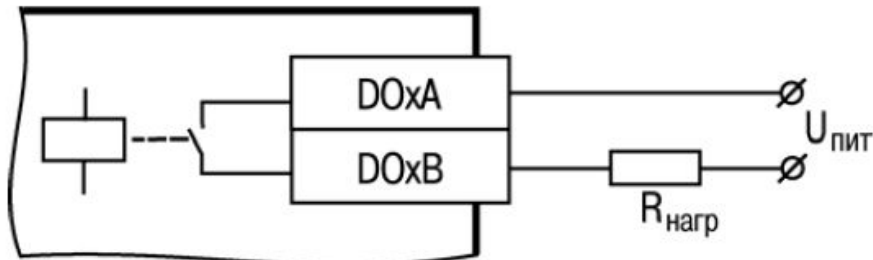


Рисунок 21 - Схема подключения нагрузки к дискретному выходу

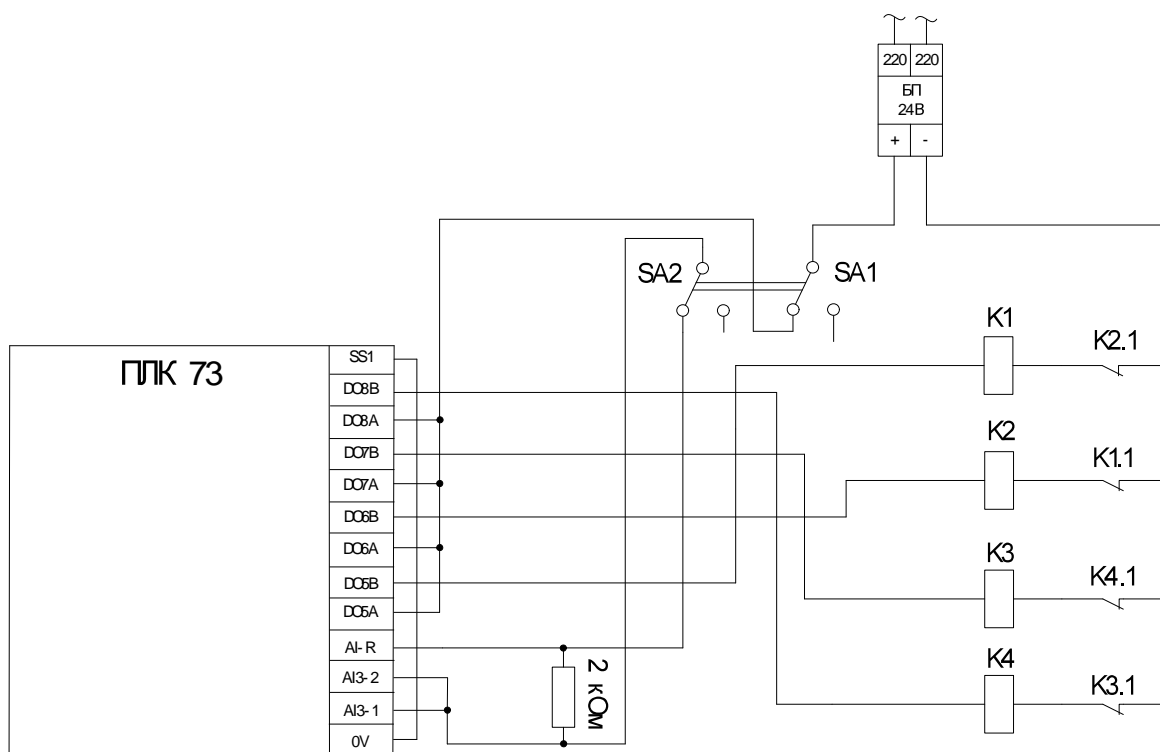


Рисунок 22–Принципиальная электрическая схема автоматического управления электроприводами

Рассмотрим схему управления в ручном режиме представленную на рисунке 24. В ручном режиме плюс блока питания на 24В по общему проводу подается на кнопки SB1-SB4, при нажатии на одну из этих кнопок питание подается на катушки реле К1-К4. При срабатывании реле замыкаются два контакта в силовой цепи, в связи с этим напряжение с блока питания подается на привод, активируя его работу. Замыкающие контакты реле и электроприводы показаны на рисунке 23.

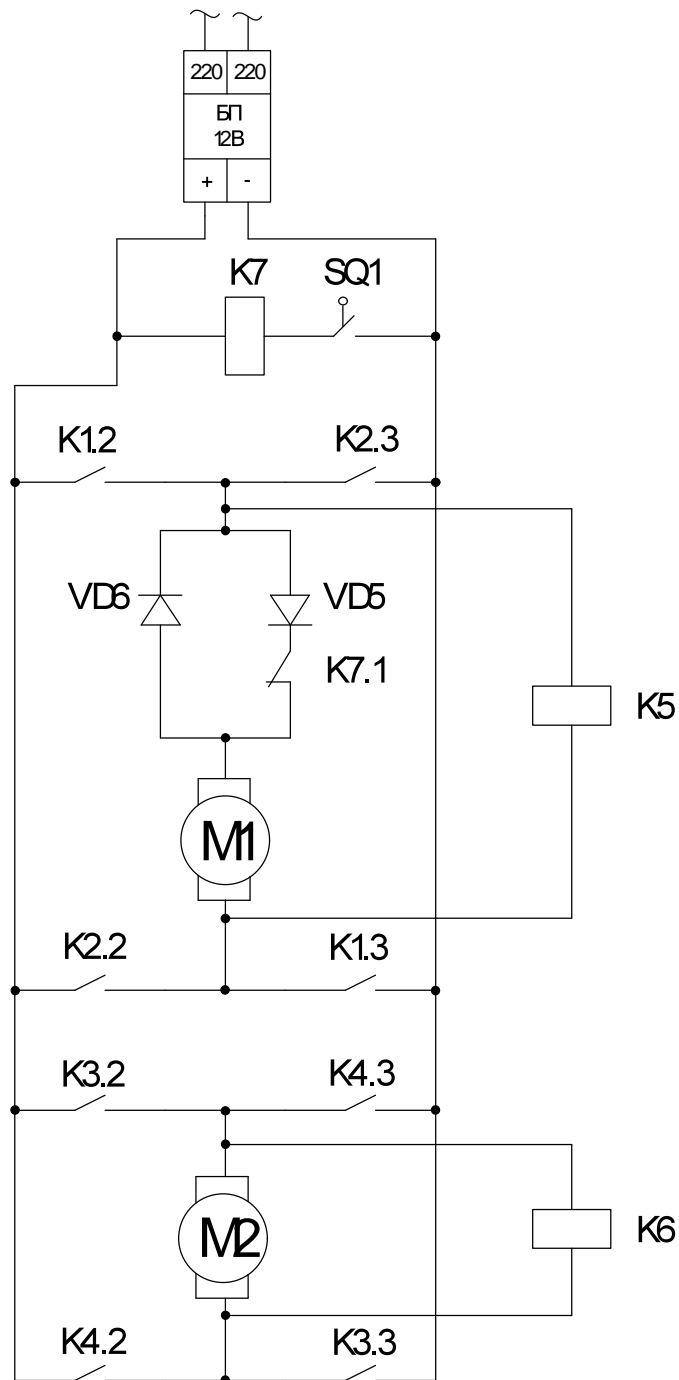


Рисунок 23 - Принципиальная электрическая схема соединения контактов реле, электроприводов и катушек сигнальных реле

Защита от одновременного нажатия двух кнопок противоположных направлений движения привода, осуществляется с помощью нормально замкнутых контактов реле К1.1 – К4.1, которые при подаче питания на К1-К4 размыкаются.



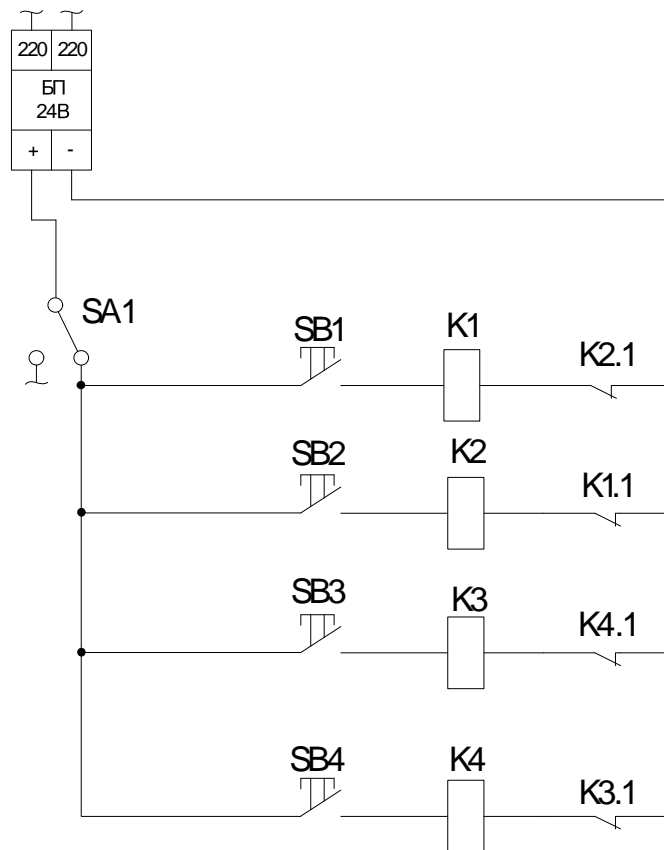


Рисунок 24 - Принципиальная электрическая схема ручного режима работы

В разрабатываемой системе будут использованы аналоговые входы, которые рассчитаны на унифицированный сигнал 0...1В. Схема подключения активного датчика с выходом в виде напряжения 0...1В представлена на рисунке 25.

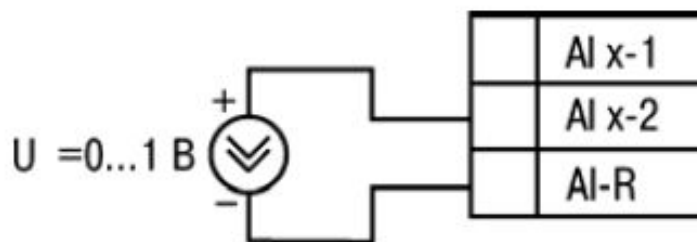


Рисунок 25 – Схема подключение активного датчика с выходом в виде напряжения 0...1В

Так как аналоговый вход ПЛК рассчитан на унифицированный сигнал по напряжению 0...1В, то для подключения солнечной батареи к аналоговому входу был применен делитель напряжения, который уменьшает выходное на-

пряжение с батареи до нужного уровня посредством простейшей схемы, которая представляет собой два последовательно включенных сопротивления[6].

Для защиты от короткого замыкания всех элементов системы используется автоматический выключатель SF1, который включается в сеть 220В.

Для подсчета количества импульсов в ручном режиме контроллеру необходимо знать направление движения приводов, для этой цели используются два реле, работающих при напряжении 24В, схема подключения показана выше на рисунке 23.

При нажатии на кнопку SB1, которая отвечает за движение верхнего электропривода вверх, плюс питания приходит на катушку реле K1, в следствие чего замыкаются контакты K1.2, K1.3 и размыкается K1.1, что позволит избежать включение приводов противоположную сторону. При замыкании контактов реле плюс блока питания проходит через контакт K1.2 и поступает на электропривод, а также идет на катушку сигнального реле K5, в следствии чего замыкается контакт K5.1 и напряжение поступает на дискретный вход контроллера DI4, как показано на рисунке 26. Минус поступает к приводу через контакт реле K1.3, в следствии чего получается замкнутая цепь и происходит движение батареи вверх.

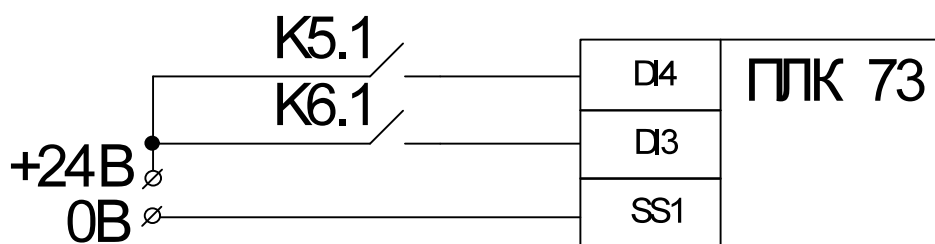


Рисунок 26 – Схема подключение контактов сигнальных реле

Аналогичный процесс происходит при нажатии на кнопку SB3, питание подается на катушку K3, контакты реле замыкаются K3.2 и K3.3 питание помимо электропривода подается и на катушку K6, следствие чего контакт реле замыкается и 24В подаются на дискретный вход контроллера DI3, как показано на рисунке 26.

Подача логической «1» на DI4 или DI3 будет означать что движение солнечной батарее происходит в большую сторону по высоте и азимуту.

### 3.7 Монтажная схема

После разработки электрической принципиальной схемы была разработана монтажная схема. Монтажная схема - это чертеж, показывающий реальное расположение компонентов как внутри, так и снаружи объекта, изображённого на схеме. Она предназначена в основном для сборки схемы, так как учитывает расположение компонентов схемы и электрических связей (электрических проводов и кабелей). К монтажной схеме никаких требований ГОСТ не накладывает, однако действуют общие требования к оформлению конструкторской документации. Монтажная схема представлена в приложении Д и Е, и на листах 3 и 4.

Рассмотрим монтажную схему подключения кнопок управления электроприводом, показанную на рисунке 27.

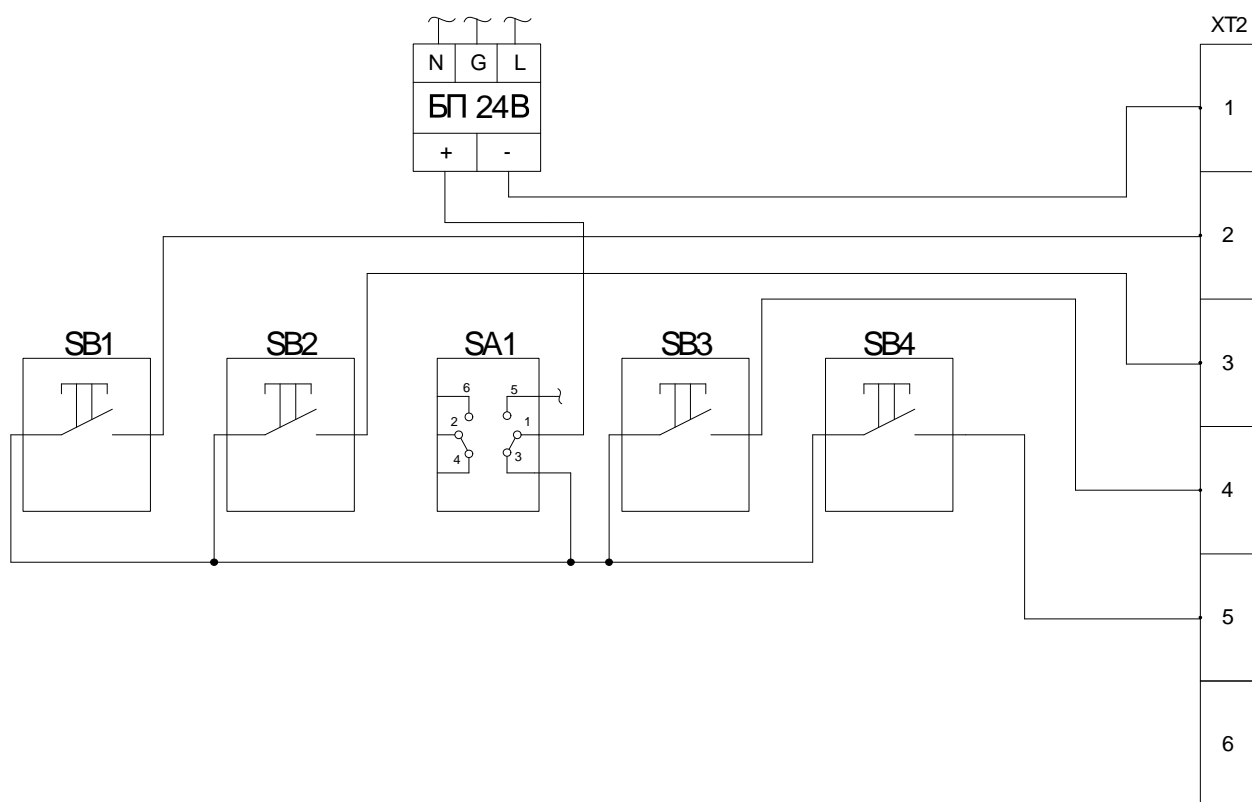


Рисунок 27 – Монтажная схема соединения блока питания 24В, кнопок SB1 – SB4 и клеммного соединителя XT2

Кнопки SB1-SB4 и автоматический переключатель SA1 соединены общим проводом, через который проходит напряжения 24В с блока питания при переключении в ручной режим. Другие концы кнопок выводятся на клеммный соединитель XT2. Так же на соединитель приходит минус блока питания. Далее рассмотрим подключение реле для управления первым электроприводом, показанное на рисунке 28.

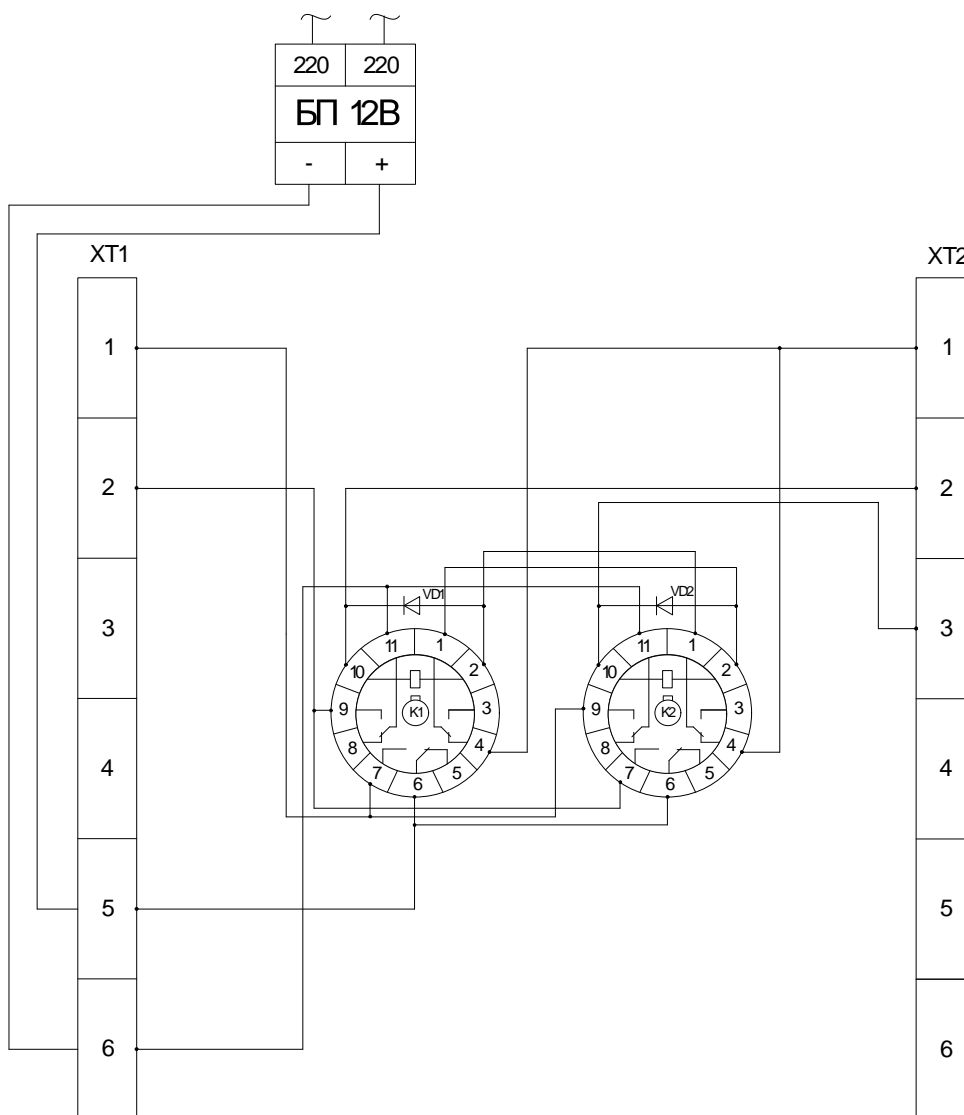


Рисунок 28 – Монтажная схема соединения блока питания 12В, реле K1,K2 и клеммных соединителей XT1, XT2

На 5 и 6 контакт клеммного соединителя XT1 приходит напряжение 12В с блока питания. Плюс питания подключается к 6 контакту реле, а минус к 11. Контакт 7 реле K1 соединен с 9 контактом реле K2, так же соединены 9 и 7 контакты после чего приходят на 1 и 2 разъем клеммника XT1. Первые и вто-

рые контакты соединяются аналогично 9 и 7 контактам. 1 и 2 контакт клеммника ХТ2 соединяются с десятыми контактами обоих реле. Реле К3 и К4 подключаются аналогично.

Подключение сигнальных реле показано на рисунке 29.

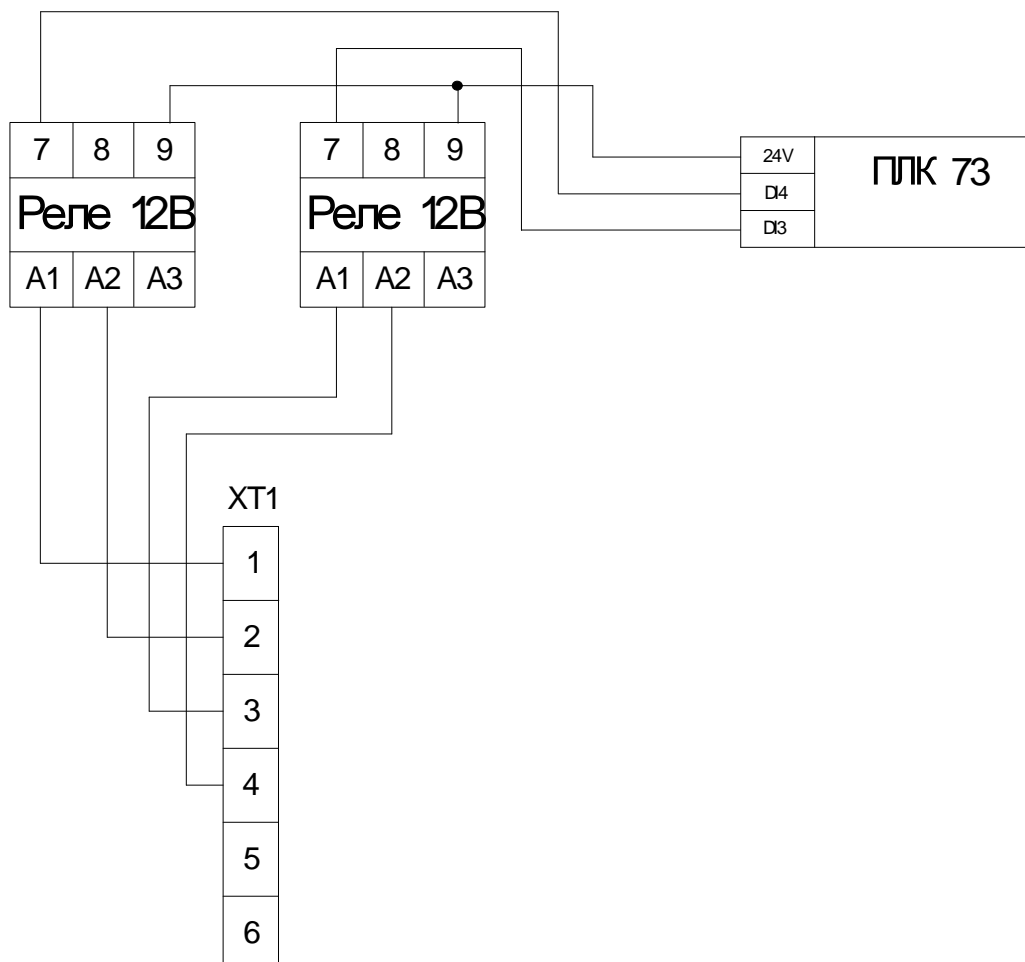


Рисунок 29 – Монтажная схема подключения сигнальных реле

Катушки реле с контактами А1 и А2 подключаются к клеммному соединителю ХТ1. Девятый контакт двух реле является общим и подключается к блоку питания 24В. Седьмые контакты реле подключаются к дискретным входам контроллера DI3, DI4.

Подключение автоматического выключателя и блоков питания на 12В и 24В показано на рисунке 30.

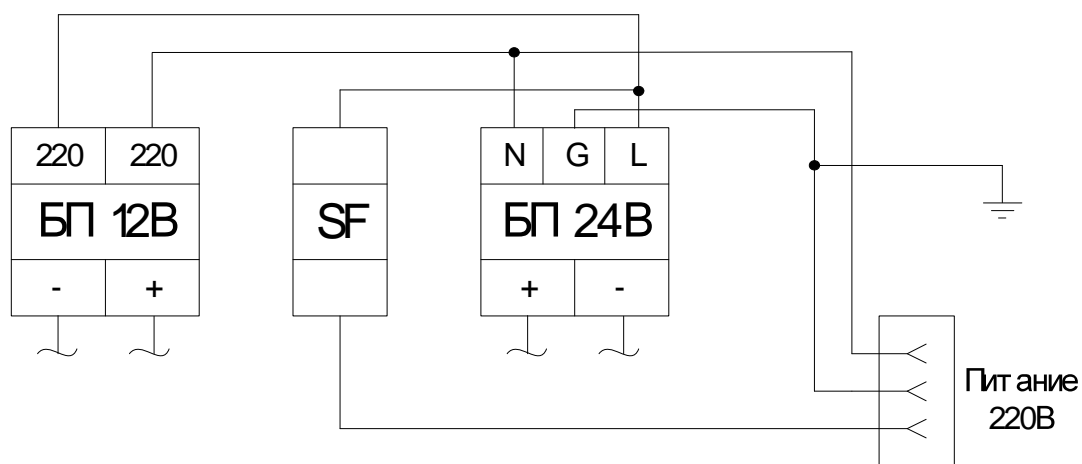


Рисунок 30 – Схема подключения автоматического выключателя, блока питания на 12В и 24В

Автоматический выключатель SF подключается одним контактом к питанию 220В, а другим на контакт L блока питания на 24В и к контакту 220V контроллера, тем самым защищая системы от короткого замыкания в сети питания 220В. К контактам N и G блока питания 24В подходит питание 220В. Блок питания 12В подключается аналогично блоку питания 24В. Шкаф управления и его дверца заземляются через специальные болтики на корпусе.

### 3.8 Монтажная коробка

В монтажной коробке размещена силовая цепь, которая необходима для прекращения подачи питания на первый электропривод, отвечающий за расположение солнечной батареи по высоте. Второстепенной задачей является объединение всех проводов, идущих в шкаф управления, через шинный соединитель. Полная схема монтажной коробки изображена на листе 2 и в приложении Ж. Основой силовой цепи служит схема, представленная на рисунке 31.

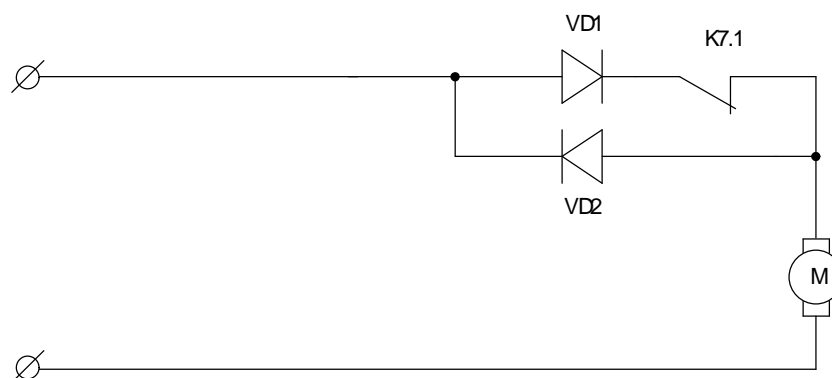


Рисунок 31 – Схема выключения привода в верхнем крайнем положении

На рисунке 31 изображена схема, где:

VD1, VD2 – диоды;

M – электропривод.

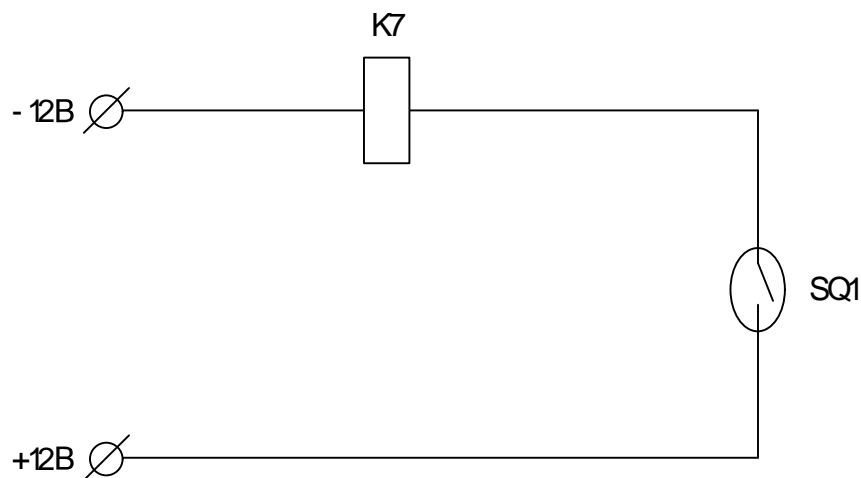


Рисунок 32 – Цепь соединения катушки реле и геркона

В цепи используются нормально замкнутый контакт реле, при движении электропривода вверх, плюс напряжения питания проходит через диод VD1, затем через замкнутый контакт реле и в последствии приходит на электропривод. После того как привод доводит батарею до значения в 90 градусов по высоте, срабатывает концевой выключатель, и геркон замыкается, после чего катушка реле K7 оказывается под напряжением, а, следовательно, размыкается контакт реле K7.1. В случае разомкнутого контакта, питание не поступает на электропривод M, но при смене полярности, либо при нажатии кнопки обратного движения электропривод будет следовать в обратную сторону, так как минус питания будет проходить через диод VD2. Схема соединения геркона и катушки реле K7 показана на рисунке 32.

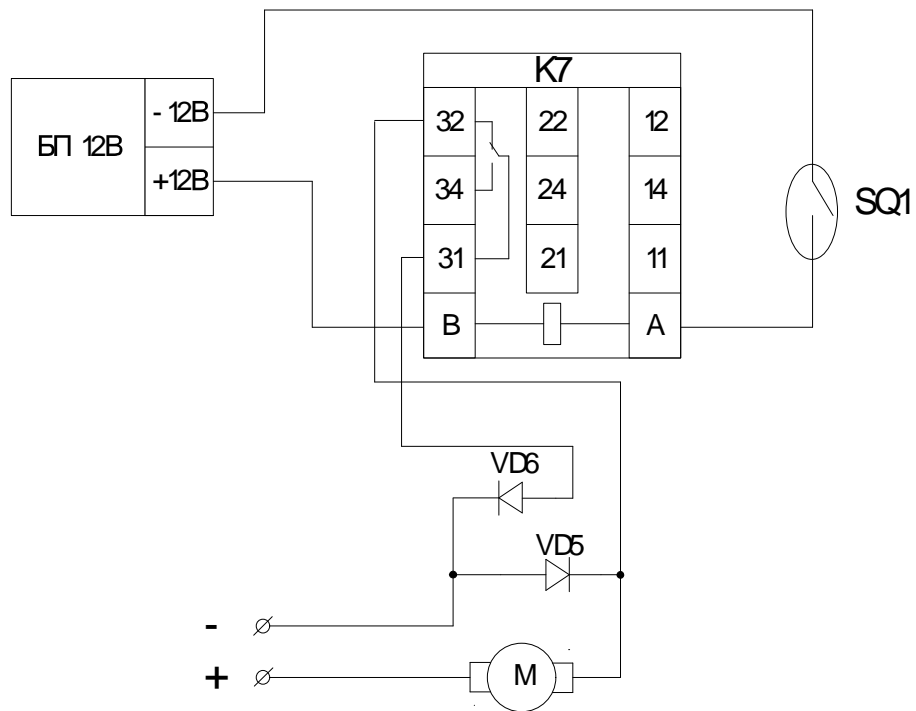


Рисунок 33 – Монтажная схема силовой цепи в коробке

Рассмотрим монтажную схему силовой цепи, показанную на рисунке 33. Катушка реле соединяется одним концом с плюсом блока питания, а другим с герконом. Другой конец геркона возвращается на минус блока питания. Диод VD5 носовой частью подключается к минусу электропривода и 32 контакту реле K7, другой своей стороной идет на носовую часть диода VD6 и на клемму питания привода. Диод VD6 задней частью подключается на 31 контакт реле K7. Плюс электродвигателя идет на клемму питания.

### 3.9Схема компоновки ШУ

Каждый элемент, используемый для автоматического позиционирования солнечной батареи, расположен в удобном для технического осмотра и ремонта месте. Для обеспечения вентиляции контроллера, кнопки и переключатель расположены на рекомендуемом разработчиком расстоянии. Кнопки попарно разделены переключателем для удобства пользователя, первая пара кнопок предназначена для управления первым приводом, вторая пара кнопок – вторым.

Реле закреплены на жесткой пластине выходами к задней стенке, провода находятся за пластиной и выведены на клеммные колодки, что не позволит случайным отрыву провода от реле.

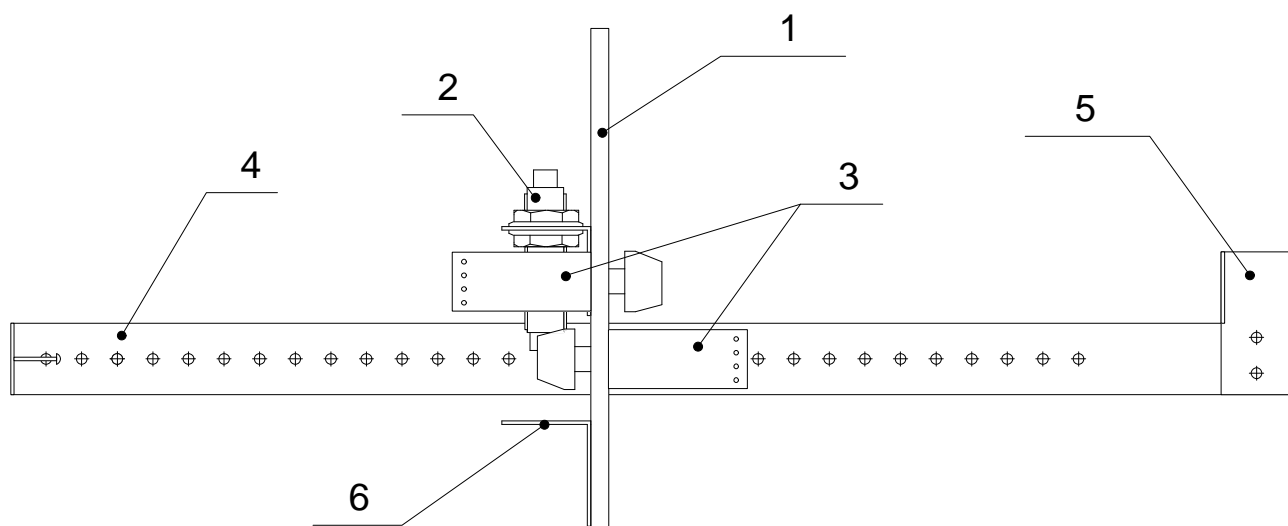


На схеме компоновки ШУ представлены расположения элементов системы, их размеры, а также расстояние между ними. Данная схема выполнена на основании общих требований к оформлению конструкторской документации и представлена в приложении 3 и листе 5. Все используемые системы отображены в спецификации, которая прилагается к монтажной схеме и представлена в приложении И.

### 3.10 Разработка системы контроля и измерения положения солнечной батареи

Максимальный поворот солнечной батареи по азимуту составляет 120 градусов, а по высоте – 90. Для определения точного положения солнечной батареи были разработаны две схожие конструкции. Одна из них представлена на рисунке 34. В состав каждой конструкции входит:

- алюминиевая пластина;
- рейка;
- индуктивный датчик;
- 2 концевых выключателя.



а) Вид сбоку

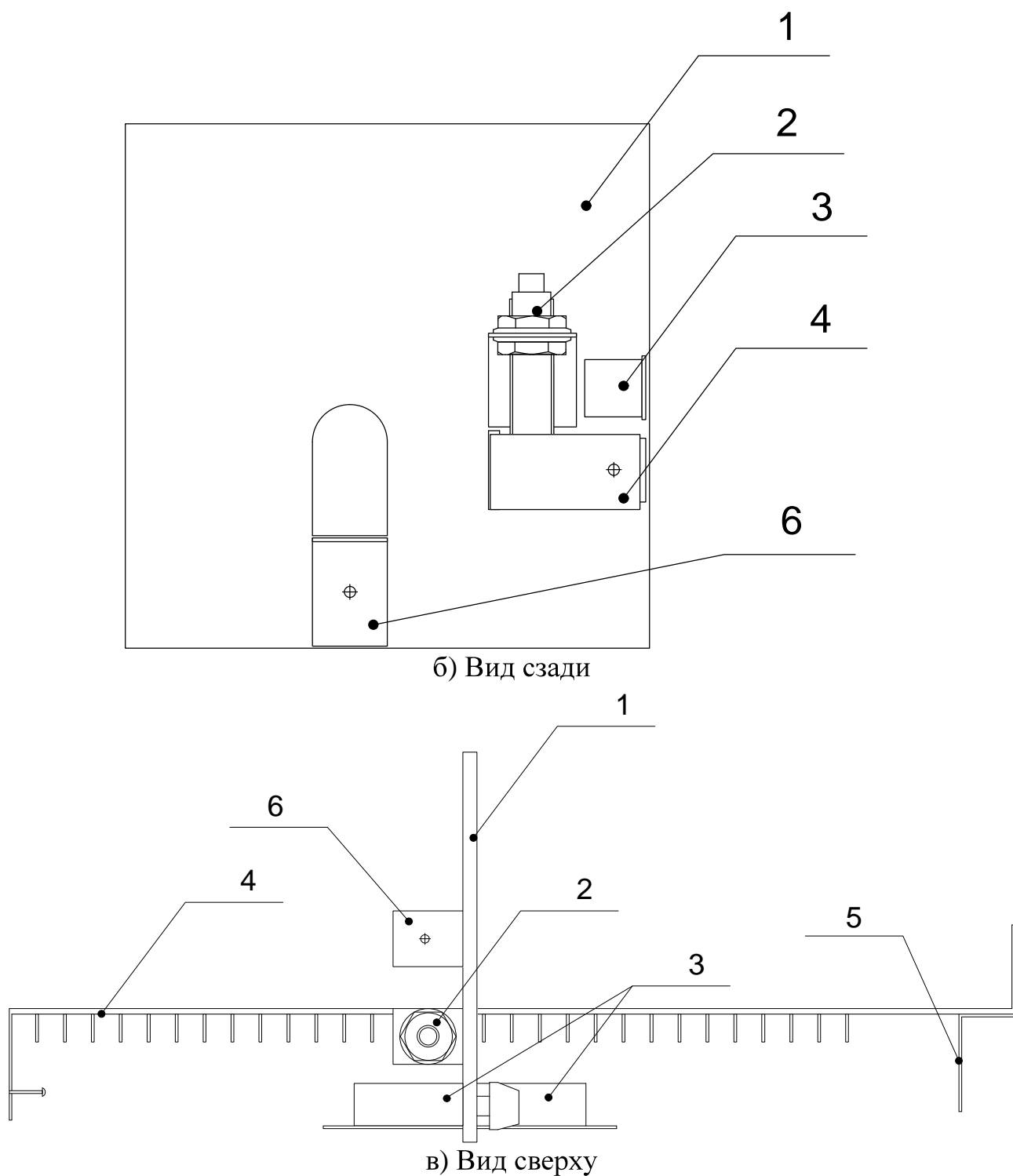


Рисунок 34 – Общий вид конструкции для определения положения солнечной батареи

На схеме присутствуют следующие обозначения:

- 1 – алюминиевая пластина;
- 2 – датчик положения;
- 3 –концевой выключатель;

4 – рейка;

5 – механизм нажатия на концевой выключатель;

6 - крепление пластины к электроприводу.

На металлической пластине располагаются индуктивный датчик положения и концевые выключатели, так же она задает направление движения рейки.

Пластина надевается на привод и крепится к его нижней части уголком. В пластине присутствует «Т» - образный вырез для прохождения рейки с вкрученными в нее болтами, чуть выше расположено крепление в виде уголка для датчика положения. С краю пластины вырезы для датчиков на основе геркона.

Общий вид пластины с нижнего привода показан на рисунке 35, где:

1 – алюминиевая пластина;

2 – разъем для электропривода;

3 – крепление для датчика положения;

4 – разъемы для концевых выключателей;

5 – крепление пластины к электроприводу;

6 – разъем для рейки.

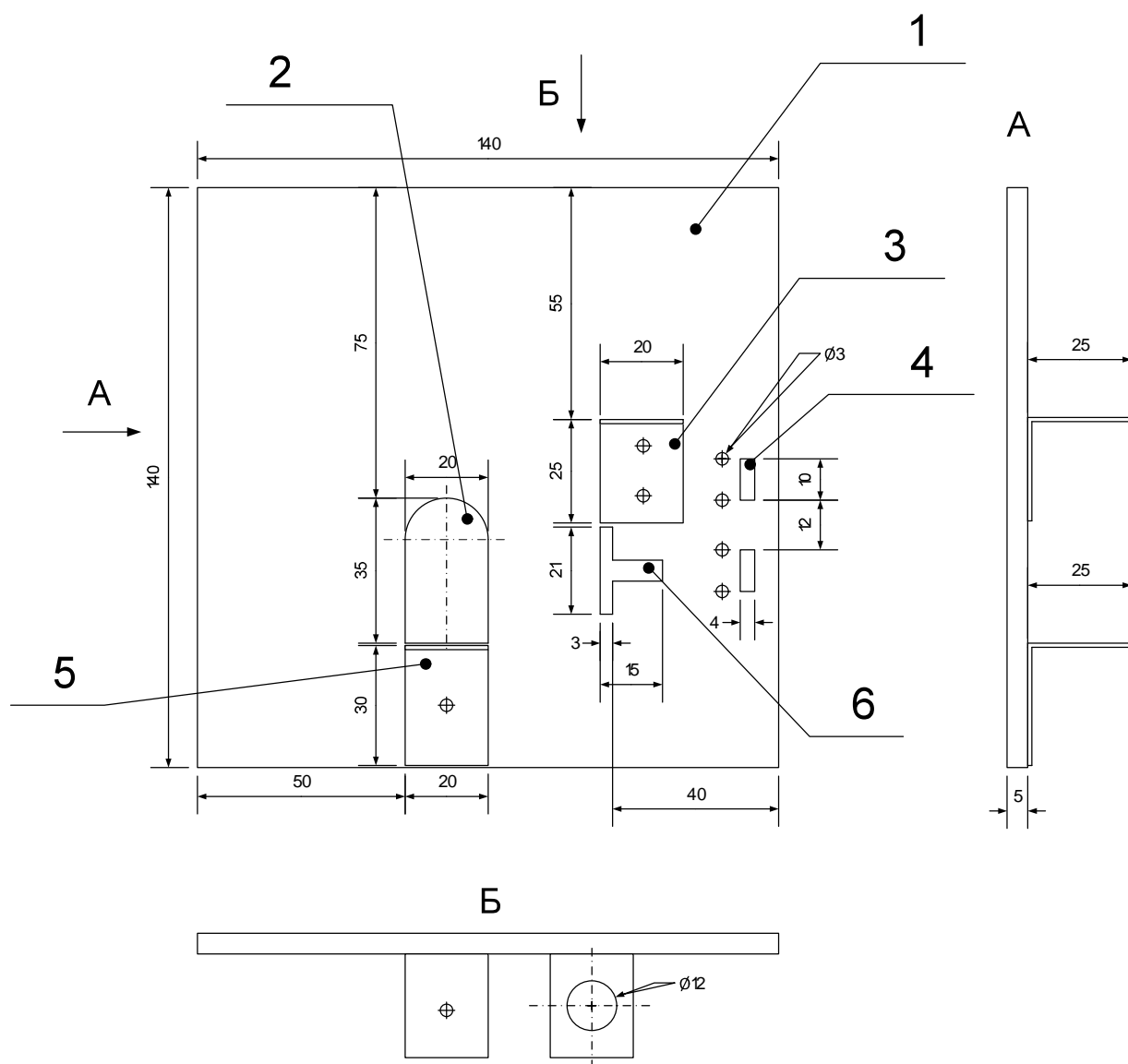


Рисунок 35 – Вид пластины с нижнего привода в трех плоскостях

Рейки сделаны из алюминия, на которых на одинаковом расстоянии размещены металлические болты одного размера, общее количество которых равняется 30 для нижнего электропривода, и 19 для верхнего. Рейка для нижнего привода имеет изгиб на разных краях в разные стороны, один изгиб необходим для крепления к приводу, прикрепляется на два болтика для лучшей фиксации. На другом изогнутом конце рейки вкручивается болт для нажатия на кнопку концевого выключателя. Также на одном из концов рейки крепится некая «Г» - образная деталь, функция которой нажатие на концевой выключатель. Общий вид рейки для нижнего привода представлен на рисунке 36.

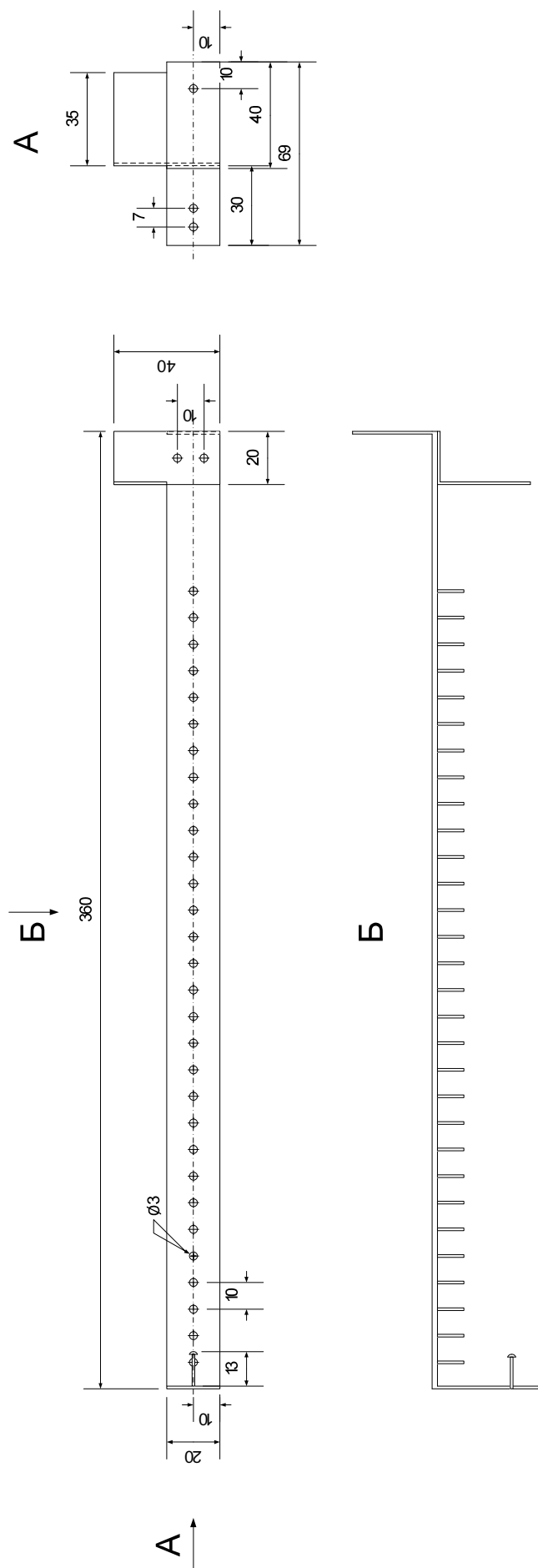


Рисунок 36 – Вид рейки с нижнего привода в трех плоскостях

### 3.10.1 Подключение датчиков положения и концевых выключателей

Индуктивный датчик положения реагирует только на металл и при прохождении болта через него подает сигнал на контроллер, который в свою очередь занимается подсчетом импульсов. Схема подключения датчика представлена на рисунке 37.

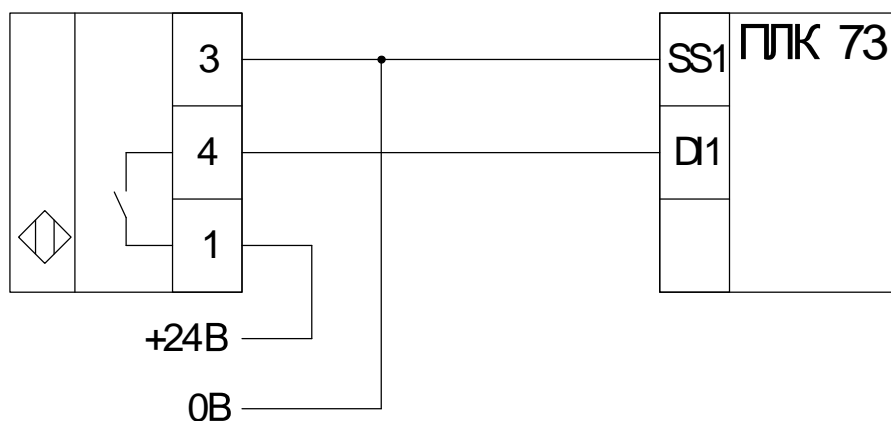


Рисунок 37 – Подключение датчика положения к ПЛК 73

Основным элементом концевого выключателя является геркон, который замыкается в конечных положениях привода. Происходит это при нажатии на кнопку выключателя, которая подводит магнит к геркону и его контакты замыкаются. В схеме используются 4 концевых выключателя, которые используются в сигнальной цепи. Один из них так же используется в силовой.

В силовой цепи использование концевого выключателя необходимо для предотвращения разрушения конструкции, так как каркас установки не позволяет выполнить полный ход верхнего электропривода.

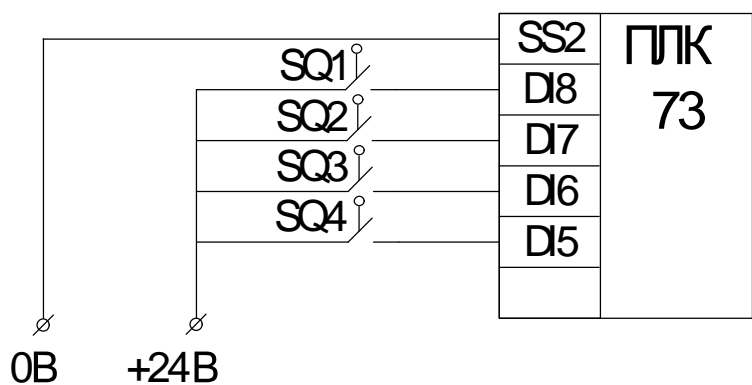


Рисунок 38 – Подключение концевых выключателей к ПЛК 73

Принципиальная электрическая схема проектируемой системы представлена в приложении В и на листе 3.

Количество подсчитываемых импульсов с датчика положения подставляется в формулу (1) для азимута и в формулу (2) для высоты, по которой ПЛК рассчитывает положения батареи в пространстве.

$$\text{азимут батареи} = (\text{номер болта} * 4.14) + 120; \quad (1)$$

$$\text{высота батареи} = \text{номер болта} * 5. \quad (2)$$

Для нахождения текущего азимута используется коэффициент 4.14, который находится по формуле (3):

$$\text{коэффициент}_\text{азимута} = 120 / 29 = 4.14. \quad (3)$$

Число 29 это номер последнего болтика для нижнего электропривода, 120 - максимально возможный азимут батареи.

Для нахождения текущей высоты используется коэффициент 5, который находится по формуле (4):

$$\text{коэффициент}_\text{высоты} = 90 / 18 = 5. \quad (4)$$

Число 18 это номер последнего болтика для верхнего электропривода, 90 - максимально возможная высота батареи.

### **3.11 Назначение клеммных и шинных соединителей**

Для компактности соединения шкафа управления и коробки происходит по двум шинам, на концах которых размещены розетки, от которых провода расходятся к элементам системы: ПЛК, блоку питания, кнопкам, реле и т.д.

Назначение штырей в шинном соединителе №1:

1 – +12В;

2 – -12В;

3 – -24В;

4 – +24В;

5 – плюс солнечной батареи;

6 – минус солнечной батареи;

7 – первый концевой выключатель;

8 – второй концевой выключатель;

- 9 – третий концевой выключатель;
- 10 – четвертый концевой выключатель;
- 11 – первый датчик положения;
- 12 – второй датчик положения.

Назначение штырей в шинном соединителе №2:

Со стороны шкафа управления:

- 1,3 – первый привод;
- 2,5 – второй привод.

Со стороны монтажной коробки:

- 3,4 – первый привод;
- 1,2 – второй привод.

Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ1:

- 1,2 – первый электропривод;
- 3,4 – второй электропривод;
- 5 – +12В;
- 6 – -12В.

Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ2:

- 1 – -24В;
- 2 – кнопка SB1;
- 3 – кнопка SB2;
- 4 – кнопка SB3;
- 5 – кнопка SB4;
- 6 – +24В.

Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ3:

- 1 – третий концевой выключатель;
- 2 – четвертый концевой выключатель;
- 3 – -24В;
- 4 – +24В;
- 5 – плюс солнечной батареи;
- 6 – аналоговый вход контроллера АИ1-2.



Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ4:

2 – минус солнечной батареи;

3 – кнопка SB4;

4 – кнопка SB3;

5 – кнопка SB2;

6 – кнопка SB1.

Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ5:

1,2 – первый электропривод;

3,4 – второй электропривод;

5 – первый концевой выключатель;

6 – второй концевой выключатель.

Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ6:

1 – +12В;

2 – -12В;

3 – -24В;

4 – +24В;

5 – плюс батареи;

6 – минус батареи;

7,8 – первый электропривод;

9,10 – второй электропривод.

Назначение гнезд клеммного соединителя ХТ7:

1,2 – первый концевой выключатель для силовой цепи;

3 – общий нулевой провод для датчиков положения;

4 – первый датчик положения;

5 – общий провод питания для датчиков положения;

6 – второй датчик положения;

7 – первый концевой выключатель;

8 – второй концевой выключатель;

9 – третий концевой выключатель;

10 – четвертый концевой выключатель.

#### 4 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

«Широкомасштабное применение возобновляемой энергетики не может не оставить своего отпечатка на атмосфере. Используя с каждым годом всё больше свободной энергии, мы «осушаем» энергетический резервуар» - Аксель Клайден из института биогеохимии имени Макса Планка (Германия).

Оказывается, если построить много ветровых электростанций и заменить ими всё: нефть, уголь и газ, то по масштабам это будет сопоставимо с серьезными климатическими изменениями. В большей степени подобные выводы касаются солнечной энергетики.

Солнечные батареи напрямую забирают и преобразуют в электричество свет, который в ином случае нагревает землю и вносит свой вклад в климатический баланс планеты, включая направление и силу ветров, испарение влаги и т.д. Конечно же, влияние солнечных батарей на климат сможет проявиться, только если их станет слишком много. С другой стороны, в тех местностях, которые сейчас получают избыточное количество солнечного тепла и мало влаги, эффект от фотоэлементов может быть, напротив, положительный – избавление от перегрева, и перенаправление потоков энергии, уже в виде электричества, в другие места.

Пропаганда «экологичной энергетики» ведется достаточно настойчиво во всем мире. Однако до сих пор альтернативные способы получения энергии не получили широкого распространения, несмотря на все, приписываемые им достоинства. В настоящее время в мире всего 1% энергопотребления приходится на альтернативные источники, тогда как в странах Евросоюза, лидирующих в этом направлении, на них приходится 6% энергопотребления. По прогнозам Мирового энергетического конгресса, в 2020 году доля альтернативных источников в мировом энергопотреблении будет составлять всего лишь 5,8%, а в Великобритании и США может достичь 20%.

Но существуют серьезные сомнения, что эти оптимистические прогнозы не сбудутся. Многие эксперты в области энергетики утверждают, что при всех усилиях доля альтернативной энергетики в 2020 году не поднимется существенно выше 1% от мирового энергопотребления. Основание для этого скепсиса состоит в том, что в технологиях альтернативной энергетики есть ряд технических моментов, которые обычно умалчиваются сторонниками и пропагандистами или по незнанию, или с умыслом.

Экологи из университета Теннесси заявили, что солнечные батареи вредят экологии. При производстве солнечных батарей используется до 80% общемирового объема свинца, который опасен для природы и человеческого здоровья. Наибольшие объемы загрязнения свинцом наблюдаются в Китае и Индии – более чем 2,4 млн. тонн. Доцент гражданских и экологических разработок Крис Черри из университета Теннесси считает, что компании, занимающиеся производством солнечных батарей должны взять под контроль распространение свинца в окружающей среде.

Он обнаружил, что в развивающихся странах солнечная энергия сильно зависит от свинцово-кислотных батарей и оказывает вредное воздействие на экологию. Так, только в Китае и Индии каждый год в окружающую среду попадает более 2,4 млн тонн свинца.

Аккумуляторная промышленность является крупнейшим потребителем свинца, используя около 80% мировой добычи этого металла. При этом производство свинцовых аккумуляторов увеличивается, поскольку в развивающихся странах растет спрос на этот дешевый вид батарей. «Свинцовый бум», связанный с распространением альтернативных источников энергии, уже серьезно влияет на здоровье населения и вызывает загрязнение окружающей среды.

Отравление свинцом вызывает многочисленные неблагоприятные последствия для здоровья, в том числе повреждение центральной нервной системы, почек, сердечно-сосудистой и репродуктивной систем. У детей провоцирует нарушение когнитивных процессов, а также гиперактивное и агрессивное поведение.

Крис Черри изучил официальные государственные планы по развертыванию солнечной энергетики и спрогнозировал развитие ситуации до 2022 года. Ученый обнаружил, что несовершенные технологические процессы развивающихся стран приводят к серьезным утечкам свинца и в процессе производства. Например, при добыче, плавке свинца и производстве аккумуляторов в Китае в окружающую среду попадает 33% обрабатываемого токсичного металла, а в Индии – 22%. Кроме того, большой процент новых солнечных энергетических систем по-прежнему зависит от свинцово-кислотных батарей, что связано с отсталостью технологий и нехваткой средств на современные аккумуляторы, а также общая производительность поликристаллического кремния увеличилась от 30 тонн в 2005 году до 5000 тонн в 2008 году, производительная способность выросла от менее 200 тонн в 2005 году до 6000 тонн в 2008 году, что, в основном, облегчает дефицит поликремниевых материалов для производства батареек на солнечной энергии. Надо отметить, что совсем недавно в СМИ появились новости о многочисленных отравлениях свинцом в Китае, в результате чего были закрыты более 583 заводов по переработке свинца и производству аккумуляторов.

В 2007 году общая производительность фотоэлектрических батарей впервые превысила общую производительность в Германии и Японии, и Китай вышел на первое место в мире. В 2008 году производительность Китая продолжила рост и достигла 2 млн. кВт. Общая доля от мирового объема увеличилась от 1,07% в 2002 году до примерно 16% в 2008 году. Исходя из этого, в последние годы бурно развиваются континентальная часть Китая и региона Тайвань, мировая обстановка индустрии солнечных фотоэлектрических батарей, в которой раньше доминировали США, Япония и Германия, теперь обновляется, и в ней стал доминировать еще и Китай. В рейтинге крупнейших 10 производителей появились названия предприятий континентальной части Китая и провинции Тайвань.

Однако в настоящее время в Китае продукция, главным образом применяется для снабжения электроэнергией населения крайних местностей страны,

которые не имеют допуска к традиционной электроэнергии и специальных отраслей. За рубежом существует большой спрос на солнечные фотоэлектрические батареи. В Китае есть индустриальный масштаб, но нет рыночного спроса, что приводит к тому, что использование солнечной энергетики переживает относительную отсталость.

К концу 2008 года Китай произвел водонагреватели на солнечной энергии общей площадью до 31 млн. кв. метров, что составляет около 80% от общей производительности мира. Китай является страной с наибольшей производительностью и использованию водонагревателей на солнечной энергии.

В настоящее время годовая производительность водонагревателей на солнечной энергии в Китае сохраняется на уровне 30 млн. кв. метров. Общий объем достигает 150 млн. кв. метров, что может заменить 22,5 млн. тонн стандартного угля или 76 млн. кВт/часов электроэнергии, это равняется примерно 1% от общего объема энергорасходования в Китае и предоставляет 800 тысяч рабочих мест.

Кроме того, если продолжать тему вредного производства, то в основу производства элементов солнечных батарей входит кремний. Современная фторидно-гидридная технология, по которой сейчас производится большая часть кремния (завод MEMC, Пасадена, США – 2700 тонн кремния в 2005 году), дает накопление 4 тонн натрийалюмофторида на 1 тонну произведенного кремния. Только годовое производство кремния этого завода дает 10,8 тысяч тонн этого вещества.

Сейчас оно стало активно использоваться при производстве алюминия в качестве флюса, но все равно завод накопил большое количество этого опасного вещества. Фтор токсичен, и при синтезе фторосодержащих соединений возможно отравление с поражением кожи, слизистых, раздражением дыхательных путей. Другие технологии получения кремния также связаны с использованием фтористых соединений, что и создает парадокс солнечной энергетики: чистая энергия требует грязного производства оборудования. Солнечная энергия требует огромных затрат материалов и площади на единицу вырабатываемой энер-

гии. К примеру, 1 кВт установленной мощности солнечной электростанции – это 10 кв. метров площади солнечных элементов. Тысяча кВт – это 10 тысяч кв. метров площади. В сочетании с аккумуляторами весом в десятки тонн, становится понятно, что это не самые эффективные энергетические установки.

Потому-то и не рвутся производить солнечные установки. В 2000 году производилось солнечных элементов всего на 26 тысяч кВт установленной мощности. До 2020 года по прогнозам производство элементов может вырасти до 130 тысяч кВт. Всего в мире действует 5 млн. кВт установленной мощности солнечных электростанций. В масштабах современной энергетики, которая оперирует сотнями миллионов кВт мощности, это ничтожная величина, примерно 0,1 % от суммарной установленной мощности электростанций.

К примеру, в сфере солнечной энергетики в Китае в общей сложности 10 предприятий вышли на зарубежную фондовую биржу с акциями, и вообще сумма финансирования первичного публичного предложения (IPO) превысила 2 млрд. долларов США.

Но этим недостатки солнечной энергетики не исчерпываются. Они по-настоящему эффективны в районах с высокой инсоляцией, а это отнюдь не самые населенные районы Земли. Лучшее место для них – пустыни. Но там есть очень серьезные проблемы в эксплуатации, связанные с неизбежным запылением и повреждением солнечных элементов песчаными бурями. Это означает или огромные траты пресной воды на их отмывание от пыли, или, при более экономичных с точки зрения расхода воды технологий, огромные человеческие трудозатраты.

И, наконец, есть один момент, который нельзя не воспринять во внимание. Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т.д. Нежелательное экологическое действие в районе расположения станции вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. Это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветров; в некоторых случаях воз-

можно перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Применение низкокипящих жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами.

Но есть и ряд достоинств:

- при производстве фотоэлементов уровень загрязнений не превышает допустимого уровня для предприятий микроэлектронной промышленности. Современные фотоэлементы имеют срок службы 30—50 лет. Применение кадмия, связанного в соединениях, при производстве некоторых типов фотоэлементов с целью повышения эффективности преобразования, ставит сложный вопрос их утилизации, который тоже не имеет пока приемлемого с экологической точки зрения решения, хотя такие элементы имеют незначительное распространение, и соединениям кадмия при современном производстве уже найдена достойная замена.

- в последнее время активно развивается производство тонкоплёночных фотоэлементов, в составе которых содержится всего около 1 % кремния, по отношению к массе подложки, на которую наносятся тонкие плёнки. Из-за малого расхода материалов на поглощающий слой, здесь кремния, тонкоплёночные кремниевые фотоэлементы дешевле в производстве, но пока имеют меньшую эффективность и неустранимую деградацию характеристик во времени. Кроме того, развивается производство тонкоплёночных фотоэлементов на других полупроводниковых материалах, в частности Смиг, достойный конкурент кремнию. Так, например, в 2005 году компания «Shell» приняла решение сконцентрироваться на производстве тонкоплёночных элементов, и продала свой бизнес по производству монокристаллических (нетонкоплёночных) кремниевых фотоэлектрических элементов.

- человечеству не грозит энергетический кризис, связанный с истощением запасов нефти, газа, угля, если оно освоит технологии использования солнеч-

ной энергии. В этом случае будут также решены проблемы загрязнения среды обитания выбросами электростанций и транспорта, обеспечения качественными продуктами питания, получения образования, медицинской помощи, увеличения продолжительности и качества жизни. СЭС создают новые рабочие места, улучшают качество жизни и повышают энергетическую безопасность и независимость владельцев СЭС за счет бестопливного и распределенного производства энергии.

- СЭС могут производить экологически чистую энергию в течение миллионов лет, они бесшумны, не потребляют топлива, работают в автоматическом режиме и затраты на их обслуживание такие же незначительные, как на обслуживание электрических трансформаторных подстанций [13].

- разрабатываются технологические процессы производства компонентов СЭС, в которых экологически неприемлемые химические процессы травления и переработки заменяются на вакуумные, плазмохимические, электронно-лучевые и лазерные процессы. Серьезное внимание уделяется утилизации отходов производства, а также переработки компонентов СЭС после окончания срока службы [14].



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были закреплены и углублены знания, полученные в течение обучения.

Данная выпускная квалификационная работа разработана в полном соответствии с методическими рекомендациями, выданным преподавателем, а также действующим стандартом АмГУ и ГОСТами.

При выполнении выпускной квалификационной работы была разработана функциональная схема автоматизации, электрическая принципиальная схема, монтажная схема ШУ, разработан ШУ, который протестирован на работоспособность, а также разработано ПО.

Полученная система полностью соответствует поставленному заданию, достаточно полно выполняет все задуманные функции данного этапа, а именно: ручное и автоматическое позиционирование солнечной батареи, индикация, измерение и отображение параметров электрической энергии на дисплей ПЛК.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Markvart T., Castaner L. Practical handbook of photovoltaics: fundamentals and applications. – NY: ELSEVIER, 2003. – 1020 p. (дата обращения 15.01.2016).
- 2 Svetdv.ru // офиц. Сайт // 2010 – 2016. URL: <http://svetdv.ru/sun/index.shtml> (дата обращения 23.01.2016).
- 3 5thelement.ru // офиц. Сайт // 2009 – 2016. URL: <http://5thelement.ru/top-10-stran-po-ispolzovaniyu-solnechnoy-energii.html> (дата обращения 23.01.2016).
- 4 Gisee.ru // офиц. Сайт // 2009 – 2016. URL: <http://gisee.ru/articles/solar-energy/24510/> (дата обращения 23.01.2016).
- 5 Cyberleninka.ru // офиц. Сайт // 2009 – 2016. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-slezheniya-za-solntsem> (дата обращения 23.01.2016).
- 6 Batsol.ru // офиц. Сайт // 2010 – 2015. URL: <http://batsol.ru/vidy-i-tipy-solnechnyx-batarej.html> (дата обращения 23.01.2016).
- 7 Want-to-know.org // офиц. Сайт // 2012 – 2015. URL: [http://want-to-know.org/ru/nauka/fizika/electrichestvo/solnechnaia\\_batareia.htm](http://want-to-know.org/ru/nauka/fizika/electrichestvo/solnechnaia_batareia.htm) (дата обращения 30.01.2016).
- 8 Eco-worthy.com // офиц. Сайт // 2009 – 2015. URL: <http://www.eco-worthy.com/catalog/worthy-12300mm-stoke-linear-actuator-1500n-57mms-p-431.html> (дата обращения 20.02.2016).
- 9 ГОСТ-19.201-78 Техническое задание. Требование к содержанию и оформлению – Введ. 1980–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 12 с.
- 10 Owen.ru // офиц. Сайт // 2009 – 2016. URL: [http://www.owen.ru/uploads/rie\\_plk73\\_1122.pdf](http://www.owen.ru/uploads/rie_plk73_1122.pdf) (дата обращения 02.03.2016).
- 11 Plc24.ru // офиц. Сайт // 2007 – 2016. URL: <http://plc24.ru/komponenty-proekta-codesys/> (дата обращения 10.03.2016).
- 12 Programma.x-pdf.ru.ru // офиц. Сайт // 2007 – 2016. URL: <http://www.programma.x-pdf.ru/16raznoe/611498-5-tekst-dannogo-dokumenta->

tschatelno-proveren-odnako-prakticheski-nevozmozhno-garantirovat-absolyutnoe-otsutstvie-oshibok.php/ (дата обращения 10.03.2016).

13 Stjarnhimlen.se // офиц. Сайт // 2009 – 2016.

URL:<http://www.stjarnhimlen.se/comp/ppcomp.html> (дата обращения 18.03.2016).

14 Чистая энергетика – утопия? – URL:

[www.festivalnauki.ru/statya/4357/chistaya-energetika-utopiya](http://www.festivalnauki.ru/statya/4357/chistaya-energetika-utopiya)

15 Солнечные батареи наносят вред экологии. – URL:

[www.electrovesti.net/11845\\_solnechnye-batareinanosyat-vred-ekologii/](http://www.electrovesti.net/11845_solnechnye-batareinanosyat-vred-ekologii/)

16 Солнечная энергетика -

URL:[www.russian.china.org.cn/exclusive/txt/2011-02/17/content\\_21940877\\_4.htm](http://www.russian.china.org.cn/exclusive/txt/2011-02/17/content_21940877_4.htm)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Техническое задание на разработку

Техническое задание разработано с требованиями ГОСТ 19.201–78.

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.) Настоящее ТЗ распространяется на разработку автоматической системы позиционирования солнечной батареи.

2.) Заказчик: ФГБОУ ВПО Амурский государственный университет (АмГУ)

Исполнитель: Козырев А.Ю., Деревянко Д.А.

3.) Система разрабатывается на основании следующих документов:

- ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 АТПиП

- Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств

4.) Плановый срок начала работ по созданию автоматической системы позиционирования солнечной батареи 7 декабря 2015 года.

Плановый срок окончания работ по созданию автоматической системы позиционирования солнечной батареи 2 июня 2016 года.

5.) Таблица со сроками результатов

Задание	Дата выполнения
Функциональная схема	8.11.15
Техническое задание	9.11.15
Принципиальная электрическая схема	20.02.16
Монтажная схема ШУ	10.03.16
Общий вид и компоновка ШУ	15.03.16
Спецификация к ШУ	15.03.16
Компоновка монтажной коробки	16.03.16
Разработка ПО	16.03.16
Опробирование системы	20.03.16
Пояснительная записка	02.06.16

## Продолжение приложения А

### 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

#### 2.1 Автоматическая система позиционирования солнечной батареи

предназначена для:

- для автоматического приведения солнечной батареи в позицию, соответствующую максимальной выработке электроэнергии
- автоматического воспроизведения программы движения по суточному и годовому графикам.
- ручного управления приводами батареи
- индикации и регистрации положения батареи по координатам

#### 2.2 Цели создания системы.

- Разработка прототипа для последующего воплощения в промышленных масштабах
- Совершенствование лабораторной базы кафедры
- Получение навыков построения систем управления данного класса

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является электромеханическое устройство, состоящее из металлического основания, на котором установлена вертикальная направляющая конструкция, в верхней части которой закреплена солнечная батарея. Батарея приводится в движение вокруг вертикальной и горизонтальной оси с изменением азимута и угла места, с прямоходными исполнительными механизмами на основе двигателей постоянного тока напряжением 12В. Диапазон изменения азимута  $97^\circ$  Угла места  $80^\circ$ .

Объект эксплуатируется в диапазоне температур от  $-20$  до  $+75^\circ\text{C}$ , при влажности до 80%.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

#### 4.1 Требования к системе в целом

Система управления должна включать следующие элементы:

- блок питания 12В
- блок коммутации приводов

## Продолжение приложения А

- блок контроллера
- пульт управления
- блок контроля и измерения положения приводов

Блок коммутации должен обеспечивать возможность реверсивного включения приводов и отключением приводов в конечных положениях.

Блок контроллера предназначен для получения и обработки сигналов датчиков положения и выработки сигналов управления в соответствии с программой управления.

Пульт управления предназначен для отображения текущего состояния и положения приводов, переключения режима работы, ручного управления приводами.

### *4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы*

1) требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы;

Для информационного обмена между компонентами системы используется цифровой интерфейс RS – 232.

2) требования к режимам функционирования системы;

Для АС определены следующие режимы функционирования:

- Нормальный режим функционирования;
- Аварийный режим функционирования.

Основным режимом функционирования АС является нормальный режим.

В нормальном режиме функционирования системы:

- программное обеспечение и технические средства системы обеспечивают возможность функционирования в течение дня.

- исправно работает оборудование, составляющее комплекс технических средств;

- исправно функционирует системное, базовое и прикладное программное обеспечение системы.

## Продолжение приложения А

Для обеспечения нормального режима функционирования системы необходимо выполнять требования и выдерживать условия эксплуатации программного обеспечения и комплекса технических средств системы, указанные в соответствующих технических документах.

Аварийный режим функционирования системы характеризуется отказом одного или нескольких компонент программного или технического обеспечения.

В случае перехода системы в аварийный режим необходимо:

- сообщить об аварии;
- начать выполнение программы по поиску оптимального положения заново;

После этого необходимо выполнить комплекс мероприятий по устранению причины перехода системы в аварийный режим.

3) требования по диагностированию системы;

АС должна предоставлять инструменты диагностирования основных процессов системы мониторинга процесса выполнения программы.

Компоненты должны предоставлять удобный интерфейс для возможности просмотра диагностических событий, мониторинга процесса выполнения программ.

При возникновении аварийных ситуаций, либо ошибок в программном обеспечении, диагностические инструменты должны позволять сохранять полный набор информации, необходимой разработчику для идентификации проблемы (снимки экранов, текущее состояние памяти, файловой системы).

4) перспективы развития, модернизации системы.

АС должна реализовывать возможность дальнейшей модернизации как программного обеспечения, так комплекса технических средств, таких как:

- Чувствовать силу ветра и разворачиваться в безопасную позицию.

Также необходимо предусмотреть возможность увеличения производительности системы путем её масштабирования.

## Продолжение приложения А

### *4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы*

Для плановой диагностики АС требуется один человек.

### *4.1.3 Требования к надежности*

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части;
- при ошибках в работе аппаратных средств;
- при ошибках, связанных с программным обеспечением.

### *4.1.4 Требования к безопасности*

Все внешние элементы технических средств системы, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и ПУЭ.

Система электропитания должна обеспечивать защитное отключение при перегрузках и коротких замыканиях в цепях нагрузки, а также аварийное ручное отключение.

Общие требования пожарной безопасности должны соответствовать нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов. После снятия электропитания должно быть допустимо применение любых средств пожаротушения.

Факторы, оказывающие вредные воздействия на здоровье со стороны всех элементов системы (в том числе инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское и электромагнитное излучения, вибрация, шум, электростатические поля, ультразвук строчной частоты и т.д.), не должны превышать действующих норм (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 от 03.06.2003 г.).

### *4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике*

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным



## Продолжение приложения А

### 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

#### 2.1 Автоматическая система позиционирования солнечной батареи

предназначена для:

- для автоматического приведения солнечной батареи в позицию, соответствующую максимальной выработке электроэнергии
- автоматического воспроизведения программы движения по суточному и годовому графикам.
- ручного управления приводами батареи
- индикации и регистрации положения батареи по координатам

#### 2.2 Цели создания системы.

- Разработка прототипа для последующего воплощения в промышленных масштабах
- Совершенствование лабораторной базы кафедры
- Получение навыков построения систем управления данного класса

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является электромеханическое устройство, состоящее из металлического основания, на котором установлена вертикальная направляющая конструкция, в верхней части которой закреплена солнечная батарея. Батарея приводится в движение вокруг вертикальной и горизонтальной оси с изменением азимута и угла места, с прямоходными исполнительными механизмами на основе двигателей постоянного тока напряжением 12В. Диапазон изменения азимута  $120^\circ$ , высоты  $90^\circ$ .

Объект эксплуатируется в диапазоне температур от  $-40$  до  $+75^\circ\text{C}$ , при влажности до 80%.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

#### 4.1 Требования к системе в целом

Система управления должна включать следующие элементы:

- блок питания 12В
- блок коммутации приводов

## Продолжение приложения А

- блок контроллера
- пульт управления
- блок контроля и измерения положения приводов

Блок коммутации должен обеспечивать возможность реверсивного включения приводов и отключением приводов в конечных положениях.

Блок контроллера предназначен для получения и обработки сигналов датчиков положения и выработки сигналов управления в соответствии с программой управления.

Пульт управления предназначен для отображения текущего состояния и положения приводов, переключения режима работы, ручного управления приводами.

### *4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы*

1) требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы;

Для информационного обмена между компонентами системы используется цифровой интерфейс RS – 232.

2) требования к режимам функционирования системы;

Для АС определены следующие режимы функционирования:

- нормальный режим функционирования;
- аварийный режим функционирования.

Основным режимом функционирования АС является нормальный режим.

В нормальном режиме функционирования системы:

- программное обеспечение и технические средства системы обеспечивают возможность функционирования в течение дня;
- исправно работает оборудование, составляющее комплекс технических средств;
- исправно функционирует системное, базовое и прикладное программное обеспечение системы.

## Продолжение приложения А

Для обеспечения нормального режима функционирования системы необходимо выполнять требования и выдерживать условия эксплуатации программного обеспечения и комплекса технических средств системы, указанные в соответствующих технических документах.

Аварийный режим функционирования системы характеризуется отказом одного или нескольких компонент программного или технического обеспечения.

В случае перехода системы в аварийный режим необходимо:

- сообщить об аварии;
- начать выполнение программы по поиску оптимального положения заново.

После этого необходимо выполнить комплекс мероприятий по устранению причины перехода системы в аварийный режим.

3) требования по диагностированию системы;

АС должна предоставлять инструменты диагностирования основных процессов системы мониторинга процесса выполнения программы.

Компоненты должны предоставлять удобный интерфейс для возможности просмотра диагностических событий, мониторинга процесса выполнения программ.

При возникновении аварийных ситуаций, либо ошибок в программном обеспечении, диагностические инструменты должны позволять сохранять полный набор информации, необходимой разработчику для идентификации проблемы (снимки экранов, текущее состояние памяти, файловой системы).

4) перспективы развития, модернизации системы.

АС должна реализовывать возможность дальнейшей модернизации как программного обеспечения, так комплекса технических средств, таких как:

- чувствовать силу ветра и разворачиваться в безопасную позицию.

Также необходимо предусмотреть возможность увеличения производительности системы путем её масштабирования.

## Продолжение приложения А

### *4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы*

Для плановой диагностики АС требуется один человек.

### *4.1.3 Требования к надежности*

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части;
- при ошибках в работе аппаратных средств;
- при ошибках, связанных с программным обеспечением.

### *4.1.4 Требования к безопасности*

Все внешние элементы технических средств системы, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и ПУЭ.

Система электропитания должна обеспечивать защитное отключение при перегрузках и коротких замыканиях в цепях нагрузки, а также аварийное ручное отключение.

Общие требования пожарной безопасности должны соответствовать нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов. После снятия электропитания должно быть допустимо применение любых средств пожаротушения.

Факторы, оказывающие вредные воздействия на здоровье со стороны всех элементов системы (в том числе инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское и электромагнитное излучения, вибрация, шум, электростатические поля, ультразвук строчной частоты и т.д.), не должны превышать действующих норм (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 от 03.06.2003 г.).

### *4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике*

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным

## Продолжение приложения А

и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Навигационные элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме. Средства редактирования информации должны удовлетворять принятым соглашениям в части использования функциональных клавиш, режимов работы, поиска, использования оконной системы. Ввод-вывод данных системы, прием управляющих команд и отображение результатов их исполнения должны выполняться в интерактивном режиме. Интерфейс должен соответствовать современным эргономическим требованиям и обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям системы.

Все надписи экранных форм, а также сообщения, выдаваемые пользователю должны быть на русском языке.

Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях система должна выдавать пользователю соответствующие сообщения.

### *4.1.6 Требования к транспортабельности для подвижных АС*

АС в сложенном виде должна быть компактной, а также должна иметь возможность быстрой и простой сборки.

### *4.1.7 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы*

Для нормальной эксплуатации разрабатываемой системы должно быть обеспечено бесперебойное питание. При эксплуатации система должна быть обеспечена соответствующая стандартам хранения и эксплуатации.

Периодическое техническое обслуживание используемых технических средств должно проводиться в соответствии с требованиями технической документации изготовителей, но не реже одного раза в год.

В процессе проведения периодического технического обслуживания должны проводиться внешний и внутренний осмотр и чистка технических

## Продолжение приложения А

средств, проверка контактных соединений, проверка параметров настроек работоспособности технических средств и тестирование их взаимодействия.

На основании результатов тестирования технических средств должны проводиться анализ причин возникновения обнаруженных дефектов и приниматься меры по их ликвидации.

Восстановление работоспособности технических средств должно проводиться в соответствии с инструкциями разработчика и поставщика технических средств и документами по восстановлению работоспособности технических средств и завершаться проведением их тестирования. Размещение оборудования, технических средств должно соответствовать требованиям техники безопасности, санитарным нормам и требованиям пожарной безопасности.

Все пользователи системы должны соблюдать правила эксплуатации электронной вычислительной техники.

### *4.1.8 Требования по сохранности информации при авариях*

Программное обеспечение АС должно восстанавливать свое функционирование при корректном перезапуске аппаратных средств. Приведенные выше требования не распространяются на компоненты системы, разработанные третьими сторонами и действительны только при соблюдении правил эксплуатации этих компонентов.

### *4.1.9 Требования к защите от влияния внешних воздействий*

Защита от влияния внешних воздействий должна обеспечиваться средствами программно - технического комплекса.

### *4.1.10 Требования к патентной чистоте*

Установка системы в целом, как и установка отдельных частей системы не должна предъявлять дополнительных требований к покупке лицензий на программное обеспечение сторонних производителей, кроме программного обеспечения, указанного в разделе 4.3.4.

### *4.1.11 Дополнительные требования*

Дополнительные требования не предъявляются.

## Продолжение приложения А

### *4.2 Требования к видам обеспечения*

#### *4.2.1 Требования к математическому обеспечению системы*

Математические методы и алгоритмы, а также программное обеспечение, используемые при разработке АС должны быть максимально оптимизированными и понятными для разработчиков.

#### *4.2.2 Требования к информационному обеспечению системы*

Состав, структура и способы организации данных в системе должны быть определены на этапе технического проектирования.

Технические средства, обеспечивающие хранение информации, должны использовать современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надежность хранения данных и оперативную замену оборудования.

#### *4.2.3 Требования к лингвистическому обеспечению системы*

Все прикладное программное обеспечение системы для организации взаимодействия с пользователем должно использовать русский язык.

#### *4.2.4 Требования к программному обеспечению системы*

При проектировании и разработке системы необходимо максимально эффективным образом использовать программное обеспечение.

#### *4.2.5 Требования к техническому обеспечению*

Техническое обеспечение системы должно максимально и наиболее эффективным образом использовать существующие технические средства.

#### *4.2.6 Требования к метрологическому обеспечению*

Разрабатываемая АС должна обеспечивать следующие метрологические требования: чувствительность солнечной батареи должна быть не ниже 97%, погрешность – не выше 3%, угловое позиционирование солнечной батареи не превышает 0,5°.

#### *4.2.7 Требования к организационному обеспечению*

## Продолжение приложения А

Организационное обеспечение системы должно быть достаточным для эффективного выполнения возложенных на него обязанностей при осуществлении автоматизированных и связанных с ними неавтоматизированных функций системы.

### 5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Перечень документов, по ГОСТ 34.201-89, предъявляемых по окончании соответствующих стадий и этапов работ:

Этап	Содержание работ	Результаты работ
1	Разработка технического обеспечения	Создание чертежа общего вида, функциональной схемы, принципиальной электрической схемы, монтажной схемы и схемы общего вида ЩУ и его компоновки.
2	Разработка ПО	Описание алгоритма, программного обеспечения, написание руководства пользователя, составление перечня входных сигналов и данных
3	Определение потребностей в материалах и оборудования	Составление ведомости оборудования и материалов и локальный сметный расчет

### 6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

#### *6.1 Виды, состав, объем и методы испытаний системы*

Виды, состав, объем, и методы испытаний системы должны быть изложены в программе и методике испытаний АС, разрабатываемой в составе рабочей документации.



## Продолжение приложения А

### *6.2 Общие требования к приемке работ по стадиям*

Все создаваемые в рамках настоящей работы программные изделия передаются заказчику, как в виде готовых модулей, так и в виде исходных кодов, представляемых в электронной форме на стандартном машинном носителе.

### *6.3 Статус приемочной комиссии*

Статус приемочной комиссии определяется заказчиком до проведения испытаний.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

В ходе выполнения проекта на объекте автоматизации требуется выполнить работы по подготовке к вводу системы в действие. При подготовке к вводу в эксплуатацию АС заказчик должен обеспечить выполнение следующих работ:

- Обеспечить соответствие помещений и рабочих мест пользователей системы в соответствии с требованиями;
- Обеспечить выполнение требований, предъявляемых к программно-техническим средствам, на которых должно быть развернуто программное обеспечение АС;
- Совместно с исполнителем подготовить план развертывания системы на технических средствах заказчика;
- Провести опытную эксплуатацию АС.

Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие, включая перечень основных мероприятий и их исполнителей должны быть уточнены на стадии подготовки рабочей документации и по результатам опытной эксплуатации.

## 8 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

Техническая часть:

- 1.) Чертеж общего вида
- 2.) Функциональная схема автоматизации

## Продолжение приложения А

3.) Схема электрическая принципиальная

4.) Монтажная схема

5.) Общий вид и компоновка ЩУ

Программная часть:

1.) Перечень входных сигналов и данных

2.) Описание алгоритма

3.) Описание программного обеспечения

4.) Руководство пользователя

Экономическая часть:

1.) Ведомость оборудования и материалов

2.) Локальный сметный расчет

### 9 ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Учебники, учебные пособия, и другие материалы:

- Программирование программируемых логических контроллеров

ОВЕН ПЛК 63 и ПЛК 73;

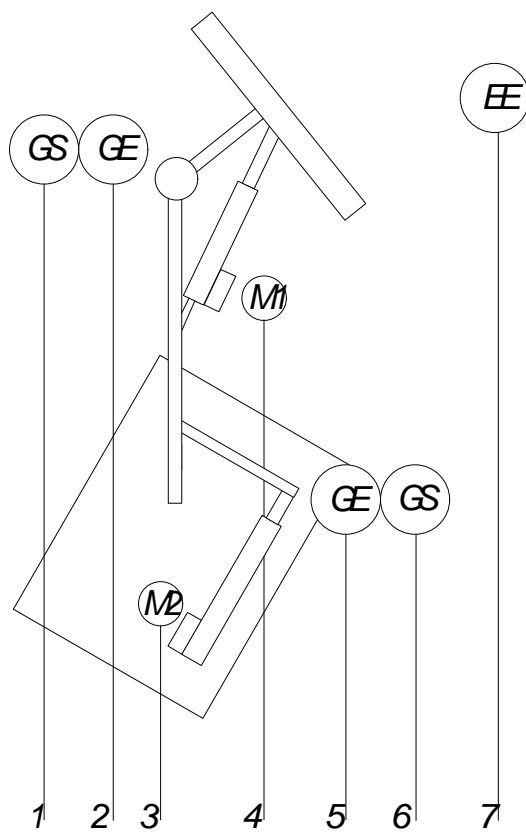
- Контроллер программируемый логический ОВЕН ПЛК73. Руководство по эксплуатации;










- Контроллер программируемый логический ОВЕН ПЛК73. Руководство по программированию;

- ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность, обозначения документов при создании АС.

# ПРИЛОЖЕНИЕБ

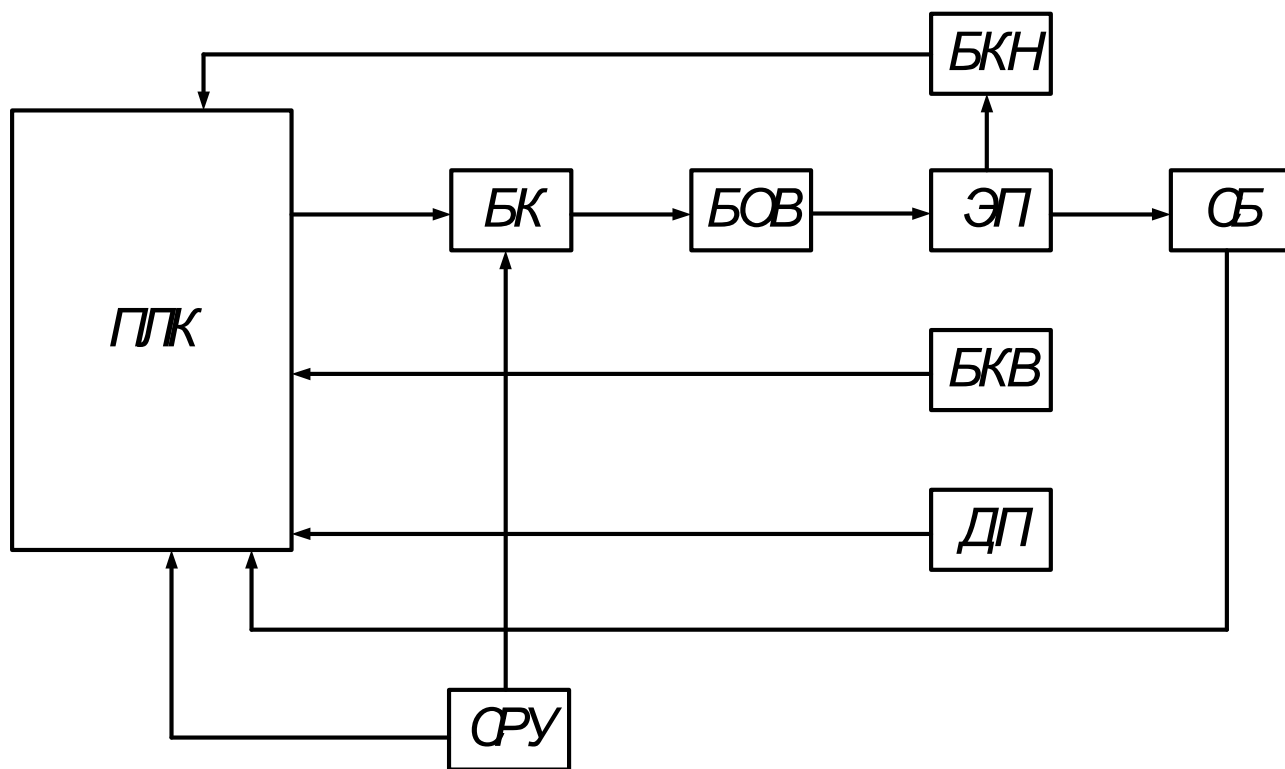
## Функциональная схема автоматизации



Щит	ПЛК 73		1 2	3	4	5 6	7	
		AI	        					
		DO						
		DI						

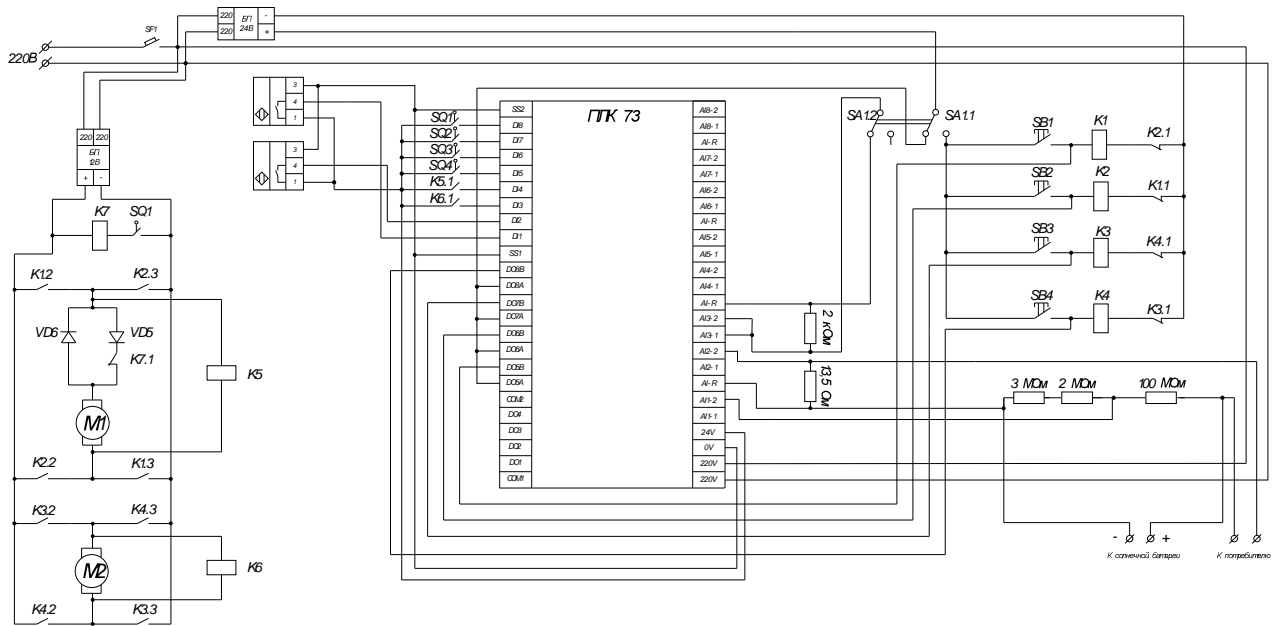
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Структурная схема



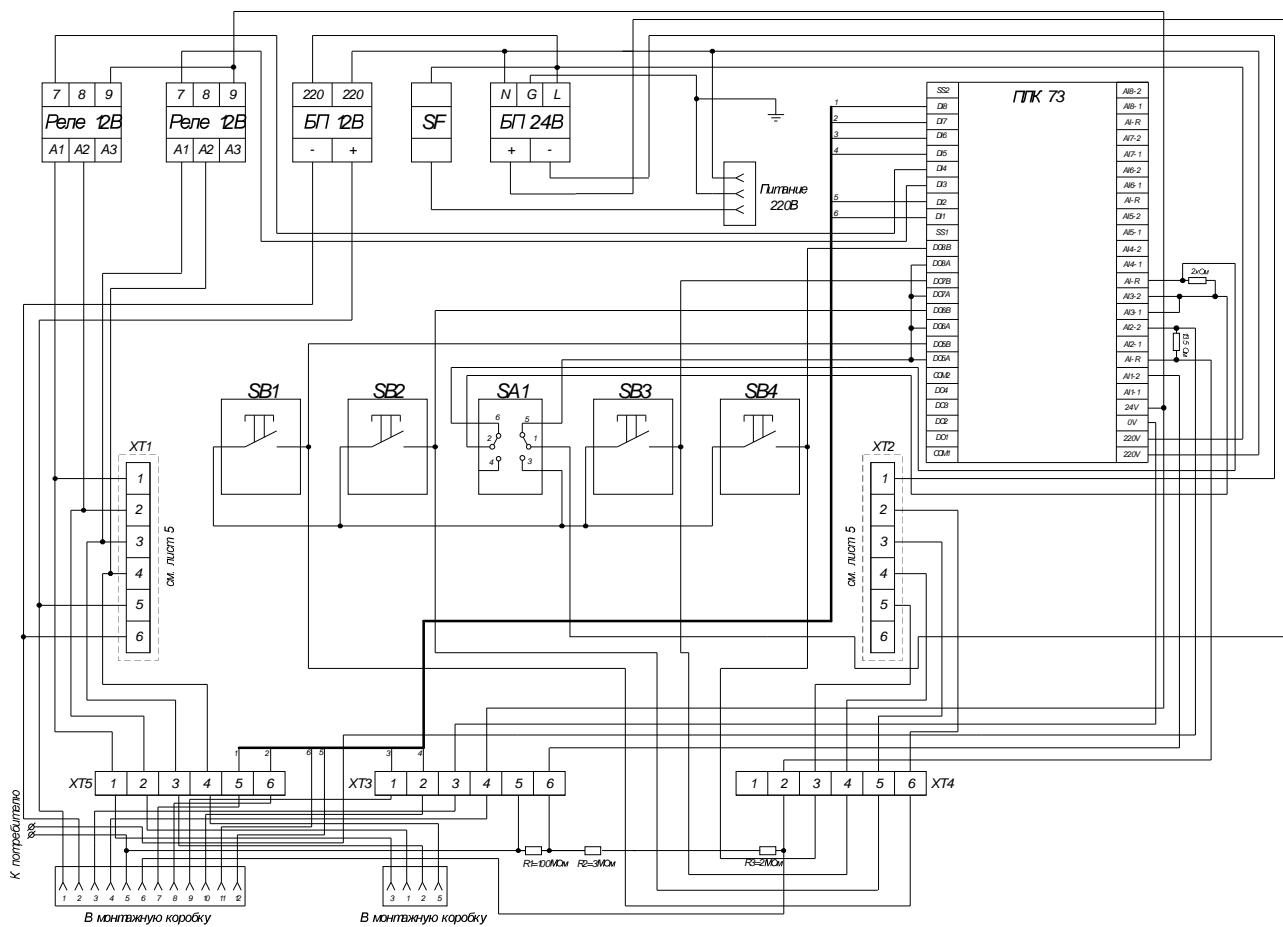
# ПРИЛОЖЕНИЕГ

## Принципиальная электрическая схема



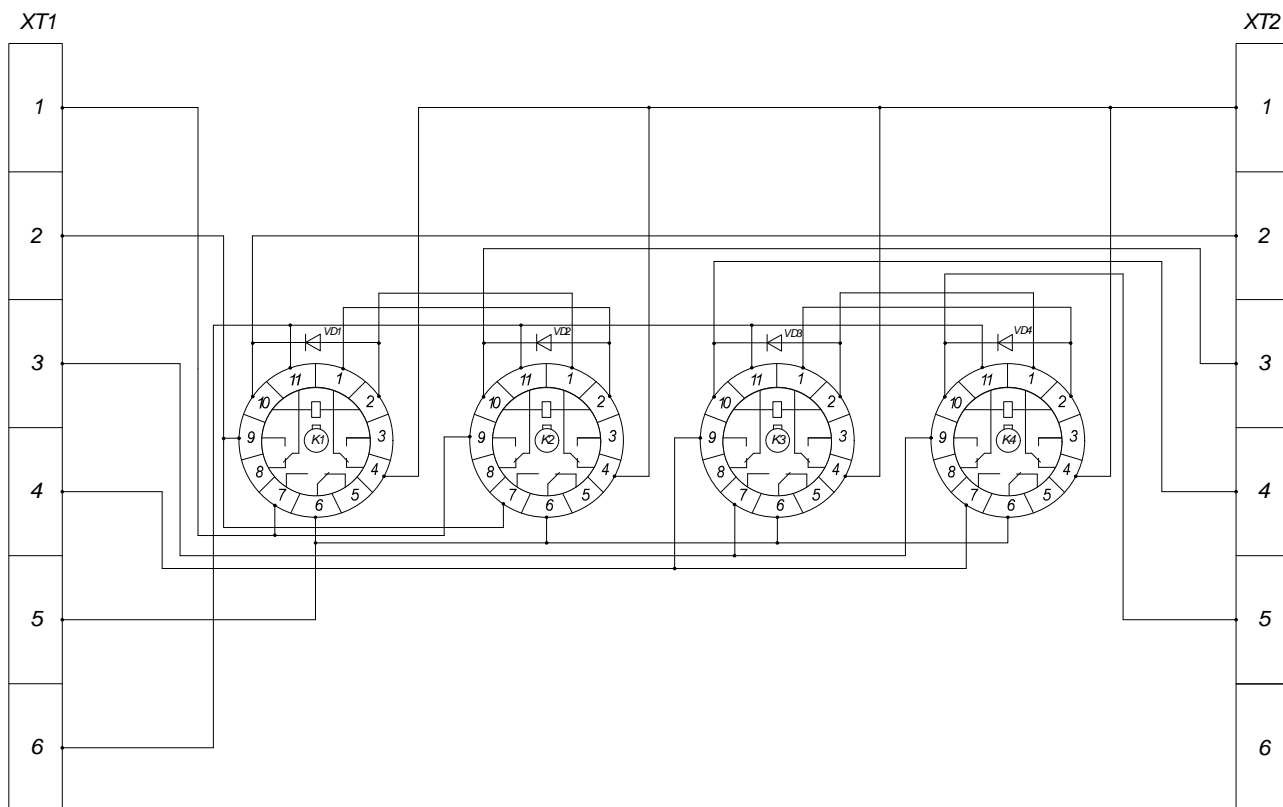
# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Монтажная схема



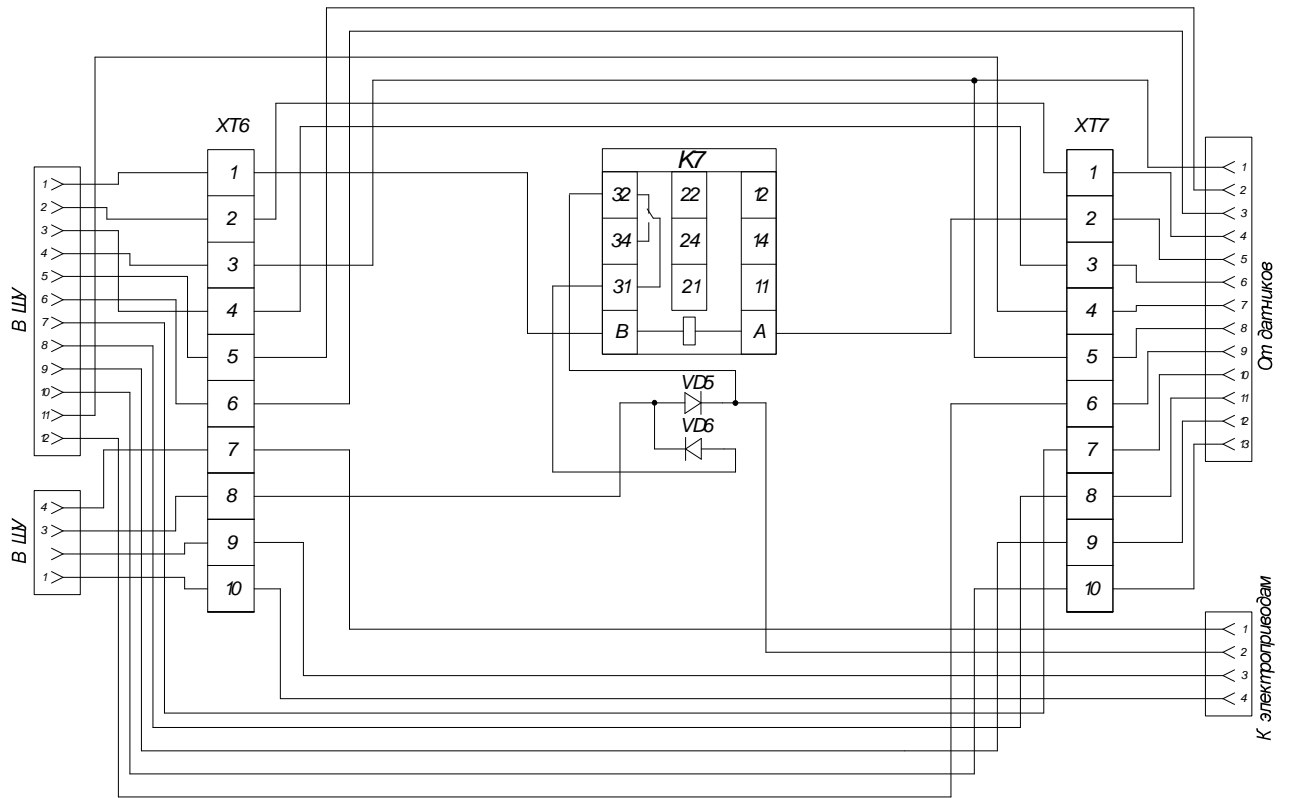
# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Монтажная схема блока реле



# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

## Компоновка монтажной коробки

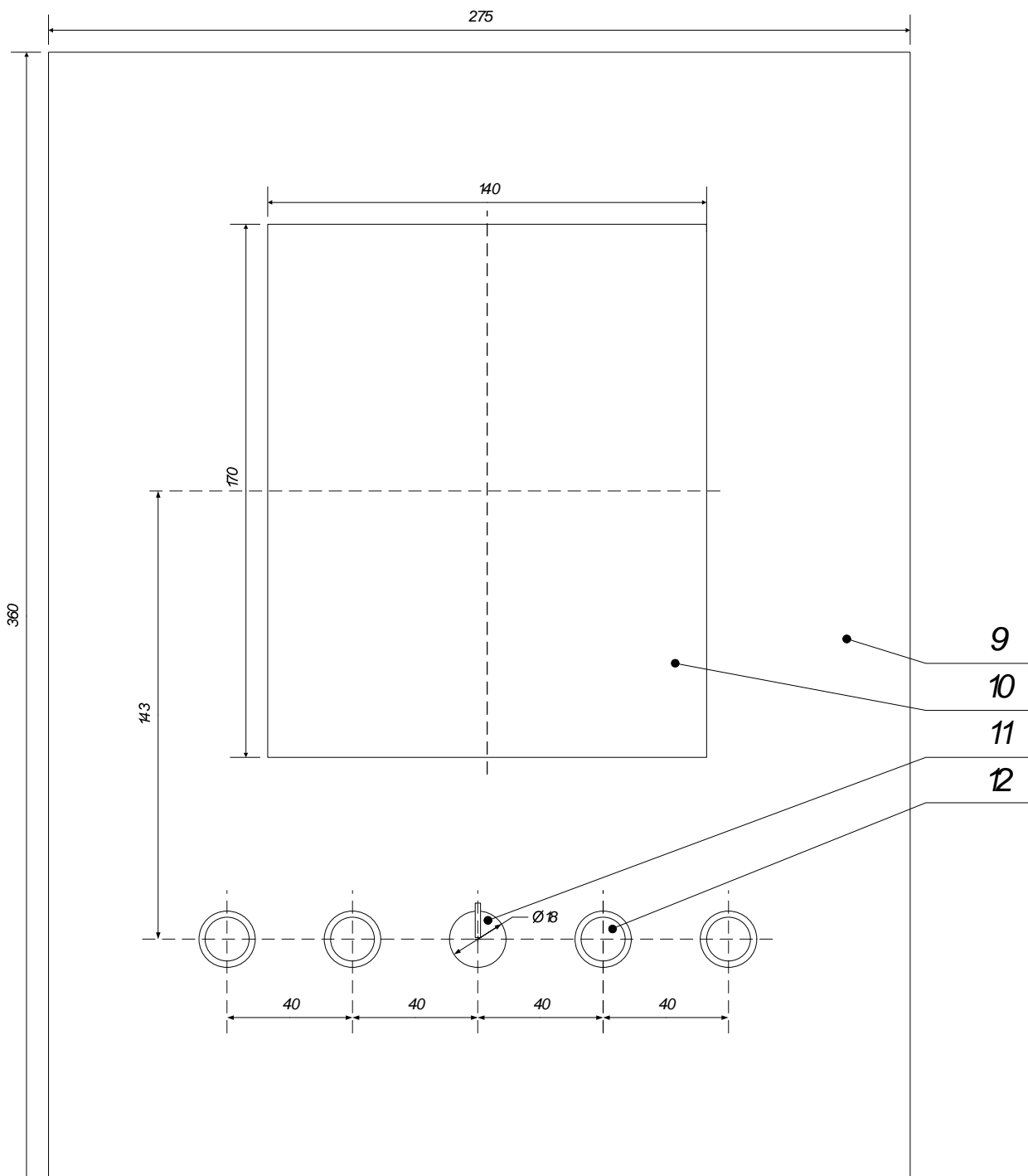




# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## Общий вид и компоновка ШУ

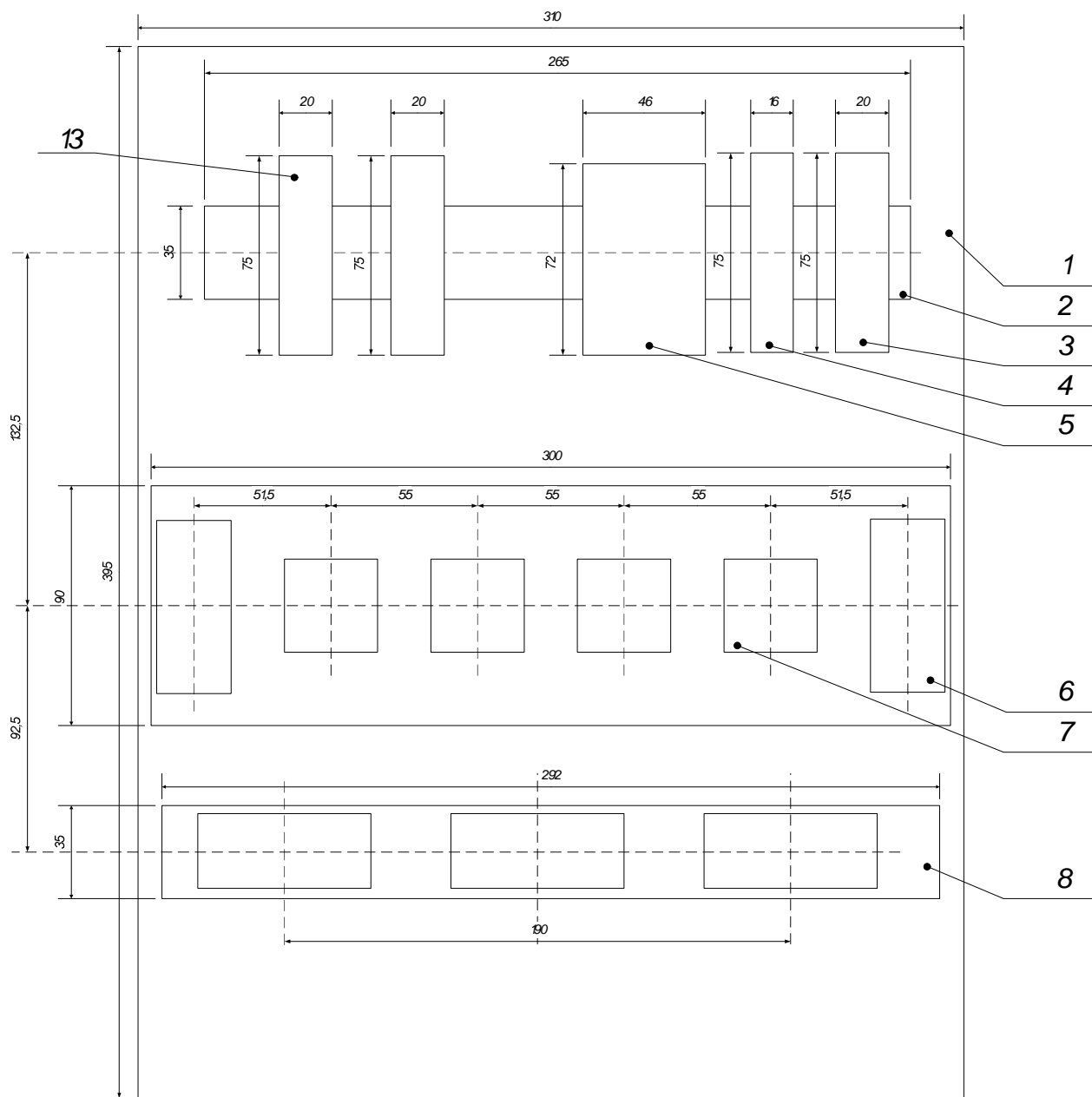
### Лицевая панель ШУ



Продолжение приложения 3

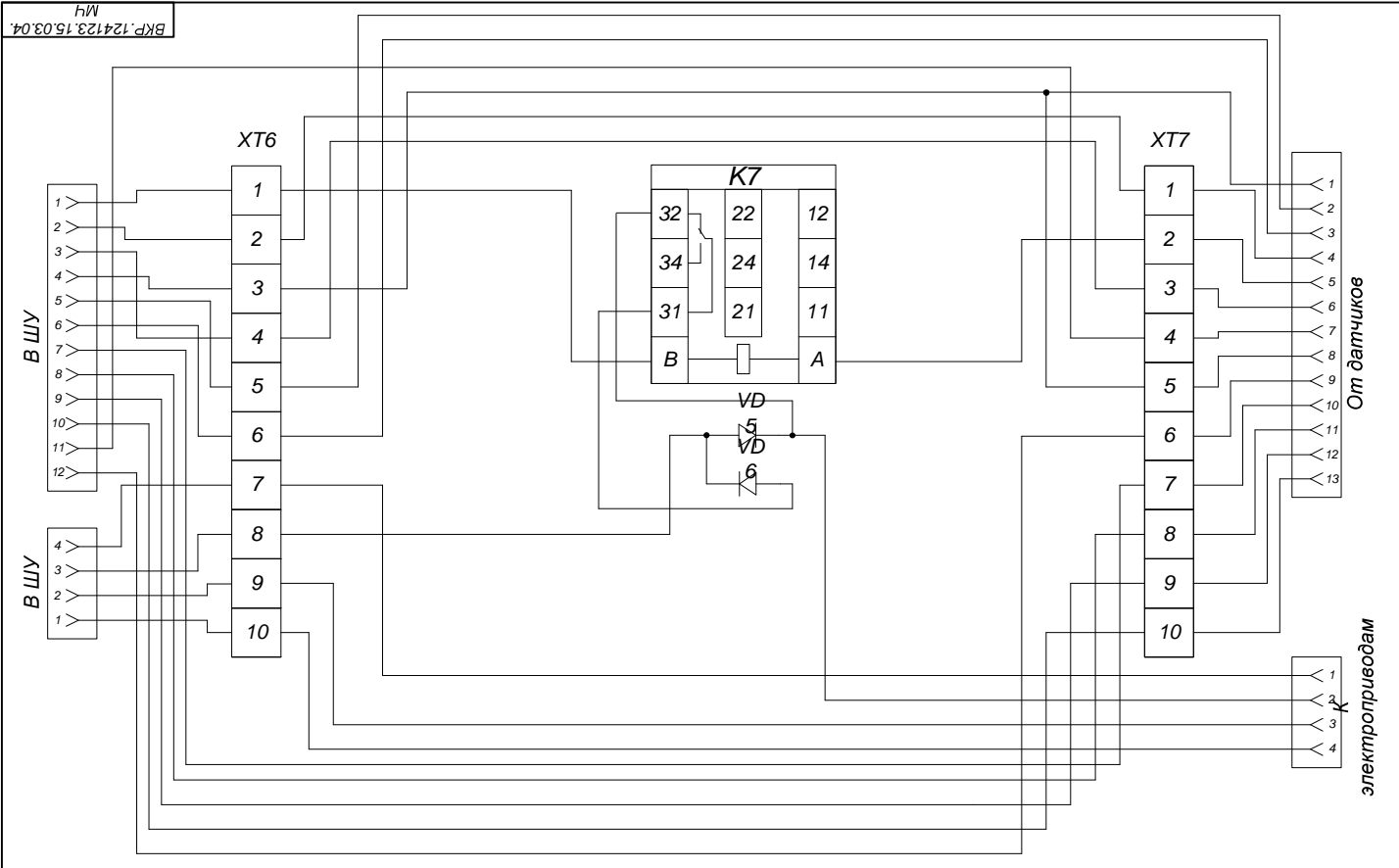
Общий вид и компоновка ШУ

Внутренняя компоновка

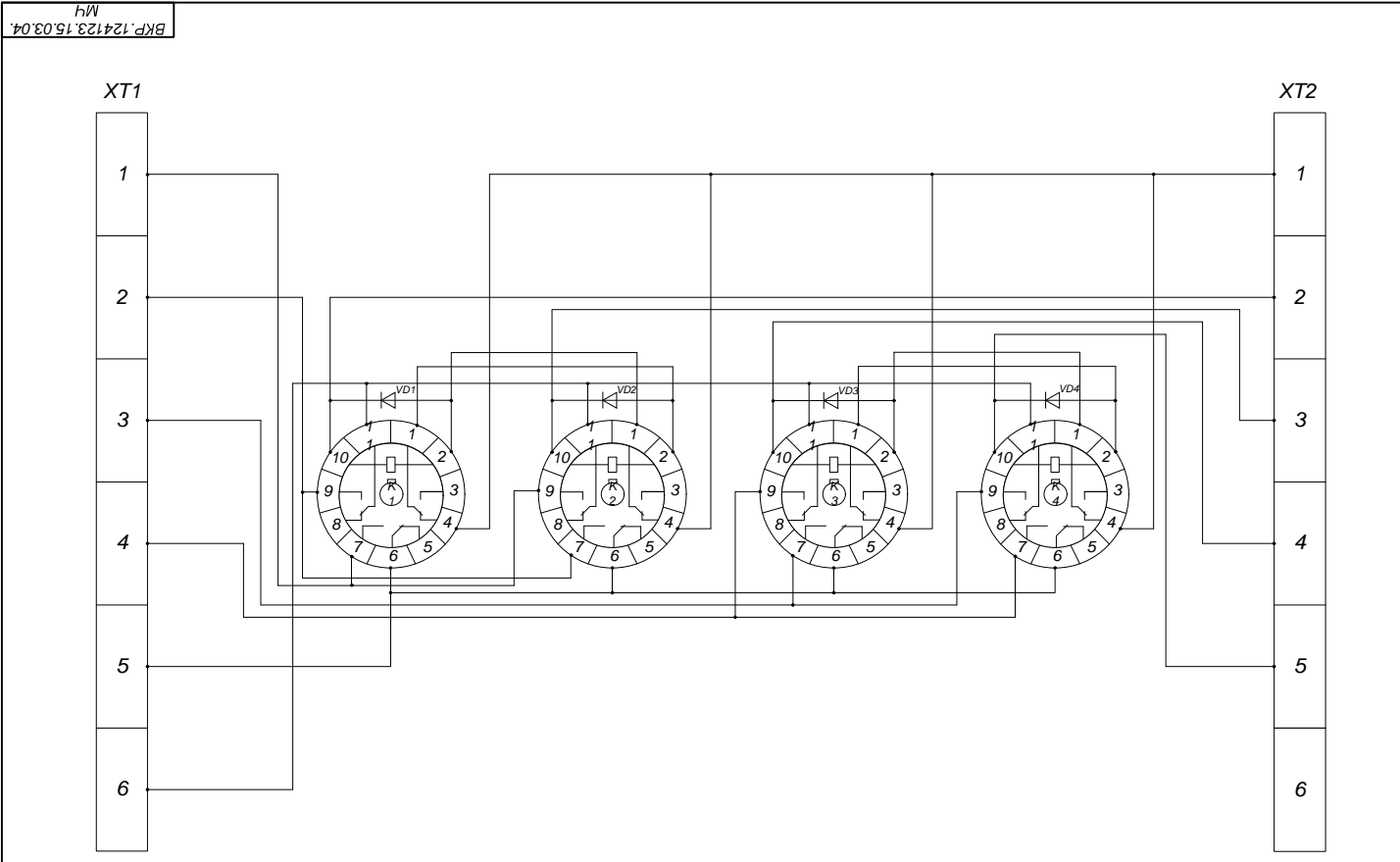




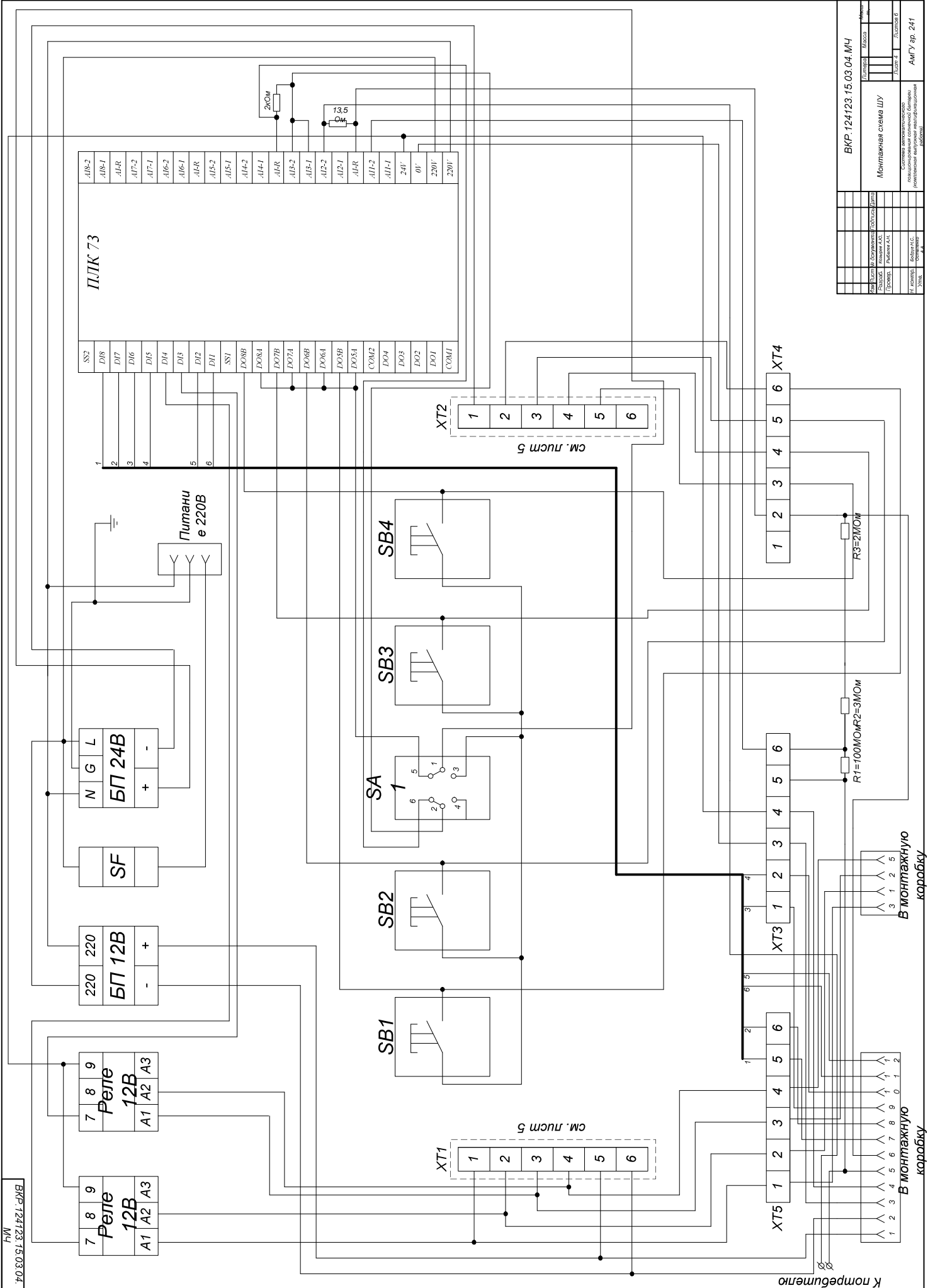




				ВКР.124123.15.03.04.МЧ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Масштаб	Масшт.
	Разработ.	Ушакин А.Ю.			Компоновка монтажной коробки		
	Проверил.	Рыбачек А.И.			Лист 2	Листов 6	
Н. контрол.	Бобука И.С.	Составлено			Система автоматического позиционирования солнечной батареи (комплексная выпускная квалификационная работа)		АМГУ эр. 241 - об
Утв.	Иванов	г.г.					



				ВКР.124123.15.03.04.МЧ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Масштаб	Масшт.
	Разработ.	Ушакин А.Ю.			Монтажная схема блока реле		
	Проверил.	Рыбачек А.И.			Лист 3	Листов 6	
Н. контрол.	Бобука И.С.	Составлено			Система автоматического позиционирования солнечной батареи (комплексная выпускная квалификационная работа)		АМГУ эр. 241 - об
Утв.	Иванов	г.г.					

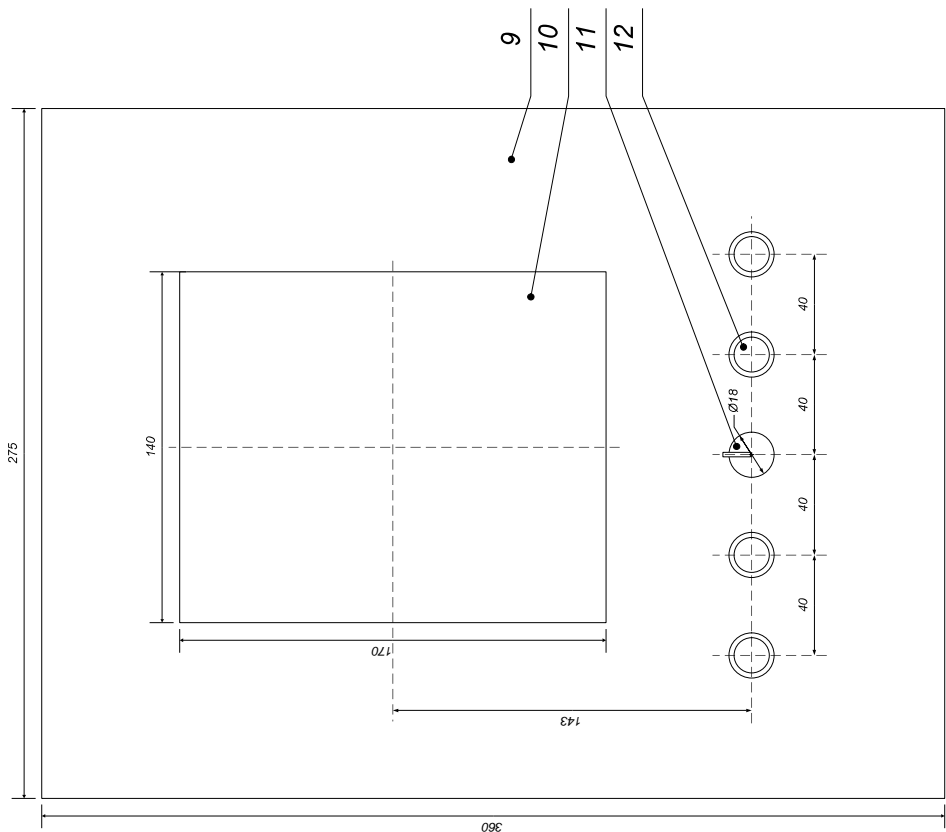
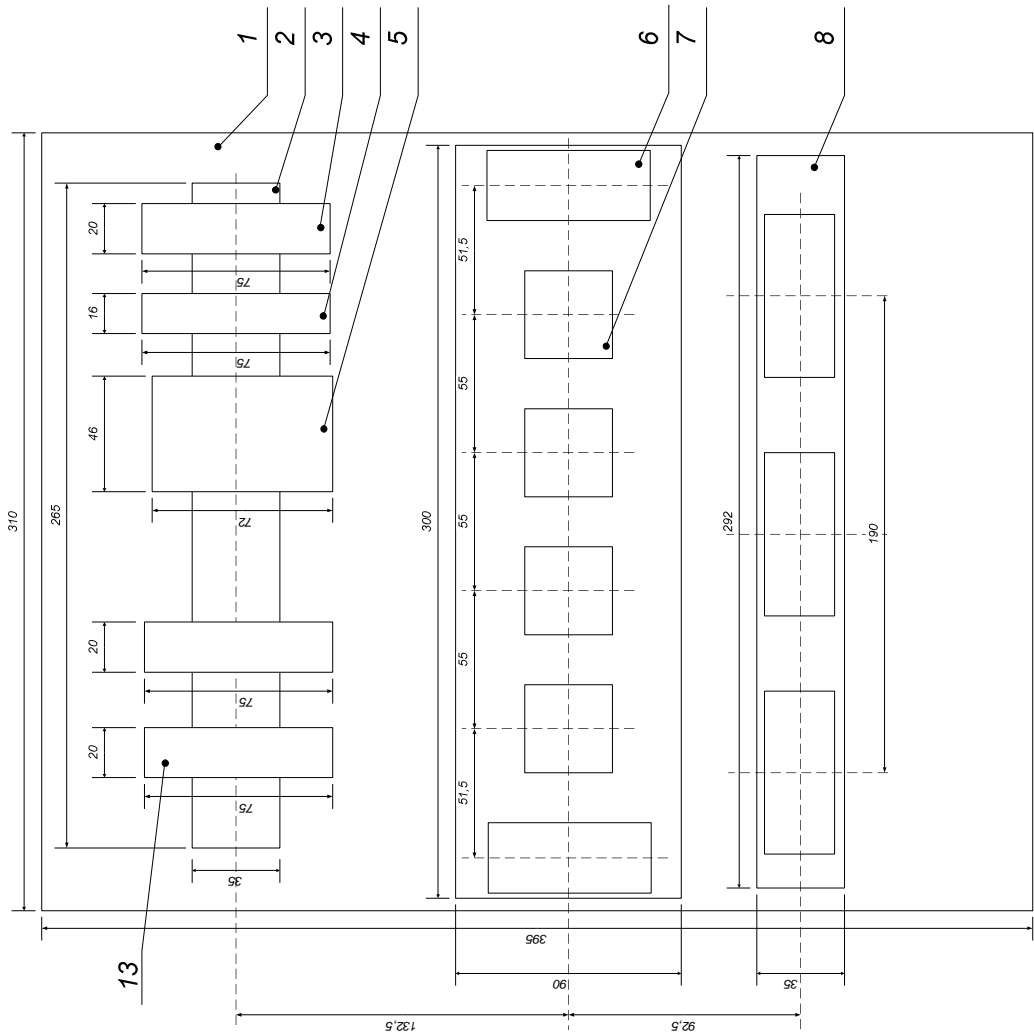


К компьютеру

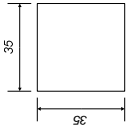
В монтажную  
коробку

В монтажную  
коробку

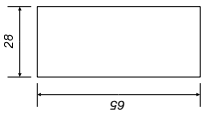
ВКР 124123.15.03.04.МЧ	
Лист №	Листов
Монтажная схема ШУ	
Исполнитель	Проверен
Листов А	Листов Б
Исполнитель: (подпись)	
Проверен: (подпись)	
Дата: (подпись)	
АИГУ зр. 241	



7. Реле(12В)



6. Клеммная колодка



12. Кнопка



13. Реле(24В)



ВКР 124123.15.03.04.ВО		Листов	Листов	Масштаб	Имя
№	Исполнитель	Проверен	Утвержден	Дата	№
1	С.И.Иванов	А.В.Петров	В.М.Сидоров	15.03.2024	1/1
2	И.С.Кузнецов	К.В.Новиков	Л.В.Смирнов		
3	П.В.Соколов	Р.В.Тихонов	С.В.Федотов		
4	Т.В.Васильев	У.В.Олегов	Ф.В.Попов		
5	Х.В.Мухоморов	Ц.В.Иванов	Ч.В.Сидоров		
6	Ш.В.Шарипов	Щ.В.Щербаков	Ъ.В.Юсупов		
Объект: Система автоматизации технологических процессов (АТЭС) для производства продукции					Листов: 6
Исполнитель: ООО «ИТ-Системы»					Лист: 5
Масштаб: 1:1					Листов: 6
Имя: АИГУ зр. 241					

