



"O'ZSUVLOYIHA"
AKSIYADORLIK JAMIYATI

**Наименование объекта: РП "Yakkabog' tumani "To'qboy" MFY da suv ta'minoti og'ir
hududlarning suv ta'minotini yaxshilash "**

Книга №5

ФЭС

01.21.44-26-5

Генеральный директор

Г.И.П.



М. Ф. Наджимов

А.Х. Тохтаматов

г.Ташкент – 2026 г.

№	Наименование	Примечание
1.	Общие данные	ФЭС
2.	План расстановки ФЭС. СКВ №1	ФЭС-1
3.	План расстановки ФЭС. СКВ №2	ФЭС-2
4.	План расстановки ФЭС. СКВ №3.	ФЭС-3
5.	План расстановки ФЭС. СКВ №4.	ФЭС-4
6.	План расстановки ФЭС. СКВ №5.	ФЭС-5
7.	Принципиальная схема соединения солнечных панелей СКВ.	ФЭС-6
8.	Принципиальная схема соединения солнечных панелей СКВ.	ФЭС-7
9.	Инвертор USFULL (Частотник/VFD) 15кВт. внутренняя схема	ФЭС-8
10.	Расчетные данные и характеристики линии ФЭС.	ФЭС-9
11.	Расчет контура заземления ФЭС (10 кВт).	ФЭС-10
12.	Установка защитных аппаратов.	ФЭС-11
13.	Ведомость объемов работ ФЭС.	ФЭС-12
14.	Общий вид установки солнечных панелей	МК-1
15.	Общий вид установки солнечных панелей	МК-2
16.	Общий вид установки солнечных панелей	МК-3
17.	Ведомость объемов работ установки солнечных панелей	МК-4

4. Заземление и молниезащита.

Для обеспечения защиты оборудования инвертора Growatt и безопасности обслуживающего персонала на каждом объекте устанавливается индивидуальный повторный контур заземления.

Вертикальные заземлители: Состоят из 3 стержней круглой стали (арматура) Ø16мм длиной L=3,0м каждый (всего по проекту 30 шт., включая молниеотводные электроды L=1,5м).

Горизонтальный заземлитель: Стальная полоса 40х4мм длиной L=10м на объект (прокладывается в траншее на глубине 0,5 м, общий объем укладки — 120 м).

Показатели: Расчетное эквивалентное сопротивление растеканию тока контура заземления составляет $R_{обл} \approx 2,99\text{ Ом}$, что строго удовлетворяет требованиям ПУЭ (не более 4,0 Ом).

Соединения: Все подземные соединения выполняются электродуговой сваркой (с проваркой 2 швов) и покрываются антикоррозийным составом. Присоединение оборудования к контуру выполняется соляным кабелем заземления PV-1F 1х10мм² (всего — 72 м) и медным проводом 1х6мм².

5. Монтажные указания

Прокладка кабелей: Кабельные линии ДС укладываются в гофрированные трубы (самозагужающий ПВХ/ПНД) и прокладываются в металлических оцинкованных перфорированных лотках 3000х50х50мм с крышками. Фиксация внутри лотков выполняется нейлоновыми пластиковыми хомутами, стойкими к УФ-излучению.

Запас материалов: При расчете коммутационных электрических кабелей учтен коэффициент технологического расхода (запас 10%).

Нормативные требования: Строительно-монтажные, сварочные и пусконаладочные работы выполнять в строгом соответствии с требованиями ПУЭ, СНиП, ГОСТ 56978-2016 и действующих правил техники безопасности при эксплуатации электростановок.

Общие данные

1. Исходные данные и назначение объекта

Рабочий проект разработан для объекта: «Ҳаққабог' тумани "То'ғроу" МҲУ да сув та'миноти оғ'ир ҳудудларнинг сув та'миноти уахшillash».

Проект предусматривает строительство 6 скважин для питьевого/хозяйственного водоснабжения (Скважины №1, №2, №3, №4, №5).

Размещение объектов: Кашкарарынская область, Яккабагский район, МФЙ «То'ғроу».

Проектная документация выполнена институтом АО «O'ZSUVL O'YUNA» на основании задания на проектирование и в соответствии с действующими градостроительными и электротехническими нормами (ПУЭ, ГОСТ).

2. Электроснабжение и фотоэлектрическая система (ФЭС)

Для автономного электроснабжения насосного оборудования каждой из 6 скважин проектом предусмотрена установка сетевых фотоэлектрических станций (ФЭС).

Инверторное оборудование: Преобразование постоянного тока в переменный осуществляется силовыми 3-фазными сетевыми инверторами Growatt (модель MPD 15KTL3-X) мощностью 15,0 кВт (по 1 шт. на каждую скважину, всего по проекту — 6 шт.).

Солнечные модули: В качестве источника генерации применяются высокоэффективные фотоэлектрические модули Jinko Solar 625W (Tiger Neo N-Type, модель JKM625N-78HL4-V). На каждую скважину предусматривается 24 панели, суммарная мощность одной установки — 15,0 кВт (всего по проекту 6 установок — 144 панели).

Конфигурация цепей (DC): 24 панели на объекте разделены на 2 независимых стринга по 12 панелей. Рабочее напряжение стринга — 547,8 В, напряжение холостого хода — 665,16 В (максимальное до 731,7 В при temp -15°C), рабочий ток — 13,70 А.

Кабельная продукция:

Для цепей постоянного тока (DC) применяется солярий одножильный кабель PV-1F сечением 1х4мм² (общий расход на 6 объектов — 420 м).

Соединение панелей выполняется с помощью термостичных коннекторов MC4 (по 2 компл. на объект, всего — 12 компл.).

Для подключения к сети переменного тока (AC) заложено медный силовой кабель BVГп-0,66 сечением 4х25мм² (всего — 90 м).

Для цепей управления/измерений применяется контрольный экранированный кабель КВВГЭ 3х0,75мм² (всего — 72 м).

Щиты защиты и автоматика: На каждом объекте устанавливается металлоконструкция щита с монтажной панелью (ЩМП размером 70х50см, всего 6 шт.). В щите монтируются:

2-полюсные автоматы постоянного тока DC 25A (1000V DC);

Выключатели-разъединители постоянного тока (25A, 1000V DC);

Цилиндрические предохранители постоянного тока 25A (gPV 10x38мм, 1000V DC);

Устройства защиты от импульсных перенапряжений УЗИП (DC SPD 1000V, тип II, I_n ≥20кА); Автоматические модульные выключатели переменного тока ВА47-100 4P 40А (характеристика C); Устройства защитного отключения RCD (40A, 300 мА, тип В) и AC SPD (275V);

Двухнаправленный счетчик электроэнергии ("Зеленый тариф" / Smart Meter).

3. Конструктивные решения

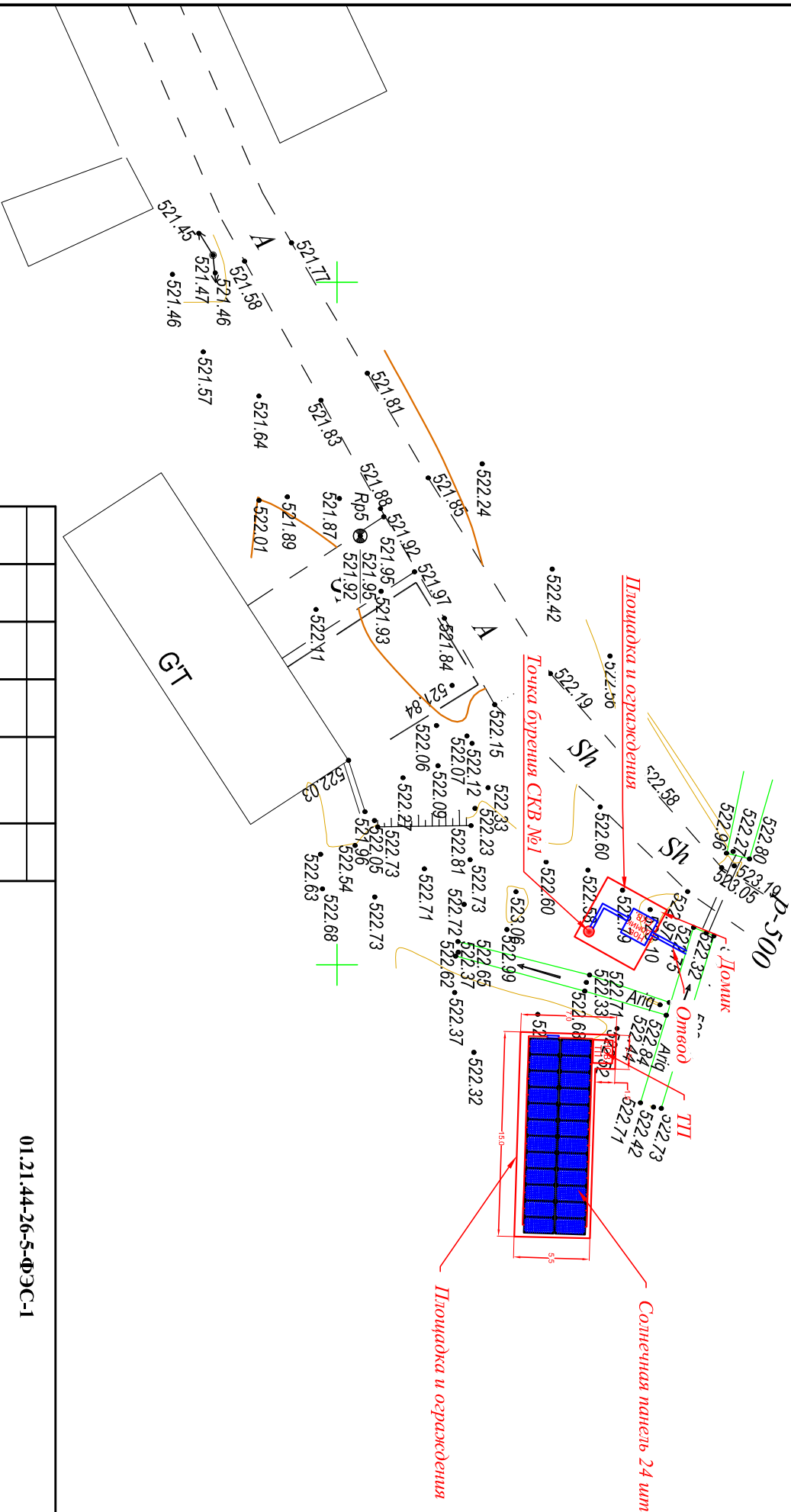
Монтаж солнечных панелей выполняется на несущие металлические конструкции (МК-1).

Каркас и профили: Несущие металлоконструкции собираются из оцинкованных монтажных профилей сечением 41х41мм (расход на 1 скважину — 44 м / всего — 264 м), 41х52мм (63,37 м / всего — 380,22 м) и 41х21мм (27,2 м / всего — 163,2 м). Дополнительно применяется оцинкованный профиль 6 м (\$4\times\text{times}21\text{\\text{mm}}\text{\\text{mm}}\$) — всего 498 м.

Крепление и опорные узлы: Для фиксации стоек применяются металлические оцинкованные пластины 300х300х5мм (96 шт. на 1 объект / всего — 576 шт.), резиновые подкладки (576 шт.), метизы и специальные зажимы (хомуты) для панелей (36 шт. на объект / всего — 216 шт.).

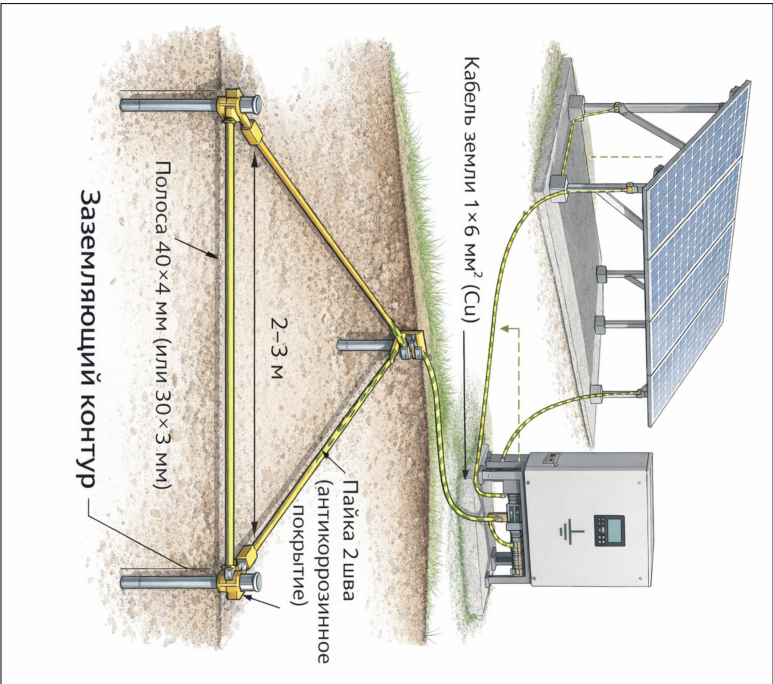
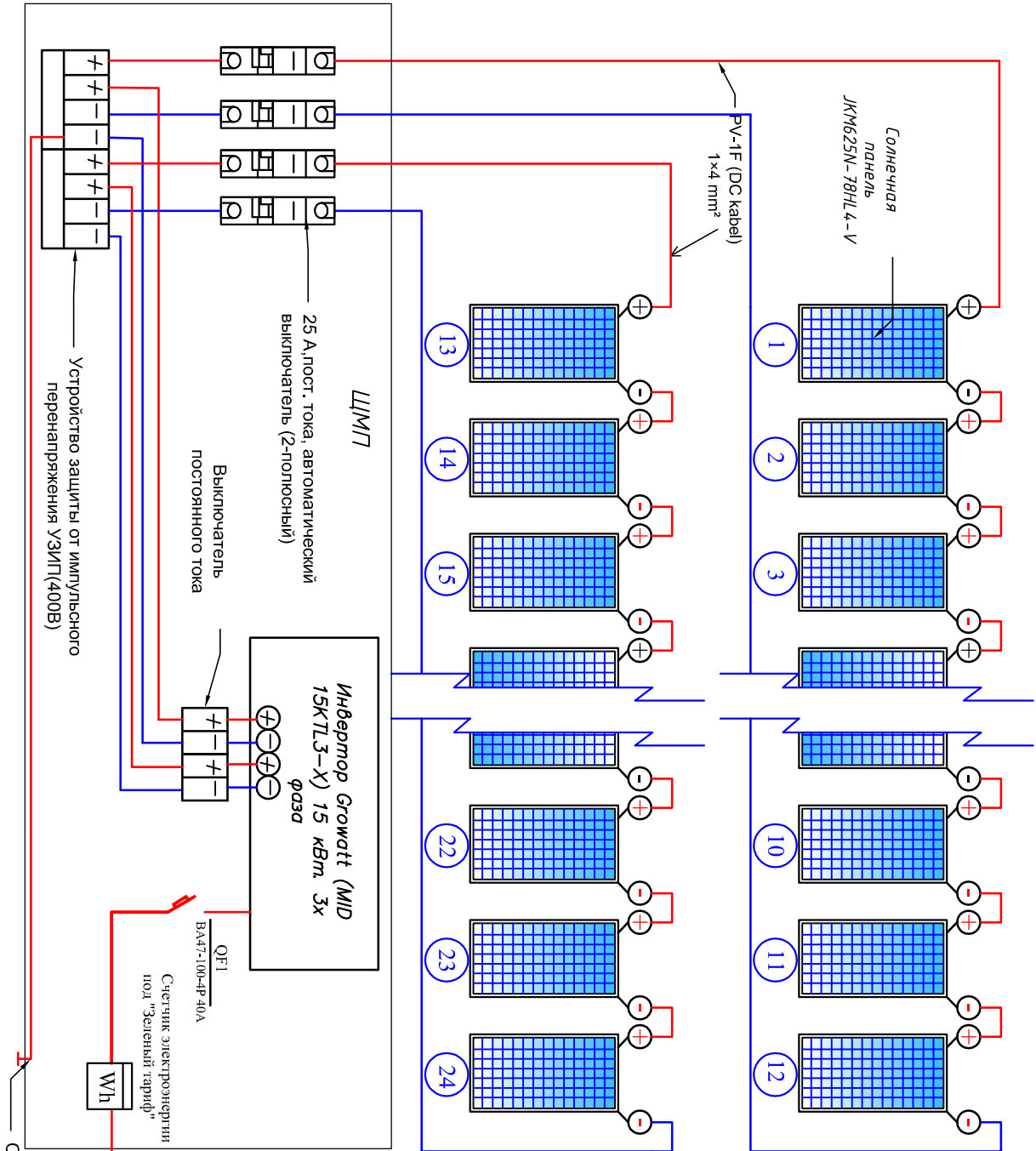
Фундаменты и земельные работы: Опорные стойки бетонируются монолитными блоками из бетона класса В15 (объем на 1 скважину — 3,14 м³, всего — 18,84 м³). Поискowo-траншейные работы включают ручную выемку грунта (11,14 м³ на объект / всего — 66,84 м³) и обратную засыпку (8 м³ на объект / всего — 48 м³).

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----



01.21.44-26-5-ФЭС-1			
"Yakkabog' tumani "To'qbo'y" MEY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док
Нач.отд.	Тохтаматов	Тохтаматов	08.26
ГИП	Тохтаматов	Тохтаматов	08.26
Разраб.	Убайдуллаев	Убайдуллаев	08.26
Н.контр.	Максудхужаев	Максудхужаев	08.26
План СКВ №1			

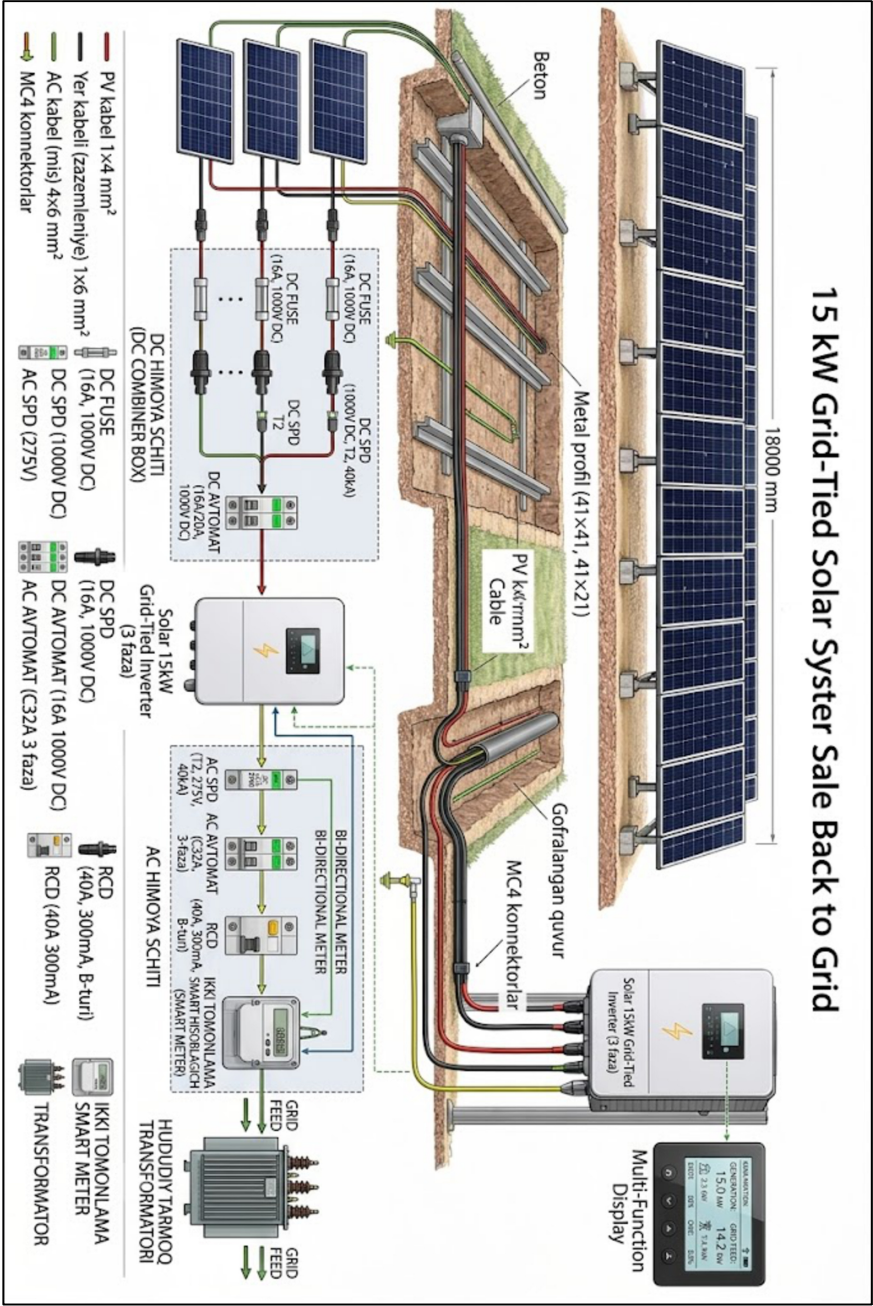
Потребность кабелей и проводов (длина, м)		
Число и сечение жил. (мм ²)	Марка	Длина (м) для 4шт
4×25 мм ²	ВВГнг-0.66 (АС кабель)	60
1×4 мм ²	PV-1F (DC кабель)	280
3×0.75мм ²	Цепь управления и измерений КВВГЭ	48
1×10 мм ²	PV-1F (заземление)	48



Технические характеристики Jinko Solar 625W (Tiger Neo N-Tyре)		
№	Название параметра	Стоимость
1	Модель	JKM625N-78HL4-V
2	Пиковая мощность (Pmax)	625 Вт
3	Напр. при пик. мощности (Vmp)	45.65 В
4	Напр. холостого хода (Voc)	55.43 В
5	Ток при пик. мощности (Imp)	13.70 А
6	Ток короткого замыкания (Isc)	14.51 А
7	Общее напряжение string:	665.16 В
8	Количество string:	2 шт

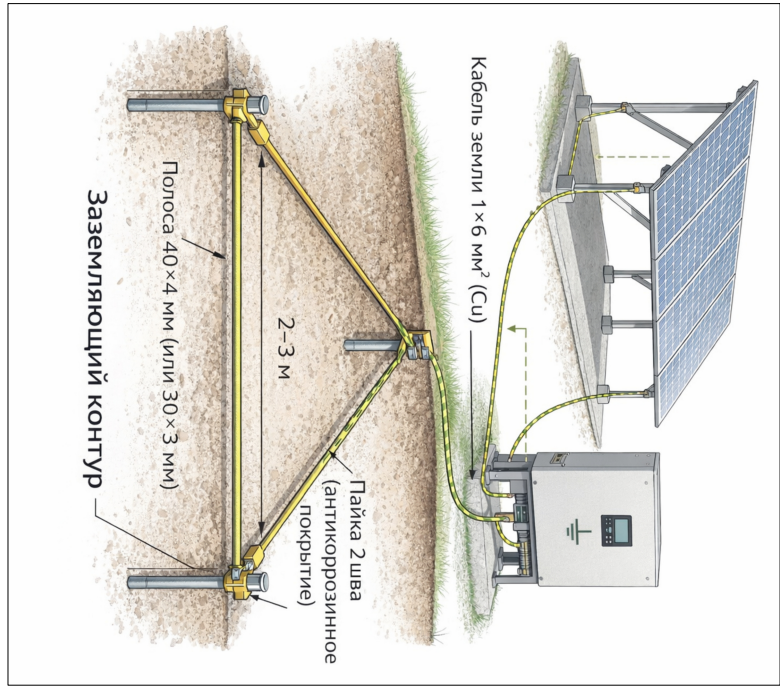
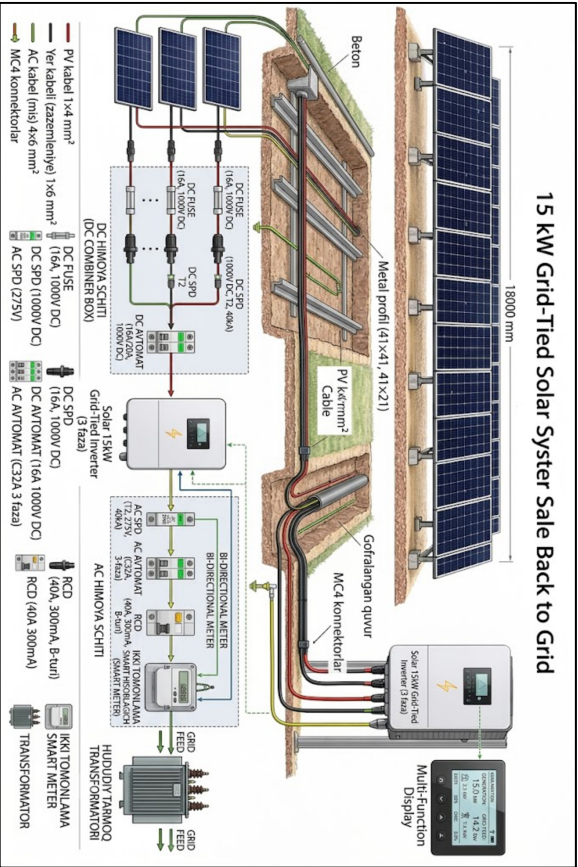
Примечание:

- Общая емкость панелей ФЭМ 16 шт, мощность одного ФЭМ 625 Вт, номинальное напряжение 45.65 Вт. ФЭМ PV N1Z272-K соединяется с однопроводным кабелем марки DC 1000V сечением 1x4 мм². Подключенные через разъемы MS4. Соединительные кабели укладываются в гофрированные трубы, крепят в лотках к кабельным конструкциям с помощью тяг.
- Для преобразования постоянного тока в переменный ток промышленного напряжения и частоты проектом предусмотрено применение силовых инверторов общего выхода с выходной мощностью 15,0 кВт.
- Для коммутации электрических соединений использовали расход кабеля с запасом 10%.

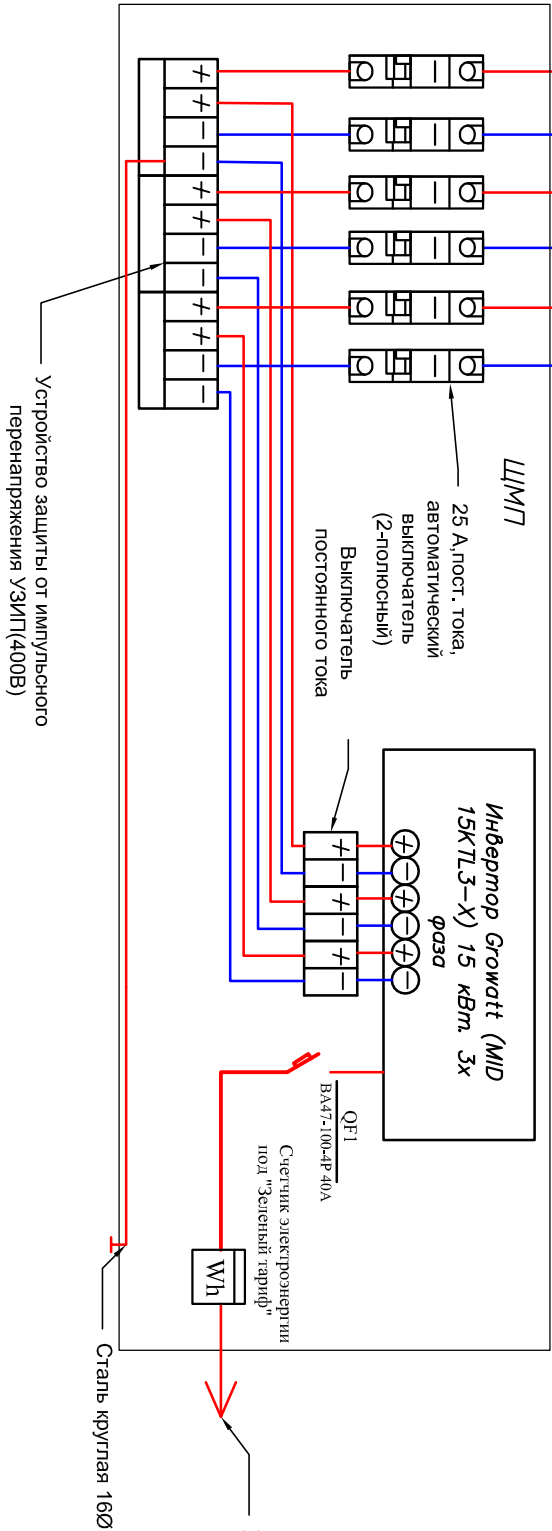


01.21.44-26-5-ФЭС-6			
"Уаккабог' tishani "То'фбу" МҒУ да су' та' minoiti og'ir hududlarning suv ta'minoti yaxshilash"			
Изм.		Лист	№ док
Нач. отд.		Тухтамазов	Подп.
ГМП		Тухтамазов	Дата
Разраб.		Убайдуллаев М	
Н.контр.		Хожиев А	
Строительство скважин		РП	Листов
Принципиальная схема соединения солнечных панелей СКВ		7	13
"O'ZSUVULOVINA" АКТИВНОРЛИК ЛАМИЛАТИ			

Потребность кабелей и проводов (длина, м)		
Число и сечение жил. (мм²)	Марка	Длина (м) для 1шт
4×25 мм²	ВВГнг-0.66 (АС кабель)	20
1×4 мм²	PV-1F (DC кабель)	90
3×0.75мм²	Цепь управления и измерений КВВГЭ	20
1×10 мм²	PV-1F (заземление)	20



Технические характеристики Jinko Solar 625W (Tiger Neo N-Type)		
№	Название параметра	Стоимость
1	Модель	JKM625N-78HL4-V
2	Пиковая мощность (Pmax)	625 Вт
3	Напр. при пик. мощности (Vmp)	45.65 В
4	Напр. холостого хода (Voc)	55.43 В
5	Ток при пик. мощности (Imp)	13.70 А
6	Ток короткого замыкания (Isc)	14.51 А
7	Общее напряжение string:	665.16 В
8	Количество string:	2 шт



- Примечание:
- Общая емкость панелей ФЭМ 24 штук, мощность одного ФЭМ 625 Вт, номинальное напряжение 45.65 Вт, ФЭМ PV H1Z272-K соединяется с однопроводными кабелями марки DC 1000V сечением 1x4 мм². Подключение через разъемы MS4. Соединительные кабели укладываются в гофрированные трубы, крепят в лотках к кабельным конструкциям с помощью тая.
 - Для преобразования постоянного тока в переменный ток промышленного напряжения и частоты проектом предусмотрено применение силовых инверторов общего выхода с выходной мощностью 15,0 кВт.
 - Для коммутации электрических соединений использовались расход кабеля с запасом 10%.

01.21.44-26-5-ФЭС-7			
"Уаккабоғ' типами "То'фбу" МҒУ да суу та'миноти ог'и' худудларинг суу та'миноти уахшилаш"			
Изм.		Кол.уч.	№ док
Нач.отд.		Лист	Подп.
ГМП		Тухтамов	Дата
Разраб.		Убайдуллаев М	
Н.контр.		Хожиев А	
Строительство скважин		РП	Листов
Принципиальная схема соединения солнечных панелей СКВ		8	13
"O'ZSUUVLOUNA"		АКТИУДОВЛИК ЈАМИЈАТИ	

РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНИЙ ФЭС

1. Расчетные электрические параметры стринга (DC)

Проектом предусмотрено разделение 24 солнечных панелей JKM625N-78HL4-V на 2 независимых стринга (цепи) по 12 панелей в каждом последовательном соединении:

Количество панелей в одном стринге: 12 шт.

Суммарная пиковая мощность ФЭС: $24 * 625 \text{ Вт} = 15000 \text{ Вт} = 15.0 \text{ кВт}$.

Расчетное (рабочее) напряжение одного стринга (V_{mp}):

$$12 \text{ шт} * 45.65 \text{ В} = 547.8 \text{ В}.$$

Напряжение холостого хода одного стринга (V_{oc}):

$$12 \text{ шт} * 55.43 \text{ В} = 665.16 \text{ В}$$

(значение находится в абсолютно безопасном пределе для оборудования и инвертора, рассчитанного на 1000 В DC).

Расчетный (рабочий) ток стринга (I_{mp}): 13.70 А

Ток короткого замыкания стринга (I_{sc}): 14.51 А

2. Кабельные линии и способы их прокладки

Линии постоянного тока (от панелей до щита ЩМП/инвертора):

Применяется специализированный солнечный кабель PV-1F 1 x 4 мм². Прокладываются 2 пары кабелей (для 2-х стрингов). Общая трассовая длина проводников (с учетом положительной и отрицательной жилы) составляет 70 м (по 35 м на один стринг).

Линия переменного тока (от инвертора 15 кВт до ВРУ / ТП):

Применяется медный силовой кабель ВВГнг-LS 4 x 25 мм² (или 4 x 4 мм² по минимальному расчету, сечение 25 мм² заложено с учетом запаса). Длина трассы на одну установку составляет 15 м.

Способ прокладки: Соединительные кабели укладываются в защитные гофрированные трубы (самозатухающий ПВХ/ПНД). Гофротрубы прокладываются в металлических перфорированных оцинкованных лотках (3000 x 50 x 50 мм) с крышками. Лотки жестко крепятся к несущим металлическим профилям (МК-1) конструкции панелей. Фиксация кабелей внутри лотков осуществляется нейлоновыми пластиковыми стяжками (хомутами), устойчивыми к УФ-излучению.

3. Расчет потерь напряжения (ΔU) в кабельных линиях

В линии DC (для 1-го стринга: длина проводника $L=35\text{м}$, сечение $S=4\text{мм}^2$, медь $\rho=0.0175 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$):

$$\Delta U_{\text{dc}} = (I * \rho * L) / S = (13.7 * 0.0175 * 35) / 4 \approx 2.10 \text{ В}$$

Вывод: Потеря напряжения составляет всего 0.38% от номинального рабочего напряжения стринга (547.8 В). Это значительно ниже допустимой нормы в 2%, что обеспечивает высокую эффективность передачи энергии без потерь.

В линии AC (3-фазная сеть 380/400 В, мощность 15 кВт, расчетный ток $I \approx 22.8\text{А}$, длина трассы $L=15\text{м}$, сечение $S=25\text{мм}^2$):

$$\Delta U_{\text{ac}} = (3 * I * \rho * L) / S = (1.732 * 22.8 * 0.0175 * 15) / 25 \approx 0.41 \text{ В}$$

Вывод: Потеря напряжения в сети переменного тока составляет менее 0.11% от 380 В (при норме до 4–5%). Сечение 25 мм² выбран с большим эксплуатационным запасом, гарантирующим отсутствие нагрева и потерь при полной нагрузке 15 кВт.

						01.21.44-26-5-ФЭС-9		
						"Yakkabog' tumani "To'qboy" MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата			
Нач.отг.		Тўхтаматов				Строительство скважин	Стадия	Лист
ГИП		Тўхтаматов					РП	10
Разраб.		Убайдуллаев М						13
Н. контр.		Хожиев А				РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНИЙ ФЭС		

РАСЧЕТ КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ФЭС (10 кВт)

1. Исходные данные и параметры грунта

Тип грунта: Суглинок влажный (учитывая специфику объекта — орошаемые земли и близость к скважине/каналу).

Удельное расчетное сопротивление грунта ($\rho_{расч}$): Принимаем 40 Ом·м (с учетом сезонного увлажнения в зоне полива).

Вертикальный заземлитель: Сталь круглая (арматура) Ø16мм ($d=0.016$ м), длина электрода $L=3$ м. Количество: $n=3$ шт.

Горизонтальный заземлитель: Полоса стальная 40 х 4 мм ($b=0.04$ м), длина трассы $L_h=10$ м.

Глубина заложения траншеи (t_0): 0.5 м от поверхности земли.

Глубина заложения середины вертикального электрода (t): $t = t_0 + (L/2) = 0.5 + 1.5 = 2.0$ м.

Нормируемое сопротивление ($R_{норм}$): Не более 4 Ом (согласно требованиям ПУЭ для электроустановок до 1 кВ).

2. Расчет сопротивления одиночного вертикального заземлителя (R_v)

Сопротивление одного стержневого электрода вычисляется по формуле:

$$R_v = (\rho_{расч} / 2 * \pi * L) * (\ln((2 * L) / d) + 0.5 * \ln((4 * t + L) / (4 * t - L)))$$

$$R_v = (40 / (2 * 3.14 * 3)) * (\ln((2 * 3) / 0.016) + 0.5 * \ln((4 * 2 + 3) / (4 * 2 - 3)))$$

$$R_v = 2.12 * (\ln(375) + 0.5 * \ln(11/5)) = 2.12 * (5.93 + 0.5 * 0.788) = 2.12 * 6.321 \approx 13.41 \text{ Ом}$$

3. Расчет группового сопротивления вертикальных электродов (R_{v_total})

Для 3-х электродов, расположенных в ряд на расстоянии $a \approx 5$ м друг от друга (отношение $a/L=1.66$), коэффициент использования (η_v) равен 0.85.

$$R_{v_total} = R_v / (n * \eta_v) = 13.41 / (3 * 0.85) = 13.41 / 2.55 \approx 5.26 \text{ Ом}$$

4. Расчет сопротивления горизонтального заземлителя (соединительной полосы) (R_h)

Сопротивление горизонтальной полосы вычисляется по формуле:

$$R_h = (\rho_{расч} / 2 * \pi * L_h) * \ln(2L_h^2 / b * t_0)$$

Подставляем значения:

$$R_h = (40 / (2 * 3.14 * 10)) * \ln(2 * 10^2 / (0.04 * 0.5)) = 0.637 * \ln(200 / 0.02) = 0.637 * \ln(10000) = 0.637 * 9.21 \approx 5.87 \text{ Ом}$$

С учетом экранирования вертикальными электродами принимаем коэффициент использования полосы $\eta_h = 0.85$.

$$R_{h_total} = R_h / \eta_h = 5.87 / 0.85 \approx 6.91 \text{ Ом}$$

5. Определение общего сопротивления контура заземления ($R_{общ}$)

Общее эквивалентное сопротивление системы параллельно соединенных вертикальных и горизонтального заземлителей:

$$R_{общ} = (R_{v_total} * R_{h_total}) / (R_{v_total} + R_{h_total}) = (5.26 * 6.91) / (5.26 + 6.91) = 36.35 / 12.17 \approx 3.0 \text{ Ом}$$

ВЫВОД:

Расчетное эквивалентное сопротивление проектируемого контура заземления ФЭС (15 кВт) составляет 2.99 Ом, что строго соответствует нормам ПУЭ (не более 4.0 Ом). Система заземления обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования инвертора Growatt 15 кВт и защиту от импульсных перенапряжений.

						01.21.44-26-5-ФЭС-10			
						"Yakkabog' tumani “To'qboy” MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата				
Нач. орг.		Тўхтаматов				Строительство скважин	Стадия	Лист	Листов
ГИП		Тўхтаматов					РП	11	13
Разраб.		Убайдуллаев М							
Н. контр.		Хожиев А				РАСЧЕТ КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ФЭС (10 кВт)		"O'ZSUVLOYIHA"	AKSIYADORLIK JAMIYATI

1. Расчет цепей постоянного тока (DC) по ГОСТ 56978-2016 Для панели Jinko Solar 625W базовые электрические характеристики составляют:
Ток короткого замыкания (I_{sc}): ≈ 14.51 А.
Напряжение холостого хода (U_{oc}): ≈ 55.43 В
Проектом предусмотрено 2 независимых стринга по 12 панелей в каждом.
А. Плавкие предохранители (DC Fuses)
Согласно п. 5.2.4.2 стандарта ГОСТ 56978-2016, номинальный ток плавкой вставки предохранителя для защиты каждого стринга (I_n) должен удовлетворять условию:

$$I_n \geq 1.4 * I_{sc_mod}$$

$$I_n \geq 1.4 * 14.51 \text{ А} = 20.3 \text{ А}$$

Выбранная уставка: Принимаем ближайший больший стандартный номинал — 25 А.
Тип исполнения: Специализированные цилиндрические предохранители для гелиосистем типа gPV (10*38 мм).
Рабочее напряжение: С учетом температурного коэффициента для зимнего периода (до -15°C), максимальное напряжение одного стринга из 12 панелей рассчитывается как: $U_{max} = 1.10 * 12 * 55.43 \text{ В} = 731.7 \text{ В}$ (Расчетное напряжение при 25°C составляет $12 * 55.43 = 665.2 \text{ В}$).
Предохранители и держатели выбираются на стандартный номинал 1000 В DC. Б. Выключатель-разъединитель (DC Switch-Disconnecter)
Согласно требованиям к коммутационным аппаратам фотоэлектрических массивов:
Номинальное напряжение аппарата должно быть $\geq U_{oc_array_max}$ (принимаем 1000 В DC).
Номинальный ток коммутационного аппарата для каждого стринга должен удовлетворять условию:

$$I_{n_dc} \geq 1.25 * I_{sc_array} = 1.25 * 14.51 \text{ А} = 18.14 \text{ А}.$$

Выбранный номинал: Двухполюсный выключатель-разъединитель постоянного тока на 25 А, 1000 В DC (для каждого стринга) с категорией применения DC-PV2 (для гарантированного отключения цепей под нагрузкой).
В. Устройство защиты от импульсных перенапряжений (DC SPD / УЗИП)

Для защиты входа инвертора и панелей от наведенных токов молнии и коммутационных перенапряжений выбирается УЗИП класса защиты II (Тип 2):
Максимальное длительное рабочее напряжение (U_{cprv}): 1000 В DC.
Номинальный разрядный ток (I_n): не менее 20 кА.

2. Расчет цепей переменного тока (AC)
Преобразование энергии осуществляет сетевой трехфазный инвертор Growatt MID 15KTL3-X (15 кВт), выдающий на выходе трехфазный переменный ток напряжением 380/400 В ($\cos\phi = 0.98$).

Расчетный номинальный ток переменного тока инвертора на фазу при полной мощности 15 кВт составляет:

$$I_{ac} = P_{ac} / (3^{-2} * U * \cos\phi)$$

А. Автоматический выключатель переменного тока (AC Breaker)
Для защиты силовой кабельной линии $4 \times 25 \text{ мм}^2$ (или $4 \times 4 \backslash \text{мм}^2$) от перегрузок и токов короткого замыкания:
Расчет уставки: Уставка защиты аппарата выбирается с коэффициентом 1.25 к номинальному току:

$$I_{breaker} \geq 1.25 * I_{ac} = 1.25 * 22.11 \text{ А} = 27.64 \text{ А}$$

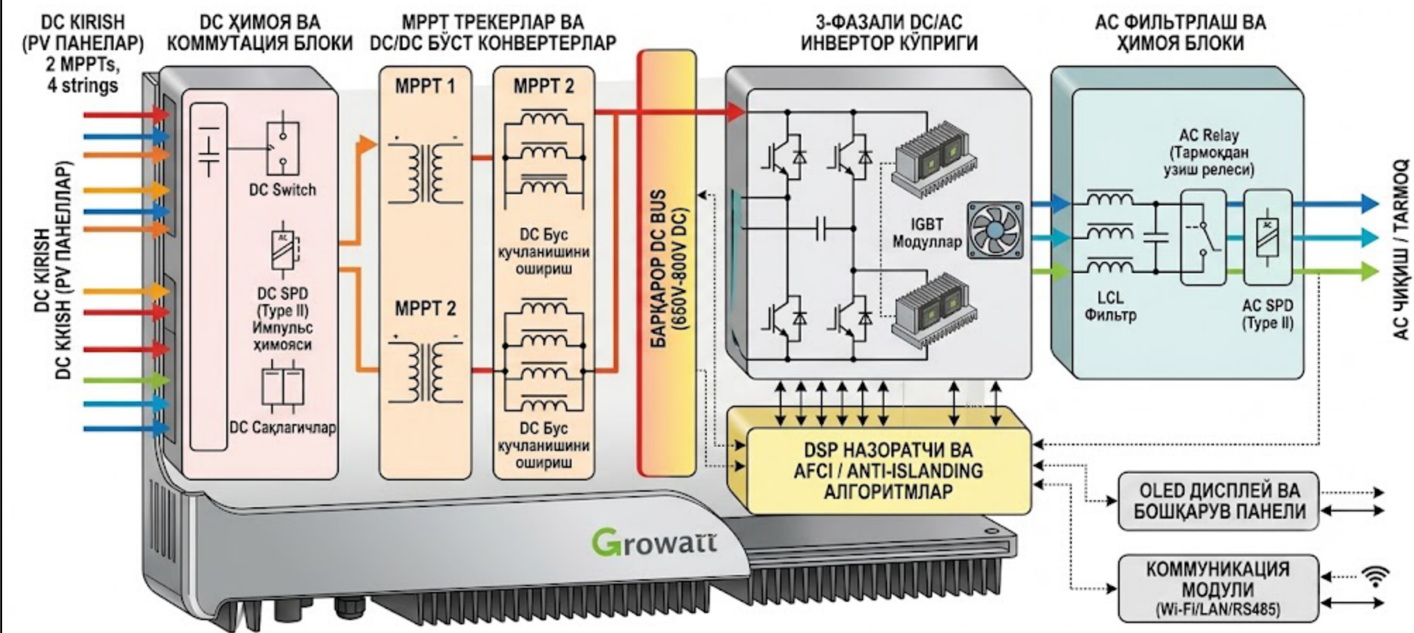
Номинальный ток расцепителя: 40 А (четырёхполюсный 4P, ВА47-100/ВА47-29, 40А). Номинал 40 А обеспечивает надежную работу без ложных срабатываний при максимальной отдаче мощности инвертора и кратковременных скачках нагрузки.

Характеристика расцепления: Тип С (стандартная уставка электромагнитного расцепителя $5-10 I_n$, оптимальная для сетевых инверторов). Если инвертор питает тяжелую насосную нагрузку напрямую без плавного пуска, допускается применять тип D.

Предельная коммутационная способность (ПКС): не менее 6 кА.

						01.21.44-26-5-ФЭС-11			
						"Yakkabog' tumani “To'qboy” MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата				
Нач. орг.		Тўхтаматов				Строительство скважин	Стадия	Лист	Листов
ГИП		Тўхтаматов					РП	12	13
Разраб.		Убайдуллаев М							
Н. контр.		Хожиев А				Уставки защитных аппаратов			

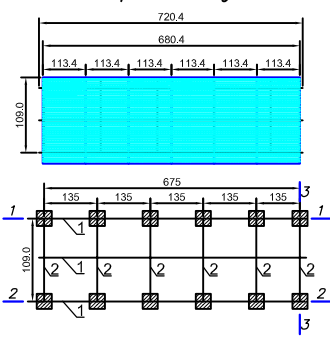
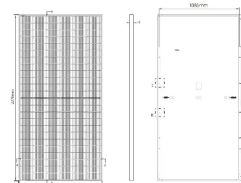
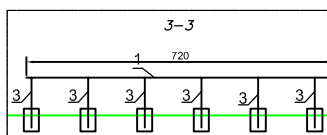
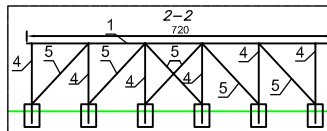
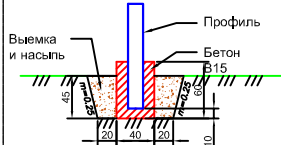
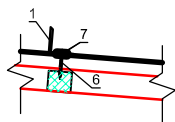
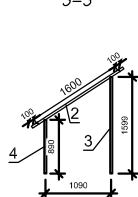
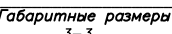
GROWATT MID 15KTL3-X (15kw, 3-Phase On-Grid) - ИЧКИ БЛОК-СХЕМАСИ ВА АРХИТЕКТУРАСИ



						01.21.44-26-5-ФЭС-8
						"Yakkabog' tumani "To'qboy" MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"
Изм.	Копуч.	Лист	Надок.	Подп.	Дата	Строительство оазисин
Нач.отд.		Тухтаматов				Стадия
ГИП		Тухтаматов				Лист
Разраб.		Убайдуллаев М				РП
Н.контр.		Хожиев А				9
						13
						Инвертор Growatt (MID 15KTL3-X)15 кВт. 3-х фазная внутренняя схема

Формат А3

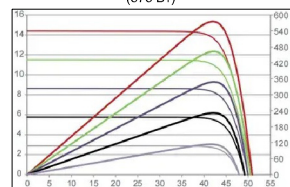
Формат А3



Примечание: МК в проекте 6 шт

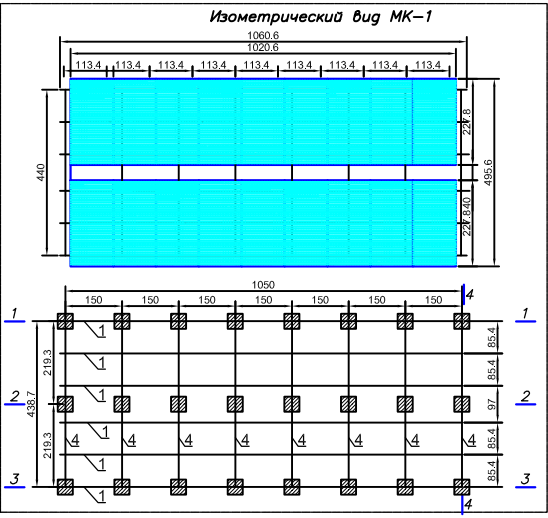
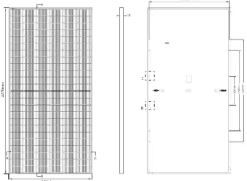
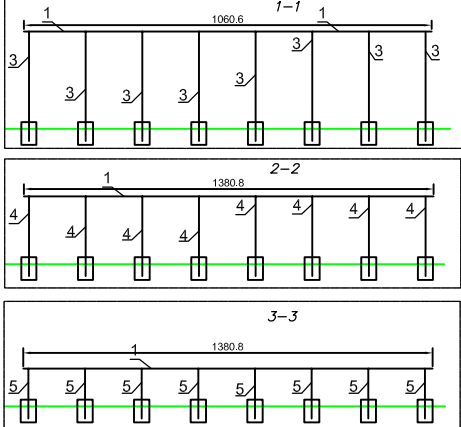
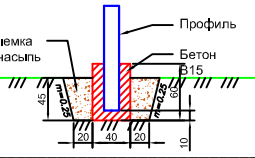
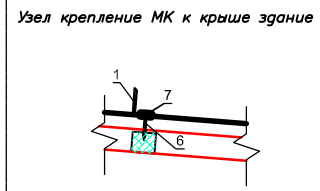
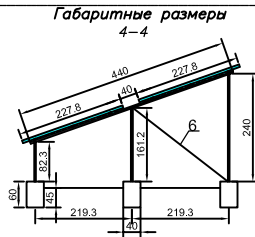
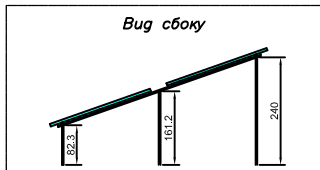
Материалы		
Наименование	Ед.изм.	Количество
Метизы	кг	12
Метал. Оцин. Пластина 300х300х5мм	шт	24
Резина подставка для крепления	шт	24
Солнечная панель JKМ625N-7ВЦ 4-У	шт	6

Поз	Обозначение	Наименование	ед. изм	кол-во	Примечание
МК-1 состоит из					
1		Профиль 41х21 L=7204 mm	шт	3	L=21610
2		Профиль 41х52 L=1500 mm	шт	6	L=9000
3		Профиль 41х52 L=8900 mm	шт	6	L=53400
4		Профиль 41х52 L=1599 mm	шт	6	L=9594
5		Профиль 41х52 L=1325 mm	шт	6	L=7950



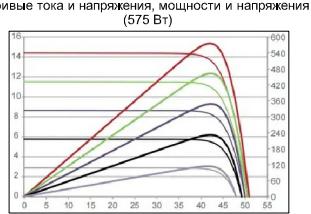
												MK-2			
												"Yakkabog' tumani "To'qbo'y" MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата										
Нач.отд.		Тухтаматов				Строительство оазиса:						Стадия	Лист	Листов	
ГП		Тухтаматов											РП	2	4
Разраб.		Убайдуллаев М													
Хонтр.		Хожиев А													
						Общий вид установки солнечных панелей									
															

Формат А3



Материалы		
Наименование	Ед. изм.	Количество
Метизы	кг	22
Метал. Оцин. Пластина 300x300x5мм	шт	72
Резина подставка для крепления	шт	72
Солнечная панель JK625N-78HL4-V	шт	18

Поз	Обозначение	Наименование	ед. изм.	кол-во	Примечание
МК-1 состоящее из					
1		Профиль 41x21 L=10606 mm	шт	6	L=63636
2		Профиль 41x41 L=4400 mm	шт	8	L=35200
3		Профиль 41x52 L=2900 mm	шт	8	L=23200
4		Профиль 41x52 L=2112 mm	шт	8	L=16896
5		Профиль 41x52 L=1325 mm	шт	8	L=10600
6		Профиль 41x21 L=2720 mm	шт	8	L=21760



Примечание: МК в проекте 18шт

МК-3					
"Yakkabog' tumani "To'qboy" MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"					
Изм.	Колуч.	Лист	Надок	Подп.	Дата
Нач.отд.		Тухтаматов			
ГИП		Тухтаматов			
Разраб.		Убайдуллаев М			
Н.контр.		Хожиев А			
Строительство оаваин				Стадия	Лист
Общий вид установки солнечных панелей				РП	3
					Листов
					4



Формат А3

Ведомость объемов работ по РП "Yakkabog' tumani "To'qboy" MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash" 5шт.

№ п/п	Материалы	Ед.	Строительство скважин					
			Количество скважин 5 штук					Итого
			Намера скважин					
			№1	№2	№3	№4	№5	
1	Профиль для крепления солнечных панелей 41х41мм	м	44	44	44	44	35.2	211.2
2	Профиль для крепления солнечных панелей 41х52мм	м	63.4	63.4	63.4	63.4	130	383.6
3	Профиль для крепления солнечных панелей 41х21мм	м	27.2	27.2	27.2	27.2	21.7	130.5
4	Профиль для крепления солнечных панелей Оцинкованный профиль 6м (41х21) для солнечных панелей	м	83	83	83	83	64	396
5	Метизы	кг	30	30	30	30	34	154
6	Метал. Оцин. Пластина 300х300х5мм	штг	96	96	96	96	96	480
7	Резина подставка для крепления	штг	96	96	96	96	96	480
8	Герметик Akfix	штг	1	1	1	1	1	5
9	Хомут (зажим) 30см	штг	1	1	1	1	1	5
10	Болгарка диск D 100	штг	1	1	1	1	1	5
11	Электрод 2,5 кг	штг	1	1	1	1	1	5
12	Сверло по металлу 10 мм	штг	1	1	1	1	1	5
13	Краска черная super dry 3кг	штг	1	1	1	1	1	5
14	Щетка, валик 1 упаковка	штг	1	1	1	1	1	5
15	Укладка полосы 40х4	м	20	20	20	20	20	100
16	Бетон В15	м3	3.14	3.14	3.14	3.14	3.77	16.33
17	Выемка ручной	м3	11.14	11.14	11.14	11.14	12.6	57.16
18	Обраний засипка	м3	8	8	8	8	8	40
19	Зажим для панели Специальный	штг	36	36	36	36	36	180

							МК-4			
							"Yakkabog' tumani "To'qboy" MFY da suv ta'minoti og'ir hududlarning suv ta'minotini yaxshilash"			
Изм.	Копуч.	Лист	Надок	Подп.	Дата		Строительство скважин	Стадия	Лист	Листов
Нач.отд.		Тухтаматов						РП	4	4
ГЛП		Тухтаматов								
Разраб.		Убайдуллаев М								
Н.контр.		Хожиев А					Ведомость объемов работ установки солнечных панелей			