

**Кыргызская Республика**

**Подготовительное исследование по  
Проекту укрепления потенциала Учебного центра  
по освоению технологий объектов передачи и  
распределения электроэнергии в  
Кыргызской Республике**

**Отчет о подготовительном исследовании  
(резюме)**

**Май 2025 г.**

**Japan International Cooperation Agency (JICA)**

**Nippon Koei Energy Solutions Co., Ltd.  
Asia Engineering Consultant Co., Ltd.  
Pacific Consultants Co., Ltd.  
Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.**

IM
JR
25-079

## Оглавление

### Список аббревиатур и сокращений

<b>Глава 1. Краткое описание Проекта .....</b>	<b>1-1</b>
1-1. Предпосылки и предыстория проекта грантовой помощи .....	1-1
1-2. Краткое описание Проекта.....	1-2
<b>Глава 2. Условия реализации Проекта.....</b>	<b>2-1</b>
2-1. Организационная структура реализации Проекта .....	2-1
2-1-1. Организационная структура и персонал .....	2-1
2-2. Проектная площадка и состояние прилегающей территории .....	2-5
2-2-1. Состояние смежных инфраструктурных объектов.....	2-5
2-2-2. Природные условия.....	2-7
<b>Глава 3. Содержание Проекта.....</b>	<b>3-1</b>
3-1. Краткое описание Проекта.....	3-1
3-2. Эскизное проектирование для целевого проекта сотрудничества.....	3-2
3-2-1. Концепции проектирования .....	3-2
3-2-2. Базовый план (план здания / план оборудования).....	3-5
3-2-3. Чертежи эскизного проектирования.....	3-17
3-2-4. Планы выполнения строительных работ / поставок .....	3-22
3-2-4-1. Концепция выполнения строительных работ / поставок.....	3-22
3-2-4-2. Моменты, требующие особого внимания при выполнении строительных работ и поставок..	3-23
3-2-4-3. Разделение сфер ответственности за поставки и монтажные работы .....	3-24
3-2-4-4. План надзора за строительными работами / поставками .....	3-25
3-2-4-5. План контроля качества .....	3-27
3-2-4-6. План поставок материалов и оборудования.....	3-28
3-2-4-7. План вводного инструктажа по управлению и обучения эксплуатации .....	3-30
3-2-4-8. План учебно-организационного компонента .....	3-30
3-2-4-9 . График реализации .....	3-34
<b>Глава 4. Работы, входящие в сферу ответственности кыргызской стороны .....</b>	<b>4-1</b>
<b>Глава 5. План эксплуатации и технического обслуживания в рамках Проекта .....</b>	<b>5-1</b>
5-1. Учебные симуляторы .....	5-1
5-1-1. Базовая концепция .....	5-1
5-1-2. Пункты плановой проверки .....	5-1
5.2. Здание с нулевым потреблением энергии (ZEB).....	5-2
5-2-1. Пункты плановой проверки .....	5-2
<b>Глава 6. Оценка Проекта.....</b>	<b>6-1</b>

6-1. Целесообразность .....	6-1
6-2. Эффективность .....	6-1
6-2-1. Количественный эффект .....	6-1
6-2-2. Качественный эффект .....	6-2

### Список аббревиатур и сокращений

Аббревиатура	Расшифровка (английский язык)	Расшифровка (русский язык)
AC	Alternating Current	Переменный ток
ADB	Asia Development Bank	Азиатский банк развития (АБР)
CAPS	Central Asian Politics and Societies	Журнал «Политика и общество Центральной Азии»
CHP	Combined Heat & Power	Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ)
CSPA	Central Emergency Automation	Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА)
DX	Digital Transformation	Цифровизация
E/N	Exchange of Notes	Обменные ноты (О/Н)
EAEU	Eurasian Economic Union	Евразийский экономический союз (ЕАЭС)
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР)
EDB	Eurasian Development Bank	Евразийский банк развития (ЕАБР)
EIA	Environment Impact Assessment	Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)
EMS	Energy Management System	Система управления энергопотреблением (СУЭ)
EPP	Electrical Power Plants	Электрические станции
EU	European Union	Европейский союз (ЕС)
FS	Feasibility Study	Технико-экономическое обоснование (ТЭО)
G/A	Grant Agreement	Грантовое соглашение (Г/С)
GCF	Green Climate Fund	Зеленый климатический фонд (ЗКФ)
GDP	Gross Domestic Product	Валовый внутренний продукт (ВВП)
GHG	Green House Gas	Парниковые газы (ПГ)
GIS	Gas Insulated Switchgear	Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией (КРУЭ)
GOST	GOсударstvennyy STandard	Государственный стандарт (ГОСТ)
HPP	Hydro Power Plant	Гидроэлектростанция (ГЭС)
HV	High Voltage	Высокое напряжение (ВН)
IEC	International Electrotechnical Commission	Международная электротехническая комиссия (МЭК)
IED	Intelligent Electronic Device	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ)
IFCA	International Funboard Class Association	Инвестиционный фонд для стран Центральной Азии
IFRS	International Financial Reporting Standards	Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО)
IPP	Independent Power Producer	Независимый производитель электроэнергии (НПЭ)
IsDB	Islamic Development Bank	Исламский банк развития (ИБР)
JSC	Joint Stock Company	Акционерное общество (АО)
KGS	Kyrgyzstani Soms	Кыргызский сом
MEPS	Minimum Energy Performance Standard	Минимальные стандарты энергоэффективности (МСЭЭ)
MOE	Ministry of Energy	Министерство энергетики
MV	Medium Voltage	Среднее напряжение (СН)
NDC	National Determined Contribution	Определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ)
NDS	National Development Strategy	Национальная стратегия развития (НСР)
NDP	National Development Plan	Национальный план развития (НПР)
NEGK	National Electric Grid of Kyrgyzstan	ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» (НЭСК)
NEHC	National Energy Holdings	ОАО «Национальная энергетическая холдинговая компания» (НЭХК)
OJT	On the Job Training	Обучение на рабочем месте
OJSC	Open Joint Stock Company	Открытое акционерное общество (ОАО)
OM	Operation and Maintenance	Эксплуатация и техническое обслуживание
PCS	Power Conditioning System	Система преобразования энергии (СПЭ)
PPP	Public Private Partnership	Государственно-частное партнерство (ГЧП)

Аббревиатура	Расшифровка (английский язык)	Расшифровка (русский язык)
PV	Photovoltaic	Фотоэлектрический (ФЭ)
RES	Renewable Energy Sources	Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)
RC	Reinforced Concrete	Железобетон (ж/б)
RTDS	Real Time Digital Simulator	Комплекс цифрового моделирования в режиме реального времени
S/S	Substation	Подстанция (ПС)
SAIDI	System Average Interruption Duration Index	Индекс средней общей длительности прерываний энергоснабжения
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index	Индекс средней частоты прерываний энергоснабжения
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Система диспетчерского управления и сбора данных
SEE	State Ecological Expertise	Государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ)
SDGs	Sustainable Development Goals	Цели устойчивого развития (ЦУР)
SSP	Solar Scaling System	Масштабируемая система солнечной энергетики
TSO	Transmission System Operator	Системный оператор передающей сети
TPP	Thermal Power Plant	Теплоэлектростанция (ТЭС)
UNSDCF	United Nations Sustainable Development Cooperation Framework	Рамочные программы ООН по сотрудничеству в целях устойчивого развития
USAID	U.S. Agency for International Development	Агентство США по международному развитию
VRE	Variable Renewable Energy	Переменные возобновляемые источники энергии
VT	Voltage Transformer	Трансформатор напряжения (ТН)
WB	World Bank	Всемирный банк (ВБ)
ZEB	Zero Energy Building	Здание с нулевым потреблением энергии

## Глава 1. Краткое описание Проекта

### 1-1. Предпосылки и предыстория проекта грантовой помощи

Кыргызская Республика (далее по тексту – «Кыргызстан») расположена в верховье международных рек Амударья и Сырдарья, имеет на своей территории горные системы с ледниками Тянь-Шань и Памир, а потоки талой воды обеспечивают страну наличием богатых водных ресурсов. В связи с подобными условиями порядка 90% общей генерирующей мощности Кыргызстана объемом 3900 МВт приходится на возобновляемую энергию в виде гидроэлектроэнергии, вырабатываемой в стране. В то же время зависимость от гидроэлектроэнергии сказывается на заметном разрыве между спросом и предложением в зимний сезон, когда выпадает мало осадков и замерзают водные источники. Увеличение генерирующей мощности представляет неотложную задачу, поскольку за последние 10 лет потребление электроэнергии возросло на 70%, при этом строительство крупных электростанций не проводилось с момента ввода Камбаратинской ГЭС-2 в 2010 г. Согласно рейтингу «Ведения бизнеса 2020» Всемирного банка, Кыргызстан занимает 143-е место среди 190 стран в категории «Подключение к системе электроснабжения», а дефицит электроэнергии и нестабильное электроснабжение препятствуют ведению бизнеса.

На фоне сложившейся ситуации в апреле 2022 г. Правительство Кыргызстана обнародовало белую книгу «Трансформация энергетического сектора Кыргызской Республики», обозначив вектор стремления к искоренению разрыва между спросом и предложением посредством продвижения энергосбережения и увеличения генерирующей мощности в результате развития возобновляемой энергии, помимо гидроэлектроэнергии. Взяв во внимание указанное заявление, в июне 2023 г. Всемирный банк принял решение о реализации «Проекта развития возобновляемой энергетики Кыргызстана (Фаза 1)» (67,7 млн дол. США), рассчитанного на продвижение внедрения возобновляемой энергии.

С другой стороны, еще одной неотложной задачей является возвращение человеческих ресурсов для обеспечения стабильной эксплуатации электрических сетей в преддверии интеграции крупных объемов переменной возобновляемой энергии (далее по тексту – «ПВЭ»). В частности, отсутствие электросетевого кодекса по подключению ПВЭ к электрической сети потребует безоплатного формирования условий соответствующего подключения с учетом будущей интеграции крупных объемов ПВЭ. В настоящее время централизованное управление объектами передачи и распределения электроэнергии в Кыргызстане осуществляет ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» (далее по тексту – «НЭСК»), центральный офис и восемь филиалов (предприятий электрических сетей) которой занимаются управлением и круглосуточным мониторингом работы подстанций и линий электропередач (ЛЭП) страны. Тем не менее, в целях прививания знаний и навыков по подключению ПВЭ к сети, а также повышения навыков ведения технических переговоров с предприятиями ПВЭ

необходимо интенсифицировать практическое интерактивное обучение (далее по тексту – «обучение») по технике подключения к электрическим сетям с учетом расширения интеграции ПВЭ, направленное на специалистов по эксплуатации и техническому обслуживанию.

## **1-2. Краткое описание Проекта**

«Проект укрепления потенциала Учебного центра по освоению технологий объектов передачи и распределения электроэнергии» (далее по тексту – «Проект») нацелен на усиление обучающего потенциала, направленного на специалистов по эксплуатации и техническому обслуживанию объектов передачи и распределения электроэнергии, за счет устройства нового учебного корпуса в Учебном центре при НЭСК (в том числе далее по тексту – «новый учебный центр»), а также внедрения учебных симуляторов и устройств моделирования, позволяющих проводить обучение по эксплуатации и техническому обслуживанию фотоэлектрической установки. Обозначенный Учебный центр предназначен для использования специалистами со всего Кыргызстана, работа которых связана с передачей и распределением электроэнергии, поэтому с целью достижения эффекта «наглядного примера» при строительстве и обустройстве нового учебного корпуса необходимо стремиться к реализации «здания с нулевым потреблением энергии» (далее по тексту – «ZEB-здание»), в котором воплощено заметное энергосбережение за счет оптимизации, эффективной теплоизоляции и использования энергии природных источников, параллельно добиваясь повышения осведомленности об энергосбережении.

## Глава 2. Условия реализации Проекта

### 2-1. Организационная структура реализации Проекта

Ниже по тексту представлена организационная структура реализации Проекта.

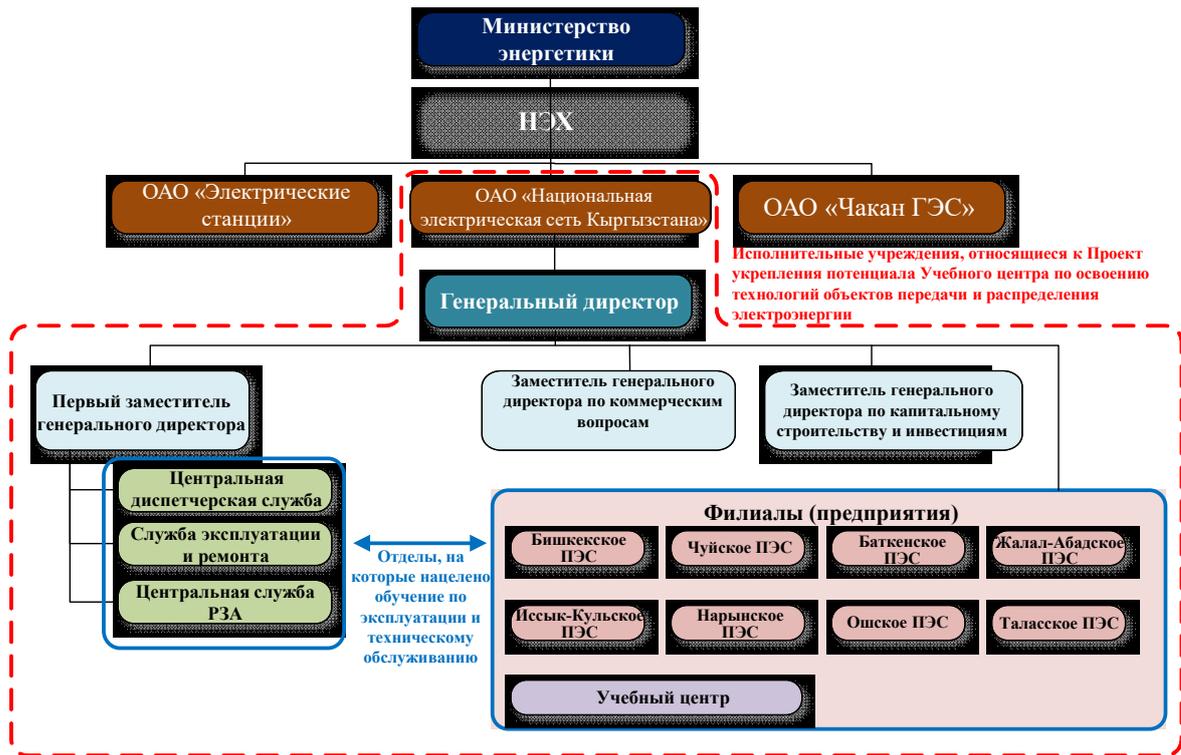
- Государственное ведомство: Министерство энергетики
- Энергетическая (передающая) компания: ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» (НЭСК)

#### 2-1-1. Организационная структура и персонал

##### (1) Структура энергетического сектора

Структура энергетического сектора и смежных вышестоящих учреждений была выяснена с помощью материалов, предоставленных во время исследования на месте, опросов и т.д. Согласно организационной структуре энергетического сектора, руководящим государственным органом выступает Министерство энергетики, в ведомстве которого находится ОАО «Кыргызский энергетический расчетный центр».

Касательно энергетического сектора, в 2002 г. государственное предприятие «Кыргызэнерго» было реструктурировано и разделено на предприятия по производству (выработке), передаче и распределению электроэнергии, которые затем стали дочерними компаниями учрежденной в 2016 г. ОАО «Национальная энергетическая холдинговая компания» (далее по тексту – «НЭХК»). Позднее в 2022 г. произошло слияние компаний по передаче и распределению электроэнергии, а в 2023 г. НЭХК была ликвидирована (расформирована). В результате нынешняя структура состоит из компании по производству электроэнергии (ОАО «Электрические станции»), компании сферы малой гидроэнергетики (ОАО «Чакан ГЭС») и ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» (НЭСК), выполняющей функции оператора системы передачи электроэнергии.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 2-1. Структура энергетического сектора Кыргызстана

(2) Организационная структура предприятий

Таблица 2-1. Организационная структура энергетических предприятий

ЭС	Головной офис		Электростанции
	Централизованное управление объектами электрогенерации, финансовое и общее административное управление		Эксплуатация и техническое обслуживание
НЭСК	Головной офис	Филиалы	Подстанции
	Централизованное управление объектами, финансовое и общее административное управление, служба главного инженера, строительство объектов	Управление объектами, планирование ремонтных работ и общее административное управление Диспетчерская служба	Эксплуатация и техническое обслуживание
	Центральная диспетчерская служба и управление работой с клиентами	Техническое обслуживание линий электропередач, подстанций и распределительных сетей, а также работы по ликвидации аварий Сбор платежей и работа с клиентами	

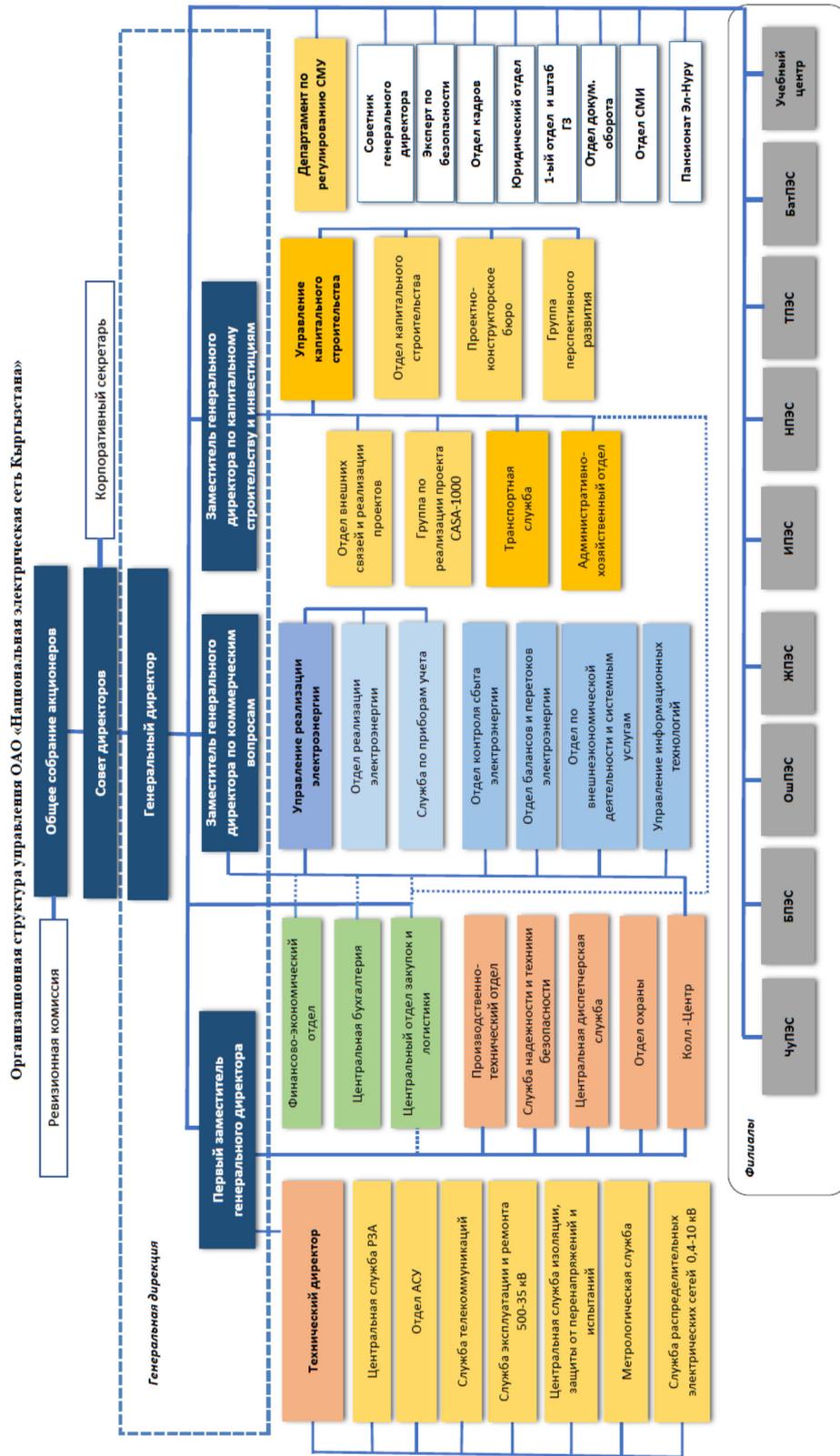
Источник: подготовлено Исследовательской группой

Существующий Учебный центр находится в непосредственном подчинении генеральному директору, в то время как руководителем технической части обучения выступает первый заместитель генерального директора.

(3) Структура исполнительной организации Проекта

На Рисунок 2-2 представлена структура НЭСК, выступающего в качестве исполнительной

организации целевого проекта сотрудничества в Кыргызстане. Существующий Учебный центр находится в непосредственном подчинении генеральному директору, в то время как руководителем технической части обучения выступает первый заместитель генерального директора.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 2-2. Структура исполнительной организации Проекта в Кыргызстане

## 2-2. Проектная площадка и состояние прилегающей территории

### 2-2-1. Состояние смежных инфраструктурных объектов

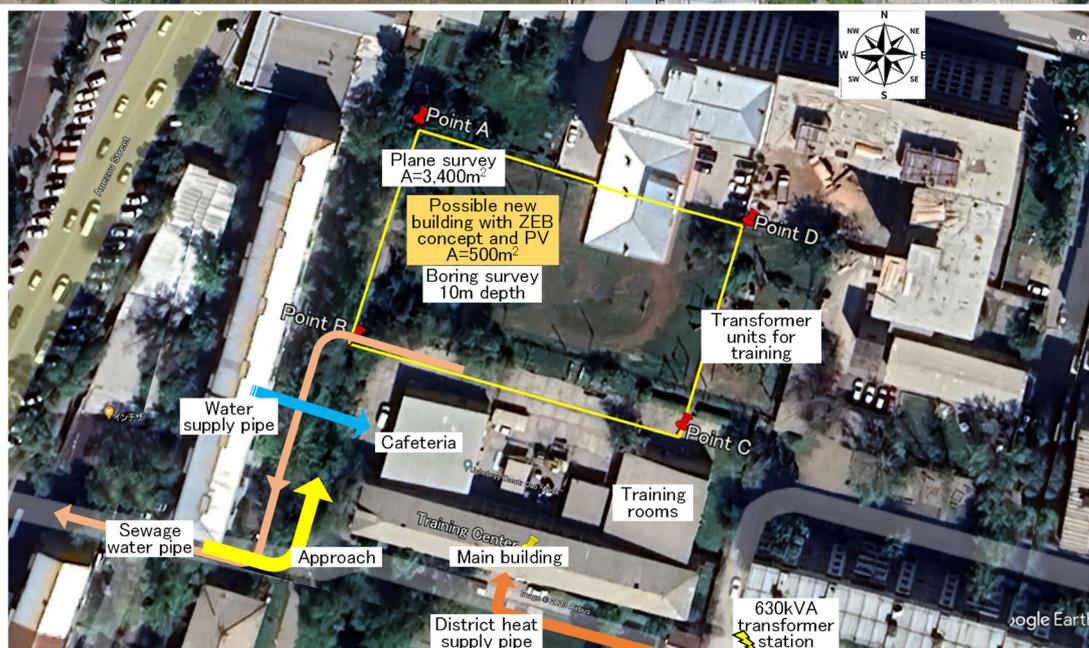
#### (1) Состояние территории, прилегающей к целевой площадке Проекта

Предполагаемое предоставление учебных симуляторов для Учебного центра, входящего в структуру НЭСК, который, в свою очередь, осуществляет централизованное управление объектами передачи и распределения электроэнергии в Кыргызстане, требует устройства нового учебного корпуса в качестве пространства для размещения соответствующего оборудования и проведения обучения персонала НЭСК по техническому обслуживанию.

Ниже по тексту изложено состояние площадки для нового учебного корпуса при Учебном центре.

- Новый учебный корпус можно подключить к имеющимся инженерным сетям (электроснабжение, водоснабжение, теплоснабжение и т.д.).
- Электричество подведено к приемному щиту (200 кВА) существующего главного здания на территории Учебного центра от приемной подстанции (630 кВА), находящейся за пределами Учебного центра.
- Электроснабжение Учебного центра осуществляется по подземному кабелю.
- В Учебном центре не используется бытовой газ.
- В столовой существующего главного здания Учебного центра применяется тепловое кухонное оборудование электрического типа.
- Для горячего водоснабжения (круглый год) и отопления (зимний сезон) Учебного центра используется горячая вода от районной станции теплоснабжения. Отдельная бойлерная установка отсутствует.
- Достаточный напор воды позволяет напрямую осуществлять водоснабжение нового учебного корпуса.
- Отвод сточных вод из нового учебного корпуса возможен после подключения к централизованной канализационной системе. Годовые атмосферные осадки выпадают в малом количестве и могут просачиваться непосредственно на территории площадки.
- Существующее главное здание Учебного центра было построено в 1972 г. Столбы и балки здания выполнены из железобетона, стены возведены из кирпича, а крыша состоит из металлической обрешетки с шиферными плитами (включая асбест).
- Столбы воздушных линий электропередач (не под напряжением) и прочие имеющиеся учебные конструкции, расположенные на площадке нового учебного корпуса, можно удалить.
- Предположительные координаты нового учебного корпуса: 42° 52' 42" с. ш., 74° 41' 31" в. д.

Ниже по тексту представлены фотоснимки с воздуха планируемой площадки нового учебного корпуса на территории Учебного центра и фотографии исследования на месте.





Источник: подготовлено Исследовательской группой с помощью фотографий исследования на месте и спутниковых снимков  
Рисунок 2-3. Состояние планируемой площадки нового учебного корпуса в Учебном центре НЭСК

## 2-2-2. Природные условия

На планируемой площадке нового учебного корпуса, расположенной на территории Учебного центра, была проведена топографическая съемка и геологические изыскания (исследование прочности грунта и исследование почвы) в одной точке на основе договора субподряда.

### (1) Результаты топографической съемки на предполагаемой площадке

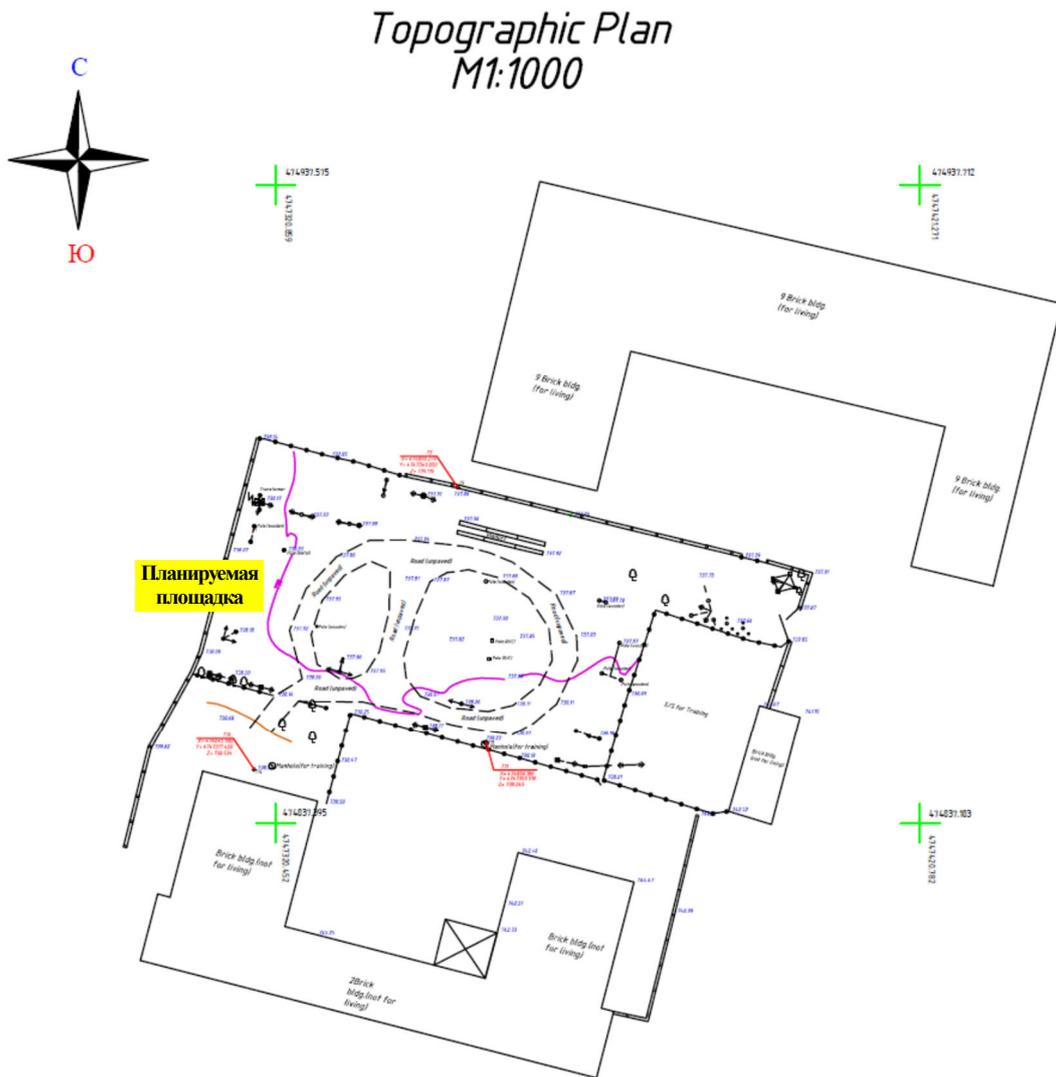
На участке предполагаемой площадки площадью 1,5 га, расположенном на территории Учебного центра, была проведена топографическая съемка, в результате которой был подготовлен топографический план местности. Кроме того, в ходе указанного исследования было подтверждено отсутствие подземных инженерных коммуникаций на предполагаемой площадке, включая электроснабжение, связь, водоснабжение, канализацию, теплоснабжение и т.д.

✧ Параметры топографической съемки:

Масштаб плана: 1/1000

Сечение горизонталей: не более 1,0 м

✧ Топографический план



Источник: субподрядчик (ООО «Эверест стиль»)

Рисунок 2-4. Топографический план участка на территории Учебного центра

(2) Результаты геологических изысканий

В Таблица 2-2 приведены результаты геологических изысканий на предполагаемом участке нового учебного центра.

Таблица 2-2. Результаты геологических изысканий для Проекта строительства нового учебного центра

Категория	Предполагаемая площадка нового учебного центра
Краткое описание изысканий	Испытание прочности грунта методом динамического зондирования с погружением конического пенетromетра (установленный метод бурения в Кыргызстане) было проведено на глубине до 10 м. Помимо этого, для определения свойств, коррозионной активности и прочих параметров грунта были отобраны его пробы с глубины до 10 м и интервалом отбора в 1 м, которые затем были проанализированы в лаборатории.
Фотография проведения геологических изысканий	
Прочность грунта	Прочность грунта на глубине до 10 м составила 6 кг/см <sup>2</sup> . Для Кыргызстана это максимальное значение, указывающее на достаточный уровень прочности для 30-этажных сооружений.
Свойства грунта	На глубине до 15 м грунтовые воды отсутствуют, а сейсмичность площадки составляет 8 баллов по ГОСТу, что позволяет использовать различные виды применяемого в Кыргызстане фундамента на глубине до 10 м от поверхности земли. Грунт классифицируется на четыре следующие категории: а. Намывной грунт б. Лессовидный суглинок: твердая глина, содержание гравия составляет максимум 10% с. Смесь мелкого гравия и щебня с песчаным заполнителем: содержание каменных пород составляет максимум 10% д. Смесь мелкого гравия и щебня с песчаным заполнителем: содержание каменных пород составляет максимум 30% Удельное сопротивление грунта на площадке составляет 27-709 Ом·м, а его коррозионная агрессивность относительно углеродистых и низколегированных сталей находится на средне-низком уровнях.

Источник: подготовлено Исследовательской группой

## Глава 3. Содержание Проекта

### 3-1. Краткое описание Проекта

#### (1) Цель Проекта

Проект нацелен на усиление обучающего потенциала, направленного на специалистов по эксплуатации и техническому обслуживанию объектов передачи и распределения электроэнергии, за счет устройства нового учебного корпуса в Учебном центре при ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» (НЭСК), а также внедрения учебных симуляторов и устройств моделирования, позволяющих проводить обучение по эксплуатации и техническому обслуживанию фотоэлектрической установки. Обозначенный Учебный центр предназначен для использования специалистами со всего Кыргызстана, работа которых связана с передачей и распределением электроэнергии, поэтому с целью достижения эффекта «наглядного примера» при строительстве и обустройстве нового учебного корпуса необходимо стремиться к реализации «здания с нулевым потреблением энергии» (ZEB-здание), в котором воплощено заметное энергосбережение за счет оптимизации, эффективной теплоизоляции и использования энергии природных источников, параллельно добиваясь повышения осведомленности об энергосбережении

#### (2) Потребность в Проекте

В Кыргызстане наблюдается острая напряженность в отношении баланса спроса и предложения электроэнергии из-за дефицита мощностей снабжения, вызванного снижением уровня воды в водохранилищах ГЭС в последние годы. Помимо этого, серьезной проблемой является снижение качества электроэнергии, объясняемое износом объектов передачи и преобразования электроэнергии. Вместе с тем, несмотря на наличие плана по развитию электрических сетей, его реализация продвигается медленными темпами ввиду финансовых причин, поэтому на данный момент остается большое количество изношенного оборудования, проблемы с которым сказываются на росте случаев отключения электричества. В связи со сложившейся ситуацией требуется повысить уровень навыков по устранению аварий среди операторов диспетчерских служб и подстанций, поскольку на их способности приходится полагаться при решении проблем. В то же время необходимо повысить уровень навыков по решению проблем при поломке оборудования среди персонала по техническому обслуживанию подстанций.

Помимо изложенного, в будущем планируется интеграция крупных объемов переменной возобновляемой энергии (ПВЭ), а вблизи подстанций, подсоединенных с ПВЭ, усилятся колебания потоков мощности и напряжения. Подобные изменения потребуют более частого мониторинга перегрузок ЛЭП и трансформаторов вкуче с сетевым напряжением, а также управления сетью для координации соответствующих ответных мер. В случае интеграции крупных объемов ПВЭ эксплуатация сетей станет более сложной по сравнению с прежним состоянием, поэтому к неотложным задачам относится предварительное рассмотрение аспектов эксплуатации электрических сетей, а также

заблаговременное возвращение человеческих ресурсов, включая операторов диспетчерских служб, электростанций и подстанций, для их последующей стабильной работы.

Кроме того, отсутствие электросетевого кодекса по подключению ПВЭ к электрической сети потребует безотлагательного формирования условий соответствующего подключения с учетом будущей интеграции крупных объемов ПВЭ. В связи с этим в целях прививания знаний и навыков по подключению ПВЭ к сети, а также повышения навыков ведения технических переговоров с предприятиями ПВЭ необходимо интенсифицировать обучение по технике подключения к электрическим сетям с учетом расширения интеграции ПВЭ, направленное на специалистов по эксплуатации и техническому обслуживанию.

### **3-2. Эскизное проектирование для целевого проекта сотрудничества**

#### **3-2-1. Концепции проектирования**

##### **(1) Базовая концепция проектирования**

Ниже по тексту приведена базовая концепция Проекта, принятая на основе содержания заявки от кыргызской стороны и результатов исследования на месте.

##### **1) Учебный симулятор мониторинга и управления сетью**

- (a) Объекты подстанций и электростанций, входящие в моделируемую сеть: распределительные устройства (автоматический выключатель / линейный выключатель), трансформаторы, сборные шины, ЛЭП, фазные компенсаторы, заземляющие устройства, релейная защита, генераторы, возобновляемая энергия, передача электроэнергии постоянного тока (система передачи электроэнергии постоянного тока высокого напряжения: HVDC) и нагрузки.
- (b) Релейная защита должна иметь настраиваемые параметры уставки на срабатывание, синхронизации времени и т.д. В отношении релейной защиты необходимо обеспечить возможность проверки настроек ее действия, а также рабочих и нерабочих режимов.
- (c) Моделирование сети должно позволять вычислять и выводить данные о напряжении, частоте, активной и реактивной мощности в зависимости от изменений состояния и управления сетью.
- (d) Необходимо обеспечить моделирование аварийных ситуаций в виде ошибок фаз сети, включая короткие замыкания и замыкания на землю.
- (e) Необходимо обеспечить возможность обучения процессу управления при возникновении аварийной ситуации сети. Содержание такого обучения должно включать операционные действия по восстановлению работы за счет повторного задействования реле при устойчивой неисправности и согласно диапазону аварийного воздействия при успешном устранении неисправности.
- (f) Необходимо обеспечить возможность обучения по управлению синхронным режимом в виде параллельного управления сетью после ее деления. Необходимо обеспечить возможность

моделирования изменения фазового угла по отношению к вектору напряжения в соответствии с состоянием спроса и предложения для каждой отделенной сети с помощью расчета потокораспределения мощностей.

## 2) Учебный симулятор управления релейной защитой

- (a) Необходимо обеспечить подключение усилителя с подводом тока и напряжения к релейной защите, при этом ток усилителя на выходе (выходной ток) должен составлять не более 20А. Требуется обеспечить оснащение входной цепью, позволяющей моделировать замыкания/размыкания автоматического выключателя после приема сигнала срабатывания релейной защиты.
- (b) Необходимо обеспечить возможность моделирования ЛЭП, трансформаторов и сборных шин целевых подстанций. Учебный симулятор управления релейной защитой должен иметь комплексную компоновку и позволять проводить испытания со сменой защит ЛЭП, трансформаторов и сборных шин.
- (c) Необходимо обеспечить возможность подключения реальных релейных устройств, а также вывода различных форм волн, включая ток, напряжение, частоту и т.д.
- (d) Участники обучения должны иметь возможность рассчитывать уставки в зависимости от диапазона настроек соответствующих устройств и устанавливать их в релейной защите. На основе таких уставок симулятор моделирует замыкание/размыкание соответствующего автоматического выключателя после приема сигнала срабатывания релейной защиты.

## 3) Строительство нового учебного корпуса, включая объекты для реализации «здания с нулевым потреблением энергии» (ZEB-здания)

Проектирование нового учебного центра НЭСК должно осуществляться на базе таких принципов, как удобство использования, простота технического обслуживания и экономичность, а также соответствия концепции «здания с почти нулевым потреблением энергии» (далее по тексту – «NZEB<sup>1</sup>-здание»). В целях отражения инициативы Кыргызстана по переходу на новый этап реализации зданий с нулевым потреблением энергии необходимо приложить усилия по превращению нового учебного центра в наглядный образец для будущих проектов, связанных с ZEB-зданиями. Учитывая изложенное, в части проектирования планируется внедрить различные методы для оптимального применения солнечной энергии. Центр спроектирован в виде одноэтажного здания, тем самым имея преимущества с точки зрения удобства технического обслуживания и безбарьерных условий для людей с ограниченными возможностями. Кроме того, такой тип здания экономически выгоден, поскольку позволяет сократить сроки строительства и расходы на установку лестниц. Внешний вид нового учебного центра продуман с учетом видения, воплощающего образ здания с нулевым потреблением энергии.

---

<sup>1</sup> З д а н и я , в которых удалось сократить потребление первичной энергии на 75% и более

Таблица 3-1. Краткое описание здания нового учебного центра

Название здания	Краткое описание здания		
	Кыргызский учебный центр	Конструкция	Железобетонная каркасная конструкция; один надземный этаж + надстройка на крыше
Площадь пола		1-й этаж	Строительная площадь пола: 902,3 м <sup>2</sup>
		Надстройка на крыше	Строительная площадь пола: 58,6 м <sup>2</sup>
		Итого	Строительная площадь пола: 960,9 м <sup>2</sup>
Оборудование		Устройства и оборудование	Осветительные приборы, световые указатели аварийных выходов, вентиляционное оборудование, устройства кондиционирования, водопроводно-канализационная система, автоматическая система пожарной сигнализации и огнетушители
Мебель и пр.		Мебель	Столы, стулья, белые маркерные доски, книжные шкафы, шкафы для хранения оборудования, рабочие столы и стулья
		Офисное оборудование	Проекторы, экраны для проекторов, настольные ПК, цветные принтеры и ИБП

Источник: подготовлено Исследовательской группой

(2) Концепция относительно природных условий

Природные условия в районе проектной площадки были выяснены в процессе обсуждений с кыргызской стороной с учетом показателей, вычисленных на основе метеорологических данных за период 1991-2021 гг.

Таблица 3-2. Природные условия, относящиеся к реализации Проекта

	Спецификации, проектные данные и условия эксплуатации	Опорные значения (географические, метеорологические и прочие данные)
Высота над уровнем моря	1000 м	739 м
Температура воздуха	На открытом воздухе: от -26 °С до 50 °С В помещении: от -5 °С до 40 °С	Средняя максимальная температура: 28,9 °С Средняя минимальная температура: -9,3 °С
Влажность воздуха	—	Максимальная влажность: 63% Минимальная влажность: 43%
Количество осадков	—	Общее среднеемесячное количество осадков: Максимум – 126 мм (апрель), Минимум – 22 мм (август)
Скорость ветра	23 м/с	—
Число дней с грозой	20 дней в году	—
Степень загрязнения	Сильная степень загрязнения: длина пути утечки не менее 30 мм/кВ	—
Сейсмическое ускорение	280 Гал (коэффициент сейсмической нагрузки в основании: $C_0 \approx 0,3$ )	Сейсмичность: 8 баллов Тип грунта: Ib

Источник: подготовлено Исследовательской группой

(3) Концепция относительно применимых стандартов

Оборудование, поставляемое Японией в рамках Проекта, должно соответствовать стандартам

Международной электротехнической комиссии (МЭК) и Японским промышленным стандартам (JIS). В отношении прочего оборудования должны применяться стандарты МЭК, JIS, а также ГОСТ. Кроме того, здание должно отвечать требованиям межгосударственного стандарта (ГОСТ) и строительных норм и правил (СНиП), представляющих проектно-конструкторские стандарты строительства в Кыргызстане. Кроме того, необходимо представить материалы по строительству в Государственное агентство архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства (Госстрой) для прохождения экспертизы.<sup>2</sup>

### 3-2-2. Базовый план (план здания / план оборудования)

#### (1) Общий план

По результатам обсуждений с кыргызской стороной, проведенных с учетом концепции, описанной в пункте «3-2-1. Концепция проектирования, (1) Базовая концепция проектирования», было принято решение о внедрении в рамках Проекта нижеследующих основных позиций оборудования на территории существующего Учебного центра при НЭСК, расположенного в восточной части города республиканского значения Бишкек.

1. Учебный симулятор мониторинга и управления сетью: 1 комплект
2. Учебный симулятор управления релейной защитой: 1 комплект
3. Учебно-организационный компонент, относящийся к указанным выше позициям: 1 комплект
4. Оборудование, предназначенное для реализации ЦУР (система управления энергопотреблением здания: BEMS): 1 комплект
  - Фотоэлектрическая установка, размещаемая на крыше (120 кВт)
  - Система управления энергопотреблением здания (BEMS)
  - Аккумуляторная система питания (120 кВт на 2 часа)
5. Строительство учебного корпуса: 1 комплект
  - Одноэтажное здание общей площадью 1 000 м<sup>2</sup>; всего 17 комнат

#### (2) План здания

##### (а) План размещения

Новый учебный центр НЭСК планируется разместить в центре участка к северу от имеющегося главного здания. Общая площадь пола всего здания за исключением крыши составляет порядка 1 000 м<sup>2</sup>. Площадь участка составляет 1,5 га, тем самым для строительства нового учебного центра земли достаточно. Въезд на участок возможен с небольшой дороги, которая расположена со стороны западного крыла имеющегося главного здания. Ширина

---

<sup>2</sup> Необходимо проверить последнее положение дел, поскольку экспертиза зданий, спроектированных в соответствии с Законом о строительных стандартах Японии, может быть частично упрощена согласно приказу «О мерах по созданию благоприятного инвестиционного климата», принятому Госстроем 5 июня 2024 г.

дороги позволяет завозить различные грузы на грузовике. Главный вход нового учебного центра обращен к югу, позволяя пользователям свободно переходить из него в главное здание и обратно. На территории участка предусмотрены ландшафтные элементы в виде тротуара, выложенного плиткой с замковым соединением, и озелененные зоны.

(b) Компонировочный план

Основная функция нового учебного центра заключается в проведении обучения по эксплуатации электрических сетей с помощью модернизированного оборудования. В целях удовлетворения подобных нужд размеры зала практического обучения с учебным симулятором и одноименного зала релейной защиты спроектированы с учетом размещения в них специального оборудования, необходимого для обучения. Кроме того, планом предусмотрен семинарский зал вместительностью 45 человек для удовлетворения различных целей, реализуемых под ведомством НЭСК. Просторный вестибюль соединяет все объекты и продуман с учетом предупреждения чрезмерного скопления людей, а также сочетает функции пространства для отдыха и общения участников обучения. Аккумуляторное и электротехническое помещения расположены в месте с удобным доступом для транспортных средств для завоза аккумуляторов и электронного оборудования. Ниже по тексту представлены детальные сведения о требующихся помещениях с указанием их площади пола.

Таблица 3-3. Перечень требующихся помещений

Этаж	Название помещения	Площадь
1-й этаж	Вестибюль	197,8 м <sup>2</sup>
	Семинарский зал	150,9 м <sup>2</sup>
	Зал практического обучения с учебным симулятором	100,0 м <sup>2</sup>
	Зал практического обучения релейной защите	98,8 м <sup>2</sup>
	Лекционный класс релейной защиты	77,7 м <sup>2</sup>
	Лекционный класс симулятора	66,0 м <sup>2</sup>
	Аккумуляторное помещение	37,5 м <sup>2</sup>
	Электротехническое помещение	36,6 м <sup>2</sup>
	Уборная 1	21,4 м <sup>2</sup>
	Уборная 2	20,5 м <sup>2</sup>
	Кабинет преподавателей 1	19,9 м <sup>2</sup>
	Хозяйственное помещение	18,4 м <sup>2</sup>
	Кабинет преподавателей 2	17,1 м <sup>2</sup>
	Складское помещение	17,1 м <sup>2</sup>
	Мини-кухня	10,8 м <sup>2</sup>
Тамбур	9,5 м <sup>2</sup>	

Этаж	Название помещения	Площадь
	Кабельная шахта	2,3 м <sup>2</sup>
Надстройка на крыше	Лестничная клетка	58,6 м <sup>2</sup>

Источник: подготовлено Исследовательской группой

(с) Поперечный разрез

В поперечном разрезе характерная особенность здания выражена в открытом пространстве с потолком высотой 7,2 м и стеклянными окнами, которые обеспечивают естественное освещение вестибюля. Прямая лестница позволяет подняться на крышу, где установлены солнечные фотоэлектрические панели. Подобный легкий доступ заманивает участников обучения и гостей внутрь нового учебного центра, предоставляя шанс ознакомиться с особенностями функционирования NZEB-здания. Высота от пола до потолка в залах практического обучения и лекционных классах составляет 3,3 м, что соответствует установленным требованиям строительных норм Кыргызской Республики в отношении общеобразовательных организаций. Для аккумуляторного, электротехнического и складского помещений выбран тип потолка без обрешетки. В некоторых помещениях предусмотрены шахты в целях соблюдения их функциональных требований.

(d) План отделочных работ

Таблица 3-4. Таблица отделочных работ

Название помещения	Внутренняя отделка		
	Пол	Стены	Потолок
Зал практического обучения релейной защите Зал практического обучения с учебным симулятором	Плитка ПВХ	Эмульсионная краска	Декоративные звукопоглощающие панели из минеральной ваты т. 9
Аккумуляторное помещение Электротехническое помещение	Маслостойкая краска	-	Декоративный необработанный бетон и эмульсионная краска
Лекционный класс релейной защиты Кабинеты преподавателей Лекционный класс симулятора Коридоры внутри здания Хозяйственное помещение Мини-кухня Лестничная клетка	Сплошные листовые панели ПВХ т. 2	Эмульсионная краска	Декоративные звукопоглощающие панели из минеральной ваты т. 9
Складское помещение	Пыленепроницаемая краска	-	Декоративный необработанный бетон и эмульсионная краска
Уборные	Керамическая плитка разм. 300	Эмульсионная краска	Гипсокартон т. 12,5
<b>Название структурного элемента</b>	<b>Наружная отделка</b>		
Крыша	Битумная гидроизоляция (AI-1) + экструдированный пенополистирол т. 100 +		

Название помещения	Внутренняя отделка		
	Пол	Стены	Потолок
	шлакобетон т. 100 (сварная проволочная сетка ф6×100), зашивка стальной теркой + термостойкая краска (с высокой термостойкостью)		
Наружные стены	Кирпичная кладка со строительным раствором + жесткий пенополиуретан т. 100 + многослойное покрытие (RE)		
Проемы	Вход: сталь SUS Общие: пластик, сталь (внешняя часть: фторуглеродное полимерное покрытие; внутренняя часть: покраска на основе синтетических смол)		
Наружные элементы	Дорожки: плитка с замковым соединением Карниз дверного проема: готовое алюминиевое изделие		
Другое	Водосточный желоб: цветная труба из ПВХ 100 мм; металлический хомут: нержавеющая сталь, шаг в пределах 1250		

Источник: подготовлено Исследовательской группой

(е) Тип конструкции

- Масштаб: один надземный этаж и надстройка на крыше, без подвала
- Высота этажа: 1-й этаж – 4,5 м
- Вид конструкции: железобетонная конструкция
- Тип конструкции: каркасная конструкция
- Тип фундамента: фундамент мелкого заложения

Для здания планируется железобетонная конструкция каркасного типа по продольному и поперечному направлениям. Исходя из результатов глубинного исследования грунта на целевом плановом участке, был выбран фундамент мелкого заложения (сплошной фундамент, отдельный фундамент) с несущим слоем в виде песчаного грунтового слоя или гравийного слоя, устраиваемый на глубине порядка 2 м и ниже от уровня земли.

(f) Теплоизоляция и герметичность

Повышение эффективности теплоизоляции и герметичности наружных стен, крыши, окон и прочих кровельно-фасадных элементов здания позволит снизить непосредственное воздействие внешних погодных условий, а также сократить потребление энергоресурсов и электроэнергии устройствами кондиционирования и вентиляционным оборудованием, предназначенными для поддержания комфортной температуры и влажности в помещениях.

(g) Устройства кондиционирования

В качестве системы кондиционирования предусмотрено применение агрегатированной системы с высокопроизводительными (инверторными) кондиционерами с отдельным распределением тепла. Кроме того, для здания с высокой герметичностью требуется подходящее вентиляционное оборудование, поэтому необходимо использовать вентиляционное оборудование с полной рекуперацией тепла для повышения энергоэффективности.

(h) Водопроводно-канализационная система

Устройство водопроводно-канализационной системы планируется для хозяйственного

помещения, мини-кухни, уборной и других помещений. На территории Учебного центра имеется доступ к горячей воде, поступающей от районной станции теплоснабжения, однако в целях максимального задействования солнечной и прочей электроэнергии будут применяться электрические водонагреватели. Установка газовых котлов не предусмотрена, поскольку в центре не используется бытовой газ.

(i) Осветительные приборы

В качестве основных осветительных приборов будут использоваться светодиодные и прочие высокоэффективные светильники, чтобы обеспечить оптимальный уровень освещения в зале практического обучения с учебным симулятором и других ключевых помещениях.

(j) Другое

Новый учебный корпус должен быть оснащен фотоэлектрической установкой (примерная мощность 120 кВт), размещаемой на крыше.

(3) План оборудования

В таблице ниже приведён перечень поставляемого в рамках Проекта оборудования, разработанный на основе обозначенной выше базовой концепции проектирования.

Таблица 3-5. Перечень оборудования, поставляемого в рамках Проекта

№ п/п	№ конф. обора-ия	Название оборудования	Основные технические спецификации или конфигурация	Кол-во	Цель применения
I		Учебные симуляторы управления электрической сетью			
1		Учебный симулятор мониторинга и управления сетью	Система моделирования сети (сервер ПК, ПО моделирования сети), рабочее место управления инструктора по обучению и участников обучения (ПК и ПО), щит управления сетью (монитор с большим экраном и ПК) и ИБП	1 к-т	Обучение методам управления в отношении возникающих явлениях с помощью моделирования сети в целом
2		Учебный симулятор управления релейной защитой	Комплекс цифрового моделирования в режиме реального времени, усилитель, интерфейсная панель, сервер управления, ЖК-дисплей и ИБП	1 к-т	Обучение методам настройки и действий релейной защиты
3		Дистанционное реле защиты	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): оснащено функцией автоматического повторного включения; установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой
4		Дифференциальное реле защиты трансформатора	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой
5		Дифференциальное реле защиты по напряжению шин (высокий импеданс)	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой
6		Дифференциальное реле защиты по напряжению шин (низкий импеданс)	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой
7		Реле контроля синхронизма	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой
8		Защитное реле отказа автоматического выключателя	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): автоматическое повторное включение и контроль синхронизма установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой
9		Дифференциальное реле токовой защиты ЛЭП	Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ): установка в помещении	1 шт.	Проверка работы и анализ по учебному симулятору управления релейной защитой

№ п/п	№ конф. обора	Название оборудования	Основные технические спецификации или конфигурация	Кол-во	Цель применения
II					
Объекты генерации электроэнергии в Учебном центре НЭСК					
10		Аккумуляторная система питания		1 шт.	
	10-1	Щит аккумуляторного питания	Автономный тип с установкой в помещении Общая мощность: 200 кВт·ч Аккумулятор: литиево-ионный аккумулятор Вкл. необходимые силовые кабели и кабели связи	1 шт.	Заряд и разряд электроэнергии с помощью аккумуляторной батареи
	10-2	Щит управления двунаправленного инвертора (тип со связью по постоянному току)	Конструкция: автономный тип с установкой в помещении. Система охлаждения: принудительное воздушное охлаждение. Номинальная выходная мощность (общая): 100 кВт. Номинальная входная мощность (фотоэлектрическая система): не менее 100 кВт. Тип выходной мощности: 3-фазная, 3-проводная. Номинальное выходное напряжение: 200 В. Эффективность: не менее 93%. Функции: автоматическая регулировка напряжения, регулировка тока на входе и выходе, контроль выходной мощности	1 к-т	Оборудование управления зарядом/разрядом системы аккумуляторного питания и двунаправленным инвертором для преобразования выработанного фотоэлектрическими панелями напряжения пост. т. в напряжение перем. т.
	10-3	Щит трансформатора	Конструкция: автономный тип с установкой в помещении. Трансформатор входного напряжения: не менее 100 кВА. Трансформатор выходного напряжения: не менее 100 кВА. Номинальное напряжение: 400-230 В перем. т. (3-фазная, 4-проводная система) / 200 В перем. т. (3-фазная, 3-проводная система).	1 шт.	Оборудование для преобразования поступающего от сети напряжения и напряжения питания важных нагрузок
11		Фотоэлектрическая система (генерации электроэнергии)		1 к-т	
	11-1	Фотоэлектрические модули	Кристаллический тип, 120 кВт/пик Максимальное выходное напряжение: 400 Вт	288 шт.	Панели, вырабатывающие электроэнергию после преобразования солнечного излучения в электроэнергию (всего 288 шт.)
	11-2	Опорные рамы для установки модулей	SS400, горячая оцинковка (покрытие) Конструкция: ферменная конструкция, анкерные болты, каркасная профильная основа (установка на крыше учебного корпуса). Ветроустойчивость: 40 м/с	1 к-т	Опорные рамы для поднятия и фиксации солнечных панелей на крыше

№ п/п	№ конф. обора	Название оборудования	Основные технические спецификации или конфигурация	Кол-во	Цель применения
	11-3	Соединительная коробка	Настенная установка на открытом воздухе. Количество вводов: 16 цепей. Автоматический выключатель в литом корпусе.	1 шт.	Щит сбора электроэнергии, выработанной в процессе фотоэлектрической генерации
12		Распределительное устройство 0,4 кВ	Автономный тип в закрытом металлическом корпусе с установкой в помещении. Сборный щит. 3-фазный, 3-проводный. 600 В, 400 А, 50 кА, защита IP2X, ACB	3 ед.	Щит приема электроэнергии для сети, связи с аккумуляторной системой питания и подачи питания на общие нагрузки
13		Система управления энергопотреблением	Автономный тип с установкой на открытом воздухе. Защита IP30, ANN, 230 В перем. т. Пиранометр. Термометр	1 к-т	Устройство сбора, регистрации и мониторинга данных о состоянии генерации электроэнергии фотоэлектрической системой и заряда/разряда аккумуляторной батареи
14		Низковольтные силовые кабели, кабели управления и связи	(1) Низковольтный силовой кабель 380 В перем. т. • 600 В, CV, 1-жильный, 3-фазный, 4-жильный; (2) Низковольтный силовой кабель 230 В перем. т. (для нагревателя оборудования) • 600 В, CV; (3) Кабель для солнечной батареи • PV-CC или CQ, 1500 В или эквивалент; (4) Кабель связи • CVVS, многожильный; (5) Наконечники кабелей и соединители	1 к-т	Комплект кабелей для устройства внутренней системы генерации электроэнергии

Источник: подготовлено Исследовательской группой

#### 1) Учебный симулятор мониторинга и управления сетью

Учебный симулятор мониторинга и управления сетью, предназначенный для повышения технического потенциала операторов диспетчерского центра и подстанций, должен быть оснащен функциями, необходимыми для достижения приведенных ниже целей обучения.

- Установление базового управления.
- Повышение навыков по установлению точек повреждения во время аварий и навыков анализа релейной защиты.
- Повышение навыков анализа действия релейной защиты и анализа форм волны осциллографа.
- Повышение эффективности восстановительных работ.
- Составление корректных процедур проведения рабочих операций.
- Передача информации причастным отделам.

Учитывая вышеизложенное, требуется установить модели генераторов для обеспечения обучения по параллельной работе сети и синхронной параллельной работе, чтобы моделировать электрическую сеть,

включая несколько разных видов типовых подстанций, а также релейную защиту, включая релейную защиту ЛЭП, трансформаторов, сборных шин и т.д. На **Рисунок 3-1** представлен предварительный вариант компоновки оборудования.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 3-1. Компоновка оборудования учебного симулятора мониторинга и управления сетью (предв. вариант)

На этапе реализации важно провести обсуждения и рассмотреть вопрос о конкретной электрической сети для моделирования. Кроме того, при моделировании реальной электрической сети необходимо принять во внимание необходимость организации и ведения данных для обеспечения соответствия увеличению потенциала оборудования обозначенной сети.

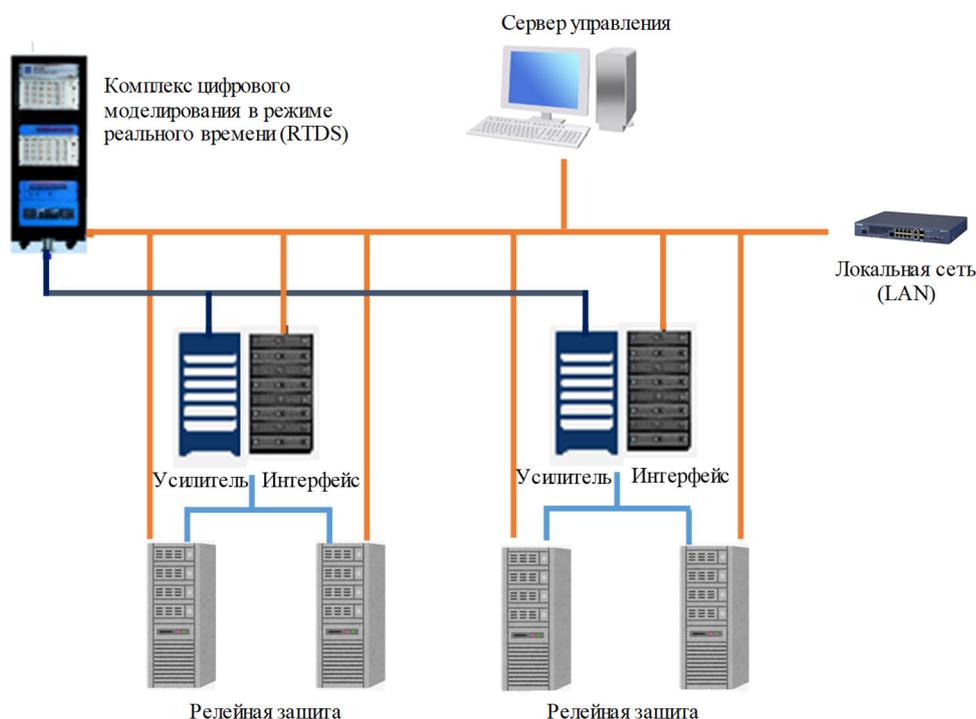
## 2) Учебный симулятор управления релейной защитой

Учебный симулятор управления релейной защитой предназначен для повышения базовых навыков специалистов релейной защиты по обращению с одноименным оборудованием, а также для приобретения ими высокого профессионального технического потенциала, как описано ниже.

- i. Освоение основ системы релейной защиты.
- ii. Освоение навыков расчета константы релейной защиты.
  - Освоение навыков проверки заданных уставок на срабатывание релейной защиты.
  - Имитация аварий системы и изучение срабатывания релейной защиты.
  - Освоение навыков анализа форм волны осциллографа во время аварий.

Со стороны службы релейной защиты и автоматики поступил настойчивый запрос на установку комплекса цифрового моделирования в режиме реального времени в компоновке, позволяющей подсоединять несколько разных видов реальной релейной защиты. Указанное оборудование необходимо для обеспечения возможности проводить разнообразное специализированное изучение релейной защиты, соответствующей реальной электрической сети. Это позволит при необходимости моделировать реальную электрическую сеть, рассчитывать замыкания на землю, короткие замыкания и прочие переходные явления при отказе сети, выводить результаты, а также отражать результаты действий релейной защиты в явлениях сети, обеспечив возможность детально оценивать срабатывание отдельных защитных реле. Кроме того, это поможет детально изучать действия релейной защиты в реальной электрической сети. Ниже по тексту приведены основные функции оборудования, а предварительный вариант его компоновки представлен на Рисунок 3-2.

- Настройки константы сети, моделирующие реальную электрическую сеть.
- Настройки различных аварийных ситуаций, включая замыкания на землю, короткие замыкания, многократные отказы, прогрессирующие отказы, ошибки мертвой зоны и т.д.
- Отражение в моделируемой версии срабатывания реальной релейной защиты в режиме реального времени.
- Оценка динамического срабатывания релейной защиты во время отказа сети.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 3-2 Компоновка оборудования учебного симулятора управления релейной защитой (предв. вариант)

Необходимо обеспечить возможность подключения цифровых и аналоговых защитных реле, а также защитных реле, выведенных из работы в связи с заменой и пр. Далее представлены виды цифровых защитных реле, которые будут предоставлены во время передачи учебного симулятора управления релейной защитой.

Таблица 3-6. Виды предоставляемых защитных реле

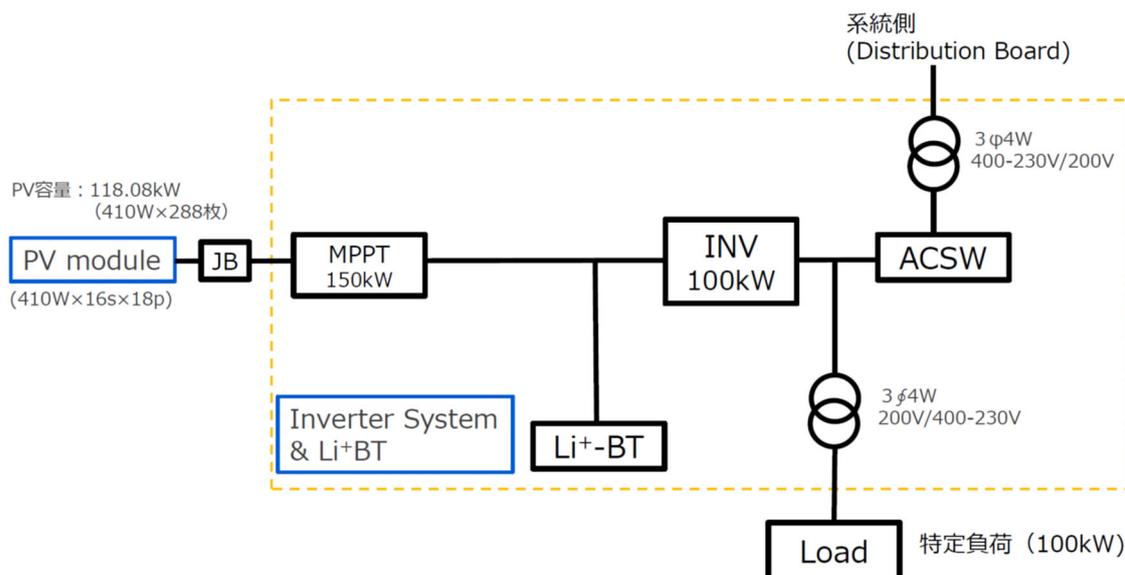
№	Виды защитных реле
1	Дистанционное реле защиты
2	Дифференциальное реле защиты трансформатора
3	Дифференциальное реле защиты по напряжению сборных шин
4	Реле контроля синхронизма
5	Защитное реле отказа автоматического выключателя
6	Дифференциальное реле токовой защиты ЛЭП

Источник: подготовлено Исследовательской группой

### 3) Оборудование, относящееся к реализации ZEB-здания

На крыше нового учебного центра будет размещена фотоэлектрическая установка (порядка 120 кВт), помимо которой в центре будет также установлена аккумуляторная система питания (порядка 200 кВт·ч). В целях повышения производительности и воплощения энергосберегающего пространства в отношении обоих устройств следует использовать принцип хранения со связью по постоянному току, действующий двунаправленный инвертор.

С учетом мощности изделий, которые могут быть охвачены системой хранения со связью по постоянному току, подача питания на нагрузки должна выглядеть следующим образом: допустимая нагрузочная способность системы хранения со связью по постоянному току составляет примерно 100 кВт, поэтому она будет покрывать нагрузку важных потребителей (бесперебойное питание отобранных устройств) нового учебного центра (осветительные приборы, отопительные установки и т.д.), в то время как от распределительного щита, подсоединенного с существующим Учебным центром, будет осуществляться подача питания на нагрузки прочих общих потребителей.



Источник: каталог японского производителя

Рисунок 3-3. Компоновка системы хранения со связью по постоянному току

Компоновка системы должна быть выполнена согласно представленным ниже чертежам эскизного проектирования. Вместе с тем следует провести оснащение приведенными ниже функциями в целях обеспечения экономии и стабилизации электроэнергии на фоне полного задействования аккумуляторного питания и солнечной электроэнергии во время работы в подсоединенном с сетью режиме.

- Режим ограничения пиковой нагрузки
- Режим переключения пиковой нагрузки
- Режим стабилизации электроэнергии
- Аварийный режим
- Режим собственного потребления солнечной электроэнергии

Помимо изложенного, электроэнергию, вырабатываемую фотоэлектрической установкой, следует максимально использовать для собственного (внутреннего) потребления, не возвращая обратно в сеть. На настоящее оборудование возложены ожидания по достижению эффекта «наглядного примера» технологий энергосбережения, в связи с чем планируется внедрение системы мониторинга, позволяющей определять приведенные ниже состояния спроса и предложения электроэнергии посредством отображения данных распределения электроэнергии на цифровых носителях. Система мониторинга должна быть оснащена возможностью вывода через локальную сеть (LAN).

- Фотоэлектрическая установка: мощность на выходе
- Аккумуляторная система питания: выходной разряд и остаточная емкость
- Система преобразования энергии (СПЭ): вход и выход
- Питание нагрузок важных потребителей

- Поступающая электроэнергия

### 3-2-3. Чертежи эскизного проектирования

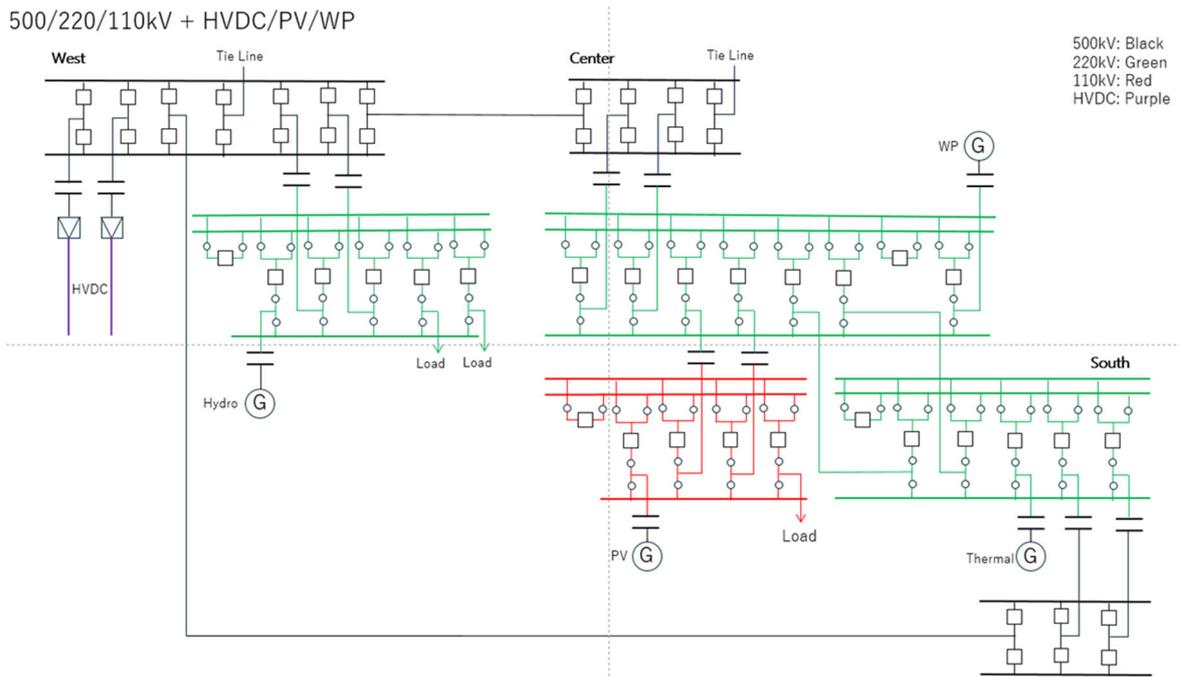
#### (1) Учебный симулятор мониторинга и управления сетью

Сеть, моделируемая учебным симулятором мониторинга и управления сетью, должна включать следующие объекты подстанций и электростанций: распределительные устройства (автоматический выключатель / линейный выключатель), трансформаторы, сборные шины, ЛЭП, фазные компенсаторы, заземляющие устройства, релейная защита, генераторы, возобновляемая энергия, передача электроэнергии постоянного тока (система передачи электроэнергии постоянного тока высокого напряжения: HVDC) и нагрузки.

- Необходимо обеспечить модель ЛЭП в виде трехфазных параллельных двухцепных линий электропередачи.
- Необходимо обеспечить две модели генераторов (выработка тепловой электроэнергии и выработка гидравлической электроэнергии), при этом выходная мощность генератора варьируется в зависимости от скорости ее изменения, которую можно будет настраивать.
- Релейная защита должна иметь настраиваемые параметры уставки на срабатывание, синхронизации времени и т.д. В отношении релейной защиты необходимо обеспечить возможность проверки настроек ее действия, а также рабочих и нерабочих режимов.
- Фазные компенсаторы (SC, ShR, SVC и т.д.) должны иметь функцию отображения изменений напряжения и коэффициента мощности в зависимости от работы.
- В отношении возобновляемой энергии должно быть доступно моделирование пропускной способности со стороны переменного тока генерации фотоэлектрической и ветровой электроэнергии, а также моделирование автоматического разъединения вследствие падения частоты или напряжения.
- В отношении передачи электроэнергии постоянного тока (система передачи электроэнергии постоянного тока высокого напряжения: HVDC) должно быть доступно моделирование пропускной способности со стороны переменного тока с установкой проходной электроэнергии. Необходимо обеспечить возможность работы / останова по каждой линии, а также моделирования отсечки полупроводниковым прерывателем (GB) при падении напряжения.
- В отношении нагрузок должно быть доступно моделирование изменений по временной последовательности с установкой исходного значения.

Помимо изложенного, следует использовать типовые компоновки сборных шин, используемые для подстанций 500 кВ, 220 кВ и 110 кВ в Кыргызстане.

- 500 кВ: компоновка автоматического выключателя 1+1/2.
- 220 кВ: двойная система шин + шина для технического обслуживания.
- 110 кВ: двойная система шин + шина для технического обслуживания.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

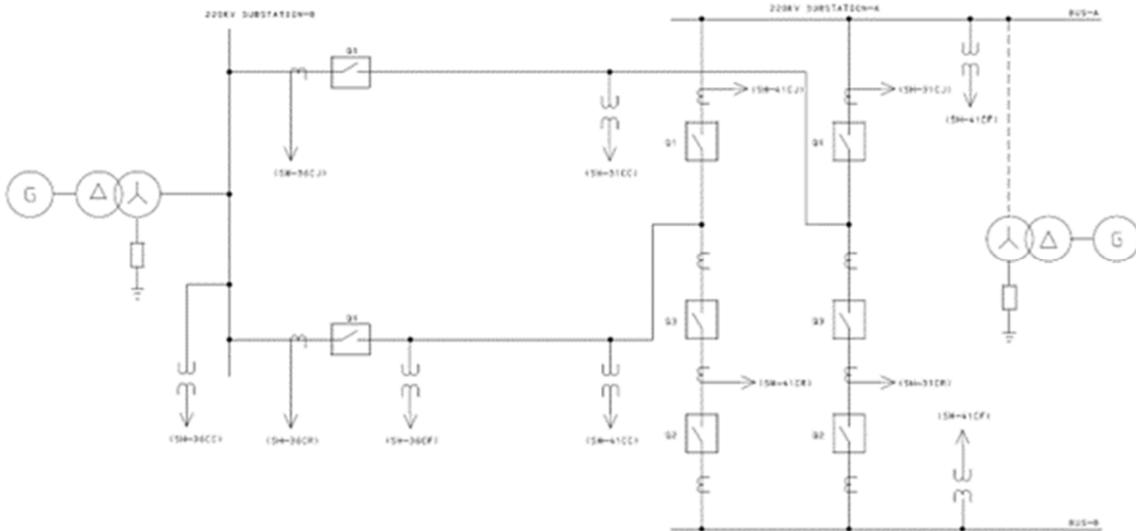
Рисунок 3-4. Моделируемая сеть учебного симулятора мониторинга и управления сетью (предв. вариант)

## (2) Учебный симулятор управления релейной защитой

Необходимо обеспечить моделирование ЛЭП, трансформаторов и сборных шин целевых подстанций. Учебный симулятор управления релейной защитой должен иметь комплексную компоновку и позволять проводить испытания со сменой защит ЛЭП, трансформаторов и сборных шин.

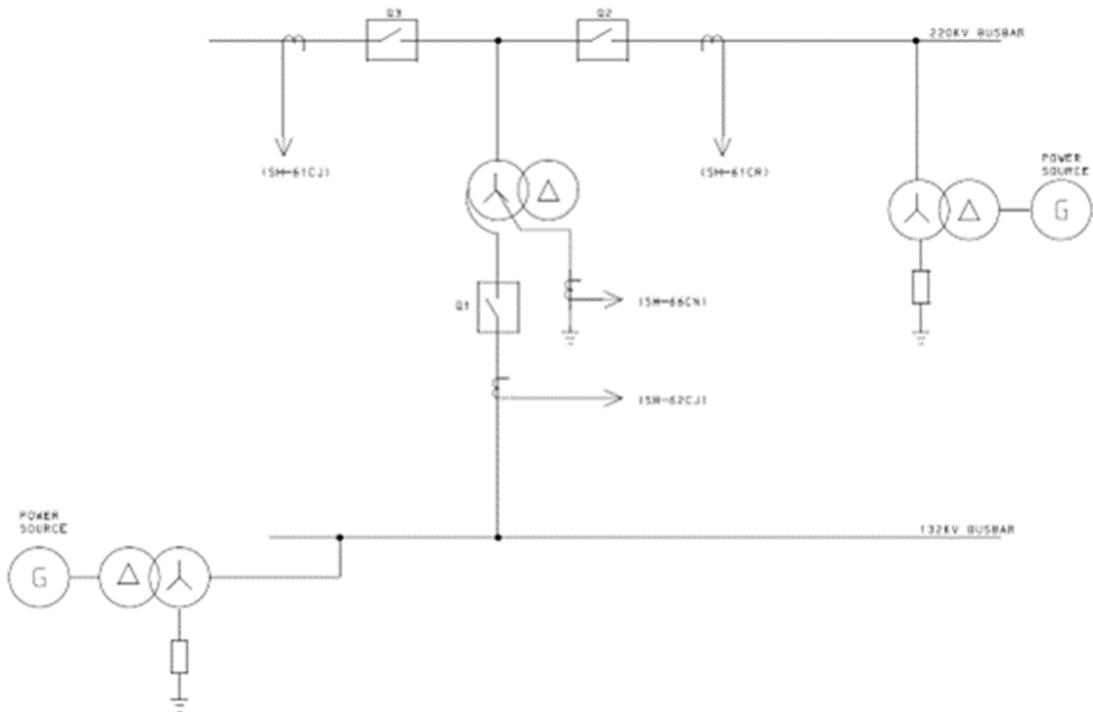
- Необходимо обеспечить возможность моделирования подстанций 500 кВ, 220 кВ и 110 кВ.
- Необходимо обеспечить две модели генераторов.
- Необходимо обеспечить модель ЛЭП в виде трехфазных параллельных двухцепных линий электропередачи и возможность регулировать импеданс (полное сопротивление) ЛЭП в пределах 0,1-200 Ом (другие показатели настраиваются в отдельном порядке).
- Необходимо обеспечить возможность подключения реальных релейных устройств.
- Необходимо обеспечить возможность вывода различных форм волн, включая ток, напряжение, частоту и т.д.
- Необходимо обеспечить возможность печати на принтере общего назначения указанных выше форм волн, отображенных на ПК общего назначения.
- Необходимо обеспечить общее отображение результатов действий релейной защиты на экране управления симулятором.
- Необходимо обеспечить моделирование ошибок фаз сети в виде коротких замыканий и замыканий на землю.

- Необходимо обеспечить моделирование аварий в виде замыканий на землю ЛЭП с возможностью настройки последовательных отказов при регулировании значения сопротивления в точках отказа от 1 до 6 LGS (фазное КЗ/ЗЗ).
- Диапазон анализа должен представлять диапазон возможных действий релейной защиты.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

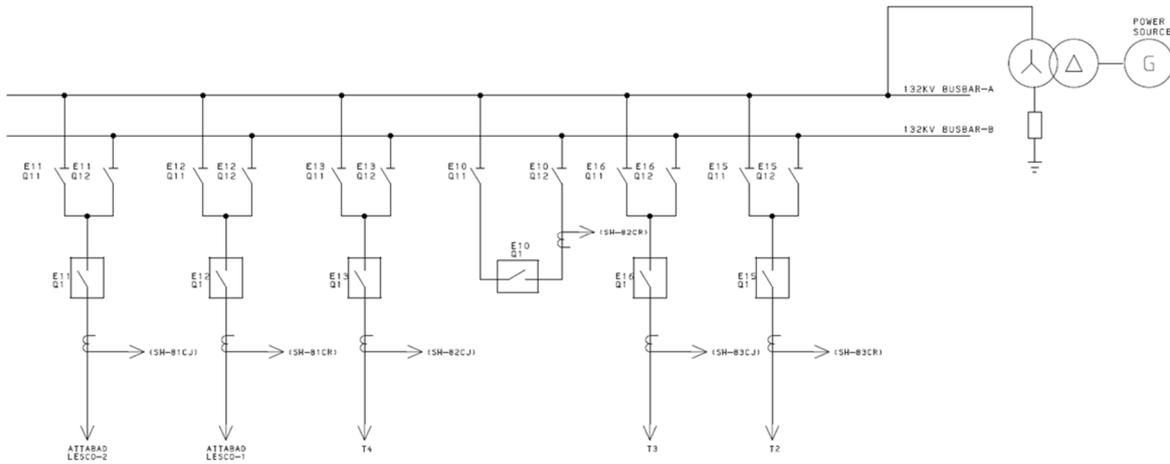
Рисунок 3-5. Моделируемая сеть учебного симулятора управления релейной защитой (однолинейная схема ЛЭП) (предв. вариант)



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 3-6. Моделируемая сеть учебного симулятора управления релейной защитой (однолинейная

схема трансформаторов) (предв. вариант)



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 3-7. Моделируемая сеть учебного симулятора управления релейной защитой (однолинейная схема двойной системы шин) (предв. вариант)

(3) Чертежи здания нового учебного центра

Ниже по тексту представлен перечень чертежей базового проектирования для здания нового учебного центра, реализуемого в рамках Проекта.

Таблица 3-7. Перечень чертежей базового проектирования по Проекту

№	Название чертежа
1	План размещения
2	Компоновочный план
3	Компоновочный план уровня шахт
4	Поперечный разрез
5	Чертеж фасада (вертикальный разрез)
6	Структурная схема системы оборудования, относящегося к реализации ZEB-здания

Источник: подготовлено Исследовательской группой



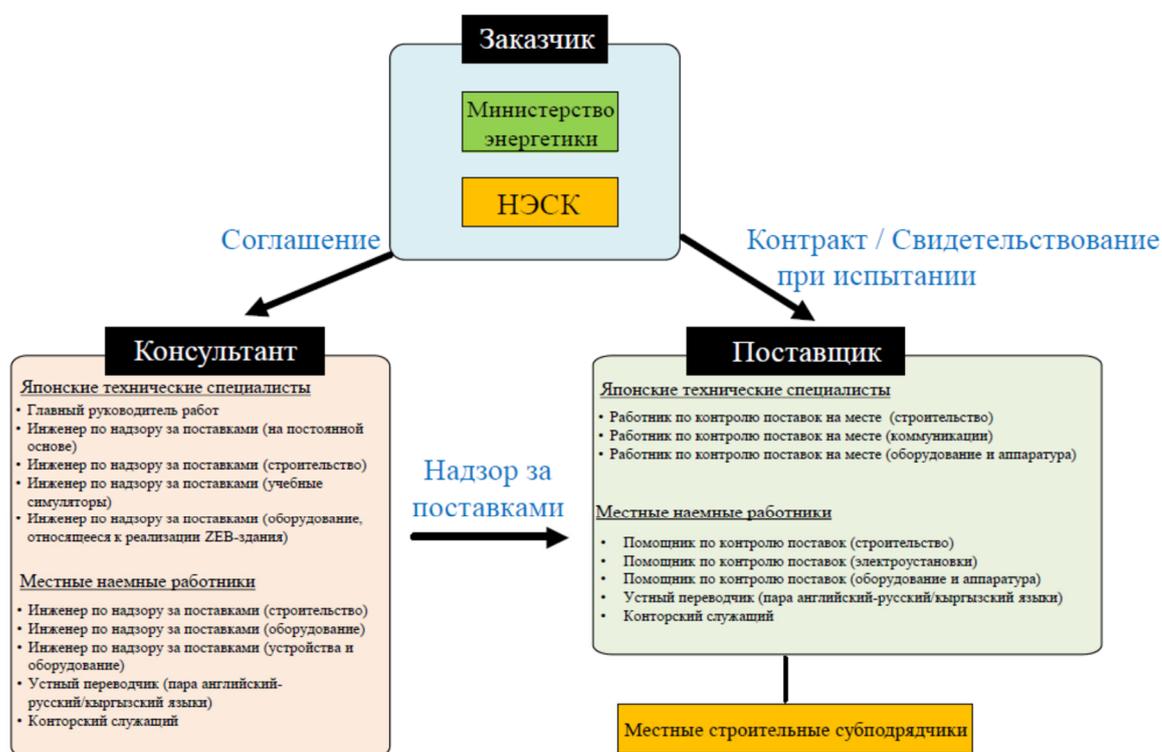
Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 3-8. Перспективное изображение внешнего вида нового учебного центра

### 3-2-4. Планы выполнения строительных работ / поставок

#### 3-2-4-1. Концепция выполнения строительных работ / поставок

Реализация Проекта должна проходить согласно общим принципам грантовой помощи Японии. После утверждения Проекта правительством Японии и межправительственного подписания обменных нот (О/Н) будет подписано грантовое соглашение (Г/С) между ЛСА и кыргызской стороной, а также оформлен договор на банковское обслуживание (Б/О) и выпущено платежное поручение (П/П). По завершении описанных процедур кыргызская сторона должна заключить договор на оказание консультационных услуг, а консультант подготовить тендерную документацию и организовать тендер. Затем японский подрядчик (юридическое лицо), установленный по результатам тендера, должен осуществить поставку и монтаж оборудования. На **Рисунок 3-9** представлена схема взаимосвязей заинтересованных учреждений, имеющих отношение к Проекту.



Источник: подготовлено Исследовательской группой

Рисунок 3-9. Схема взаимосвязей заинтересованных учреждений, имеющих отношение к Проекту

#### (1) Курирующее ведомство и исполнительная организация

Ниже по тексту представлена организационная структура реализации Проекта.

- Государственное ведомство: Министерство энергетики
- Энергетическая (передающая) компания: ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» «НЭСК»

## (2) Консультант

Консультант должен подготовить тендерную документацию, отвечающую требованиям общих принципов реализации проектов грантовой помощи Японии, основываясь при этом на результатах подготовительного исследования по Проекту сотрудничества и обсуждениях с кыргызской стороной. Кроме того, Консультант должен сделать официальное объявление о проведении тендера, провести сессии вопросов и ответов, присутствовать на проведении тендера и выполнить оценку его результатов, оказывать поддержку в переговорах по договору, присутствовать во время подписания договора с подрядчиком и реализовывать прочую деятельность.

Консультант должен провести организационное совещание после заключения договора с подрядчиком, утвердить проектную документацию и сметные расчеты, осуществлять надзор за поставками, включая заводской контроль, и надзор за монтажными работами на месте реализации, а также должен проводить надзор за строительными работами, включая заключительную проверку их исполнения. В период реализации Проекта по мере необходимости консультант должен предоставлять сведения о ходе реализации Проекта в адрес причастных правительственных учреждений Японии.

После завершения монтажных работ консультант должен выдать акт об их окончании, организовать процедуру сдачи-приемки, составить заключительный отчет о выполненной работе и провести спустя один год проверку на наличие дефектов.

## (3) Подрядчик

Согласно общим принципам реализации проектов грантовой помощи Японии, установленный в ходе тендера подрядчик (японское юридическое лицо) должен осуществлять поставки материалов и оборудования, а также монтажные работы по Проекту.

В обязанности подрядчика входит реализация следующих работ относительно целевого поставляемого оборудования в соответствии с техническими спецификациями, подготовленными консультантом: проектирование, изготовление, заводские испытания, упаковка для транспортировки, перевозка до места реализации и монтажные работы. Кроме того, в ходе испытаний на месте подрядчик должен проверить состояние монтажа всего оборудования и объектов, а также их рабочие характеристики после монтажа, после чего осуществить процедуры сдачи-приемки. Вместе с тем подрядчик отвечает за такие операции, как контроль и обеспечение качества, гарантии на оборудование, гарантии на отсутствие дефектов, контроль графика реализации и т.д.

### 3-2-4-2. Моменты, требующие особого внимания при выполнении строительных работ и поставок

#### (1) Моменты, требующие особого внимания при выполнении строительных работ

В Кыргызстане работает множество подрядчиков, выполняющих общие строительные работы, и электромонтажных компаний, поэтому можно на месте обеспечить наличие рабочих, транспортных средств для перевозок, строительного оборудования и пр., а также поручить местным подрядчикам найм

рабочих для инженерно-строительных работ и работ по прокладке электропроводки для щитов управления, выполняемых в рамках Проекта. Тем не менее, настоящий Проект является проектом грантовой помощи Японии, к тому же его содержание требует наладки высокоточного специализированного оборудования в виде симуляторов и исполнения комплексного контроля, поэтому на место реализации необходимо командировать японских технических специалистов для контроля графика реализации, качества и безопасности.

Помимо изложенного, в период обозначенных монтажных работ японские технические специалисты должны провести ОЛТ-обучение (обучение на рабочем месте) для специалистов НЭСК с целью передачи технологий.

В зимний сезон, длящийся с середины ноября до середины марта, в Кыргызстане выпадает много снежных осадков, что делает его малопригодным для реализации работ по устройству фундамента и инженерно-строительных работ, требуемых для возведения учебного центра. В связи с этим необходимо организовать график реализации таким образом, чтобы указанные работы выполнялись в летний сезон.

#### (2) Моменты, требующие особого внимания при выполнении поставок

Необходимо поставить и доставить материалы и оборудование согласованно с планом работ в целях беспрепятственного проведения работ в соответствии с графиком реализации монтажа на месте. Учитывая изложенное, со стороны подрядчика Проекта требуется осуществление последовательного контроля поставок, чтобы обеспечить своевременные сроки поставок, изготовления, транспортировки и ввоза.

Поставляемое в рамках Проекта оборудование предназначено для экспорта, в связи с чем не подлежит обложению японским потребительским налогом, распространяемым на японские внутренние поставки оборудования.

В последнее время на глобальном уровне наблюдается тенденция к увеличению сроков исполнения поставок электрического оборудования, в связи с чем необходимо оперативно осуществлять утверждение производственных чертежей, испытания в присутствии свидетелей, контроль транспортировки и прочую деятельность в целях соблюдения общего графика поставок.

#### 3-2-4-3. Разделение сфер ответственности за поставки и монтажные работы

Разделение сфер ответственности по Проекту между японской и кыргызской стороной представлено в Таблица 3-8. На страну-партнера возлагается ответственность за проведение следующих работ по Проекту: подготовка участка (удаление сооружений, находящихся на территории имеющегося учебного заведения, и выравнивание участка), подача заявок на получение разрешений на строительство (заявки на получение разрешений, включая учет экологических и социальных аспектов, в соответствии с причастными строительными нормами и правилами (СНиП) и стандартами, утвержденными Госстроем), расширение и обновление имеющихся инфраструктурных объектов (электроснабжение, водоснабжение,

канализация и теплоснабжение).

Таблица 3-8. Разделение сфер ответственности по Проекту между японской и кыргызской стороной

№	Сфера ответственности	Япония	Кыргызстан
1.	Подготовка участка (удаление сооружений, находящихся на территории имеющегося учебного заведения, и выравнивание участка)		X
2.	Устройство временной парковки для нужд строительства (в случае необходимости)		X
3.	Установка оборудования электроснабжения, водоснабжения и канализации для нужд строительства, оплата необходимых для этого расходов, а также обеспечение прочего вспомогательного оборудования в случае необходимости		
	1) Электроснабжение		
	a. Прокладка распределительных кабелей и обновление распределительных трансформаторов		X
	b. Прокладка распределительных кабелей от существующего учебного центра до нового учебного центра (источник питания для нужд строительства) (до начала реализации работ)		X
	c. Прокладка распределительных кабелей от существующего учебного центра до нового учебного центра (источник питания после завершения) (до начала реализации работ)		X
	d. Устройство электроснабжения в новом учебном центре	X	
	2) Водоснабжение		
	a. Установка водопроводного оборудования и его подведение до узла подсоединения		X
	b. Протяжение от узла подсоединения до нового учебного центра	X	
	3) Канализация		
	a. Установка канализационного оборудования (бытовая канализация и отвод ливневых вод с участка) и его подведение до узла подсоединения		X
	b. Протяжение от узла подсоединения до нового учебного центра	X	
4.	Строительные работы нового учебного центра		
	1) Инженерно-строительные работы	X	
	2) Электромонтажные работы, включая работы по установке оборудования, относящегося к реализации ZEB-здания	X	
	3) Работы по установке устройств кондиционирования	X	
	4) Работы по подключению системы телефонной связи	X	
	5) Мебель (общая, за исключением мебели для кабинета с симуляционным оборудованием)		X
5.	Поставка оборудования (Япония, третьи страны и Кыргызстан)		
	1) Транспортировка оборудования, таможенные процедуры и операции по налоговым вопросам		
	a. Морская перевозка до порта назначения	X	
	b. Освобождение от налогов и пошлин и прохождение таможенных процедур в порту назначения		X
	c. Внутренняя перевозка от порта назначения до проектной площадки	X	
	2) Освобождение местного оборудования от уплаты НДС		
	Процедуры, необходимые для получения разрешений на ввоз на территорию Кыргызстана		X
	Надлежащая эксплуатация и техническое обслуживание здания и поставляемого оборудования		X
6.	Оплата нижеследующих комиссионных расходов в соответствии с договором на банковское обслуживание (Б/О)		
	1) Комиссия по платежному поручению (ПП)		X
	2) Комиссии за платежные операции		X
7.	Выделение бюджета и соответствующая реализация учета экологических и социальных аспектов, необходимого для реализации Проекта		X
8.	Прохождение процедур, необходимых для получения обязательных разрешений на монтажные работы и на доступ в закрытые зоны		X

Источник: подготовлено Исследовательской группой

#### 3-2-4-4. План надзора за строительными работами / поставками

При формировании структуры реализации надзора за строительными работами / поставками

необходимо уделить особое внимание приведенным ниже моментам.

1. Понимание предпосылок реализации Проекта.
2. Осведомленность о содержании подготовительного исследования по Проекту сотрудничества.
3. Понимание механизмов реализации проектов грантовой помощи.
4. Полноценный учет местных условий выполнения строительных работ.
5. Четкое представление стейкхолдеров (заинтересованных лиц), в т.ч. будущих, которые имеют отношение к Проекту.

В целях беспрепятственной реализации Проекта в качестве главного руководителя работ необходимо назначить специалиста инженерного профиля, имеющего достаточный опыт выполнения аналогичных работ и хорошо понимающего содержание Проекта. Кроме того, необходимо создать эффективную организационную структуру, включающую технических специалистов, которые будут отвечать за тендерную документацию, рассмотрение и утверждение проектной документации, заводской контроль и надзор за строительными работами.

#### (1) План надзора за строительными работами

В целях надежной и безопасной реализации Проекта в установленные сроки консультант должен осуществлять надзор и инструктаж в адрес строительного подрядчика на протяжении всего периода работ, уделяя особое внимание приведенным ниже моментам при осуществлении надзора за обозначенными работами.

#### 1) Контроль графика реализации

1. Проверка хода реализации работ, входящих в сферу ответственности кыргызской стороны, перед началом работ подрядчика.
2. Проверка работ подрядчика и партнерской структуры кыргызской стороны, а также приложение усилий по их двусторонней координации.
3. Проведение по мере необходимости совещаний по корректировке графика реализации, а также контроль графика общей реализации Проекта и его корректировка.

#### 2) Контроль безопасности

1. Проведение разъяснений в адрес исполнительного учреждения касательно содержания реализуемых работ и мер безопасности на строительной площадке, включая аспекты обеспечения безопасности при поездках к месту выполнения работ.
2. Тщательная проверка соблюдения требований безопасности перед началом работ и регулярное патрулирование на предмет соблюдения безопасности.
3. В случае реализации нескольких видов работ в одном месте необходимо обеспечить осведомленность о содержании и графике обоюдных работ для предотвращения несчастных случаев.
4. Работы на высоте и вблизи элементов, находящихся под напряжением, должны выполняться под

наблюдением сотрудников, отвечающих за технику безопасности.

5. Отверстия/проемы и элементы, находящиеся под напряжением, следует отделять с помощью веревочных ограждений во избежание опасных ситуаций.

### 3) Контроль качества

1. В обязанности подрядчика входит предоставление технических спецификаций и чертежей поставляемого оборудования для утверждения, при этом необходимо удостовериться в соответствии технических характеристик и качества с договорной технической спецификацией.
2. Присутствие на заводских испытаниях основного поставляемого оборудования или же незамедлительная проверка результатов испытаний с целью удостоверения в том, что оборудование изготавливается согласно утвержденным чертежам и техническим спецификациям.
3. Проверка результатов выполненных работ в ходе присутствия на испытаниях, проводимых непосредственно на месте реализации.

### (2) План надзора за поставками

В целях беспрепятственной реализации местных работ в соответствии с утвержденным графиком важно, чтобы транспортировка поставляемого в рамках Проекта оборудования осуществлялась без промедлений согласно плану. Подрядчик Проекта должен внимательно относиться к своевременному размещению заказов, поставкам и изготовлению оборудования, а также осуществлять тщательный контроль транспортировки во избежание негативного влияния на ход реализации Проекта из-за длительного проведения таможенных и прочих процедур. По мере необходимости консультант должен проводить инструктаж и контроль в отношении подрядчика, а также проверять надлежащую и беспрепятственную реализацию процедур по освобождению от налогов с кыргызской стороны.

### 3-2-4-5. План контроля качества

Контроль качества оборудования, поставляемого в рамках Проекта, должен осуществляться приведенным ниже образом.

#### (1) Экспертиза чертежей и технических спецификаций

Экспертиза чертежей, технических спецификаций оборудования, расчетов и прочей документации для утверждения, предоставляемой после заключения договора с подрядчиком, должна осуществляться консультантом на основе требований применимых стандартов и договорной технической спецификации. Изготовление оборудования должно быть начато после проверки со стороны консультанта и утверждения со стороны заказчика.

#### (2) Проверка результатов заводского контроля

После изготовления основного оборудования консультант должен провести проверку результатов заводского контроля, осуществляемого перед отгрузкой. Консультант должен убедиться, что

оборудование изготовлено согласно договорной технической спецификации, применимым стандартам и утвержденным чертежам, а также проверить результаты тестов и испытаний рабочих характеристик и функционального состояния с помощью письменных материалов.

(3) Надзор за строительными работами на месте и приемо-сдаточные испытания

На фоне взаимодействия с заинтересованными учреждениями кыргызской стороны консультант должен осуществлять надзор за строительными работами с целью обеспечения надлежащего монтажа поставляемого оборудования в соответствии с договорной технической спецификацией и утвержденными чертежами. Кроме того, после завершения монтажных работ подрядчиком должны быть проведены приемо-сдаточные испытания в присутствии заказчика и консультанта для подтверждения удовлетворительного состояния необходимых рабочих характеристик, установленных технической спецификацией.

3-2-4-6. План поставок материалов и оборудования

(1) План поставок материалов и оборудования

Учебные симуляторы, поставляемые в рамках Проекта, представляют высокоточное оборудование, которое отгружается в качестве изделий после проектирования, изготовления, наладки и тестирования на заводе в Японии с использованием оптимальных приборов, материалов и деталей, получаемых со всего мира. Вместе с тем оборудование для учебного симулятора управления релейной защитой в виде комплекта защитных реле будет поставлено из третьей страны с учетом соответствия стандартам МЭК.

Оборудование, относящееся к реализации ZEB-здания, будет поставлено из Японии, принимая во внимание применение особых технологий японских производителей, включая щит управления двунаправленного инвертора и пр.

В Таблица 3-9 приведены страны-поставщики оборудования, поставляемого в рамках Проекта.

Таблица 3-9. Перечень стран-поставщиков оборудования

№ п/п	№ конф. оборуд-ия	Название оборудования	Страна поставки	Страна произ-ия
I	Учебные симуляторы управления электрической сетью			
1		Учебный симулятор мониторинга и управления сетью	Япония	Япония
2		Учебный симулятор управления релейной защитой	Япония	Япония
3		Дистанционное реле защиты	Вьетнам	Вьетнам
4		Дифференциальное реле защиты трансформатора	Вьетнам	Вьетнам
5		Дифференциальное реле защиты по напряжению шин (высокий импеданс)	Вьетнам	Вьетнам
6		Дифференциальное реле защиты по напряжению шин (низкий импеданс)	Вьетнам	Вьетнам
7		Реле контроля синхронизма	Вьетнам	Вьетнам
8		Защитное реле отказа автоматического выключателя	Вьетнам	Вьетнам
9		Дифференциальное реле токовой защиты ЛЭП	Вьетнам	Вьетнам
II	Объекты генерации электроэнергии в Учебном центре НЭСК			
10		Аккумуляторная система питания		
	10-1	Щит аккумуляторного питания	Япония	Япония
	10-2	Щит управления двунаправленного инвертора (тип со связью по постоянному току)	Япония	Япония
	10-3	Щит трансформатора	Япония	Япония
11		Фотоэлектрическая система (генерации электроэнергии)		
	11-1	Фотоэлектрические модули	Япония	Китай
	11-2	Опорные рамы для установки модулей	Япония	Япония
	11-3	Соединительная коробка	Япония	Япония
12		Распределительное устройство 0,4 кВ	Япония	Япония
13		Система управления энергопотреблением	Япония	Япония
14		Низковольтные силовые кабели, кабели управления и связи	Япония	Япония

Источник: подготовлено Исследовательской группой

(2) План поставок запасных деталей и расходных материалов

Повседневная эксплуатация не предполагает износа и ухудшения качеств, однако необходимо обеспечить запасные детали для ремонта элементов с высокой вероятностью поломки в полном количестве, требуемом на период длительностью три года.

Таблица 3-10. Запасные детали, поставляемые в рамках Проекта

Назначение	Запасные детали	Кол-во
Аккумуляторная система питания	Вытяжной вентилятор	1 к-т
	Контрольный блок питания	1 к-т
	Предохранитель	1 к-т
Оборудование, относящееся к реализации ZEB-здания	Фотоэлектрические модули	22 шт.

Источник: подготовлено Исследовательской группой

### 3-2-4-7. План вводного инструктажа по управлению и обучения эксплуатации

Перед завершением строительных работ необходимо провести вводный инструктаж по управлению поставленным в рамках Проекта оборудованием, а также обучение методам его эксплуатации и технического обслуживания. Указанные инструктаж и обучение должны быть проведены инструкторами изготовителя в формате ОJT-обучения непосредственно на месте реализации и в соответствии с руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию.

В целях беспрепятственной реализации настоящего плана инструктажа со стороны НЭСК необходимо назначить технических специалистов для участия в ОJT-обучении на фоне тесного взаимодействия и обсуждений с японским консультантом и подрядчиком. Специалисты, отобранные НЭСК, впоследствии должны содействовать повышению потенциала НЭСК по эксплуатации и техническому обслуживанию, распространяя на едином уровне освоенные ими технологии среди других сотрудников, не участвовавших в обучении.

### 3-2-4-8. План учебно-организационного компонента

#### (1) Учебные симуляторы

##### 1) Предпосылки

Настоящий Проект нацелен на внесение вклада в продвижение энергосбережения и стабилизации работы электроэнергетических сетей в Кыргызстане на фоне стремления к повышению осведомленности об энергосбережении и усилению обучающего потенциала, направленного на специалистов по эксплуатации и техническому обслуживанию. Для достижения представленных задач предусмотрено устройство учебного корпуса с высокими энергосберегающими характеристиками и внедрение учебных симуляторов в Учебном центре НЭСК. В качестве одного из пунктов приоритетной сферы «Страновой программы помощи Кыргызской Республике» (апрель 2022 г.) выделена «Диверсификация промышленных производств и создание рабочих мест», в рамках которой установлено «оказание поддержки улучшению окружающей среды для развития отраслей, включая развитие человеческих ресурсов и инфраструктуру», поэтому Проект имеет высокую приоритетность в контексте содействия развитию обозначенной страны. Учитывая изложенное, необходимо (1) продвигать беспрепятственный запуск Проекта и (2) оказывать содействие посредством учебно-организационного компонента, направленного на обеспечение устойчивости результатов Проекта после его завершения.

##### 2) Цели

Ниже по тексту перечислены положения, которые должны быть достигнуты на момент истечения установленного срока после реализации Проекта (примерно через один год).

- (а) Повышение навыков эксплуатации сетей за счет беспрепятственной эксплуатации учебных симуляторов и практического обучения специалистов по эксплуатации сетей (операторы диспетчерских служб и подстанций, специалисты по релейной защите) с помощью

обозначенных симуляторов. Помимо этого, формирование способов, позволяющих проводить объективную оценку уровня повышения навыков.

- (b) Создание программы обучения с использованием учебных симуляторов, а также реализация эффективного и результативного обучения, отвечающего уровню навыков и количеству участников обучения разных сфер.
- (c) Создание системы обучения для развития навыков общей эксплуатации сетей.

### 3) График и способы реализации

В целях достижения приведенных ниже результатов необходимо реализовать учебно-организационный компонент для сотрудников НЭСК.

- (a) Проведение закрепительного обучения с учетом пожеланий кыргызской стороны в целях беспрепятственной эксплуатации учебных симуляторов после завершения вводного инструктажа по управлению и обучения эксплуатации. Помимо этого, формирование способов оценки навыков, позволяющих проводить объективную оценку уровня повышения навыков эксплуатации сетей.
- (b) Подготовка руководства для поддержки формирования нижеследующих программ практического обучения с использованием учебных симуляторов.
  - Программа обучения, позволяющая усилить практический характер обучения операторов диспетчерских служб и подстанций в отношении связи и управления в штатном и аварийном режимах с помощью применения учебного симулятора мониторинга и управления сетью.
  - Программа практического обучения специалистов релейной защиты в отношении регулировки защиты и рассмотрения уставок, а также углубления понимания поведения и аварийных явлений электрических сетей с помощью учебного симулятора управления релейной защитой, позволяющего моделировать реальную сеть.
  - Эффективная и оптимально реализуемая программа обучения, предусматривающая набор специалистов с одинаковым уровнем навыков с целью увеличения числа участников обучения без ущерба деятельности по эксплуатации сетей.
- (c) Предварительная концепция и потребность в развитии навыков по общей эксплуатации сетей должны быть установлены с помощью приведенных ниже элементов.
  - Определение задач, относящихся к развитию навыков общей эксплуатации электрических сетей с учетом их дальнейшего изменения, и способов их решения.
  - Концепция развития навыков, касающаяся внедрения системы аттестации знаний и установления стандартного уровня навыков, к которым следует стремиться специалистам по эксплуатации сетей.

#### 4) Организационная структура реализации

Настоящий Проект является первым с точки зрения внедрения учебных симуляторов мониторинга и управления сетью / управления релейной защитой в Кыргызстане, поэтому на территории страны затруднителен поиск местных ресурсов, способных провести обозначенный учебно-организационный компонент. В связи с этим для реализации учебно-организационного компонента необходимо нанять японского консультанта, для поддержки которого следует также временно нанять местного консультанта.

#### (2) Оборудование, относящееся к реализации ZEB-здания

##### 1) Предпосылки

В целях продвижения внедрения возобновляемой энергии в 2008 г. в Кыргызстане был принят закон «О возобновляемых источниках энергии». Укрепление тенденций последнего времени по расширению внедрения солнечной и ветровой электроэнергии инициировало начало разработок законов в отношении подсоединения к электрическим сетям.

Помимо изложенного, в Кыргызстане на протяжении уже более 20 лет реализуются комплексные политические меры по энергосбережению, между тем правительство также прикладывает усилия по принятию новых законов в сфере энергосбережения. К примеру, в сфере строительства (новых зданий) утверждено применение минимальных стандартов энергоэффективности (МСЭЭ). Кроме того, являясь государством-членом Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Кыргызстан ведет разработки, направленные на повышение энергоэффективности бытовой техники и пр.

Тем не менее, на сегодняшний момент в стране отсутствуют примеры внедрения объектов производства возобновляемой энергии для воплощения ZEB-зданий. В связи с этим следует стремиться к тому, чтобы новый корпус Учебного центра НЭСК, которым пользуются специалисты-электрики со всего Кыргызстана, проявил эффект «наглядного примера» реализации NZEB-здания за счет повышения энергоэффективности здания и применения переменной возобновляемой энергии (ПВЭ). В дополнение к этому необходимо приложить усилия по расширению использования возобновляемой энергии и распространению соответствующих мер. Подобный пример создания общественного NZEB-здания станет первым для Кыргызстана, если в рамках Проекта будет успешно реализовано внедрение системы, включающей фотоэлектрическую установку, систему преобразования энергии (СПЭ) и аккумуляторную систему питания, (далее по тексту – «фотоэлектрическая система»), а также применение в здании переменной возобновляемой энергии.

С учетом изложенной ситуации в Кыргызстане еще не накоплены опыт и знания по беспрепятственной эксплуатации фотоэлектрической системы для NZEB-здания, поэтому необходимо (1) продвигать беспрепятственный запуск Проекта и (2) оказывать содействие посредством учебно-организационного компонента, направленного на обеспечение устойчивости результатов Проекта после его завершения.

## 2) Цели

Ниже по тексту перечислены положения, которые должны быть достигнуты на момент истечения установленного срока после реализации Проекта (примерно через один год).

- (a) Возможность надлежащего и оперативного проведения совещаний по вопросам подсоединений за счет повышения понимания соответствующих технических условий, требуемых для подключения к сети фотоэлектрической системы, со стороны отделов НЭСК, ответственных за заявки по подключению к сетям распределенной электрогенерации.
- (b) Четкое определение степени вклада, внесенного фотоэлектрической системой в реализацию NZEB-здания нового учебного корпуса, посредством регистрации и анализа данных об электрических нагрузках, фотоэлектрической генерации и накоплении электроэнергии. Помимо этого, отражение таких данных в дальнейших планах внедрения фотоэлектрических систем и реализации ZEB-зданий с целью повышения эффективности эксплуатации одноименной системы.
- (c) Реализация информационно-просветительской деятельности по продвижению NZEB-зданий, включая общественные здания Кыргызстана, за счет представления реализованной в рамках Проекта фотоэлектрической системы и NZEB-здания в качестве наглядного примера.

## 3) График и способы реализации

В целях достижения приведенных ниже результатов необходимо реализовать учебно-организационный компонент для сотрудников НЭСК.

- (a) Повышение понимания аспектов подключения к сетям распределенной электрогенерации за счет организации обучения, нацеленного на ответственные отделы НЭСК и касающегося условий, требуемых для подсоединения сети. Это необходимо для беспрепятственного проведения соответствующих совещаний во время поступления заявок на подключение к сети фотоэлектрической системы.
- (b) Регистрация и анализ данных по эксплуатации фотоэлектрической системы, а также периодическое донесение о них в виде отчета об энергосбережении вместе с данными об электрических нагрузках, метеорологическими данными и т.д. Четкое определение отдела, ответственного за обозначенную деятельность, а также правил отчетности. Повышение эффективности управления фотоэлектрической системой на основе данных по эксплуатации.
- (c) В качестве элемента информационно-просветительской деятельности необходимо создать структуру по проведению показательных осмотров на месте и работе с разъяснительными материалами, касающимися фотоэлектрической системы и NZEB-здания, которая позволит углубить понимание указанной системы и здания со стороны ответственных отделов НЭСК и представителей заинтересованных ведомств, отвечающих за формирование политики в

сфере энергосбережения.

(d) Информационно-просветительская деятельность

Участие представителей заинтересованных ведомств, отвечающих за формирование политики, и прочих лиц в показательных осмотрах объекта позволит полноценно распространить среди них знания и информацию о фотоэлектрической системе для продвижения реализации NZEB-зданий, включая общественные здания. Помимо осмотра учебного центра НЭСК, где будет установлена фотоэлектрическая система, следует проводить осмотры непосредственно самой фотоэлектрической системы для НЭСК в целом, а также для широких масс и местных жителей при наличии таких запросов.

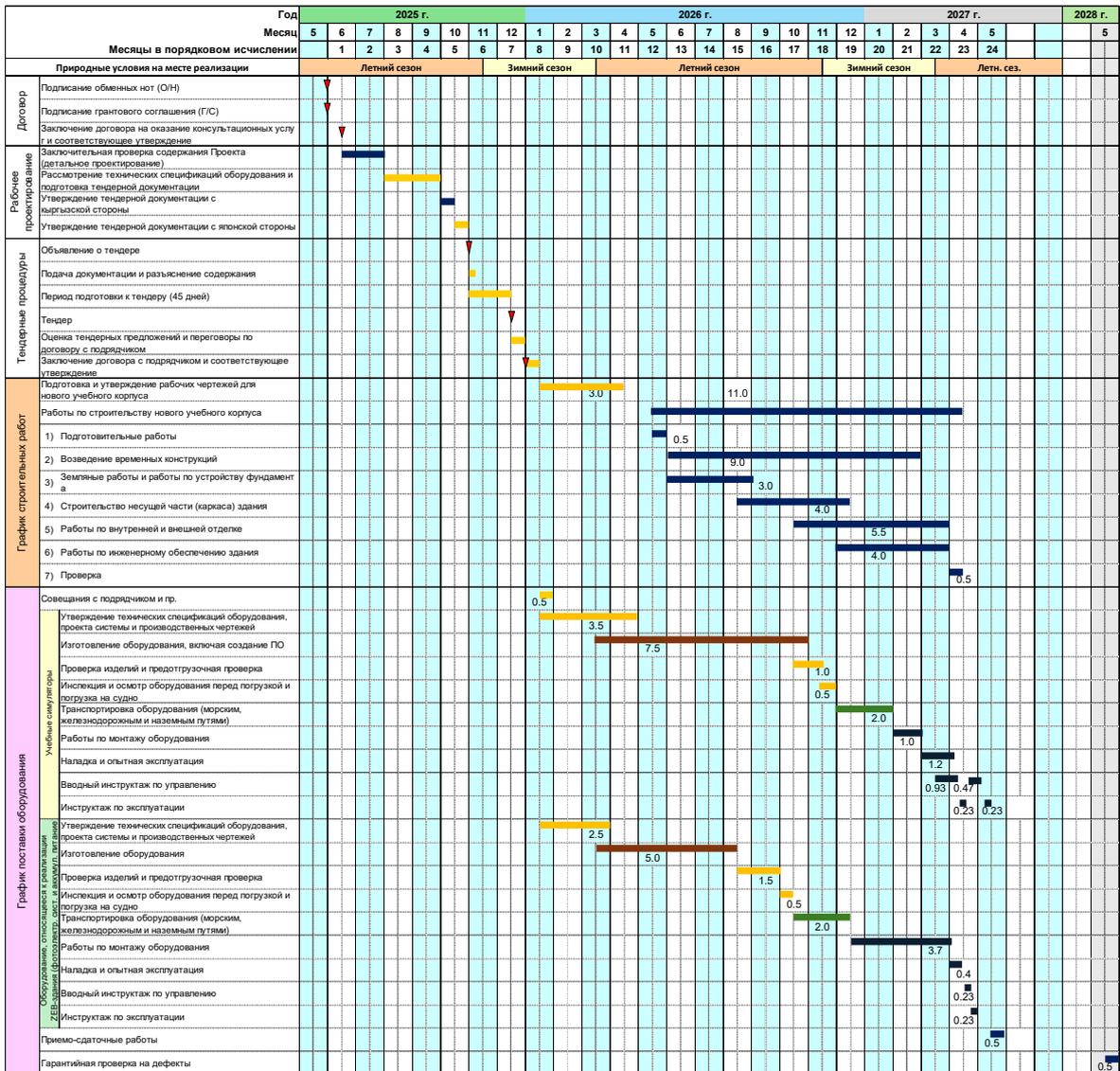
4) Организационная структура реализации

Настоящий Проект является первым с точки зрения внедрения фотоэлектрической системы для продвижения реализации NZEB-зданий, включая общественные здания, в Кыргызстане, поэтому на территории страны затруднителен поиск местных ресурсов, способных провести обозначенный планом учебно-организационный компонент. В связи с этим для реализации учебно-организационного компонента необходимо нанять японского консультанта, для поддержки которого следует также временно нанять местного консультанта.

3-2-4-9. График реализации

При разработке графика реализации, приведенного в Таблица 3-11, были рассмотрены приведенные ниже факторы.

Таблица 3-11. График реализации Проекта



Источник: подготовлено Исследовательской группой

## **Глава 4. Работы, входящие в сферу ответственности кыргызской стороны**

### **(1) Общие положения**

- Предоставление информации и данных, необходимых для реализации Проекта.
- Обеспечение оперативной разгрузки, прохождения таможенных процедур и беспошлинного ввоза в Кыргызстан материалов и оборудования, необходимых для реализации Проекта.
- Освобождение от налогов и создание благоприятных условий в отношении командированных японских специалистов, а также материалов и оборудования, необходимых для реализации Проекта.
- Освобождение от налога на предпринимательскую деятельность и прочих налогов совместно с реализацией соответствующих процедур в отношении японских юридических и физических лиц, а также поставок материалов и оборудования, необходимых для реализации Проекта.
- Оплата сборов за превышение допустимого веса при транспортировке на территории Кыргызстана материалов и оборудования, необходимых для реализации Проекта.
- Оплата регистрационных взносов, взимаемых при регистрации консультантов и строительных подрядчиков, занятых в реализации Проекта.
- Оплата расходов на открытие банковского счета и комиссий за платежные операции в японском банке, уполномоченном на проведение валютных операций.
- Оплата всех расходов, необходимых для реализации Проекта, но не входящих в объем японской грантовой помощи.
- Назначение профессионального инженера для передачи технологий эксплуатации и технического обслуживания, предусматриваемых Проектом, а также присутствие на проверках реализации работ в период проведения строительных работ и контроле качества материалов и оборудования.
- Надлежащее обращение и техническое обслуживание здания и оборудования, построенных и поставленных в рамках японской грантовой помощи.

### **(2) Подготовительные работы**

- Подготовка участка (удаление сооружений, находящихся на территории имеющегося учебного заведения, и выравнивание участка).
- Получение разрешений на строительство (заявки на получение разрешений, включая учет экологических и социальных аспектов, в соответствии с причастными строительными нормами и правилами (СНиП) и стандартами, утвержденными Госстроем).
- Расширение и обновление имеющихся инфраструктурных объектов (электроснабжение, водоснабжение, канализация и теплоснабжение).

### **(3) Работы, входящие в сферу ответственности кыргызской стороны**

- Увеличение числа и обновление имеющихся приемных (понижающих) трансформаторов.

## Глава 5. План эксплуатации и технического обслуживания в рамках Проекта

### 5-1. Учебные симуляторы

#### 5-1-1. Базовая концепция

Помимо непосредственного предоставления симуляторов, важно добиться их эффективного и умелого использования, для чего необходимо создать учебный план и организовать обучение, направленные на повышение навыков операторов и инструкторов. В частности, важно оснастить симулятор имитационной моделью сети, воспроизводящей характерные особенности реально контролируемой и управляемой сети, чтобы создавать потенциально возможные явления и проводить обучение, позволяющее участникам принимать меры в отношении таких явлений. В связи с этим необходимо повысить возможности создания сценариев и функций редактирования симуляторов, чтобы профессиональные инструкторы (старшие инструкторы) могли по мере необходимости частично изменять структуру сети, уставки точек отказа, характеристики энергоспроса за определенное время и т.д.

Для операторов диспетчерского центра предусмотрены, главным образом, тренинги и обучение в составе дежурных бригад, помимо которых планируется проведение индивидуальных тренингов и обучения в соответствии с имеющимся уровнем. Для операторов подстанций необходимо обеспечить эффективное проведение тренингов и обучения путем набора сотрудников с приблизительно одинаковым техническим уровнем, поскольку бригады состоят из одного человека, а общее количество многочисленных целевых участников насчитывает порядка 800 человек. Для специалистов релейной защиты необходимо обеспечить эффективное проведение тренингов и обучения, преобразовав их в занятия с использованием симулятора и сформировав в соответствии с техническим уровнем отдельных специалистов.

#### 5-1-2. Пункты плановой проверки

##### (1) Учебный симулятор мониторинга и управления сетью

- (а) Основное оборудование: DTS\_Server (сервер времени), ПК цифрового регистратора, ПК, ИБП и т.д.

Ежедневная плановая проверка: проверка отображения LED-индикаторов работоспособности.

- (б) Периферийное оборудование: принтер, монитор, матричный коммутатор, камера, устройство внутренней связи и т.д.

Проведение проверки в соответствии с руководством пользователя соответствующих изделий.

(2) Учебный симулятор управления релейной защитой

(a) Основное оборудование: комплекс цифрового моделирования в режиме реального времени, усилитель, интерфейсная панель, ИБП, сервер управления, ПК и т.д.

Ежедневная плановая проверка: проверка отображения LED-индикаторов работоспособности.

(b) Периферийное оборудование: принтер, монитор с большим экраном и т.д.

Проведение проверки в соответствии с руководством пользователя соответствующих изделий.

## 5.2. Здание с нулевым потреблением энергии (ZEB)

Строительство нового учебного корпуса, соответствующего концепции ZEB-здания (или ZEB Ready или Nearly ZEB), и его использование в качестве учебного учреждения по регулированию стороны спроса для инженеров, работа которых связана с передачей и распределением электроэнергии, требуют подготовки технических специалистов (старших инструкторов) по управлению энергопотреблением, фотоэлектрической генерации малого и среднего масштаба и т.д. В связи с этим необходимо осуществить отбор приведенных соответствующих кандидатов и подготовить учебные планы в рамках проекта технического сотрудничества и учебно-организационного компонента.

Далее приведен предполагаемый учебный план, продуманный с учетом цели по повышению потенциала сотрудников исполнительного учреждения кыргызской стороны (НЭСК).

(a) Обучение, направленное на освоение навыков эксплуатации, мониторинга и управления фотоэлектрической системой, с помощью системы преобразования энергии (СПЭ) и системы управления энергопотреблением (СУЭ), которые относятся к фотоэлектрической системе (фотоэлектрическая установка, система преобразования энергии (СПЭ) и аккумуляторная система питания), установка которой планируется в целях воплощения концепции ZEB-здания в новом учебном корпусе.

(b) Обучение, содержащее по большей части лекционные занятия, направленные на освоение политических и технических подходов продвижения концепции ZEB-зданий, включая нежилые здания, многоквартирные жилые дома и т.д., на фоне учета политики Кыргызстана в сфере возобновляемой энергии и энергосбережения.

### 5-2-1. Пункты плановой проверки

Таблица 5-1. Пункты плановой проверки оборудования, относящегося к реализации ZEB-здания  
(предв. вариант)

Целевое оборудование и устройства	Пункты плановой проверки (проверка путем обхода / осмотра и измерение)
Панели солнечных батарей	• Наличие повреждений, загрязнений и выцветания модулей солнечных батарей.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Состояние соединения, повреждения, разрывы и ослабление натяжения внешней проводки и заземляющего провода.</li> <li>• Измерение сопротивления изоляции.</li> </ul>
Опорные рамы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждения, деформация, коррозия и ослабление натяжения основной конструкции.</li> <li>• Повреждения, отхождение, разрывы и ослабление натяжения заземляющего провода.</li> </ul>
Соединительная коробка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждения, загрязнения, выцветание, перегрев, посторонние шумы и запахи, коррозия.</li> <li>• Состояние соединения, повреждения, разрывы и ослабление натяжения внешней проводки и заземляющего провода.</li> <li>• Среда установки (температура, влажность и т.д.).</li> <li>• Измерение сопротивления изоляции.</li> <li>• Измерение холостого напряжения.</li> </ul>
Система преобразования энергии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждения, загрязнения, выцветание, перегрев, проверка вентиляции, посторонние шумы и запахи, коррозия.</li> <li>• Состояние соединения, повреждения, разрывы и ослабление натяжения внешней проводки и заземляющего провода.</li> <li>• Проверка рабочего состояния элемента управления отображением (отображение данных и пр.).</li> <li>• Среда установки (температура, влажность и т.д.).</li> <li>• Состояние воздушного фильтра основного блока.</li> <li>• Измерение сопротивления изоляции.</li> <li>• Проверка рабочего состояния аварийного отключения и повторного запуска.</li> </ul>
Релейная защита	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждения, уставки и проверка отображения рабочего состояния.</li> <li>• Состояние соединения, повреждения, разрывы и ослабление натяжения внешней проводки и заземляющего провода.</li> <li>• Испытание рабочих характеристик релейной защиты.</li> </ul>
Аккумуляторная система питания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждения, загрязнения, выцветание, перегрев, состояние работы индикаторных ламп, посторонние шумы и запахи, коррозия.</li> <li>• Загрязнения впускного и выпускного отверстий вентилятора.</li> <li>• Состояние соединения, повреждения, разрывы и ослабление натяжения внешней проводки и заземляющего провода.</li> <li>• Среда установки (температура, влажность и т.д.).</li> <li>• Состояние воздушного фильтра.</li> <li>• Измерение сопротивления изоляции.</li> </ul>
Электропроводка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждения, выпадение, загрязнения и коррозионное разрушение опор и пр.</li> <li>• Наличие повреждений, коррозии и провисания воздушных линий электропередачи.</li> <li>• Повреждения, коррозия и ослабление натяжения кабелей, электропроводки и концевой заделки.</li> <li>• Отдаленность от других конструкций.</li> <li>• Повреждения и коррозия труб прокладки кабелей и протяжных коробок.</li> <li>• Наличие неисправностей воздушных линий электропередачи, столбов, ответвлений и т.д.</li> <li>• Измерение сопротивления изоляции.</li> </ul>

Источник: подготовлено Исследовательской группой

## Глава 6. Оценка Проекта

### 6-1. Целесообразность

Целесообразность реализации Проекта в качестве японской грантовой помощи можно оценить на высоком уровне с точки зрения представленных ниже моментов.

- Реализация Проекта поможет внести вклад в достижение целей 7 (недорогостоящая и чистая энергия) и 13 (борьба с изменением климата) в области устойчивого развития (ЦУР), продвигая меры по борьбе с изменением климата за счет активизации энергосбережения и интеграции возобновляемой энергии на фоне согласованности с политикой и принципами развития Правительства Кыргызстана, а также руководящими принципами и анализом японского сотрудничества.
- Согласно совместному заявлению по итогам 9-го Совещания министров иностранных дел в рамках Диалога «Центральная Азия + Япония» от декабря 2022 г., Япония установила реализацию сотрудничества в соответствии с новыми моделями развития, делающими упор на «вклад в человеческие ресурсы» и «качество развития», в целях достижения свободного, открытого и устойчивого развития Центральной Азии. Проект отвечает установке «вклада в человеческие ресурсы», поскольку нацелен на возвращение человеческих ресурсов, вовлеченных в эксплуатацию объектов передачи и преобразования электроэнергии.
- 6 июля 2023 г. между Японией и Кыргызстаном был подписан Меморандум о сотрудничестве по совместному механизму кредитования (JCM: Joint Crediting Mechanism). Таким образом, Кыргызстан нацелен на дальнейшее укрепление двустороннего сотрудничества в сфере окружающей среды и энергетики между двумя странами посредством JCM. Проект косвенно удовлетворяет принцип сотрудничества в сфере декарбонизации с применением совместного механизма кредитования.

### 6-2. Эффективность

#### 6-2-1. Количественный эффект

Таблица 6-1. Предварительные показатели количественного эффекта Проекта укрепления потенциала Учебного центра по освоению технологий объектов передачи и распределения электроэнергии в Кыргызской Республике

Название показателя	Базовые показатели (фактические значения за 2022 г.)	Целевые показатели (2030 г.) (через 3 года после реализации Проекта)
Годовое количество прерываний электроснабжения (случаев / год), вызванных человеческими ошибками в	18	11

Название показателя	Базовые показатели (фактические значения за 2022 г.)	Целевые показатели (2030 г.) (через 3 года после реализации Проекта)
электроэнергетической системе (распределительные подстанции 110/35 кВ и выше).		
Количество учебных курсов, реализуемых в учебном центре с помощью симуляторов (курсы)	0	4
Количество учебных курсов, проведенных в учебном центре с помощью симуляторов (раз/год)	0	22
Количество участников учебных курсов, проведенных в учебном центре с помощью симуляторов (человек/год)	0	Не менее 300
Количество учебных курсов по технике подключения к электрическим сетям, проведенных в учебном центре с помощью учебных объектов фотоэлектрической генерации (раз/год)	0	Не менее 30

Источник: подготовлено Исследовательской группой

#### 6-2-2. Качественный эффект

Ниже по тексту представлен качественный эффект от реализации Проекта.

- Повышение навыков персонала НЭСК по техническому обслуживанию.
- Углубление осведомленности персонала НЭСК в отношении энергосбережения и возобновляемой энергии.
- Продвижение интеграции возобновляемой энергии.