

Наземная солнечная сетевая электростанция по
адресу:
Тбилиси Orkhevi (airport highway), Грузия

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

Общая пояснительная записка

02-2024 – ПЗ

Инв. № ориг.								02-2024 – ПЗ		
Подпись и дата								02-2024 – ПЗ		
Взам. Инв. №								02-2024 – ПЗ		
Изм.	Кол.	Лист	№Док	Подпись	Дата		Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
								РП	1	1
								GIEC Solutions LLC		

Инв. № ориг.	Подпись и дата		Взам. Инв. №	
Инв. № ориг.				
	ГИП		Романенко	
	Проверил			
	Разработал		Романенко	

Обозначение						Наименование						Прим.		
1						2						3		
						Титульный лист								
						Содержание								
						Состав проекта								
						ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА								
02-2024 - ПЗ						1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ								
02-2024 - ПЗ						2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РШЕНИЯ								
02-2024 - ПЗ						3. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ								
02-2024 - ПЗ						4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ								
02-2024 - ПЗ						5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ								
02-2024 - ПЗ						6. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ								
02-2024 - ПЗ						7. ОРГАНИЗАЦИЯ СТОИТЕЛЬСТВА								

Состав проекта

№ То- ма	Обозначение	Наименование	Прим.
1	02-2024 – ПЗ	Пояснительная записка	
5	02-2024 – ТХ, ЕТР	Технологические решения. Электротехнические решения	

Инв. № ориг.	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>								
<div><div>ГИП</div><div>Проверил</div><div>Разработал</div><div></div></div>	<div><div>Романенко</div><div></div><div>Романенко</div><div></div></div>					<div><div>02-2024 – ПЗ</div><div>Состав проекта</div></div>	Стадия	Лист	Листов
		РП		1			1		
		GIEC Solutions LLC							

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проектом предусматривается технологическая и электротехническая части для строительства сетевой солнечной электростанции наземного размещения в Тбилиси Orkhevi (airport highway), Грузия.

Проект выполнен на основании следующих материалов:

- технического задания на проектирование, предоставленного заказчиком;
- данных натурного обследования объекта.

Присоединение фотоэлектрической электростанции для выдачи мощностей в электросеть не входит в объем данного раздела и выполняется отдельным проектом согласно полученных технических условий на присоединение.

Объект содержит три пусковых комплекса и разделен на три условных очереди.

Проектом предусматривается:

- установка фотоэлектрических модулей в пределах отведенного земельного участка;
- подключение инверторов мощностью 115 и 40 кВт;
- устройство распределительной сети 0,4 кВ;
- заземление и система уравнивания потенциалов;

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Общая мощность солнечных модулей	568,46 кВт
Максимальная мощность, передаваемая в сеть	500 кВт
Категория надежности электроснабжения	III
Напряжение	0,4 кВ
Коэффициент мощности	0,99

1.3. ДАННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

Для возможности установки фотоэлектрических модулей на территории земельного участка заказчиком предоставлены отчеты инженерных изысканий:

- инженерно-геологические изыскания;
- инженерно-геодезические изыскания.

Взам. Инв. №		участка заказчиком предоставлены отчеты инженерных изысканий:								
		<div>- инженерно-геологические изыскания;</div> <div>- инженерно-геодезические изыскания.</div>								
Подпись и дата										
Инв. № орг.								02-2024 – ПЗ		
		Изм.	Кол.	Лист	№Док	Подпись	Дата			
								Пояснительная записка		
		ГИП		Романенко						
		Проверил		Стасюк						
		Разработал		Романенко						
						GIEC Solutions LLC				
		Стадия	Лист	Листов						
		РП	1	16						

1.4. СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСА

В состав проекта солнечной электростанции входят:

- комплект металлоконструкций – 661 шт.;
- инвертор 115 кВт – 4 шт.;
- инвертор 40 кВт – 1 шт.;
- панель Yingli 430 Вт – 1322 шт.;

1.5. СОЛНЕЧНЫЕ МОДУЛИ

Металлические каркасы для размещения солнечных модулей обеспечивают им надежную фиксацию в рабочем положении, при любых ожидаемых атмосферных явлениях, исключая возможность их опрокидывания или поднятия в воздух. Ориентация каркасов на юг с постоянным углом наклона 25°.

Ряды каркасов размещены таким образом, чтобы исключить затенение солнечных модулей соседними рядами.

Установка модулей предусматривается на двухрядных конструкциях с горизонтальным размещением ФЭМ.

1.6 АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА

Металлические конструкции защищаются от коррозии путем нанесения в заводских условиях горячего цинкового покрытия. Суть метода заключается в покрытии поверхностей конструкций слоем цинка. Он защищает поверхность от вредных внешних условий. Металл, из которого выполнена основа, вступает в реакцию с цинком, в результате получается прочное и надежное покрытие.

Срок службы оцинкованного стола может достигать 30 лет, соответствует сроку прогнозируемой эксплуатации СЭС.

Во всех соединениях элементов конструкций не реже, чем 1 раз в 2 года проводить обработку метизов путем их обезжиривания, а в случае применения оцинкованных металлоизделий, дополнительно покрывать их составом содержащим цинк.

Металлоконструкции без цинкового покрытия должны быть окрашены 2 раза эмалью ХВ-124 ГОСТ10144-89 по поверхности, грунтованной ФЛ-ОЗК ГОСТ9109-84.

1.7. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ КОНСТРУКЦИЙ

Монтаж конструкций следует производить по утвержденному проекту производства монтажных работ.

Зам. Інв. №		обработку метизов путем их обезжиривания, а в случае применения оцинкованных металлоизделий, дополнительно покрывать их составом содержащим цинк.											
		Металлоконструкции без цинкового покрытия должны быть окрашены 2 раза эмалью ХВ-124 ГОСТ10144-89 по поверхности, грунтованной ФЛ-ОЗК ГОСТ9109-84.											
Підпис і дата		1.7. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ КОНСТРУКЦИЙ											
		Монтаж конструкций следует производить по утвержденному проекту производства монтажных работ.											
Инв. № ориг.								02-2024 – ПЗ				Арк.	
												2	
		Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата						

Все монтажные крепления, прихватки, временные приспособления после окончания монтажа должны быть сняты, а места приварки зачищены.

Все замкнутые профили должны быть герметизированы путем постановки заглушек, соединение элементов в замкнутое сечение и заварки проемов сплошными швами, предотвращающими попадание воды внутрь этих элементов.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

2.1. ИНВЕРТОР

Инвертор преобразует электроэнергию постоянного тока, которую производят фотоэлектрические модули в электроэнергию переменного трехфазного тока синусоидальной формы. Инвертор работает только когда присутствует напряжение в сети переменного тока, причем напряжение должно находиться в фиксированных пределах соответствии с действующими стандартами, а когда оно исчезает, или выходит за допустимые пределы - отключается. При наличии тока от ФЭМ и напряжения в сети переменного тока, инвертор начинает преобразование электроэнергии постоянного тока, производимого ФЭМ, и выдает ее в электросеть. Преобразователь отбирает максимальную мощность, которую способен выдать ФЭМ в сеть, в любой момент при разном уровне солнечного излучения.

Работой инвертора управляют микропроцессоры, которые обеспечивают выходной ток синусоидальной формы с минимальной погрешностью и синхронизированным по фазе напряжением. Применен логический контроль обеспечивающий автоматизированное функционирования инвертора и всей ФЭС, а также постоянный контроль точки максимальной мощности ФЭМ и снижение потерь в дежурном режиме в то время суток, когда отсутствует солнечная радиация.

К каждому из инверторов подключены 15-16 «стрингов» x 18 (20) модулей. Максимальная мощность, генерируемая на выходных клеммах инверторов, при этом, составляет 115 кВт (расчетная инверторная мощность). Все ФЭМ разбиты на 15-16 параллельных групп («стрингов») по 18 (20) модулей, соединенных параллельно. Такая конфигурация обеспечивает оптимально согласованную работу ФЭМ с инвертором.

Конструктивное исполнение инверторов - IP65 / IP54 главный интерфейс связи - RS485. Питание внутренних систем инвертора обеспечивается от линии, в которую поставляется электроэнергия.

Компания Huawei является одним из ведущих мировых производителей инверторов, трансформаторов и другого оборудования для фотоэлектрических электростанций. Компания имеет филиалы обслуживания клиентов, исследовательские центры и производственные

Зам. Инв. №	
Підпис і дата	
Инв. № орг.	

						02-2024 – ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата		
							3

мощности в Южной и Северной Америках, Азии и Европе. Продукция компании является надежной, инновационной и качественной. Среди преимуществ инверторов SUN2000-115KTL, SUN2000-40KTL следует отметить следующие:

- высокая эффективность (КПД до 98,6%);
- высокоскоростной точный MPPT-алгоритм, который обеспечивает слежение за произведенной мощностью в реальном времени для увеличения выработки энергии;
- плоские кривые эффективности, обеспечивающих высокую эффективность на всех уровнях выходной мощности, постоянную и стабильную работу на различных уровнях входной мощности;
- съемный коммутационный шкаф, который обеспечивает легкость и надежность монтажа в соответствии с международными стандартами;
- внешний максимально защищенный корпус, который позволяет устанавливать инвертор почти любых климатических условиях;
- высокое качество легкость и удобство монтажа инвертора;
- высокое качество электроэнергии поставляемой к сети
- минимум операций по обслуживанию инвертора;
- встроенные системы контроля и мониторинга общей электрической сети, которые позволяют синхронизировать работу инверторов с сетью для обеспечения бесперебойной работы станции;
- полностью автоматическое управление производством;
- дисплей на инверторе является интерфейсом пользователя;
- встроенная система слежения за работой линеек модулей;
- разработана специально для данного типа инверторов система мониторинга, которая позволяет задавать параметры работы, получать данные по производству электроэнергии и контролировать наличие ошибок и ошибок в работе.

Таблица 2.1.1 - Технические параметры постоянного тока инвертора SUN2000-115KTL

Максимальное выходное напряжение	1100В
Диапазон напряжения MPPT	200В ...1000 В
Начальное входное напряжение	200 В
Максимальный исходящий ток	MPPT 20 А

Таблица 2.1.2 - Технические параметры постоянного тока инвертора SUN2000-40KTL

Максимальное выходное напряжение	1100В
Диапазон напряжения MPPT	200В ...1000 В
Начальное входное напряжение	200 В
Максимальный исходящий ток	MPPT 26 А

Таблица 2.2.1 - Технические параметры переменного тока инвертора SUN2000-115KTL

Зам. Инв. №	Підпис і дата	Инв. № ориг.							02-2024 – ПЗ	Арк.
										4
			Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата		

Номинальная мощность при 380 В, 50 Гц	115 кВА
Максимальная полная мощность	125 кВА
Номинальное напряжение в сети	400 В
Диапазон рабочего напряжения (АС)	400 В - 230 В
Номинальный переменный ток АС при 400 В	166 А
THD	≤3%
Номинальная частота сети	50/60 Гц
Рабочий диапазон при номинальной частоте АС 50 Гц	45 Гц — 65 Гц
Коэффициент мощности при номинальной мощности	>1
Фазы сети	3
Категория перегрузки согласно IEC 60664-1	III
Присоединяемые фазы	3

Таблица 2.2.2 - Технические параметры переменного тока инвертора SUN2000-40KTL

Номинальная мощность при 380 В, 50 Гц	40 кВА
Максимальная полная мощность	44 кВА
Номинальное напряжение в сети	400 В
Диапазон рабочего напряжения (АС)	400 В - 230 В
Номинальный переменный ток АС при 400 В	57,8 А
THD	≤3%
Номинальная частота сети	50/60 Гц
Рабочий диапазон при номинальной частоте АС 50 Гц	45 Гц — 65 Гц
Коэффициент мощности при номинальной мощности	>1
Фазы сети	3
Категория перегрузки согласно IEC 60664-1	III
Присоединяемые фазы	3

Таблица 2.3 – Защитные устройства инвертора SUN2000

DC выключатель	в комплекте
Защита от секционирования	в комплекте
DC защита от сверхтоков	в комплекте
Моніторинг пострігів	в комплекте
ОПН на стороне DC	тип II
ОПН на стороне АС	тип II
Мониторинг изоляции	в комплекте
УЗО	в комплекте
Мониторинг сети	smart logger 3000

Таблица 2.4 – Общие параметры инвертора SUN2000

Розміри: ширина x высота x глубина 115KTL	640 x 530 x 365
Масса 115KTL	93 кг
Розміри: ширина x высота x глубина 40KTL	1035 x 700 x 270
Масса 40KTL	43 кг
Климатическая категория согласно IEC 60721-2-1	4K4H
Максимальная высота установки над уровнем моря	4 000 м
Шум	< 58 dB(A) 1 m
Потеря мощности при функционировании ночью	< 1 Вт
Топология	Без трансформатора

Мониторинг сети		smart logger 3000							
Таблица 2.4 – Общие параметры инвертора SUN2000									
Зам. Инв. №	Розміри: ширина x высота x глубина 115KTL		640 x 530 x 365						
	Масса 115KTL		93 кг						
	Розміри: ширина x высота x глубина 40KTL		1035 x 700 x 270						
	Масса 40KTL		43 кг						
	Климатическая категория согласно IEC 60721-2-1		4K4H						
	Максимальная высота установки над уровнем моря		4 000 м						
	Шум		< 58 dB(A) 1 m						
	Потеря мощности при функционировании ночью		< 1 Вт						
	Топология		Без трансформатора						
Підпис і дата									
Инв. № ориг.									
Зм.			Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата	02-2024 – ПЗ	Арк.
									5

Сеть постоянного тока от панелей до инвертора выполняется кабелем марки KBE SOLAR DB PV1-F 1x6 мм². Наибольшая протяженность линии постоянного тока на участке «блок модулей - стрингов инвертор» составляет 170 м.

Потери напряжения на участке «блок модулей Yingli - стринговый инвертор», который прокладывается кабель медным 1x6 мм²:

$$\Delta U = \left(\frac{\rho \cdot L}{S} \right) \cdot I, \text{ де}$$

- ρ – удельное сопротивление проводника (0,0175 для меди), Ом · мм² / м;
- L – длина проводника, м;
- S – поперечное сечение проводника мм²;
- I – ток, А.

$$\Delta U = \left(\frac{0,0175 \cdot 170}{6} \right) \cdot 13,49 = 6,68 \text{ В}$$
$$\Delta U\% = \frac{6,68 \cdot 100}{20 \cdot 31,88} = 1,04 \%$$

Технические характеристики фотоэлектрических модулей Yingli мощностью 430 Вт представлены в следующих таблицах.

Таблица 3.1.1 – Электрические параметры фотоэлектрического модуля Yingli

Исходящая мощность (Pтрр), Вт	430*
Предел допустимого отклонения выходной мощности, %	±5*
Модуль эффективности, %	31,88*
Напряжение при максимальной мощности (Vmpp), В	42,47*
Ток при максимальной мощности (Impp), А	13,49*
Напряжение холостого хода (Voc), В	38,48*
Ток короткого замыкания (Isc), А	14,24*
Максимальное напряжение системы, В (постоянного тока)	1500*
Максимальный ток DC группы модулей, А	25

* - Электрические параметры при стандартных условиях испытаний: интенсивность солнечного излучения = 1000 Вт/м²; воздушная масса = АМ 1,5; температура = 25 °С.

Таблица 3.2.1 - Параметры температурных характеристик фотоэлектрических модулей Yingli

Номинальная температура работы фотоэлектрического элемента (NOCT), °С	42±2
Температурный коэффициент бета (β для Isc), % / °С	+0,046
Температурный коэффициент альфа (α для Voc), % / °С	- 0,25
Температурный коэффициент гамма (γ для Pmpp), % / °С	- 0,30

Таблица 3.3.1 – Механические параметры фотоэлектрических модулей Yingli

Зам. Инв. №	Таблица 3.2.1 - Параметры температурных характеристик фотоэлектрических модулей Yingli										
Підпис і дата	Номинальная температура работы фотоэлектрического элемента (NOCT), °C					42±2					
	Температурный коэффициент бета (β для Isc), % / °C					+0,046					
	Температурный коэффициент альфа (α для Voc), % / °C					- 0,25					
	Температурный коэффициент гамма (γ для Pmpp), % / °C					- 0,30					
Инв. № орг.	Таблица 3.3.1 – Механические параметры фотоэлектрических модулей Yingli										
						02-2024 – ПЗ					Арк.
	Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата					

Учитывая вышесказанное, установка систем компенсации реактивной мощности проектом не предусматривается.

3.3. СЕТИ 0,4 кВ

Линии 0,4 кВ между шкафами РЩ и инвертором

Связь от инверторов к РЩ выполнить кабелем АВВГнг 4х120 мм². Указанная линия прокладывается в трубах, которые крепятся к опоре крепления РЩ и инверторов.

Учитывая максимальную расчетную мощность инвертора 115,0 кВт, рассчитываем ток максимальной нагрузки:

$$I_{\text{рас. макс.}} = \frac{P_{\text{НОМ.}}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_{\text{НОМ}}} = \frac{115}{\sqrt{3} \cdot 0,99 \cdot 0,38} = 176,7 \text{ A}$$

Выбираем вставку плавкого предохранителя на линии с номинальным током 200 А.

Чтобы предохранитель четко выдерживал номинальный ток, не создавая ложных срабатываний выполняем проверку с учетом 10% резерва:

$$I_{\text{НОМ.ОС}} > I_{\text{РОЗ.МАКС.}} \cdot 1,1 = 200 \text{ A} > 194,37 \text{ A}$$

Номинальный ток защиты не должен превышать длительный допустимый ток защищаемого проводника, то есть:

$$I_{\text{ном.ОФ}} \leq I_{\text{доп.каб.}};$$

Согласно технических характеристик кабеля АВВГнг с алюминиевыми жилами сечением 120 мм² (3 фазы) допустимый длительный ток при прокладке в воздухе составляет 200 А, условие выполняется

Значения падения напряжения представлены на схеме л. 13.

Таким образом, кабельные трассы соответствуют условиям защиты, длительном допустимом токовой нагрузке и падению напряжения в конце линии.

Линия 0,4 кВ между шкафом РЩ и РП-0,4 кВ КТП

Присоединение РЩ к трансформаторной подстанции выполняется алюминиевыми кабелями марки АВВГнг. КЛ прокладываются в трубе в траншее.

Кабели в прокладывать целыми строительными длинам, избегая, по возможности, применение соединительных муфт. Полку с ДС кабелями располагать над силовыми кабелями.

С целью обеспечения уровня потерь в кабелях переменного тока (от инверторов до предела балансовой принадлежности) не более 2%, сечение токопроводящей жилы кабелей АВВГнг выбирается в зависимости от длины линии.

Таблица расчета тока максимальной нагрузки:

Потребитель	Расчет	Ток
	$I_{\text{рас.макс.}} = \frac{P_{\text{ном.}}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_{\text{ном.}}}$	

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

кабелів викладати цілими стропильними ділянками, по можливості, застосовувати муфти. Полку с ДС кабелями розпоряджатися над силовими кабелями.

С метою забезпечення рівня втрат в кабелях змінного струму (від інверторів до межі балансової належності) не більше 2%, переріз токопроводячої жилы кабелів АВВГнг вибирається в залежності від довжини лінії.

Таблиця розрахунку струму максимального навантаження:

Потребитель	Розрахунок	Струм
	$I_{рас.макс.} = \frac{P_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_{ном.}}$	

Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата

02-2024 – ПЗ

9

Арк.

9

Техническая характеристика инверторов SUN2000-KTL удовлетворяет всем требованиям, которые заявлены энергоснабжающими организациями, по защите внешних сетей электроснабжения, а именно:

1) Отключение и включение инвертора в точке подключения питания выполняется внутренними реле, которые управляются с помощью программного обеспечения, которая предусматривает:

- автоматическое (пере-) подключения к сети общего пользования при условии, что напряжение и частота находятся в пределах 0,8-1,5 Un и 49,5Гц - 50,5Гц;

- мгновенное отключение (0,5 сек), если напряжение и / или частота находятся за пределами этих значений;

- программное обеспечение и его корректировки недоступны конечному потребителю.

2) Время переподключения после нарушения электроснабжения не менее 180с.

3) Значение постоянного тока в сети менее 0,5% от номинального.

4) Коэффициент искажения гармоник выходного тока <3%.

3.5. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА ВЫРАБОТАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Коммерческий учет предполагается в рамках проекта подключения СЭС к электросети согласно полученных ТУ и не входит в объем данного раздела.

3.6. ЗАЗЕМЛЕНИЕ СЭС

Для выполнения условий безопасности принята система заземления ТТ.

Проектом предусматривается выполнить систему выравнивания потенциалов всех сторонних проводящих конструкций и металлоконструкций СЭС, с присоединением системы выравнивания потенциалов к заземляющему устройству.

Общее заземляющее устройство состоит из заглубленных в землю металлических опор конструкций крепления, используемые как вертикальные заземлители, и металлических полос 40х4 мм - горизонтальных заземлителей, которые соединяют в единый контур за пределами площадки с асфальтным покрытием. Соединения металлоконструкций между собой выполняется болтовым соединением гибким желто-зеленым проводом сечением 16мм².

В качестве контура заземления РЩ используются стальные пруты диаметром 16 мм длиной 3,0 м, которые забиваются в землю на глубине 0,7 м, количество электродов - 3 шт. Заземлители соединяются между собой стальной полосой - 4х40 мм и образуют контур заземления. После соединения всех металлических конструкций проверить наличие электрической связи самых элементов конструкций с проводниками заземления.

Зам. Інв. №	болтовим соединением гибким желто-зеленым проводом сечением 16мм².					
	В качестве контура заземления РЩ используются стальные прутья диаметром 16 мм длиной 3,0 м, которые забиваются в землю на глубине 0,7 м, количество электродов - 3 шт. Заземлители соединяются между собой стальной полосой - 4х40 мм и образуют контур заземления. После соединения всех металлических конструкций проверить наличие электрической связи самых элементов конструкций с проводниками заземления.					
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	02-2024 – ПЗ					
	Арк.					
Зм. Кільк. Арк. №Док Підпис Дата						11

3.7. Молниезащита СЭС

В качестве молниеприемников для защиты СЭС от грозовых перенапряжений использовать металлические конструкции, на которых располагаются фотоэлектрические модули, в качестве токоотводов - вертикальные заземлители контура заземления СЭС.

Учитывая равномерное расположение металлических конструкций крепления панелей, а также связь металлических конструкций между собой и с контуром заземления СЭС - обеспечивается оптимальное растекание импульсных токов от удара молнии.

В качестве искусственных заземлителей для системы грозозащиты СЭС используется магистраль защитного заземления.

Молниезащита СЭС обеспечивается следующими мерами:

- устройство системы уравнивания потенциалов путем присоединения к общему заземляющему устройству всех токоведущих частей СЭС, что предотвращает возникновение разности потенциалов и искрения на различных элементах и способствует быстрому переходу тока молнии в землю и его дальнейшем распределению;
- организация большого количества параллельных путей для тока молнии, он распределяется и составляет значительно меньшую опасность;
- для предотвращения воздействия вторичных проявлений молнии, таких как наведенные токи и занесены потенциалы установлена система внутренней молниезащиты (ограничители перенапряжений).

Ограничители перенапряжений защищают наиболее чувствительное и важное оборудование генерации - инверторы. В связи с этим в распределительном щите подключения инверторов установлены ограничители перенапряжений класса 2, которые способны существенно уменьшить опасные импульсные токи.

Вместе с элементами системы молниезащиты, которые встроены в РП-0,4 кВ и РП-10(6)кВ КТП, создается система с приемлемым уровнем безопасности к действию атмосферных перенапряжений. Отдельная система внешней молниезащиты не обязательна, так как металлические конструкции, на которых закреплены модули, будучи заземленными и соединенными между собой, способны воспринимать прямой удар молнии без значительной опасности для электростанции и ее персонала.

Обеспечена надежность механических соединений, и непрерывный электрический контакт между ними.

При соблюдении вышеуказанных условий, действия молнии и ее вторичных проявлений будут минимизированы и не способны нанести значительный урон, способствовать возникновению пожара или поражения обслуживающего персонала электрическим током.

Зам. Инв. №	
Підпис і дата	
Инв. № орг.	

						02-2024 – ПЗ				Арк. 12
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата					

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ КРЕПЛЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ

Наземная система крепления с постоянным углом представляет собой комплект несущих профилей и прижимных элементов ФЭМ.

Каждый ряд модулей крепится на два несущих профиля с помощью межпанельных (средних) и краевых прижимов.

Система крепления соответствует требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других действующих норм и правил, и обеспечивает безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию конструкций при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

Обеспечить выполнение работ по эксплуатации квалифицированным персоналом или с помощью привлечения специализированной организации провести вводный инструктаж и ознакомить персонал с устройством системы крепления, ее компонентами и данным проектом.

Обеспечить выполнение требований руководства по монтажу, в частности требований по технике безопасности и охране окружающей среды и требований по эксплуатации.

Не реже, чем 1 раз в год проводить визуальный осмотр конструкций, трущихся деталей, соединений элементов конструкций и креплений ФЭМ на предмет плотности крепления.

Проводить проверку моментов затяжки всех болтовых соединений, а также проверять целостность метизов.

В случае необходимости замены комплектующих использовать только элементы, поставляемые или рекомендованные их производителем.

5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Снижение затрат энергоресурсов на данном объекте, достигается использованием высокоэкономических инверторов, которые имеют коэффициент полезного действия 98,6% и потребляют в ночное время менее 1 Вт электроэнергии. Кроме того, благодаря увеличению сечения кабелей в них значительно уменьшены потери электроэнергии, составляющие около 1,5% при максимальной мощности СЭС.

Благодаря взаимной сбалансированности инверторов и солнечных модулей достигается высокоэффективное совокупное использование этих главных компонентов СЭС.

Проектируемая солнечная электростанция является сетевой инверторного типа. Особенностью работы таких станций является то, что они не имеют возможности работы на изолированный остров нагрузки в автономном режиме. Обязательным условием генерации электроэнергии проектируемой солнечной электростанцией является наличие напряжения в точке присоединения к сети общего пользования. В случае отсутствия в сети электрической энергии или сверхурочных отклонений ее параметров электростанция будет выключаться

Зам. Інв. №	Підпис і дата	Інв. № ориг.	<p>1,5% при максимальній потужності СЭС.</p> <p>Благодаря взаимной сбалансированности инверторов и солнечных модулей достигается высокоэффективное совокупное использование этих главных компонентов СЭС.</p> <p>Проектируемая солнечная электростанция является сетевой инверторного типа. Особенностью работы таких станций является то, что они не имеют возможности работы на изолированный остров нагрузки в автономном режиме. Обязательным условием генерации электроэнергии проектируемой солнечной электростанцией является наличие напряжения в точке присоединения к сети общего пользования. В случае отсутствия в сети электрической энергии или сверхурочных отклонений ее параметров электростанция будет выключаться</p>						Арк.
			02-2024 – ПЗ						
			Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата	

технологическими защитами инвертора. Несмотря на это, проектируемая электростанция является ведомой по отношению к энергосистеме. Автономный режим работы электростанции технологически невозможен, а включение электростанции в сеть будет осуществляться автоматикой инвертора. Несинхронное включение электростанции в электрическую сеть технологически невозможно.

6. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ограничение распространения пожара достигается:

- уменьшением пожарной безопасности строительных материалов и конструкций;
- уменьшением взрывопожарной и пожарной опасности технологического процесса;
- применением средств пожаротушения, а также других инженерно-технических решений,

направленных на ограничение распространения опасных факторов пожара.

Проектом предусмотрены средства предотвращения пожаров и взрывов, а именно:

- автоматическое отключение действием релейной защиты отдельных элементов электрических сетей при возникновении коротких замыканий;
- размещение оборудования в КТП на расстояниях, нормированных ПУЭ, между токоведущими частями и маслонаполненным оборудованием;
- каждый трансформатор имеет свою систему масло приемников при аварийном пролива масла;
- прокладка КЛ в почве;
- применением для строительства КЛ негорючих конструкций;
- выполнение соединений и ответвлений проводов и жил кабелей при помощи опрессовки, сварки, специальных зажимов для снижения переходных сопротивлений, опасных в пожарном отношении;
- заземление оборудования согласно ПУЭ;
- первичные средства пожаротушения на трансформаторных подстанциях согласно Правилам пожарной безопасности в компаниях, на предприятиях и в организациях энергетической отрасли Украины;
- пояснительные знаки по ГОСТ 12.4.026-79, указывающие местонахождение средств пожаротушения;
- обеспечение подъезда пожарных машин к КТП 35 / 0,4 кВ.

7. ОРГАНІЗАЦІЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Учитывая краткость и ограниченность строительной площадки, а также характер выполняемых монтажных работ принята текущая организационно-технологическая схема. Такая

Зам. Инв. №	
Підпис і дата	
Инв. № орг.	

						02-2024 – ПЗ	Арк. 14
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата		

схема предполагает распределение последовательности выполнения работ в технологическом процессе и одновременно обеспечивает высокий темп монтажа оборудования и пусконаладочные работы.

Строительство осуществляется подрядным способом.

Для организации площадке строительства, учитывая условия строительства их линейный характер, и с целью рационального проведения строительно-монтажных работ в сроки, предусмотренные нормативами, данным проектом принято текущая линейная схема выполнения работ.

Для организации площадки строительства с соблюдением нормативных требований установить защитно-охранное ограждение, отделяющее рабочую зону от существующей застройки и пешеходных зон прохода. Конструкции временного ограждения должны соответствовать ГОСТ 23407-78.

Обеспечение стройплощадки электроэнергией выполняется заказчиком.

Места подключения инженерных сетей, мощность строительного потребления и схемы прокладки определяются заказчиком и подрядной строительной организацией.

Поставка строительства материалами, изделиями, конструкциями и полуфабрикатами предусмотрено автомобильным транспортом из складских и производственных баз подрядной строительной организации.

Учитывая сжатые условия строительной площадки монтажные работы рекомендуется выполнять «с колес» автотранспорта (организацию) содержание в пределах рабочих зон грузоподъемных механизмов предусмотреть в ПВР, в соответствии с принятой организации работ и разбивки на технологические участки, закладки).

В ПВР рекомендуется разработать организационно-технические мероприятия, обеспечивающие соблюдение четких графиков поставки строительных грузов.

Складирования материалов, элементов и конструкций выполнять согласно последовательности, сроков монтажа или укладки материалов и монтажных элементов в конструкции, в соответствии с предусмотренной подрядной организацией технологий выполнения работ и в соответствии с календарным графиком выполнения работ.

К работам по установке солнечной электростанции приступать при наличии проекта производства работ (ППР).

Строительство объекта выполняется в три периода:

- 1. Подготовительный;
- 2. Основной;
- 3. Завершающий.

В подготовительный период необходимо выполнить следующие работы:

- получить необходимые разрешения на проведение работ;

Зам. Инв. №		выполнения работ и в соответствии с календарным графиком выполнения работ.									
		К работам по установке солнечной электростанции приступить при наличии проекта производства работ (ППР).									
		Строительство объекта выполняется в три периода: 1. Подготовительный; 2. Основной; 3. Завершающий. В подготовительный период необходимо выполнить следующие работы: - получить необходимые разрешения на проведение работ;									
Підпис і дата											
Инв. № орг.											
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата	02-2024 – ПЗ					Арк.
											15

- определиться с санитарно-бытовыми помещениями для рабочих;
- определиться и согласовать с заказчиком по складским помещениям, которые необходимы для строительства объекта;
- обеспечить строительную площадку средствами ограждения опасных зон и проходов;
- выполнить работы по размещению мест установки оборудования фотоэлектрической станции, а само место размещения стрингов фотоэлектрических модулей, планы трассы кабельных линий, планы заземления солнечной электростанции.

В основной период выполняется установка солнечной электростанции.

Установление солнечной электростанции должно выполняться при строгом соблюдении всех действующих нормативных документов, используя текущий способ проведения работ:

- разбивочные оси закрепить и привязать к постоянным элементам здания, разбивку осей оформить актом с приложением привязки.
- монтаж и устройство системы крепления фотоэлектрических модулей;
- монтаж фотоэлектрических модулей с подключением кабельных сетей;
- монтаж инверторного оборудования и распределительного щита;
- подключение фотоэлектрических модулей к инверторному оборудованию;
- заземление фотоэлектрической станции (СЭС).

В завершающий период выполняются работы по определению плана системы мониторинга.

Монтажные работы по размещению оборудования СЭС должны проводиться в соответствии с требованиями действующих нормативных актов и в соответствии с проектом производства работ (ППР) и технологическими картами после проверки соответствия проекта.

Инв. № орг.	Підпис і дата					Зам. Инв. №				
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док	Підпис	Дата	02-2024 – ПЗ				
						Арк.				
						16				