


Министерство науки и высшего образования 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) образовательной программы Автоматизация
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

и.о. зав. кафедрой

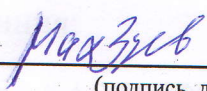
 О.В. Скрипко
« 27 » 06 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Автоматизированная система управления солнечной станции
Нижне-Бурейской ГЭС

Исполнитель


студент группы 841 об

 22.06.2022
(подпись, дата)

М.Е. Зув

Руководитель


доцент, канд. техн. наук

 23.06.2022
(подпись, дата)

Д.А. Теличенко

Консультант по безопасности
и экологичности


доцент, канд. техн. наук

 15.06.2022
(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

профессор, д-р техн. наук

 23.06.2022
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

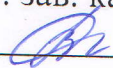
Благовещенск 2022

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

Факультет Энергетический
Кафедра Автоматизации производственных процессов и электротехники

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

и.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко

подпись

« 27 » 06 2022 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Зуева Максима Евгеньевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизированная система управления солнечной станции Нижне-Бурейской ГЭС

(утверждена приказом от 05.04.2022 № 679-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работ: 25.06.2022

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

- техническая документация;
- материалы, полученные в ходе прохождения практической подготов-

ки;

- интернет ресурсы.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

1) Описание объекта автоматизации;

2) Электрическая часть модернизации;

3) Механическая часть модернизации;

4) Безопасность и экологичность.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Структурная схема;

Лист 2:Схема структурная АСУ ТП СЭС;

Лист 3:Структурная схема система управления;

Лист 4:Структурная схема АСУ ТП СЭС с интеграцией;

Лист 5:Цепи питания. Схема электрическая принципиальная;

Лист 6:Схема системы измерения положения.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относившихся к ним разделов) Булгаков Андрей Борисович, доцент, канд. техн. наук. Безопасность и экологичность.

7. Дата выдачи задания 10.03.2022.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Теличенко Денис Алексеевич, доцент, канд. техн. наук.

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

Задание принял к исполнению (дата): Махмуев 10.03.2022

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 68 с., 43 рисунков, 5 таблиц, 22 источника.

СОЛНЕЧНАЯ ПАНЕЛЬ, ДАТЧИК, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, ПИРАНОМЕТР, КОНТРОЛЛЕР REGUL R500, ИНВЕРТОР, КОМПЛЕКТНЫЙ ШКАФ, КОНТРОЛЛЕР ПЛК 73, ИНСОЛЯЦИЯ, СТРУКТУРНАЯ СХЕМА, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

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.

Целью работы является повышение эффективности работы солнечной станции путем внедрения в нее системы слежения за солнечным излучением.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Описание объекта автоматизации	10
1.1 Основные технические решения	10
1.1.1 Структура системы	10
1.1.2 Оборудование нижнего уровня	10
1.1.3 Оборудование среднего уровня	12
1.1.4 Оборудование верхнего уровня	14
1.1.5 Локальная сеть	15
1.1.6 Система обеспечения единого времени	15
1.2 Решения по режимам функционирования, диагностированию работы системы	15
1.2.1 Режимы функционирования	15
1.2.2 Диагностирование работы системы	16
1.3 Численность персонала автоматизированной системы	18
1.4 Технологические функции	19
1.4.1 Функция измерения и сбора аналоговой и дискретной информации	19
1.4.2 Функция технологической предупредительной и аварийной сигнализации	19
1.4.3 Функция ручного управления оборудованием СЭС	21
1.4.4 Функция автоматического управления генерацией активной мощности	22
1.4.5 Функция автоматического управления АСУ ТП	23
1.5 Общесистемные функции	23
1.5.1 Организация внутрисистемных коммуникаций	23
1.5.2 Тестирование и самодиагностике компонентов	24
1.5.3 Синхронизация единого времени компонентов	24

1.5.4 Архивирование и хранение информации	24
1.5.5 Защита от несанкционированного доступа	25
1.5.6 При авариях не происходит потеря или искажение информации	25
1.6 Информационное обеспечение	26
1.7 Программное обеспечение	27
1.8 Электропитание технических средств	28
1.9 Состояние вопроса	29
1.9.1 Инсоляция в Амурской области	29
1.9.2 Существующие решения	31
1.9.3 Предлагаемое решение	31
2 Электрическая часть	32
2.1 Принципиальная электрическая схема	32
2.2 Монтажная схема	36
2.2.1 Монтажная коробка	39
3 Механическая часть модернизации	41
3.1 Структурная схема системы управления	41
3.2 Выбор управляющей аппаратуры	42
3.2.1 Программируемый логический контроллер	42
3.2.2 Блок коммутации	46
3.2.3 Блок ограничения высоты	47
3.2.4 Электропривод	48
3.2.5 Солнечная батарея	49
3.2.6 Блок контроля направления	49
3.2.7 Датчики положения	50
3.2.8 Блок концевых выключателей	51
3.3 Разработка системы контроля и измерения положения солнечной батареи	52
4 Безопасность и экологичность	56

4.1 Безопасность	56
4.2 Экологичность	58
4.3 Чрезвычайные ситуации	62
Заключение	65
Библиографический список	66

ВВЕДЕНИЕ

Полное наименование системы: автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) солнечной электростанции (СЭС) Нижне-Бурейской ГЭС.

Условное обозначение: АСУ ТП СЭС Нижне-Бурейской ГЭС.

Солнечная электростанция размещается на правом берегу р. Бурей, на территории действующего гидроузла, вне основных сооружений Нижне-Бурейской ГЭС. СЭС имеет установленную мощность 1275 кВт и предназначена для производства активной электрической энергии в светлое время суток и ее передачи в электрическую сеть собственных нужд Нижне-Бурейская ГЭС. Электроэнергия, вырабатываемая электростанцией, используется для питания потребителей электроэнергии сети собственных нужд Нижне-Бурейская ГЭС.

В качестве основного генерирующего оборудования для СЭС приняты фотоэлектрические модули (ФЭМ) марки RECOM, модель RCM-375-6MA мощностью 375 Вт каждый (рисунок 1). Характеристики панелей (рисунок 2).



Рисунок 1 - Фотоэлектрические модули (ФЭМ) марки RECOM, модель RCM-375-6MA



Рисунок 2 - Характеристики панелей

Инверторная станция (ИС) преобразует постоянный ток от ФЭМ в переменное напряжение 0,6 кВ и 0,4 кВ с параметрами согласно ГОСТ 32144-2013.

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Основные технические решения

1.1.1 Структура системы

В составе АСУ ТП СЭС выделено три уровня:

- нижний уровень – уровень «полевого» оборудования;
- средний уровень – уровень контроллерного оборудования и оборудования локальной сети;
- верхний уровень – уровень серверов и автоматизированных рабочих мест.

1.1.2 Оборудование нижнего уровня

К оборудованию нижнего уровня относится оборудование, предусмотренное в составе, а также оборудование, поставляемое комплектно с инверторной станцией или КТП ВН11.

Оборудованием нижнего уровня в составе является:

- измерительные преобразователи ЭНИП-2 (рисунок 3), обеспечивающие измерение режимных параметров присоединений 0,4 кВ инверторной станции к КТП ВН11;
- пиранометр, обеспечивающий измерение инсоляции панелей ФЭМ;
- датчик температуры панелей ФЭМ;
- модули индикации ЭНМИ в составе резервного щита управления;
- модули устройств связи с объектом (УСО), обеспечивающие ввод/вывод информации и сигналов от устройств нижнего уровня, поставляемых в составе ИС и КТП ВН11.

К оборудованию нижнего уровня, поставляемого комплектно с ИС и КТП ВН11, являющегося объектами контроля и управления, относятся:

- инверторы SG125HV обеспечивающие преобразование постоянного тока в переменный и генерацию заданной активной мощности ИС (рисунок 4);



Рисунок 3 - Измерительные преобразователи ЭНИП-2

- комплектные шкафы постоянного тока КШПТ, обеспечивающие коммутацию постоянного тока от панелей ФЭМ;
- комплектные распределительные шкафы переменного тока напряжением 0,6 и 0,4 кВ, а также щиты собственных нужд 0,4 кВ с АВР;
- система мониторинга температуры обмоток трансформаторов (автотрансформаторов);
- источник бесперебойного питания ИС;
- локальная система управления вентиляцией ИС и КТП ВН11. Модули УСО, в составе, обеспечивают:
 - информационный обмен с устройствами по цифровым интерфейсам RS485 (Modbus RTU, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101);
 - сбор унифицированных сигналов тока 4-20 мА;
 - сбор дискретных сигналов типа «сухой» контакт;
 - формирование релейных команд управления «включить/отключить».

Кроме перечисленного оборудования нижнего уровня, выполняет опрос существующих измерительных преобразователей ЭНИП-2, размещенных в ячейках ввода КРУ 6 кВ собственных нужд.

Информационное взаимодействие с существующими измерительными преобразователями ЭНИП-2 осуществляется с использованием протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.



Рисунок 4 - Инверторы SG125HV

1.1.3 Оборудование среднего уровня

Средний уровень представляет собой резервированный контроллер REGUL R500 и коммуникационное оборудование Ethernet локальной сети (рисунок 5).

Резервированный контроллер REGUL R500 является основой системы контроля и управления СЭС. Контроллер обеспечивает:

- сбор и обработку данных с устройств нижнего уровня;
- реализацию алгоритмов управления, защит и блокировок;
- формирование управляющих воздействий на устройства нижнего уровня;
- информационный обмен с программно-техническими средствами верхнего уровня.

Назначение:

- ответственные решения, требующие повышенной надежности оборудования (поддержка различных схем резервирования контроллеров и станций удаленного ввода/вывода);

- высокоточные измерительные системы ответственного применения (специальные измерительные модули повышенной точности);

- отказоустойчивые системы управления технологическими объектами с быстроменяющимися физическими процессами (резервированные системы управления с минимальным циклом исполнения программы, специализированные модули высокоскоростного измерения физических параметров);

- распределенные системы АСУ ТП.

Функциональные возможности

- поддержка «горячего» резервирования центральных процессоров, источников питания, модулей ввода/вывода;

- дублированная высокоскоростная внутренняя шина данных;

- различные схемы резервирования контроллеров (100% резервирование, резервирование источников питания и центральных процессоров);

- «горячая» замена всех модулей контроллера (без отключения питания и прерывания прикладной программы);

- наборный крейт

- возможность наращивания крейта с дискретностью в один модуль;

- подключение станций удаленного ввода/вывода к центральному процессору по топологии «двойное резервируемое кольцо», «звезда» и смешанной схеме;

- энергонезависимая память - до 3 Гб под архивы пользователя;

- исполняемая среда Epsilon LD с поддержкой 5 языков стандарта IEC 61131;

- возможность web-визуализации.

Коммуникационные возможности

Поддержка интерфейсов:

- RS-232 (9-pin, full duplex, скорость 300...115 200 bps, оптоизоляция 500/1500 В, защита от перенапряжения);
- RS-422/RS-485 (9-pin, скорость 300...115 200 bps полная поканальная оптоизоляция 500/1500 В, защита от перенапряжения) - до 96 портов на контроллер;
- Ethernet 10/100/1000 RJ-45 (full duplex) - до 4 портов на ЦП;
- Ethernet 10/100/1000 FO (Single-mode, Multi-mode) - до 2 портов на ЦП.

Связь модулей УСО с контроллером осуществляется по резервированной сети EtherCAT, построенной по топологии дублированное кольцо [22].



Рисунок 5 - Резервированный контроллер REGUL R500

1.1.4 Оборудование верхнего уровня

В составе программно-технических средств верхнего уровня проектом предусмотрены:

- резервированные серверы с установленным общесистемным и специализированным программным обеспечением;
- автоматизированное рабочее место оперативного персонала: АРМ ДП СЭС, размещенный в помещении ЦПУ здания ПТК НБГЭС;
- автоматизированное рабочее место эксплуатационного персонала: АРМ;
- коммуникационное оборудование Ethernet;

-ЖК консоль для администрирования серверов.

1.1.5 Локальная сеть

- Информационный обмен между устройствами среднего и верхнего уровней осуществляется посредством резервированной локальной сети (ЛВС). Сетевое оборудование поддерживает технологию FastEthernet (IEEE 802.3u) и GigabitEthernet (IEEE 802.3z), обеспечивает поддержку VLAN (IEEE 802.3q),

- Резервированная ЛВС построена по топологии «дублированная звезда». Надежность ЛВС обеспечивается применением режима «горячего» резервирования технических средств с поддержкой режима «горячего» резервирования на аппаратном и программном уровнях. Проектом обеспечено резервирование коммуникационных портов вычислительных средств (контроллеров, серверов, АРМов и т.п.), активного коммуникационного оборудования ЛВС (коммутаторы, маршрутизаторы), кабельных линий связи. Структура и состав технических средств ЛВС обеспечивает ее расширение, как в части топологии, так и в части количества абонентов (устройств).

1.1.6 Система обеспечения единого времени

Существующая подсистема обеспечения единого времени построена на базе резервированных NTP (SNTP) серверов точного времени ССВ-1Г. Синхронизация времени осуществляется по сигналам систем ГЛОНАСС/GPS.

Существующая система обеспечения единого времени обеспечивает синхронизацию времени микропроцессорных устройств посредством ЛВС АСУ ТП ГЭС как на верхнем уровне, с использованием резервирования RSTP, так и на среднем и нижнем уровне, с использованием технологии резервирования PRP.

1.2 Решения по режимам функционирования, диагностированию работы системы

1.2.1 Режимы функционирования

Функционирование АСУ ТП СЭС предусматривается в следующих режимах:

- ручной режим управления;
- автоматический режим управления генерацией активной мощности.

Ручной режим управления предполагает функционирование СЭС полностью под контролем оперативного персонала. Управление коммутационной аппаратурой главной схемы СЭС, задание уставок ограничения генерируемой мощности инверторной станции осуществляется оператором. При этом возможно местное управление – посредством интерфейса графической панели, расположенной в инверторной станции, или дистанционное управление посредством интерфейса АРМ оперативного персонала.

Автоматический режим управления предполагает функционирование СЭС без участия оперативного персонала. В этом режиме АСУ ТП СЭС реализует алгоритмы автоматического управления генерацией активной мощности инверторной станции на основе измеренных значений перетоков активной мощности в системе собственных нужд (КРУ 6 кВ СН) и собственной генерации активной мощности.

Работа алгоритмов автоматического управления предусматривает два подрежима:

- ограничение генерации активной мощности инверторной станции по мгновенным значениям измеренной активной мощности в вводных ячейках КРУ 6 кВ СН;

- ограничение генерации активной мощности инверторной станции по мгновенным значениям измеренной активной мощности в вводных ячейках КРУ 6 кВ СН и с учетом посуточного/недельного графика потребления активной мощности на собственные нужды, формируемого оператором вручную. График потребления учитывает сезонность потребления активной мощности на основе статистических данных за предыдущие периоды.

1.2.2 Диагностирование работы системы

Диагностирование компонентов и сетевых элементов выполняется непрерывно и автоматически в течение всего времени работы во всех эксплуатационных режимах.

Контроллер, сетевое оборудование диагностируется автоматически как при включении, так и непрерывно в процессе работы.

Передача данных о диагностике технических средств и сетевых компонентов на верхний уровень и ведение электронных журналов, в которых хранятся следующие данные:

- сведения о текущем состоянии элементов системы в составе АСУ ТП СЭС;
- протоколы действий оператора, с указанием идентификатора оператора и его прав доступа к обслуживанию и конфигурированию системы;
- диагностические массивы информации, отражающие состояние устройств и программ, как в нормальном режиме эксплуатации, так и в процессе восстановления работоспособности аппаратуры и программ.

Система обеспечивает хранение данных журнала и информации в энергонезависимом запоминающем устройстве в случае снятия внешнего электропитания и не допускает изменение данных, занесенных в журнал.

Диагностическая информация представлена на АРМ оперативного персонала и инженера АСУ ТП СЭС в виде мнемокадров, на которых размещены мнемосимволы реальных устройств ПТК и показаны связи между устройствами. Нарушение связи и данные о неисправности аппаратуры регистрируются в архиве с меткой времени и выдаются на АРМ как сообщение (сигнализация) об отказе, а также на диагностическую мнемосхему АРМ инженера АСУ ТП СЭС - изменением цвета элемента или связи.

В объем диагностируемых компонентов ПТК АСУ ТП СЭС входят: устройства нижнего уровня (глубина диагностики – сменный модуль), средства коммуникаций, программное обеспечение, устройства электропитания.

Для резервированных полуккомплектов программно-технических средств, в случае отказа одного из них, несмотря на то, что все функции продолжают выполняться, средствами диагностики формируются соответствующие сообщения.

1.3 Численность персонала автоматизированной системы

Численность промышленно-производственного персонала, необходимого для всего комплекса работ по оперативному, техническому обслуживанию, ремонту технических средств АСУ ТП СЭС, определена на основании «Нормативов численности подразделений средств диспетчерского и технологического управления акционерных обществ энергетики и электрификации.

Нормативы численности персонала определяются по функциям в зависимости от влияющих факторов.

1.4 Технологические функции

АСУ ТП СЭС, на всех этапах создания, должна обеспечивать выполнение технологических и общесистемных функций.

Технологические функции АСУ ТП СЭС включают:

- измерение, преобразование, сбор аналоговой и дискретной информации о текущих технологических режимах присоединений 0,4 и 6 кВ и состоянии оборудования главной схемы инверторной станции и КТП ВН11;

- предоставление текущей и архивной информации оперативному персоналу Нижне-Бурейской ГЭС (отображение на экранных формах АРМа, графической панели, с динамическим изменением состояния);

- технологическая предупредительная и аварийная сигнализации: контроль и регистрация предупредительных и аварийных сигналов, контроль отклонения аналоговых параметров за предупредительные и аварийные пределы, вывод аварийных и предупредительных сигналов на АРМ, фильтрация, обработка (отображение на экранных формах, с динамическим изменением состояния);

- ручное управление оборудованием СЭС: управление режимами работы инверторов, управление коммутационными аппаратами главной схемы СЭС;

- расчет уставок генерируемой активной мощности СЭС в автоматическом режиме и их запись в инверторы, на основе данных о балансе мощности

на шинах собственных нужд Нижне-Бурейской ГЭС.

1.4.1 Функция измерения и сбора аналоговой и дискретной информации.

Аналоговая информация представляет собой измеренные значения электрических параметров (режимных параметров) главной схемы ИС по постоянному и переменному току. Дискретная информация представляет собой информацию о положении автоматических выключателей главной схемы ИС и КТП ВН11, положении ключей управления.

Измерения режимных параметров главной электрической схемы СЭС выполняется многофункциональными измерительными преобразователями ЭНИП-2 с присвоением метки времени непосредственно в измеряющем устройстве. В ходе первичной обработки выполняется масштабирование (вычисление реальных значений измеряемых величин в именованных единицах с учетом коэффициентов трансформации измерительных ТТ и ТН). Информационный обмен преобразователей ЭНИП-2 с контроллером АСУ ТП СЭС осуществляется по цифровому интерфейсу.

В ходе первичной обработки дискретной информации выполняется:

- устранение влияния «дребезга», возникающие при замыкании/размыкании контактов;
- отстройка от помех;
- присвоение меток времени любому дискретному сигналу с точностью, обеспечивающей однозначное распознавание технологических ситуаций при анализе, в частности, двух последовательных переключений коммутационного аппарата наивысшего быстродействия, точность фиксации времени событий должна быть не хуже 1 мс.

1.4.2 Функция технологической предупредительной и аварийной сигнализации.

Информация, выводимая на АРМ оперативного и технологического персонала, разбита на отдельные группы, для которых устанавливается разный приоритет вывода на интерфейс АРМ. Эта информация (сигналы, сооб-

щения) разделена на группы:

- аварийные;
- предупредительные;
- оперативное состояние.

Первые две группы включаются в журнал тревог (ЖТ), который предоставляет следующие возможности:

- квитирование сигналов или группы сигналов;
- отображение сигналов с обозначением признаков (группа сигнала, активный/неактивный, квитированный/неквитированный);
- сохранение содержимого ЖТ в файл (MS EXCEL, CSV);
- вывод содержимого ЖТ на печать;
- фильтрация по заданному интервалу времени;
- фильтрация по принадлежности к группе;
- удаление квитированных неактивных сигналов.

Группа аварийных сигналов предназначена для быстрого анализа оперативным персоналом причин происшедшего технологического нарушения. В эту группу включаются сигналы, несущие информацию об аварийных событиях на СЭС. В указанную группу должны входить сигналы, информирующие об автоматическом (т.е. происходящем без команды оперативного персонала) переключении коммутационных аппаратов или отключении оборудования, и не должны попадать сигналы, не сообщающие о непосредственном отключении оборудования (такие как проверочно-диагностические, неисправности оборудования, устройств и т.п.).

В группу предупредительные - попадают сигналы, несущие информацию о нарушениях работы основного и вспомогательного оборудования, не повлекшие технологического нарушения, но которые требуют принятия мер по устранению указанных нарушений для недопущения технологического нарушения.

В группу оперативное состояние - попадают сигналы, несущие информацию о положении коммутационных аппаратов инверторной станции, состоянии инверторов.

1.4.3 Функция ручного управления оборудованием СЭС

АСУ ТП СЭС обеспечивает местное и дистанционное ручное управление автоматическими выключателями инверторной станции и КТП ВН11(рисунок 6), включение и выключение инверторов, задание уставок активной мощности, генерируемой инверторами СЭС. АСУ ТП исключает возможность одновременного управления с разных рабочих мест (местное и дистанционное управление).



Рисунок 6 - КТП ВН11

Местное управление предусматривать наличие органов управления оборудованием СЭС, непосредственно в инверторной станции – по месту. Такими органами управления являются графическая ЖК панель и кнопка аварийного останова, размещенные на фасаде шкафа контроллеров.

Дистанционное управление подразумевает управление оборудованием СЭС с АРМ оперативного персонала в составе программно-технических средств верхнего уровня.

Дополнительно, на резервном пульте управления, должно быть предусмотрено:

- установка средств контроля режимных параметров присоединений 0,4

кВ инверторной станции к КТП ИС (в сторону собственных нужд ГЭС);

- установка кнопки аварийного останова генерации СЭС.

В АСУ ТП СЭС фиксируются операции по изменению режимов работы инверторов, состояния главной схемы ИС.

Функция автоматического управления генерацией активной мощности СЭС

Функция автоматического управления подразумевает управление генерацией активной мощности инверторами СЭС без участия оператора, по заданным алгоритмам автоматического управления.

1.4.4 Функция автоматического управления генерацией активной мощности обеспечивает:

-исключение перетоков активной мощности в сторону генераторного напряжения в сечении присоединений трансформаторов собственных нужд к ячейкам КРУ 6 кВ собственных нужд (рисунок 7) - в установившемся режиме (под установившимся режимом собственных нужд понимается отсутствие в сети собственных нужд резких переходных процессов, связанных с отключением мощной нагрузки);

-максимальное ограничение времени перетоков активной мощности в сторону генераторного напряжения в сечении присоединений трансформаторов собственных нужд к ячейкам КРУ 6 кВ собственных нужд – в переходных режимах режиме (под переходным режимом понимаются переходные процессы в сети собственных нужд, связанные с резким отключением мощных потребителей – «сброс» нагрузки).



Рисунок 7 - Ячейки КРУ 6 кВ собственных нужд

1.4.5 Функция автоматического управления АСУ ТП СЭС

Обеспечивает следующие режимы управления генерацией активной мощности СЭС:

- ограничение генерируемой активной мощности СЭС по входной величине – мгновенному значению активной мощности, потребляемой на собственные нужды в сечении присоединений трансформаторов собственных нужд к ячейкам КРУ 6 кВ собственных нужд

- ограничение генерируемой активной мощности СЭС по входной величине – мгновенному значению активной мощности, потребляемой на собственные нужды в сечении присоединений трансформаторов собственных нужд к ячейкам КРУ 6 кВ собственных нужд), а также с учетом суточного/недельного/месячного графиков потребления активной мощности на собственные нужды. В этом случае, график суточного/недельного/месячного потребления активной мощности на собственные нужды должен формироваться оператором.

1.5 Общесистемные функции

- Общесистемные функции включают: организацию внутрисистемных коммуникаций;

- тестирование и самодиагностику программной, аппаратной и канальной (сетевой) части компонентов, в том числе каналов ввода и передачи телеинформации;

- синхронизацию компонентов по сигналам единого времени;

- хранение информации в заданном формате и за заданные промежутки времени на сервера;

- защиту от несанкционированного доступа.

1.5.1 Организация внутрисистемных коммуникаций

Организация внутрисистемных коммуникаций обеспечивается коммуникационным оборудованием локальной вычислительной сети. Локальная вычислительная сеть (ЛВС) является резервированной, построенной по топологии «дублированная звезда». Переход с основной на резервную сеть про-

исходит автоматически и безударно. Коммуникационное оборудование, применяемое в составе совместимо друг с другом и с коммуникационным оборудованием существующей АСУ ТП ГЭС. Диагностическая информация о режимах работы ЛВС и состоянии коммуникационного оборудования отображается на АРМ в виде сообщений, которые архивируются, и хранятся на серверах АСУ ТП.

1.5.2 Тестирование и самодиагностике компонентов

Диагностирование АСУ ТП СЭС в целом и ее отдельных компонентов выполняется непрерывно и автоматически в течение всего времени работы АСУ ТП во всех эксплуатационных режимах.

В объем диагностируемых компонентов входят все интеллектуальные электронные устройства, входящие в состав АСУ ТП СЭС, а также средства коммуникаций, программное обеспечение, устройства электропитания.

1.5.3 Синхронизация единого времени компонентов

Синхронизация компонентов АСУ ТП СЭС осуществляется от существующей, в составе АСУ ТП ГЭС, системы обеспечения единого времени (СОЕВ).

Программно-технические средства АСУ ТП обеспечивают синхронизацию внутренних часов с использованием протоколов SNTP . Синхронизация осуществляется по локальной сети АСУ ТП (без построения отдельной сети для синхронизации времени).

1.5.4 Архивирование и хранение информации

Все регистрируемые АСУ ТП СЭС параметры и события подлежат архивированию для ретроспективного анализа состояния и режимов работы оборудования инверторной станции. К автоматически архивируемой информации относится вся информация, регистрируемая средствами, в том числе:

- значения измеряемых аналоговых сигналов присоединений 0,4 и 6 кВ;
- данные о состоянии инверторов, режимах их работы, параметры сети постоянного тока на входе инверторов;
- все состояния дискретных сигналов КА (автоматических выключате-

лей главной схемы инверторной станции и КТП ВН11);

- диагностическая информация;
- системные события, формируемые внутри;
- информация об изменениях конфигурации;
- данные, получаемые от смежных систем и устройств (устройства РЗА,

локальные системы управления вентиляцией, отоплением инверторной станции, КТП ВН11 и т.п.);

- действия оперативного персонала ГЭС, выполняемые на АРМ в части управления оборудованием СЭС, внесением изменений в режимы его работы.

1.5.5 Защита от несанкционированного доступа

Программно-технические средства АСУ ТП СЭС обеспечивают:

- защиту информации от несанкционированного доступа;
- сохранность информации в процессе ее хранения на машинных носителях.

Защита информации от несанкционированного доступа обеспечивается программно-аппаратными средствами защиты с помощью надежной системы паролей. При этом должно быть обеспечено:

- гарантированное разграничение прав доступа к информации;
- регистрация событий, имеющих отношение к защищенности информации

(попытки записи, редактирования, удаления информации);

- обеспечение доступа только после предъявления идентификатора и личного пароля.

1.5.6 При авариях не происходит потеря или искажение информации.

Решения по комплексу технических средств и его размещению на объекте. Шкаф контроллера предназначен для размещения модулей ввода/вывода, резервированные процессорные модули контроллера REGUL R500, коммуникационное оборудование ЛВС АСУ ТП. Шкаф контроллера АСУ ТП СЭС обеспечивает контроль состояния и управление основным

-значения уставок, введенные оператором или сформированные алгоритмами автоматического управления и выданные в устройства нижнего уровня (аналоговые выходные сигналы);

- команды управления технологическим оборудованием (дискретные выходные сигналы);

- измеренные значения технологических величин, предоставляемые оператору посредством человеко-машинного интерфейса, в реальном масштабе времени;

- визуализация состояния технологического оборудования, предоставляемая оператору посредством человеко-машинного интерфейса, в реальном масштабе времени;

- диагностические сообщения о функционировании программно-технических средств АСУ ТП СЭС;

- журналы событий или тревог, формируемые по требованию оператора;

- тренды измеренных величин и др [3-9].

1.7 Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) АСУ ТП СЭС включает:

- общесистемное ПО;

- специализированное (прикладное) ПО.

Общесистемное ПО включает базовую операционную систему Windows рабочих станций оператора, серверную операционную систему Windows Server, пакеты программ поддержки обмена данными и системы управления базами данных, обеспечения информационной безопасности.

Общесистемное ПО отвечает следующим требованиям:

- обязательной аутентификации (опознавания) пользователей по паролю;

- поддержка многозадачного режима;

- поддержка обменов информации по локальным сетям передачи данных;

- возможность конфигурирования под конкретные условия использования;

- функционирование в реальном масштабе времени

Специализированное (прикладное) ПО включает ПО контроллеров REGUL, прикладное ПО на базе ARIS SCADA, программное обеспечение конфигурирования измерительных преобразователей.

Специализированное ПО обеспечивает:

- поддержку многозадачного режима;

- модульность, гибкую конфигурируемость, возможность 100% размещения в энергонезависимой памяти контроллера;

- многоуровневую, основанную на приоритетах, обработку прерываний и присвоение меток времени зафиксированным событиям;

- развитые средства коммуникации (поддержка стандартных сетей передачи данных, а также различных промышленных интерфейсов ввода-вывода);

- возможность интеграции с техническими средствами сторонних разработчиков;

- использование операционных систем общего назначения в комплекте с приложениями, обеспечивающими реализацию свойств, характерных для мультизадачных систем реального времени.

1.8 Электропитание технических средств

Электропитание шкафа контроллеров АСУ ТП СЭС, размещенного в блок-боксе инверторной станции, осуществляется по I категории надежности. В качестве двух независимых источников используются секции 1С 6 кВ и 2С 6 кВ КРУ 6 кВ собственных нужд (рисунок 9), подключенных к инверторной станции через КТП ВН11 (рисунок 10). В качестве третьего, независимого, источника питания шкафа контроллеров АСУ ТП СЭС, предусмотрено источник бесперебойного питания, обеспечивающий автономное электропитание в течении не менее 6 часов от собственных аккумуляторных батарей.

Электропитание шкафа серверов АСУ ТП СЭС, размещенного в ап-

паратной АСУ ТП здания ГЭС, осуществляется по I категории надежности от существующей системы гарантированного электропитания технических средств существующей АСУ ТП ГЭС [11-19].

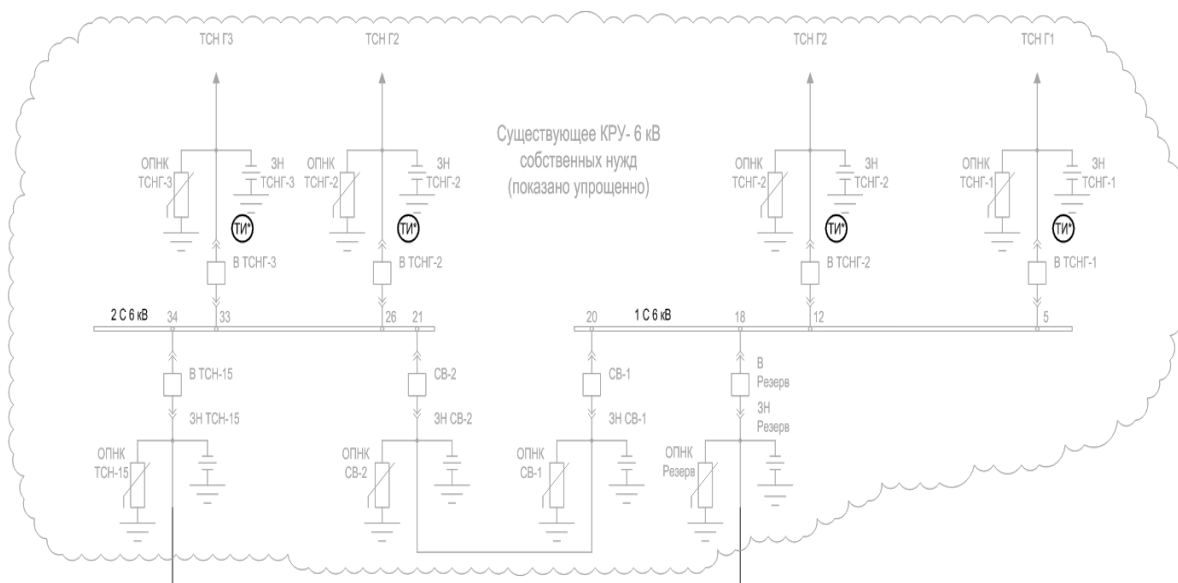


Рисунок 9 - КРУ 6 кВ собственных нужд (электрическая схема)



Рисунок 10 – КТП ВН 11

1.9 Состояние вопроса

1.9.1 Инсоляция в Амурской области

В настоящее время в Амурской области на Нижне-Бурейской ГЭС реализована первый в России крупный проект гибридной генерации. Мощность солнечной электростанции (СЭС), построенной на ГЭС, составляет 1,2 МВт, она вырабатывает порядка 1,4 млн кВт·ч в год. Это позволяет снизить энергозатра-

ты на собственные нужды ГЭС, увеличить ее полезный отпуск и повысить эффективность работы всей станции. Постоянное изменение угла падения солнечных лучей относительно земли уменьшает мощность генерации энергии. Решить данную проблему поможет система отслеживания солнечного излучений [6].

Одним из наиболее перспективных регионов для использования солнечной энергетики на Дальнем Востоке является Амурская область. В Амурской области в среднем 240 солнечных дней в году (рисунок 11).



Рисунок 11 - Карта инсоляции регионов РФ

Для определения «солнечности» местности существует такая характеристика, как продолжительность солнечного сияния. Продолжительность солнечного сияния (ПСС) определяется широтой места, долготой дня и количеством облаков.

За год наибольшее число часов солнечного сияния характерно для Забайкалья, Амурской области и юга Приморского края. Продолжительность солнечного сияния на севере нашей области составляет 1900-2000, а на юге более 2 500. В Благовещенске средняя величина солнечного сияния – 2 266 часов, на метеостанции Бысса - 2 187 [20].

К сожалению, на СЭС солнечная энергетика не отличается высоким коэффициентом полезного действия используемых в ней солнечных элементов, это ограничивает ее применение, так как солнечная инсоляция значительно меняется с изменением времени года.

1.9.2 Существующие решения

Поисковые методы позиционирования.

На сегодняшний день, широко используются два метода позиционирования солнечных батарей [21]:

- 1) MPPT (Maximum Power Point Tracking) представляет собой вычисление максимальной точки эффективности заряда от солнечного модуля;
- 2) АСП (Алгоритм солнечной позиции).

1.9.3 Предлагаемое решение

Предлагается решение на основе контроллера ОВЕН ПЛК 73.

В состав солнечной энергоустановки, общий вид (рисунок 12), входит:

1. Солнечная батарея (RECOM, модель RCM-375-6MA мощностью 375 Вт);
2. Электропривод (ECO-WORTHY);
3. Каркас.



Рисунок 12 – Общий вид солнечной энергоустановки

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

Рассмотрим схему управления в ручном режиме (рисунок 16). В ручном режиме плюс блока питания на 24 В по общему проводу подаётся 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 (рисунок 15).

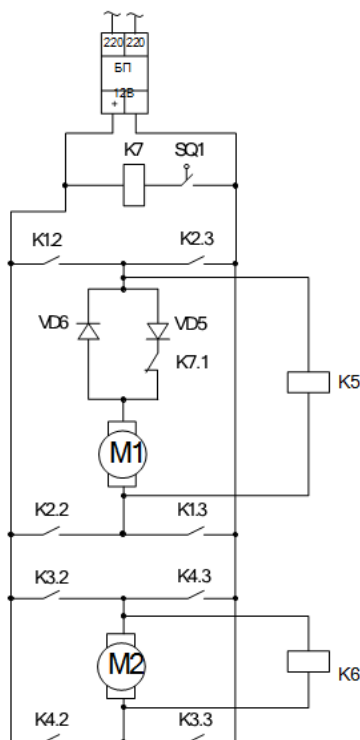


Рисунок 15 - Принципиальная электрическая схема соединения контактов реле, электроприводов и катушек сигнальных реле

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.

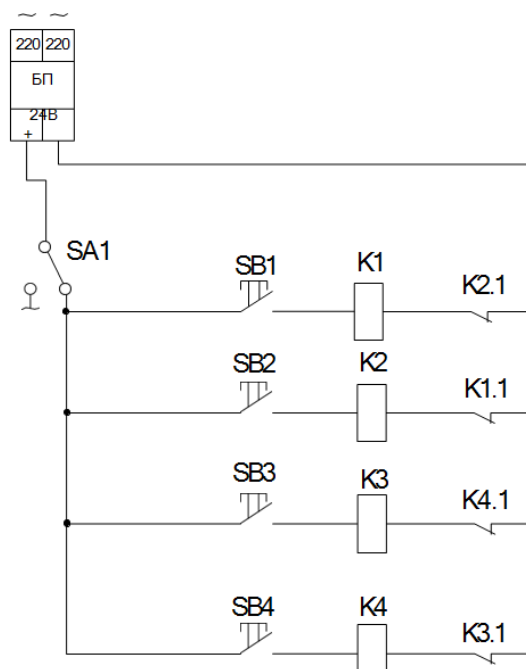


Рисунок 16 - Принципиальная электрическая схема ручного режима работы

Входными параметрами для контроллера системы автоматического позиционирования солнечной батареи являются значение напряжения солнечных панелей и значение тока нагрузки солнечной станции. Данные параметры поступают с контроллера REGUL R500 инверторной станции по протоколу Modbus RTU по интерфейсу RS485. Для возможности использования протокола Modbus RTU, необходимо доукомплектовать контроллер Овен ПЛК73 дополнительным модулем ПИ73-5 (рисунок 17).



Рисунок 17 - Модуль ПИ73-5

Питание оборудования системы автоматического позиционирования солнечной батареи осуществляется с щита гарантированного питания ЩГП с автоматического выключателя QF10 25AC, расположенного в помещении инверторной станции (рисунок 18).

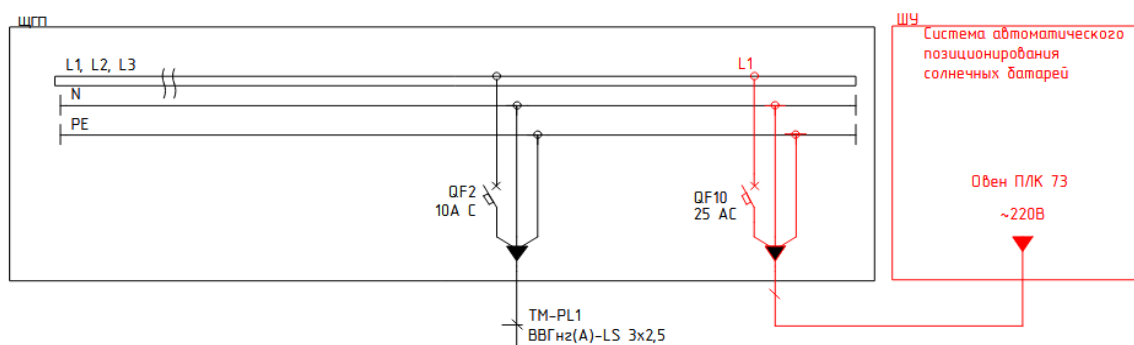


Рисунок 18 – Схема питания

Для подсчета количества импульсов в ручном режиме контроллеру необходимо знать направление движения приводов, для этой цели используются двареле, работающих при напряжении 24 В.

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, (рисунок 19). Минус поступает к приводу через контакт реле K1.3, в следствии чего получается замкнутая цепь и происходит движение батареи вверх.

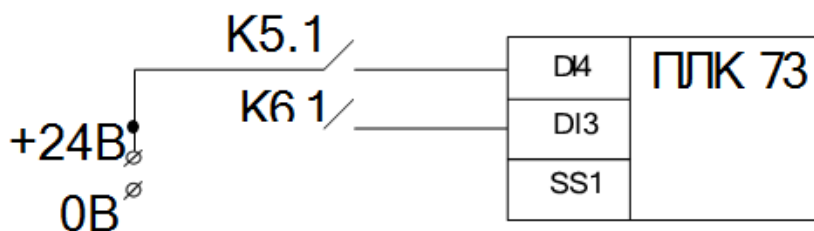


Рисунок 19 – Схема подключение контактов сигнальных реле

Аналогичный процесс происходит при нажатии на кнопку SB3, питание подается на катушку К3, контакты реле замыкаются К3.2 и К3.3 питание помимо электропривода подается и на катушку К6, вследствие чего контакт реле замыкается и 24В подаются на дискретный вход контроллера DI3.

2.2 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.

Рассмотрим монтажную схему подключения кнопок управления электроприводом (рисунок 20).

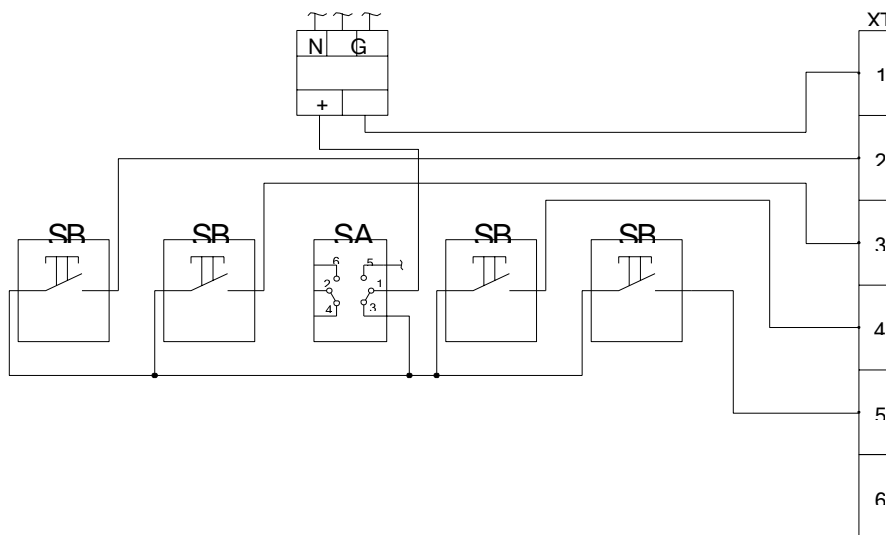


Рисунок 20 – Монтажная схема соединения блока питания 24В, кнопок SB1 –SB4 и клеммного соединителя XT2

Кнопки SB1-SB4 и автоматический переключатель SA1 соединены общим проводом, через который проходит напряжения 24 В с блока питания при переключении в ручной режим. Другие концы кнопок выводятся на

клеммный соединитель ХТ2. Так же на соединитель приходит минус блока питания. Далее рассмотрим подключение реле для управления первым электроприводом (рисунок 21).

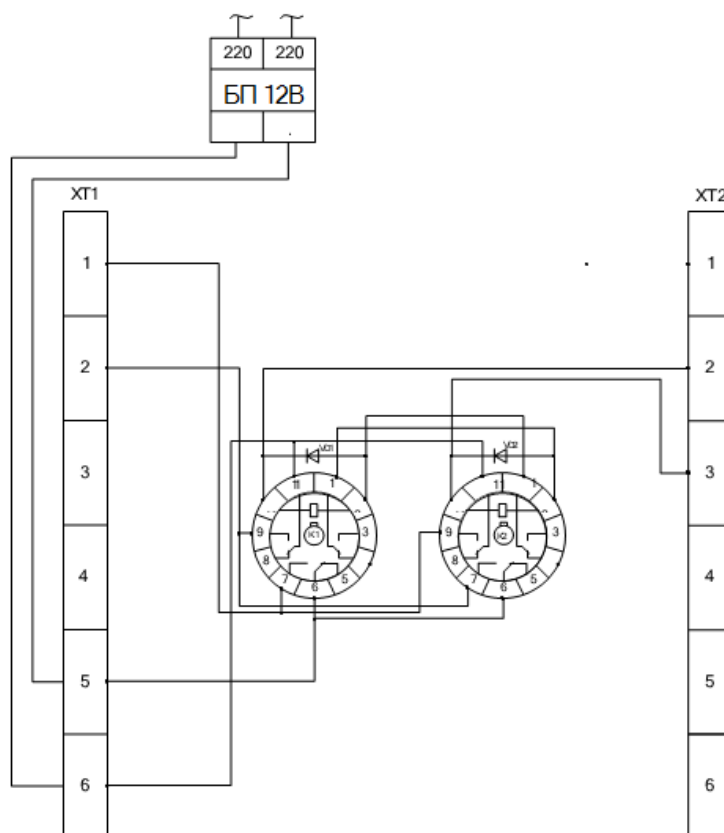


Рисунок 21 – Монтажная схема соединения блока питания 12В, реле К1, К2 и клеммных соединителей ХТ1, ХТ2

На 5 и 6 контакт клеммного соединителя ХТ1 приходит напряжение 12В с блока питания. Плюс питания подключается к 6 контакту реле, а минус к 11. Контакт 7 реле К1 соединен с 9 контактом реле К2, так же соединены 9 и 7 контакты после чего приходят на 1 и 2 разъем клеммника ХТ1. Первые и вторые 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 (рисунок 22).

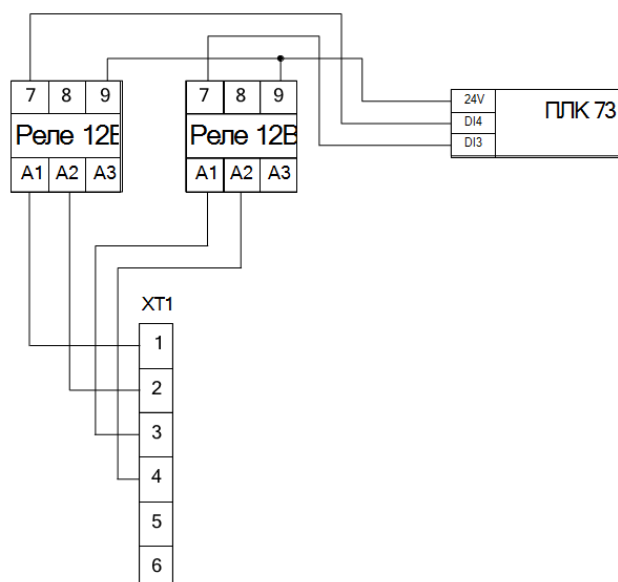


Рисунок 22 – Монтажная схема подключения сигнальных реле

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

Подключение автоматического выключателя и блоков питания на 12 В и 24 В (рисунок 23).

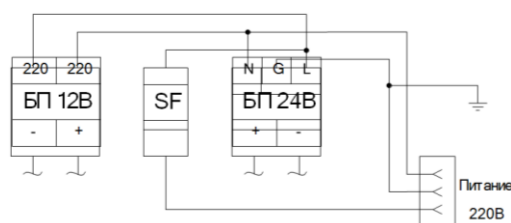


Рисунок 23 – Схема подключения автоматического выключателя, блока питания на 12 В и 24 В

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

2.2.1 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. Основой силовой цепи служит схема (рисунок 24).

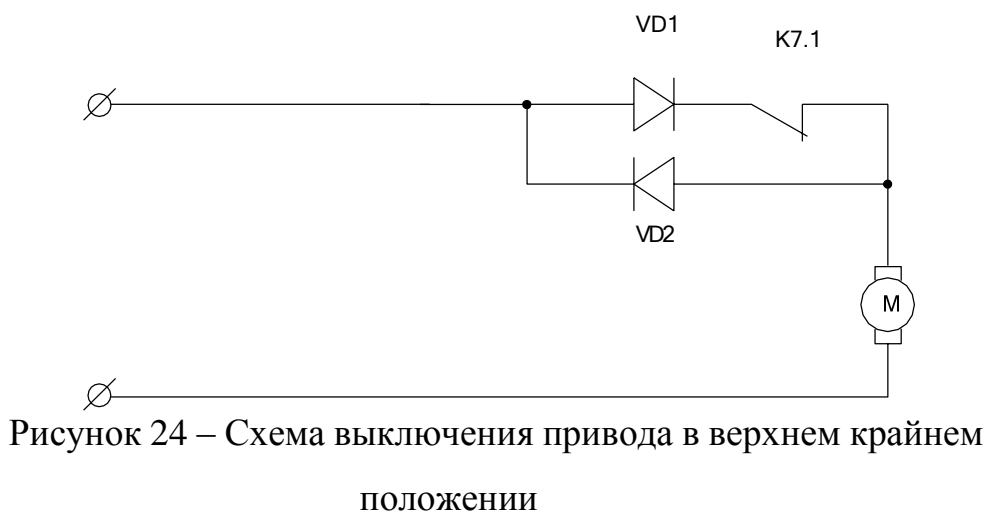


Рисунок 24 – Схема выключения привода в верхнем крайнем положении

На рисунке 24 изображена схема, где: VD1, VD2 – диоды; M – электропривод.

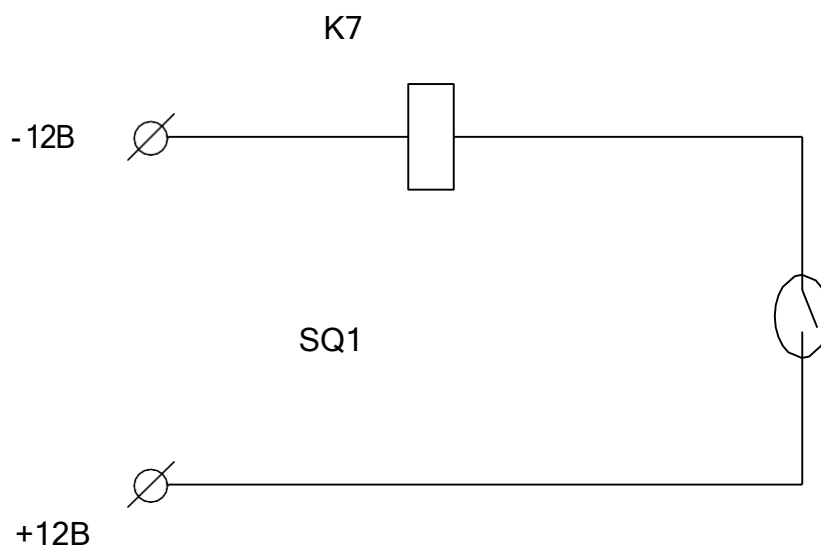


Рисунок 25 – Цепь соединения катушки реле и геркона

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 элек-

тропривод. После того как привод доводит батарею до значения в 90 градусов по высоте, срабатывает концевой выключатель, и геркон замыкается, после чего катушка реле К7 оказывается под напряжением, а, следовательно, размыкается контакт реле К7.1. В случае разомкнутого контакта, питание не поступает на электропривод М, 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 К7 (рисунок 25).

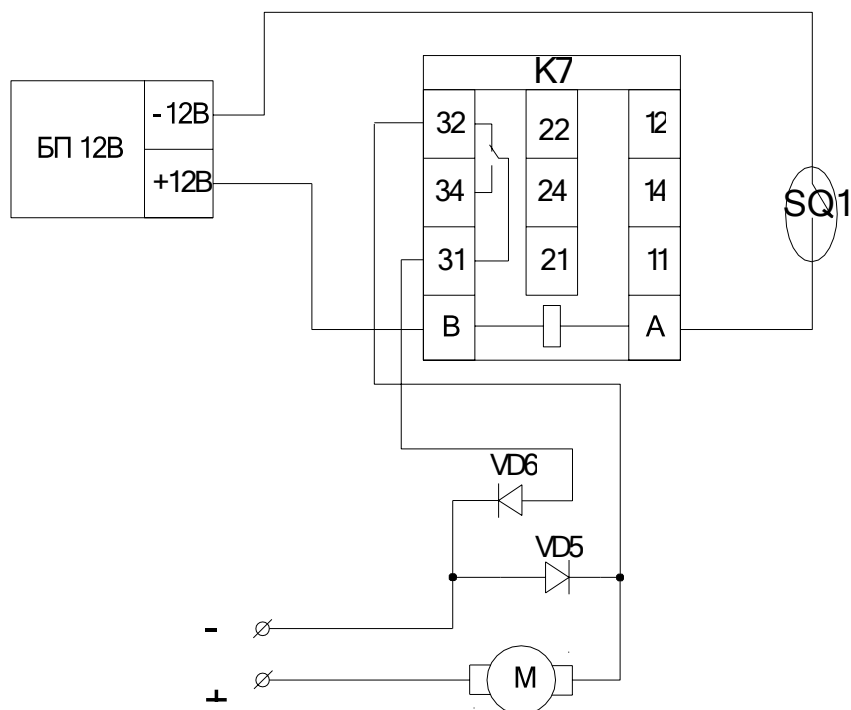


Рисунок 26 – Монтажная схема силовой цепи в коробке

Рассмотрим монтажную схему силовой цепи (рисунок 26). 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 К7, другой своей стороной идет на носовую часть диода VD6 и на клемму питания привода. Диод VD6 задней частью подключается на 31 контакт реле К7. Плюс электродвигателя идет на клемму питания.

3 МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ

3.1 Структурная схема системы управления

Для общего восприятия системы управления разработана структурная схема (рисунок 28).

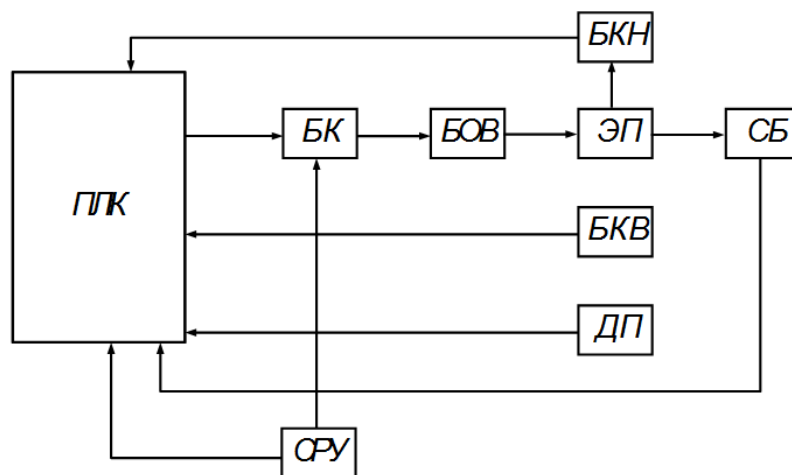


Рисунок 28 – Структурная схема системы управления

Обозначения на структурной схеме:

ПЛК – программируемый логический контроллер;

БК – блок коммутации;

БОВ – блок ограничения высоты;

ЭП – электроприводы;

СБ – солнечная батарея;

БКН – блок контроля направления;

БКВ – блок конечных 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 конечных выключателей, блока контроля направления. Сигнал с солнечной батареи и системы ручного управления приходит на аналоговые входы контроллера.

3.2 Выбор управляющей аппаратуры

3.2.1 Программируемый логический контроллер

В качестве контроллера выбран ПЛК73(рис. 29), 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. Также 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 авто настройкой, блок управления
 - 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.

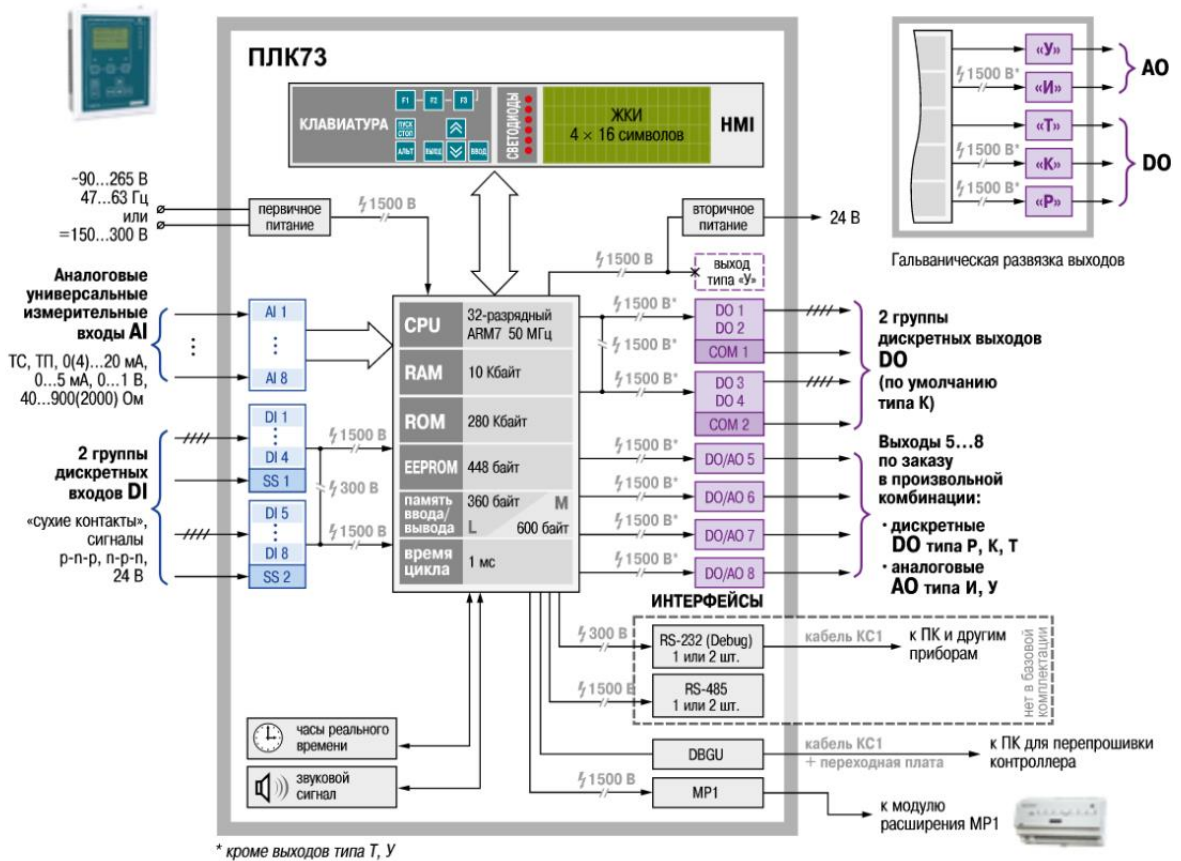


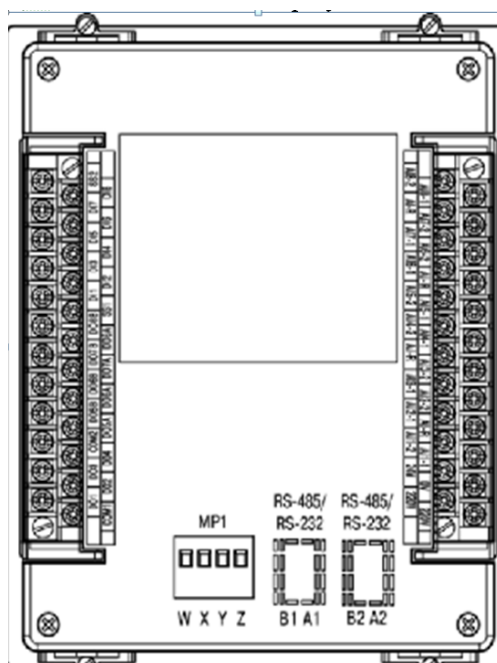
Рисунок 29 – Функциональная схема ПЛК 73

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

Общий вид контроллера ПЛК73, приведены разъемные соединения, элементы индикации и управления.



б) лицевая панель корпуса



в) задняя стенка корпуса

Рисунок 30 – Контроллер ПЛК73

На лицевой (передней) панели корпуса расположены элементы индикации и управления, 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 заклеена клеем.

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, дис-

кретных входов, аналоговых выходов;

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

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

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 и его характеристики.

3.2.2 Блок коммутации

Для обеспечения движения электроприводов в ручном и автоматическом режиме необходимы реле. Выбранные реле рассчитаны на напряжение 24 В. 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 31).

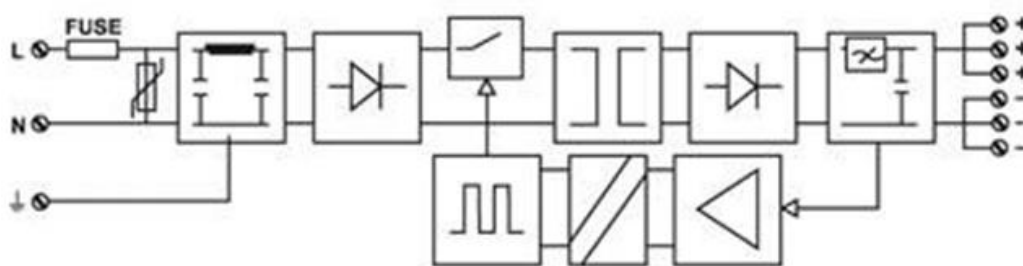


Рисунок 32 – Схема блока питания CP SNT 12W 24V 0.5A

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
85...265 V AC, 120...300 V DC	180мА при 230V	24V	0,5A	DC	12W

3.2.3 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 выпрямительный диод Д243А (рис. 33) характеристики которого представлены в таблице.

Таблица 2 – Характеристики выпрямительного диода Д243А

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

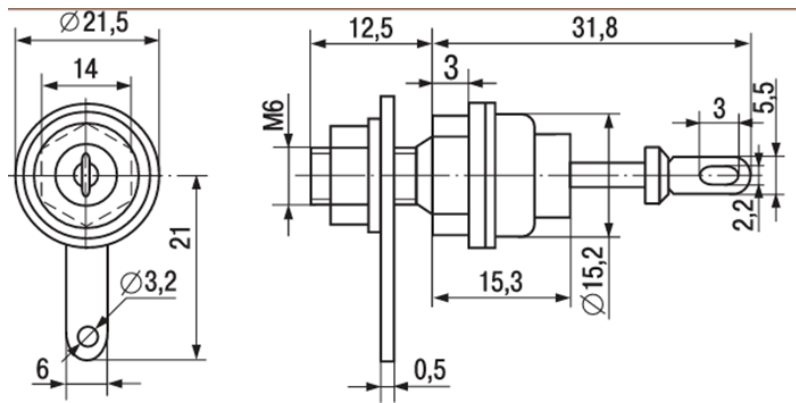


Рисунок 33 – Схема выпрямительного диода D243A

3.2.4 Электропривод

Рабочим органом в системе позиционирования является электропривод. Для реализации разрабатываемой системы автоматического позиционирования солнечной батареи используется электропривод от производителя ESO-WORTHY (рисунок 34).

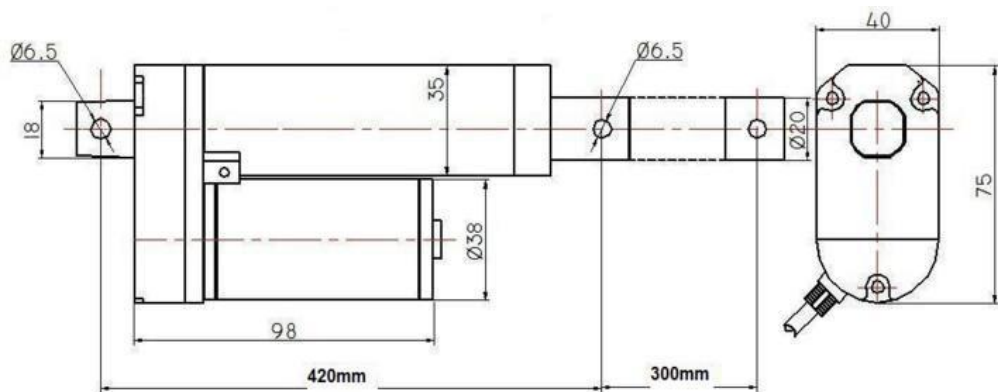


Рисунок 34 - Общий вид и габаритные размеры электропривода

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;
- низкий уровень шума;
- защита от воды и пыли.

Характеристики электропривода приведены в таблице.

Таблица 3 – Технические характеристики электропривода от производителя ECO-WORTHY

Показатель	Характеристика
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

3.2.5 Солнечная батарея

Мощность выбранной солнечной батареи составляет 1375 Вт.

3.2.6 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 12 В, а реле в схеме устанавливаются в этой цепи, то и напряжение, на которое рассчитано реле, тоже должно быть 12 В. Выбранные реле соответствуют необходимым параметрам, его характеристики представлены в таблице.

Особенностью выбранного реле является срабатывание только в том случае, когда плюс питания приходит на контакт А1, а минус на А2. Принципиальная схема данного реле (рисунок 35).

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

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

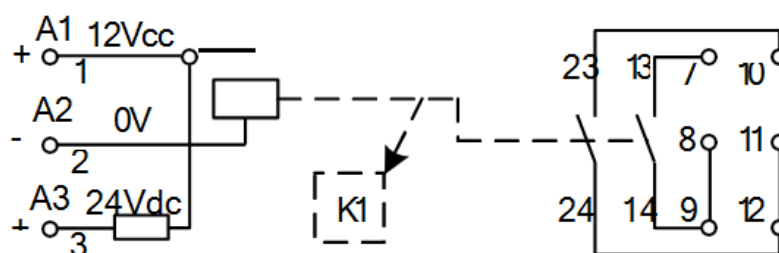


Рисунок 35 – Принципиальная схема релейного модуля WRS2 12/24 VDC

3.2.7 Датчики положения

Для системы определения положения солнечной батареи, в качестве средства измерения, предназначенного для выработки импульсного сигнала выбраны бесконтактные индуктивные датчики марки LA12M – 5P1 (рисунок 36). Характеристики, принципиальная схема (рисунок 37) и габаритные размеры которых представлены ниже.

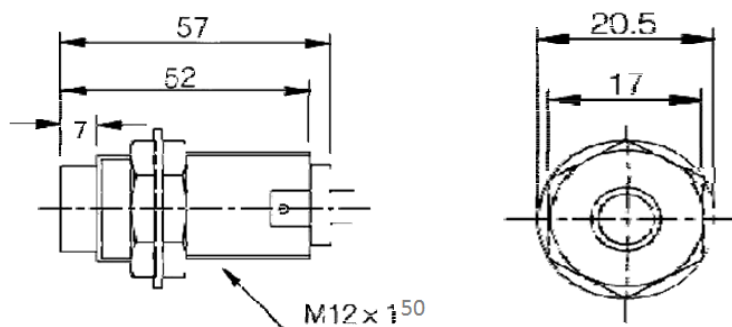


Рисунок 36 – Габаритный размеры индуктивного датчика LA12M – 5P1

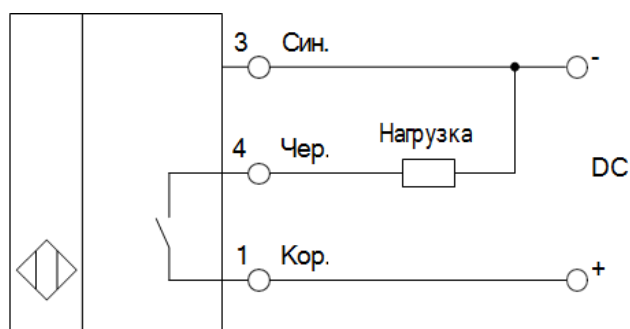


Рисунок 37 – Принципиальная схема индуктивного датчика
LA12M – 5P1

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

3.2.8 Блок концевых выключателей

В качестве концевых выключателей выбраны герконы. Герконовый датчик содержит два контакта из ферромагнитного сплава, заключенных в стеклянную колбу (рисунок 38). Принципиальная схема геркона (рисунок 39).



Рисунок 38 - Герконовый датчик

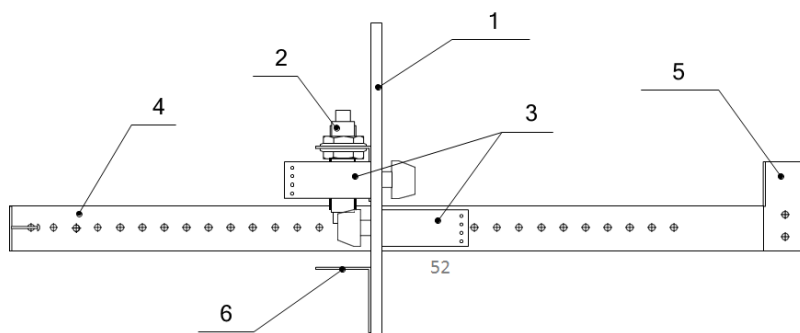


Рисунок 39 – Принципиальная схема геркона

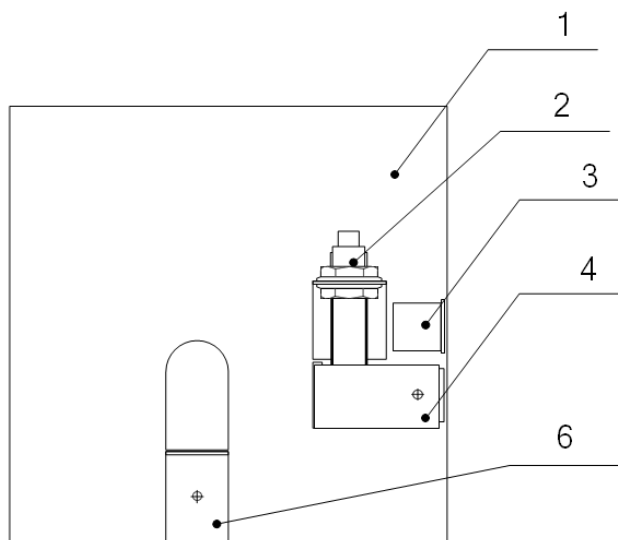
3.3 Разработка системы контроля и измерения положения солнечной батареи

Максимальный поворот солнечной батареи по азимуту составляет 120 градусов, а по высоте – 90. Для определения точного положения солнечной батареи были разработаны две схожие конструкции (рис. 40). В состав каждой конструкции входит:

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



а) Вид сбоку



б) Вид сзади

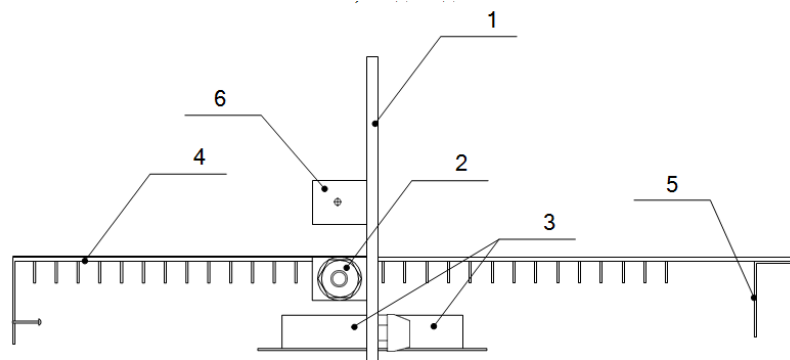


Рисунок 40 – Общий вид конструкции для определения положения солнечной батареи

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 (рисунок 41), 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.

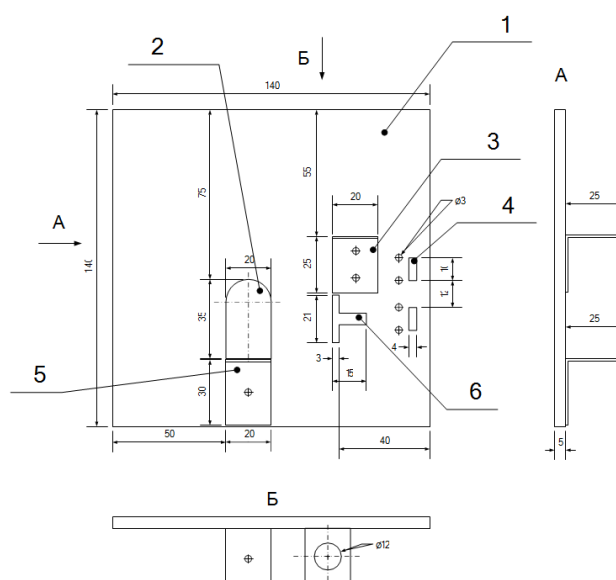


Рисунок 41 – Вид пластины с нижнего привода в трех плоскостях

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 конечной выключатель. Общий вид рейки для нижнего привода (рисунок 42).

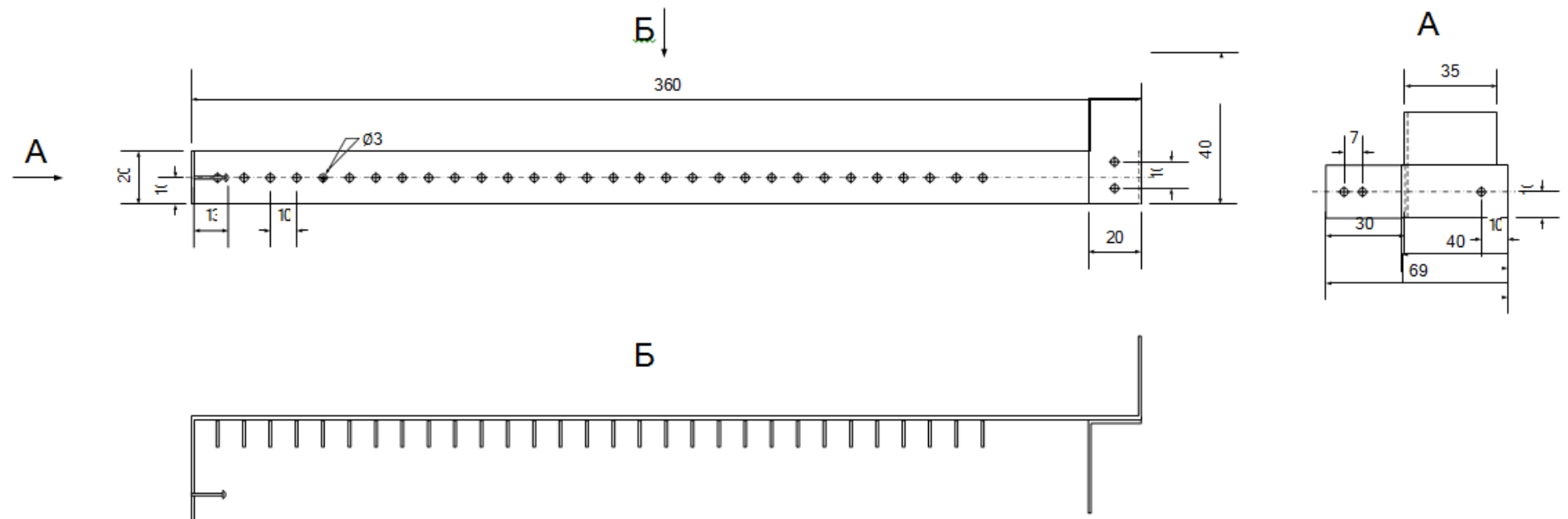


Рисунок 42 – Вид рейки с нижнего привода в трех плоскостях.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Так как солнечная батарея - это энергоустановка, то к ней применительно различные требования к эксплуатации. Раздел безопасность и экологичность обеспечивает пользование солнечными панелями безопасно и без чрезвычайных и сделает работу данного оборудования эффективным.

4.1 Безопасность

Меры предосторожности при установке и работе с солнечными панелями.

Установка, эксплуатация и техническое обслуживание системы позиционирования солнечных панелей требует соответствующего уровня технических знаний. Работа с данной системой отслеживания должна выполняться с соблюдением всех мер и правил безопасности при наладочных работах и электромонтажных.

Солнечные панели необходимо использовать в соответствии с их назначениями. Запрещается вносить технические изменения в данную конструкцию панелей. При установке необходимо соблюдать все правила и нормы безопасности. Следует соблюдать требования установки и безопасности, а так же эксплуатации других компонентов системы позиционирования.

Панели системы, под действием света, вырабатывают постоянный ток. Разрыв такой цепи, например, отсоединение провода постоянного тока от контроллера заряда, может вызвать опасную электрическая дугу.

Техника безопасности при работе с солнечными панелями:

- солнечные панели никогда не выключатся под нагрузкой;
- должна использоваться только исправная проводка соответствующего сечения;
- разъёмы и контакты должны быть полностью чистыми и сухими.

Во время работе с солнечными панелями существует опасность поражения электрическим током. Напряжение на клеммах солнечной панели может

появится при минимальном внешнем освещении. Поэтому для безопасного отключения солнечных панелей от системы слежения необходимо установить выключатель, автоматический выключатель или блок предохранителями в доступном месте.

Солнечные панели должны быть подключены в правильной полярности (плюс к плюсу, минус к минусу). Неправильное подключение кабелей может привести к поломке или повреждению оборудования СЭС.

Монтаж солнечных панелей не выполняется при сильном ветре. Следует подготовить рабочее место для того, чтобы избежать каких-либо травм.

При использовании солнечных панелей необходимо соблюдать максимально допустимые механические нагрузки. Не допускается максимально допустимый уровень механических нагрузок, перед монтажом необходимо проверить, чтобы действия погодных условий не привели к поломке солнечных панелей.

Следует убедиться в том, что солнечные панели заземлены. Чтобы снизить риск возникновения поражения вас электрическим током или возгорания солнечных панелей, солнечные панели должны быть заземлены в соответствии с правилами техники безопасности.

В России на данный момент не разработаны нормативные документы, которые устанавливают безопасные требования к заземляющему устройству (ЗУ) для СЭС. При необходимости для правильной организации ЗУ необходимо соблюдать требования, содержащиеся в действующем нормативном документе – ПУЭ-7. В зависимости от системы заземления, которая используется на объектах, определяются требования к сопротивлению заземления.

Пункт 1.7.101 определяет требования к сопротивлению заземления нейтрали генератора – 4 Ом для напряжения 220/380 В однофазной/трехфазной системы.

В системе ИТ, согласно п.1.7.104, сопротивление должно быть не больше 4 Ом. Но для установок мощностью менее 100 кВА разрешается увеличе-

ния нормы до 10 Ом. Для установок более 1000 В, которые вырабатывают электроэнергию для больших объектов или крупных городов, требуется сопротивление - 0,5 Ом. В данной СЭС нулевой проводник появляется после инвертора, в котором преобразовывается постоянный электрический ток в переменный ток. Инвертор, фотоэлектрические модули и контроллер должны быть заземлены непосредственно от главной заземляющей шины (ГЗШ). В вводном распределительном щите должно быть необходимо установлено устройство защитного отключения (УЗО), для того что бы избежать утечки тока, в случае повреждения проводки. Если объект достаточно большой, то необходимо предусмотреть дополнительную систему уравнивания потенциалов.

Необходимые параметры защитного устройства (конструкция, длина электрода) значительно зависят от удельного сопротивления грунта. Помимо низкого сопротивления, защитное устройство должно быть максимально долговечным, для того чтобы обеспечить бесперебойную работу солнечной электростанции на протяжении всего срока ее службы.

На данное время действуют специальные требования к заземлителям (ГОСТ Р 50571.5.54-2013), а именно к материалам, из которых изготавливаются заземлители. Это связано с тем, что многие ранее использовавшиеся материалы сильно подвергаются коррозии. Наиболее долговечными считаются медные, омеднённые и выполненные из нержавеющей стали заземлители.

Для достижения необходимых параметров заземления в обычных грунтах, рационально применять модульное заземление, что позволит без лишних усилий и траты времени добиться положительного результата [10].

4.2 Экологичность

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.

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.

Из всех доступных возобновляемых источников энергии именно солнечная энергия и солнечные батареи наносят минимальный ущерб окружающей среде. Электричество, произведенное при помощи солнечных батарей, не оказывает вредного воздействия на воздушные массы. И никак не загрязняет ни поверхностные, ни подземные воды, не истощает природные ресурсы и не несет опасности, как для животного мира, так и здоровья человека.

Солнечные панели являются абсолютно бесшумными.

Вредные воздействия на окружающую среду могут стать более заметными по мере развертывания большего количества фотоэлектрических систем. Международное энергетическое агентство прогнозирует, что глобальная фотоэлектрическая мощность вырастет к 2040 году при существующей энергетической политике примерно до 2000 гигаватт и может превысить 4000 гигаватт в 2040 году при более амбициозных глобальным проектам получения чистой энергии. Таким образом, воздействие на окружающую среду фотоэлектрических модулей будет ключевой проблемой в масштабах отрасли.

Срок жизни современных конструкций 20-30 лет. После этого надо будет позаботиться об избавлении от "солнечного мусора". Придется что-то делать с алюминиевыми рамами и стойками, а также с защитными стеклами - вместе они составят 85-95% отходов.

Остальное: батареи, металлическая фольга, распределительные щиты, контактные коробки, соединительные провода, печатные платы, свинцовый припой. В состав солнечных панелей некоторых типов, например, тонкопленочных, входят ядовитые соединения - теллурид кадмия или диселенид меди и индия. По сравнению с другими видами энергетики солнечная энергетика в

целом является одним из наиболее чистых в экологическом отношении видов энергии. Однако избежать полностью вредного воздействия солнечной энергии на человека и окружающую среду практически не удастся, если учесть всю технологическую цепочку от получения требующих материалов до производства электроэнергии.

Наиболее характерны в этом аспекте СФЭУ, эксплуатация которых наносит минимальный вред окружающей среде. В то же самое время производство полупроводниковых материалов является весьма экологический и социально опасным. В связи с этими в ряде стран мира существуют весьма жесткие требования к производству полупроводников для СФЭУ, а также к хранению, транспортировке и ликвидации вредных веществ от производства СФЭУ, ограничения контактов персонала с этими веществами, разработка планов действия в случае аварийных или нештатных технологических ситуаций, а также программы ликвидации отходов производства, отработавших свой срок или забракованных СФЭУ.

Наиболее опасны в этом отношении кадмий Cd, а также Ga, As и Te. Сегодня наиболее изучено вредное воздействие кадмия на здоровье человека и даже введены запреты на использование в бытовых условиях его соединений (например, на микробатарейки и аккумуляторы на его основе). Длительное вдыхание паров кадмия может привести к легочному или бронхиальному заболеванию и даже летальному исходу. Постоянное воздействие малых доз кадмия ведет к его накоплению в почках и их заболеванию. При этом также наблюдаются заболевания легких, размягчение и деформация костного состава скелета.

Весьма токсичны и некоторые соединения селена. Например, SeH, SeO₂ – отрицательно влияют на органы дыхания. Испытания отработавших свой срок или отбракованных солнечных модулей на основе CuInSe₂ и CdTe показали, что если первые из них удовлетворяют требованиям американского Агентства по защите окружающей среды, то вторые – нет, так как уровень кадмия в них оказался в 8-10 раз больше допустимых норм. Как следствие

этого – выработавшие свой ресурс солнечные модули на основе CdTe возможно будут теперь классифицироваться как потенциально ядовитые отходы и по возможности возвращаться к их изготовителям.

Иными словами, фактическая наибольшая социально – экологическая опасность для СФЭУ связана в основном с производством некоторых СФЭУ, в ходе которого происходит переработка значительного количества вредных веществ для здоровья человека и окружающей среды. Подобное производство должно быть полностью автоматизированным и размещаться на значительном удалении от населенных пунктов. Должны быть приняты и специальные меры защиты самого производства. Что касается эксплуатации СФЭУ, то она практически безопасна.

В требованиях безопасности на предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть:

- разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ;
- выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Таким образом, в солнечной фотоэнергетике наиболее вредным для человека и окружающей среды является технологический процесс получения солнечных элементов, их хранения и утилизации. Для повышения экономичности - это производство должно быть крупномасштабным, что требует больших капитальных и материальных затрат. Необходимо также учитывать и работы по разведыванию и добыче кремнезема, а также неизбежное изъятие земель из хозяйственного производства при этом.

Сами солнечные электростанции заметно материалоемки (металл, стекло, бетон и т.п.). При эксплуатации солнечных фотоэлектрических станций происходит заметное изменение климатических условий в данном месте, в том числе изменение почвенных условий, растительности, циркуляции воздуха в следствии затенения поверхности, с одной стороны, и нагрева воздуха – с другой стороны. Из-за последнего меняется тепловой баланс влажности

воздуха, направление и величина ветров. Для СЭС с концентраторами солнечного излучения велика опасность перегрева и возгорания самих систем получения энергии от солнечного излучения.

Применение низкокипящих жидкостей и их неизбежные утечки в СЭС могут привести к загрязнению почвы, подземной и даже питьевой воды в регионе. Особо опасны жидкости, содержащие нитриты и хроматы, которые являются весьма токсичными веществами.

Низкий коэффициент преобразования солнечного излучения в электроэнергию ведет к появлению проблем, связанных с охлаждением конденсата. При этом тепловые выбросы в атмосферу на СЭС более чем в два раза превышают аналогичный сброс от ТЭС [2].

4.3 Чрезвычайные ситуации

На солнечной станции для защиты оборудования от пожара установлена интегрированная система безопасности GLOBAL, разработанная компанией RUBEZH (ООО «ТД Рубеж» РОССИЯ). Это система противопожарной защиты нового поколения. Она обладает уникальными функциями и характеристиками благодаря использованию протоколов передачи данных собственной разработки. Логика работы как отдельных элементов системы, так и всей системы в целом является гибко программируемой. Кроме этого, все адресные устройства и приборы системы имеют возможность настройки целого ряда параметров для выполнения тех или иных функций.

Пожар - это чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть на любом объекте и нанести значительный материальный вред, а также привести ущерб здоровью или даже гибели человека. Пожары возникают из-за причин неэлектрического и электрического характера.

Причины возникновения пожаров:

- короткое замыкание;
- перегрузки;
- статическое электричество.

К мерам предупреждения КЗ и перегрузок относят применение как плавких предохранителей, так и специальных автоматов, подсоединённых в цепь последовательно. Кроме того, следует осуществлять профилактические осмотры, ремонты и испытания их квалифицированным персоналом.

Общие требования пожарной безопасности для данного лабораторного стенда соответствует нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов.

Для таких случаев на СЭС Нижне-Бурейской ГЭС установлены модули аэрозольного пожаротушения (рисунок 43).

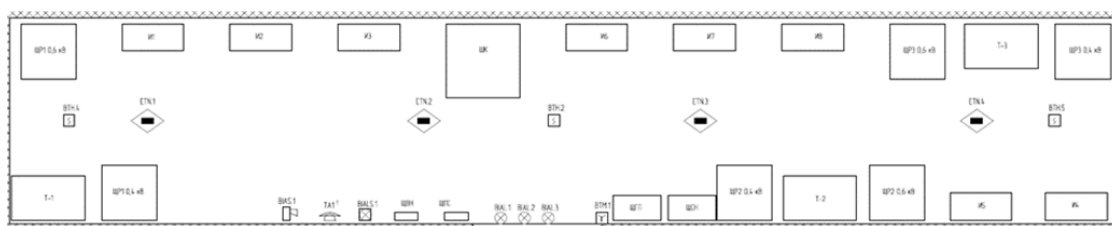


Рисунок 43 – План инверторной станции. Масштаб 1:100

В основе принципа аэрозольного пожаротушения лежит химический процесс подавления цепных реакций в зоне пламенного горения.

Аэрозольный метод является объемным методом тушения пожаров, т.е. во всем объеме защищаемого помещения создается среда, не поддерживающая процесс горения. Аэрозоль способен проникать в труднодоступные места. Огнетушащая концентрация аэрозоля сохраняется в помещении до сорока минут. Таким образом, исключается возможность повторного воспламенения горючих веществ [1].

Аэрозоль обеспечивает тушение следующих классов пожаров:

- пожары подкласса А2 - горение твердых веществ, не сопровождаемых тлением;
- пожары класса. В – горение жидких веществ, растворимых и нерастворимых в воде;
- пожары класса. Е – горение электроустановок, находящихся под напряжением.

Преимущества метода:

1. Эффективность. Системы огнетушащего аэрозоля обладают самой высокой огнетушащей способностью среди всех средств объемного пожаротушения ($q = 005 \text{ кг/м}^3$).

2. Высокие эксплуатационные характеристики:

- Устойчивость к воздействию повышенных и пониженных температур ($t^\circ = -50^\circ - +50^\circ$);

- Устойчивость к воздействию ударных и механических нагрузок.

3. Возможность тушения электроустановок до 40 кВт без снятия напряжения.

4. Простота монтажа. Не требует установки дополнительного оборудования и подвода коммуникаций.

5. Легкость в эксплуатации. Требуется минимального последующего обслуживания на весь срок эксплуатации.

6. Безвредность. При условии правильного монтажа не наносит вреда защищаемому объекту. При срабатывании легко удаляется с поверхности предметов [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время выполнения выпускной квалификационной работы была проведена модернизация уже действующей СЭС на Нижне-Бурейской ГЭС.

Работа была выполнена в соответствии с методическими рекомендациями и ГОСТами.

Была разработана структурная схема модернизации, схема интегрирования в действующую СЭС, электрическая принципиальная схема, монтажная схема ШУ, разработан ШУ.

Модернизированная система выполняет все поставленные задачи, может работать, как в ручном, так и автоматическом режиме позиционирования солнечных панелей. Выполняет функции индикации и отображения данных на ПЛК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИМ СПИСОК

1. Аэрозольное пожаротушение: достоинства, области применения, принцип действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.granit-salamandra.ru/information/publications/ajerozolnoe-pozharotushenie-dostoinstva-oblasti-primenenija-princip-dejstvija/>. - 03.06.2022.
2. Безопасность и экологичность проекта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5809811/>. - 03.06.2022
3. ГОСТ 7746-2001. Издания. Трансформаторы тока. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 7746-89 ; введ. 2001-11-01. – Россия : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации.
4. ГОСТ 34.601-90. Издания. Информационная технология Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – Взамен ГОСТ 24.601-86, ГОСТ 24.602-86; введ. 1992-01-01. – СССР: Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам.
5. ГОСТ 34.603-92. Издания. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем. – Взамен ГОСТ 24.104-85 ; введ. 1993-01-01. – Россия : ТК 22 Информационные технологии. Подкомитет ПК 052 Автоматизированные системы.
6. ГОСТ 34.201-89. Издания. Информационная технология Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – Взамен ГОСТ 34.201-2020; введ. 1990-01-01. – СССР : Подкомитет ПК 052 Автоматизированные системы..
7. ГОСТ 12.1.004-91. Издания. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85 ; введ. 1992-07-01. – СССР : Министерством внутренних дел СССР, Министерством химической промышленности СССР.

8. ГОСТ Р 8.596-2002. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения. – Взамен ГОСТ 2438-97 ; введ. 2002-10-30. – Россия : Федеральным государственным унитарным предприятием Все российский научно-исследовательский институт метрологической службы.

9. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин. – Взамен ГОСТ 8.417-81 ; введ. 2002-11-6. – Россия : Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации.

10. Заземление для солнечных электрических систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://zandz.com/ru/biblioteka/zazemlenie_i_molniezashita_dlya_solnechnih_electricheskih_system/. - 03.06.2022

11. СП 68.13330.2017 Свод правил. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. – 27.07.2017

12. СП 77.13330 Системы автоматизации. – 21.04.2017

13. СП 76.13330 Электротехнические устройства. – 17.06.2017

14. СТО 70238424.27.140.009-2010. Автоматизированные системы управления технологическими процессами ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – 30.09.2017

15. СТО 70238424.27.140.033-2010 Гидроэлектростанции. Технические и автоматизированные системы. Условия поставки. Нормы и требования. - 04.10.2010

16. СТО 70238424.27.140.041-2010 Гидроэлектростанции. Правила ввода в эксплуатацию оборудования, технических и автоматизированных систем. Нормы и требования. - 18.10.2010

17. СТО 70238424.27.140.045-2010 Гидроэлектростанции. Правила приемки и ввода в эксплуатацию полностью законченных строительством объектов и пусковых комплексов. Нормы и требования. – 10.11.2010

18. Федеральный закон РФ № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений». - 26.06.2008

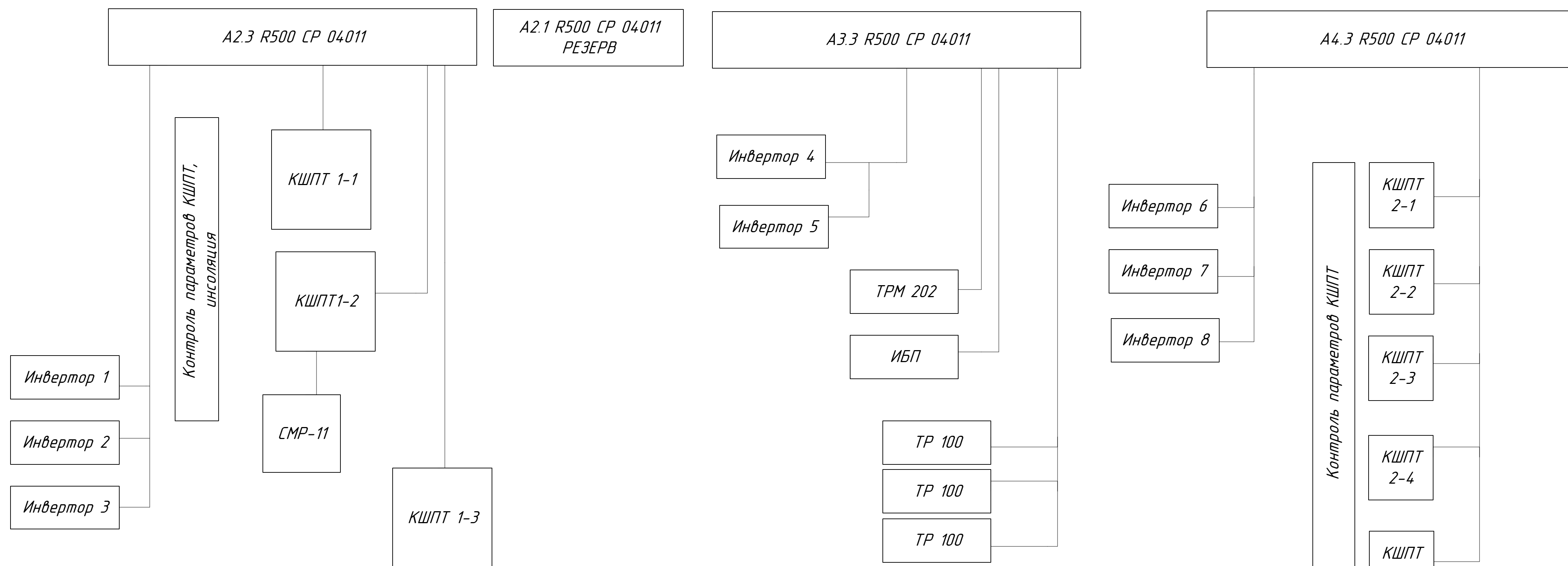
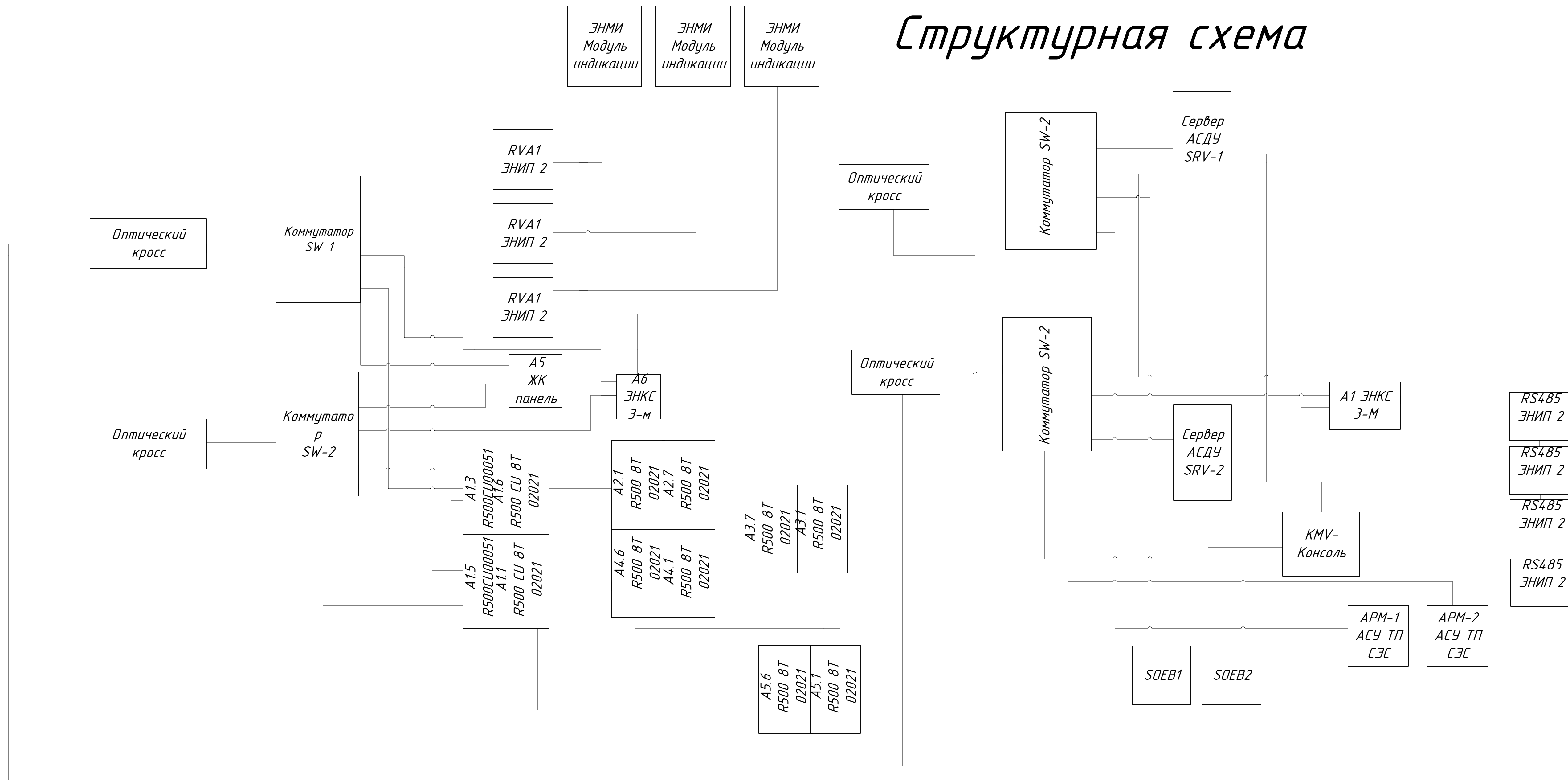
19. Правила устройства электроустановок. Изд. 6, Изд. 7, 11.08.2008 – 462 с.

20. Преобразования солнечной энергии в электрическую. Использование солнечных батарей в амурской области [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32493452>. - 03.06.2022.

21. Программа по расчёту инсоляции и определению оптимального угла наклона солнечной панели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43047248>. - 03.06.2022.

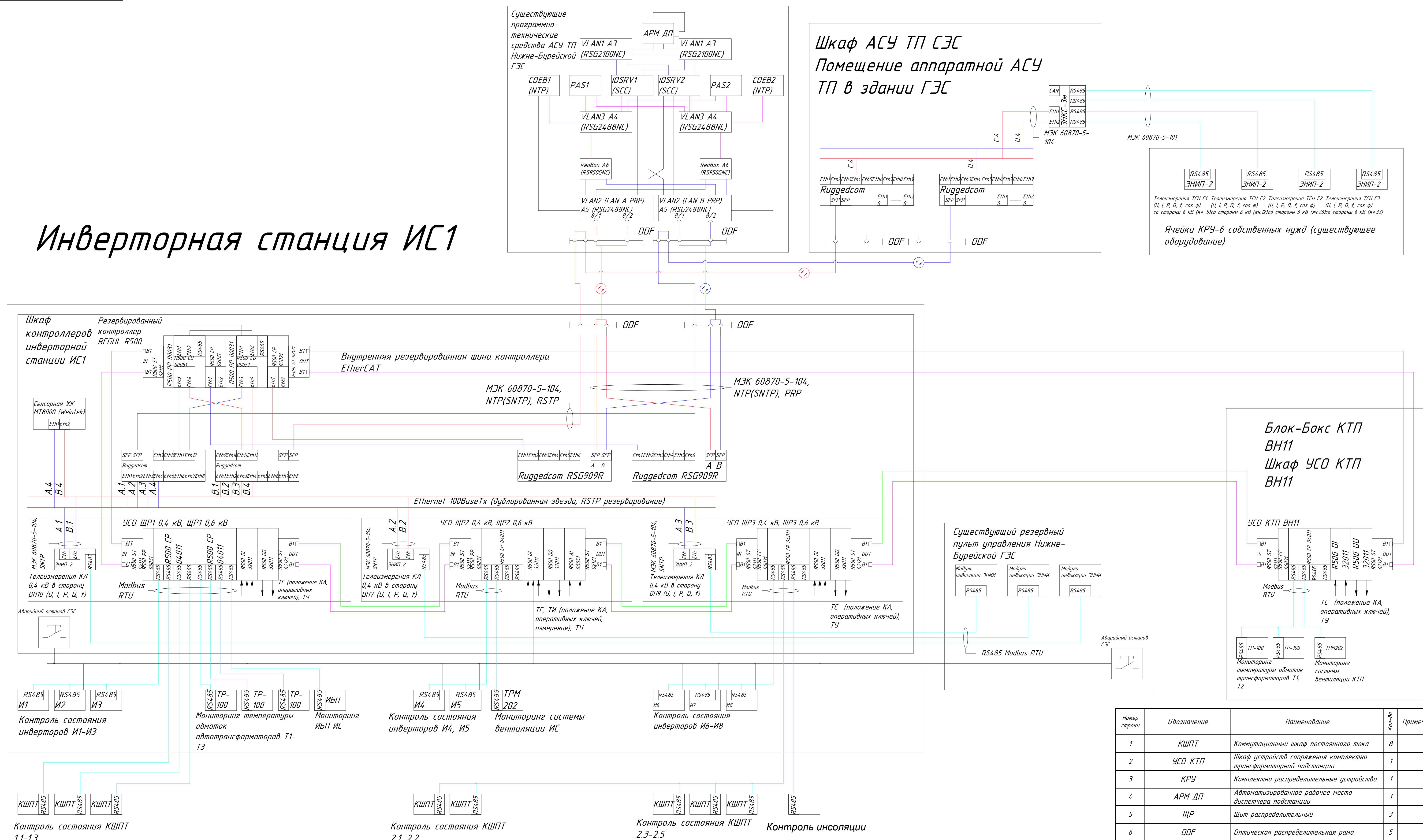
22. Regul R500 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prosoft.ru/products/plk-i-sistemy-vvoda-vyvoda/sistemy-raspredeleenogo-vvoda-vyvoda-i-upravleniya-plk/plk-regul-r500/>. - 03.06.22.

Структурная схема



Номер строки	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание			
1	АСУ ТП СЭС	Автоматизированная система управления технологическими процессами солнечной электростанции	2				
2	АРМ-1, АРМ-2	Автоматизированное рабочее место	2				
3	ЭНИП-2	Устройство измерения параметров трехфазной электрической сети	7				
4	SW-1, SW-2	Коммутатор	4				
5	КШПТ	Шкаф коммутационный постоянного тока	8				
6	ИБП	Источник бесперебойного электропитания	1				
7	А1.3...А5.6	Модули контроллера REGUL R 500	16				
8	АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления	1				
ВКР.184.005.15.03.04.СХ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Структурная схема	Лист	Масштаб
Разраб.	Зубов М.Е.					у	
Пробвр.	Теличенко Д.А.					Лист 1	Листов 6
Т. контр.	Теличенко Д.А.						
Н. контр.	Скрипко О.В.				АМГУ гр. 841		
Утвержд.	Скрипко О.В.				Автоматизированная система управления солнечной станцией Нижне-Бурейской ГЭС		

Инверторная станция ИС1

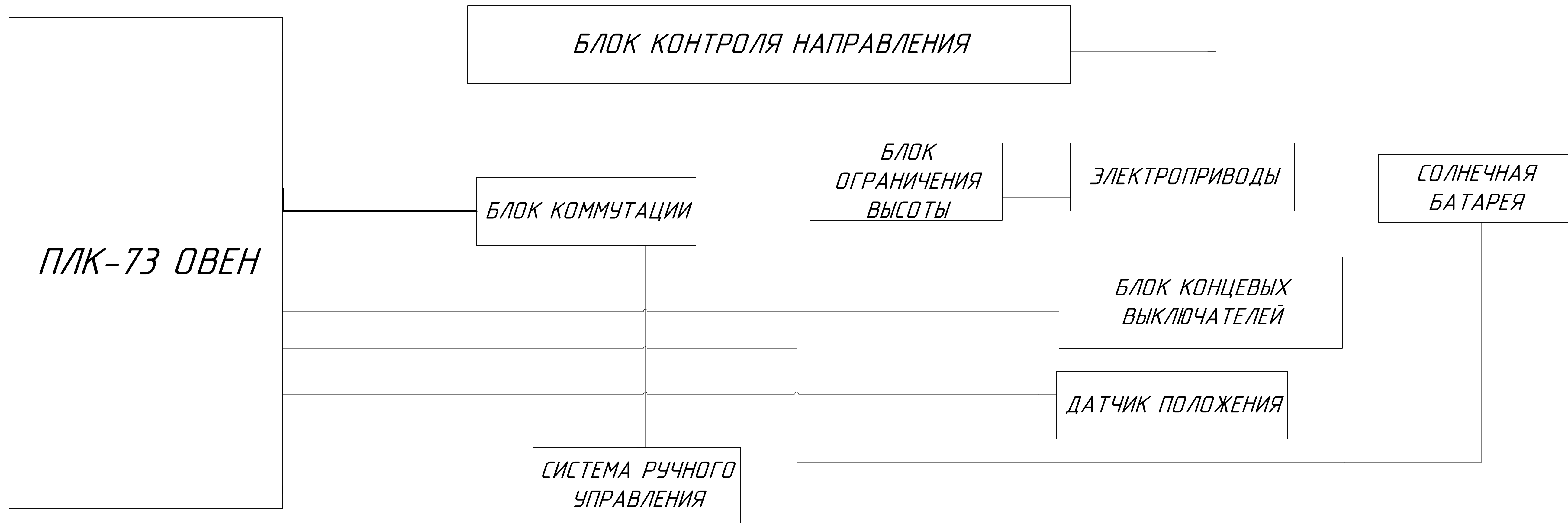


Номер строки	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	КШПТ	Коммутационный шкаф постоянного тока	8	
2	УСО КТП	Шкаф устройств сопряжения комплектно трансформаторной подстанции	1	
3	КРУ	Комплектно распределительные устройства	1	
4	АРМ ДП	Автоматизированное рабочее место диспетчера подстанции	1	
5	ЩР	Щит распределительный	3	
6	ODF	Оптическая распределительная рама	5	
7	VLAN	Виртуальная локальная компьютерная сеть	6	
8	ИС	Инверторная станция	2	
9	Ruggedcom RSG909R	Коммутатор	2	
10	СЭС	Солнечная электростанция	2	

ВКР.184.005.15.03.04.СХ			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Зубов М.Е.		
Пробер.	Теличенко Д.А.		
Т. контр.	Теличенко Д.А.		
Н. контр.	Скрипко О.В.		
Утвержд.	Скрипко О.В.		

Схема структурная АСУ ТП СЭС		
Лит	Масса	Масштаб
у		
Лист 2 из 6		
АМГУ гр. 841		

Структурная схема системы управления



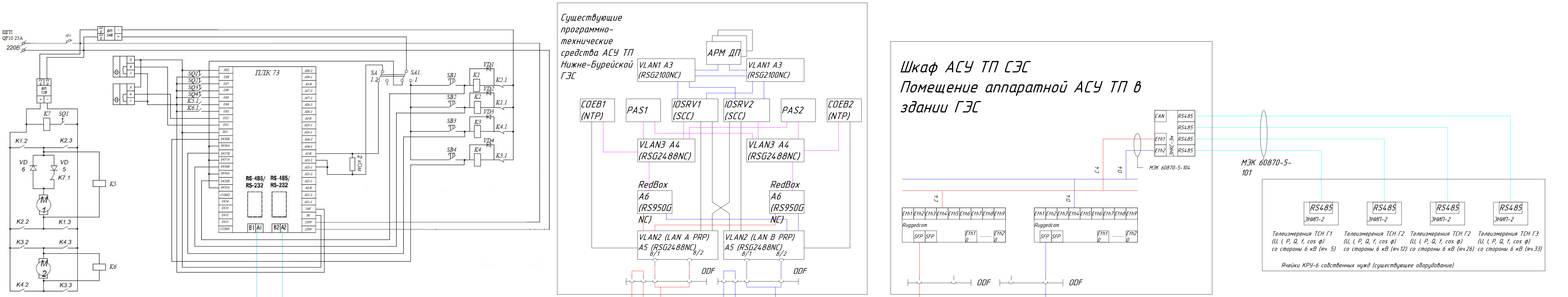
Карта инсоляции регионов РФ



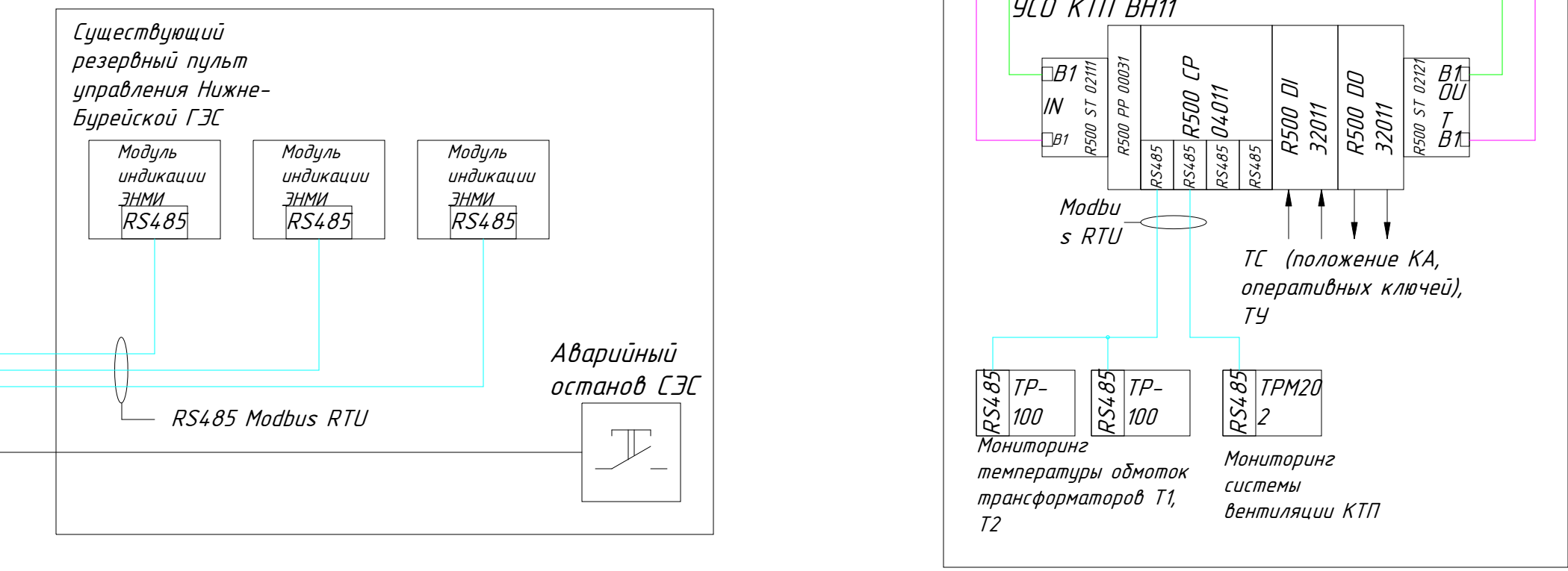
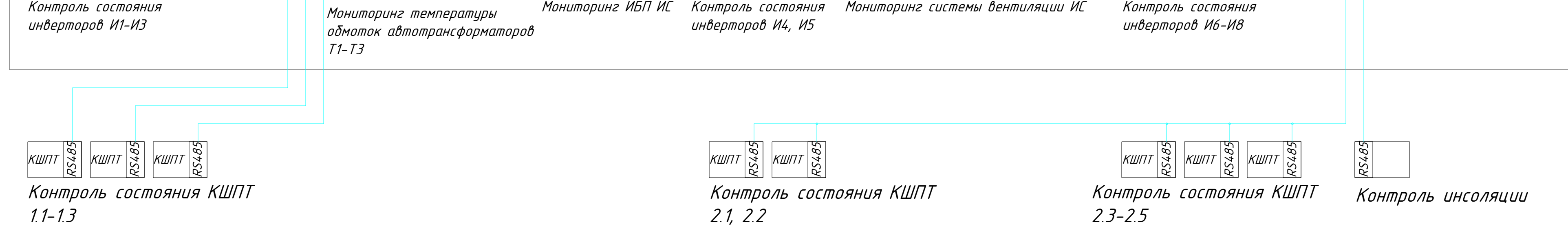
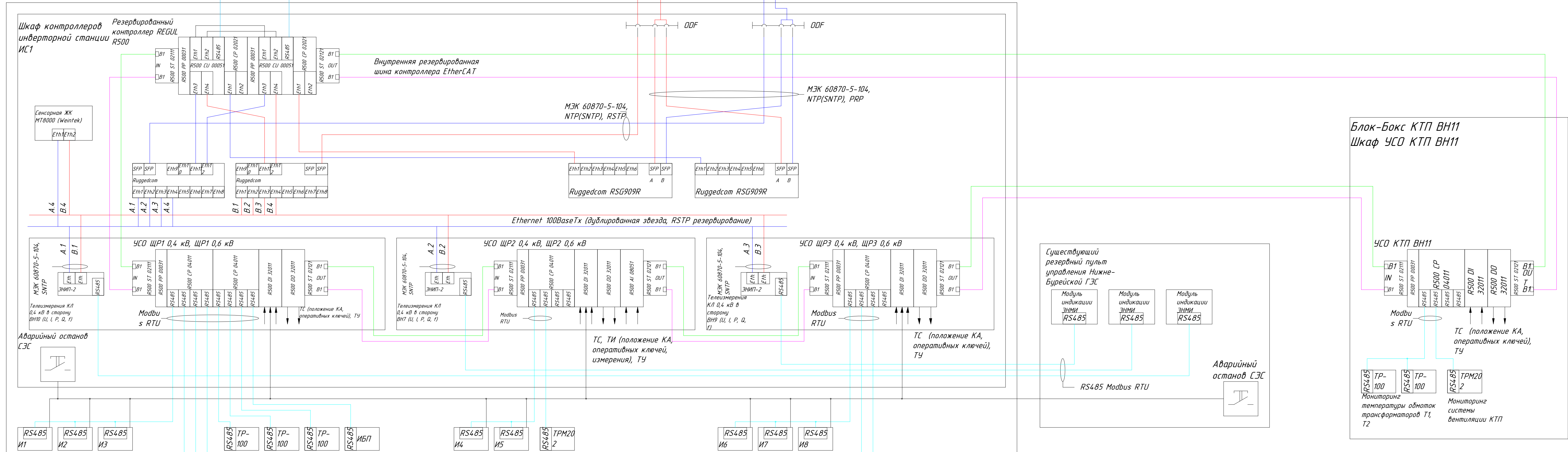
Экспериментальная схема для измерения напряжения и тока солнечной батареи



				ВКР.184.005.15.03.04.ВО			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Структурная схема системы управления	Лит	Масштаб
Разраб	Зубов М.Е.					у	
Пробер	Теличенко Д.А.						
Т. контр	Теличенко Д.А.					Лист 3	Листов 6
Н. контр	Скрипко О.В.				Автоматизированная система управления солнечной станции Нижне-Бурейской ГЭС		АМГУ гр. 841
Утвержд	Скрипко О.В.						



Инверторная станция ИС1



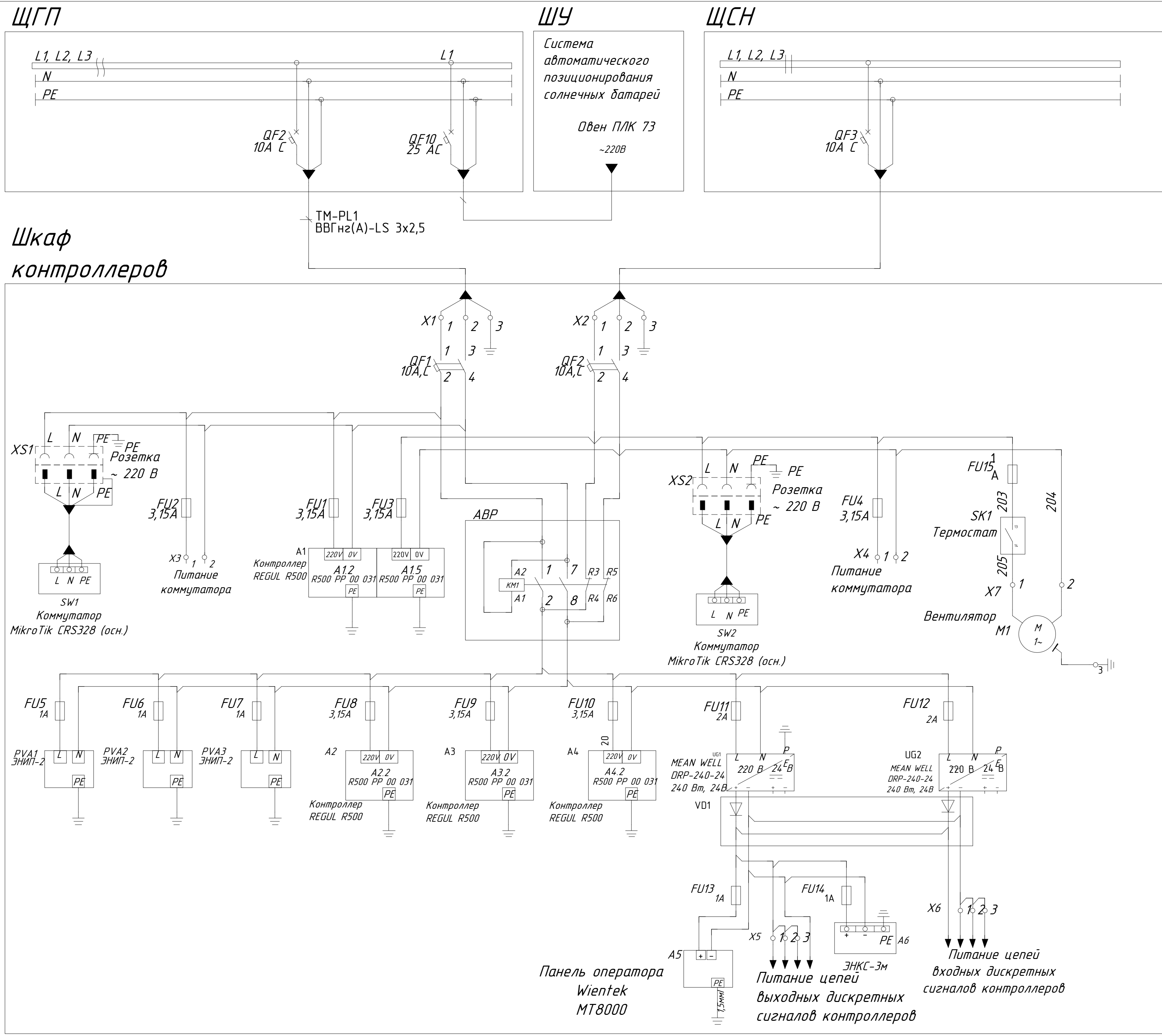
Номер строки	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	АСУ ТП СЭС	Автоматизированная система управления технологическими процессами солнечной электростанции	2	
2	АРМ-1, АРМ-2	Автоматизированное рабочее место	2	
3	ЗНИП-2	Устройство измерения параметров трехфазной электрической сети	7	
4	SW-1, SW-2	Коммутатор	4	
5	КШПТ	Шкаф коммутационный постоянного тока	8	
6	ИБП	Источник бесперебойного электропитания	1	
7	A1.3...A5.6	Модули контроллера REGUL R 500	16	
8	АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления	1	

ВКР.184.005.15.03.04.СХ

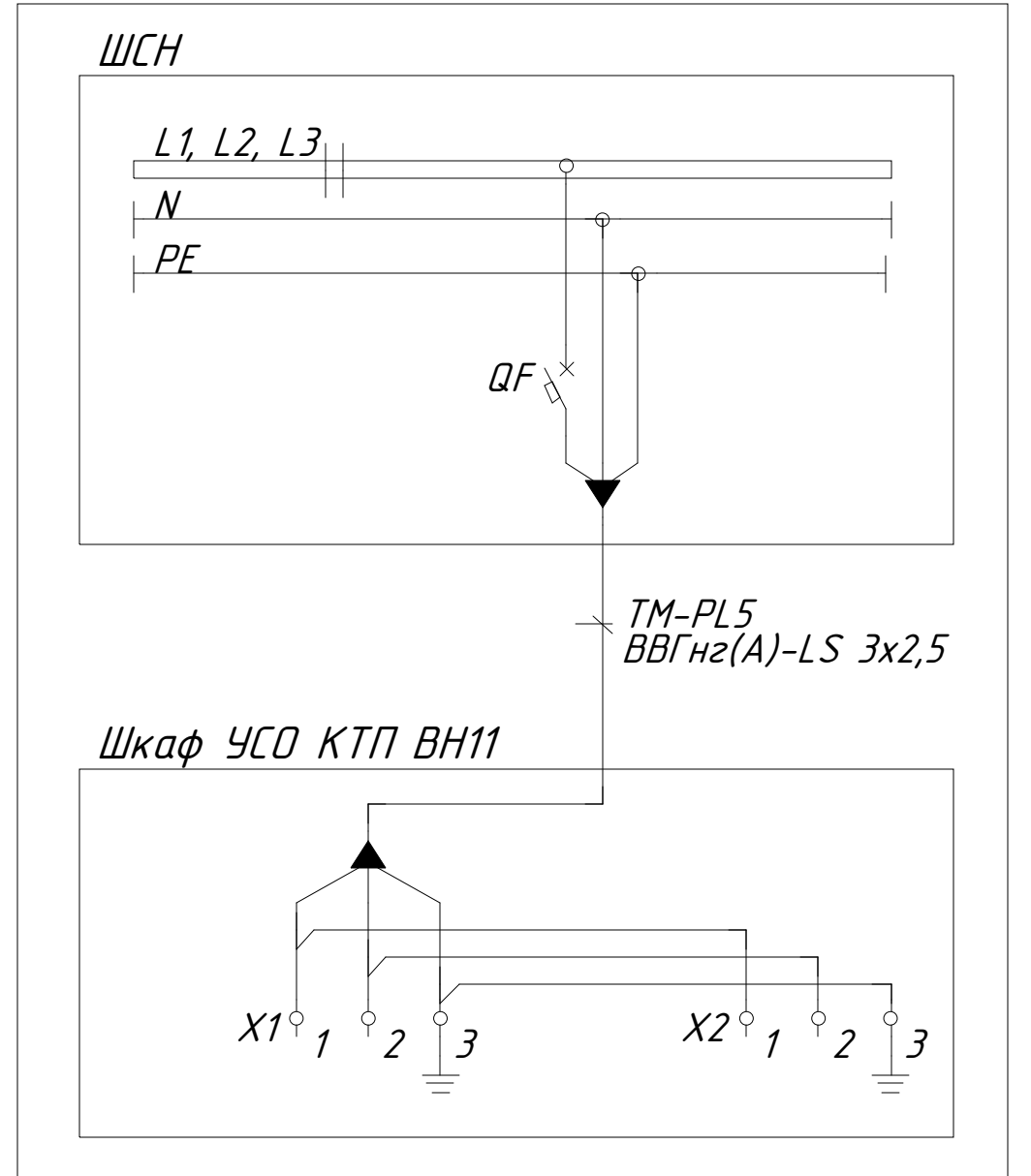
Изм./Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схема структурная АСУ ТП СЭС Автоматизированная система управления солнечной станции Нижне-Бурейской ГЭС	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Зубов М.Е.				у		
Провер.	Теличенко Д.А.				Лист 4	Листов 6	
Т. контр.	Теличенко Д.А.						
Н. контр.	Скрипко О.В.						
Утвержда.	Скрипко О.В.						

АМГУ гр. 841

ИС1

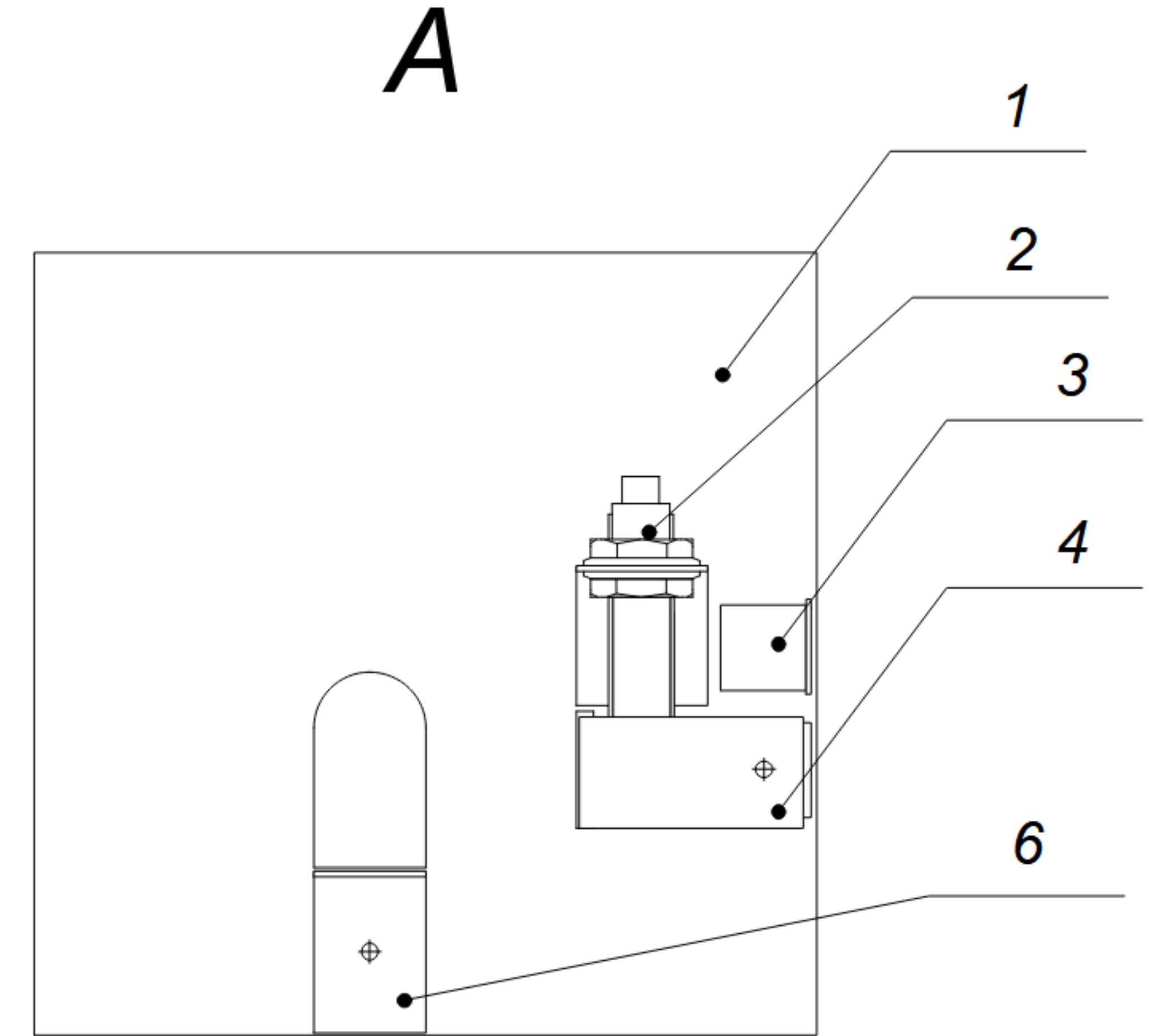
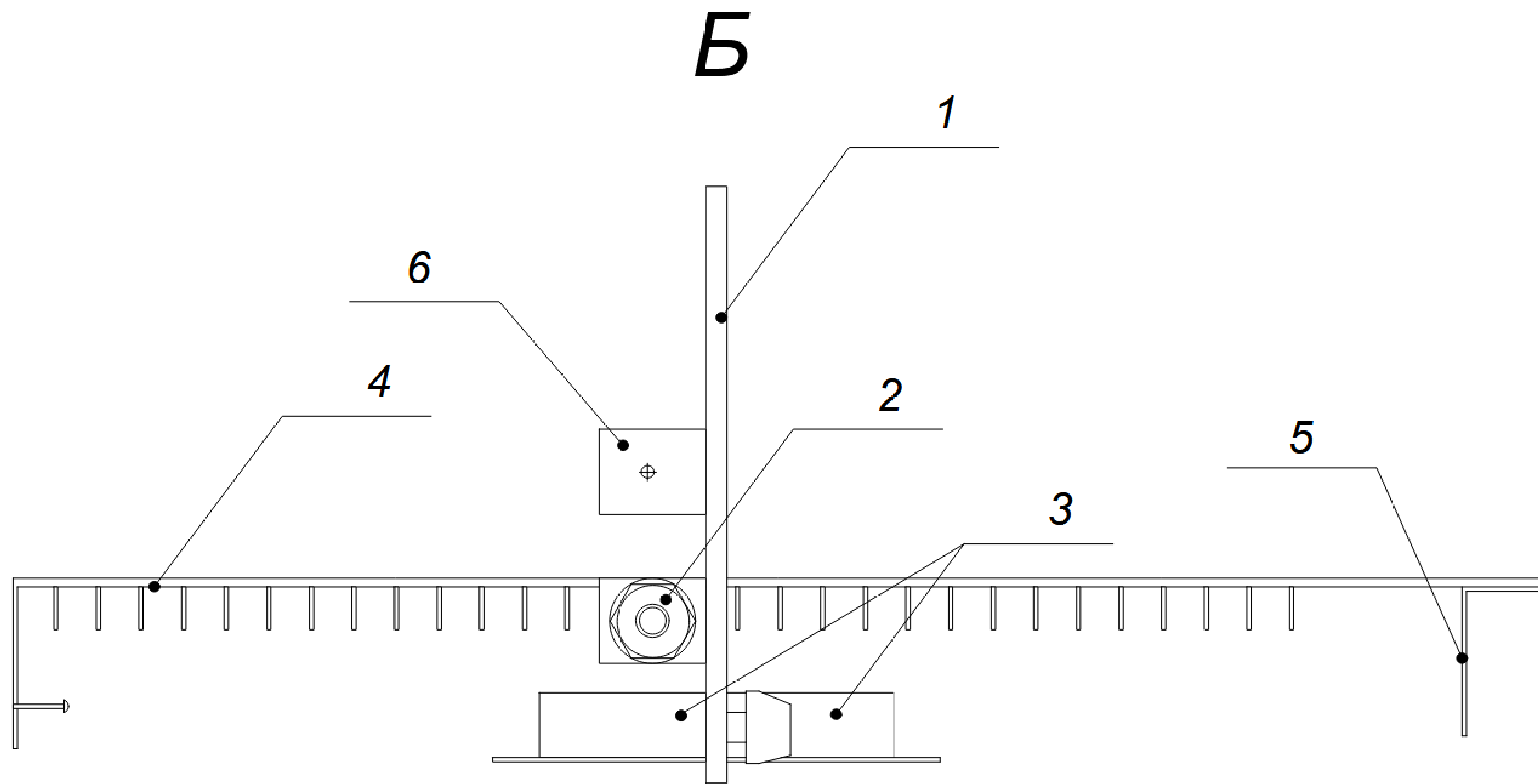


КТП ВН11

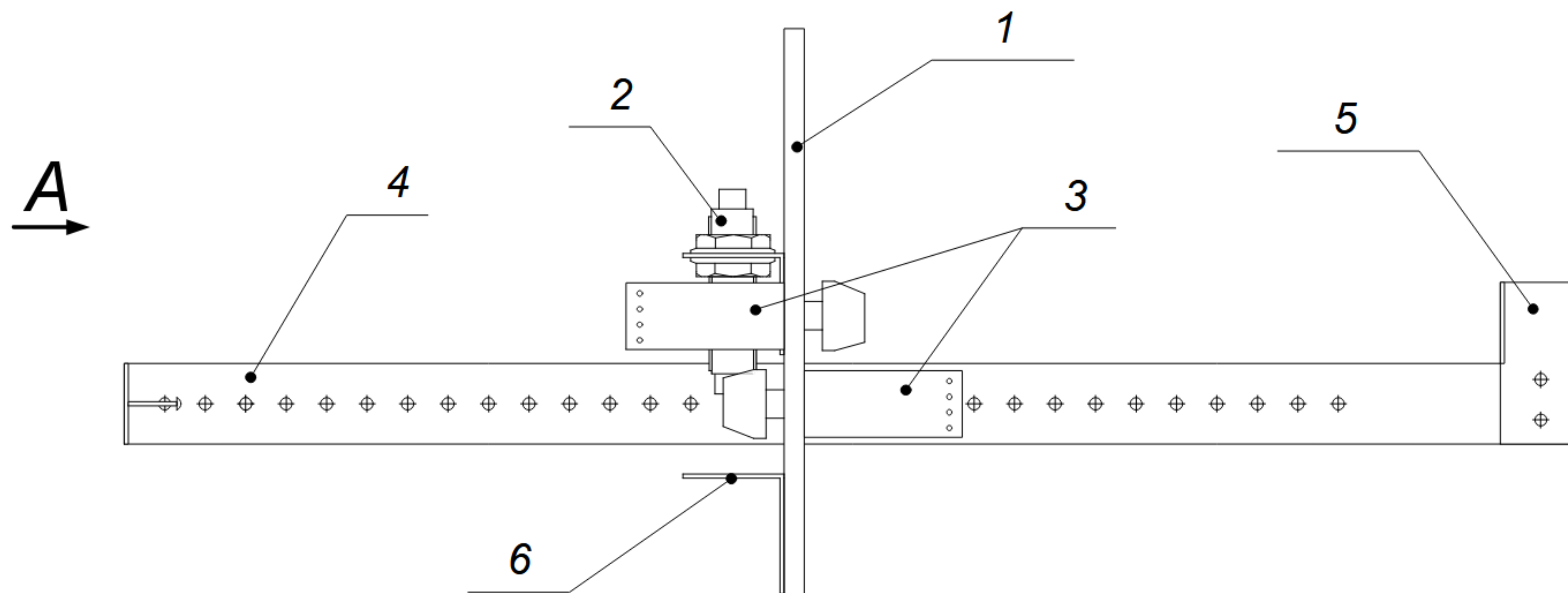


Номер строки	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	ЩГП	Щит гарантированного питания	1	
2	ЩУ	Щкаф управления	1	
3	ЩСН	Щит собственных нужд	1	
4	КТП 11	Комплектная трансформаторная подстанция	1	
5	Щкаф УСО	Щкаф устройства связи с объектом	1	
6	ЩСН	Щкаф собственных нужд	1	
ВКР.184.005.15.03.04.СХ				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Зубов М.Е.			
Пробер.	Теличенко Д.А.			
Т. контр.	Теличенко Д.А.			
Н. контр.	Скрипко О.В.			
Утвержд.	Скрипко О.В.			
Цепи питания. Схема электрическая принципиальная				
Автоматизированная система управления солнечной станции Нижне-Бурейской ГЭС				
Лист	Масса	Масштаб		
5				
			Листов	6
АМГУ гр. 841				

Система измерения положения



Б↓



- 1 – алюминиевая пластина;
- 2 – датчик положения;
- 3 – концевой выключатель;
- 4 – рейка;
- 5 – механизм нажатия на концевой выключатель;
- 6 – крепление пластины к электроприводу.

				ВКР.184.005.15.03.04.В0				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Зубов М.Е.					у		
Пробер.	Теличенко Д.А.					Лист 6	Листов 6	
Т. контр.	Теличенко Д.А.							
Н. контр.	Скрипко О.В.				Автоматизированная система управления солнечной станцией Нижне-Бурейской ГЭС			
Утвержд.	Скрипко О.В.				АМГУ гр. 841			