

Jambyl Wind Farm

Environmental & Social Impact Study | Technical Summary

Revision 05
11-11-2025

1. Введение

Компания Abu Dhabi Future Energy Company PJSC – Masdar («Masdar») и её партнёры реализуют проект, включающий строительство ветровой электростанции мощностью 1000 МВт («ВЭС»), 425 км воздушных линий электропередачи («ВЛ») и аккумуляторной системы хранения энергии мощностью 300 МВт/600 МВт·ч («BESS»), расположенных в Жамбылской области Казахстана (в совокупности именуемые как «Жамбылская ВЭС» или «Проект»).

Для реализации Проекта в Казахстане была зарегистрирована компания TOO Qazaq Wind Power LLP («Проектная компания»), которая будет заниматься проектированием, строительством, финансированием, пуско-наладкой, эксплуатацией и техническим обслуживанием объекта. В ноябре 2023 года правительства Республики Казахстан («РК») и Объединённых Арабских Эмиратов («ОАЭ») подписали межправительственное соглашение («МПС») о реализации Проекта. В настоящее время МПС находится на стадии ратификации. В ноябре 2024 года Проектная компания и Министерство энергетики («МЭ») подписали Инвестиционное соглашение («ИС») и Соглашение о покупке электроэнергии («РРА») по данному Проекту.

Проектная компания также заключит контракт на проектирование, закупку и строительство («ЕРС контракт») для общей реализации проекта. Также будет подписано долгосрочное сервисное соглашение для эксплуатации электростанции сроком на 25 лет. После завершения эксплуатационного срока Проектная компания разработает и реализует план по выводу объекта из эксплуатации и рекультивации территории по запросу Правительства РК.

Целью настоящего документа является предоставление общего обзора текущего проектного решения, подготовленного Masdar для Жамбылской ВЭС. Детали проекта, представленные в данном документе не являются окончательными, однако они не будут существенно отличаться от финального проекта. Мы надеемся, что данный документ наглядно и подробно отразит замысел проекта и будет признан удовлетворительным всеми заинтересованными сторонами, ознакомившимися с ним.

2. Описание Проекта

2.1. Общая информация о Проекте и местоположение

Принцип работы ВЭС заключается в преобразовании возобновляемой чистой энергии - энергии ветра в механическую энергию, а затем в электрическую. Технология выработки электроэнергии на ветряных электростанциях основана на следующих процессах: вращение лопастей с помощью ветра; когда лопасти вращаются, генератор преобразует их движение в электричество, которое передается в национальную сеть. Отдельная группа литий-ионных батарей используется для зарядки и разрядки электрической энергии непосредственно с национальной сетью.

Проект расположен в Жамбылской области на юге Казахстана (см.Рисунок 1 ниже). Проект включает следующие ключевые компоненты:

ветроэнергетический проект (ВЭС) установленной мощностью 1 ГВт на территории примерно 1000 га, в состав которого входят:

- 140 ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью 8 - 11 МВт каждая (окончательное количество и установленная мощность будут уточнены после завершения площадочных исследований и измерительных кампаний);
- система накопления энергии на батареях (BESS) с мощностью 300 МВт и ёмкостью 600 МВт·ч; и
- проектная подстанция.

Рисунок 1: Составляющие проекта и Местоположение



2.1.1. Территория ВЭС

Проект ВЭС расположен в Сарысусском районе Жамбылской области, на юге Казахстана, примерно в 120 км к северо-западу от города Жамбыл и в 13,5 км к югу от города Жанатас.

Параметр	Значение
Широта (точка доступа)	43°24'12.98"N
Долгота (точка доступа)	69°49'12.01"E

Ветроэнергетический проект расположен на приподнятом плато в пределах низкогорных предгорий Каратау, характеризующихся слабо волнистым рельефом с локальными гребнями и неглубокими понижениями. Ландшафт преимущественно представлен

открытой степью, состоящей из полусухих луговых сообществ и разреженного кустарникового покрова, при этом растительность в значительной степени сформирована под воздействием длительного выпаса скота. Землепользование в основном носит пастбищный характер, с обширными участками общественных пастбищ и отдельными зонами сельскохозяйственной деятельности в пониженных участках рельефа. Открытость плато обеспечивает широкую видимость и воздействие преобладающих ветров, а отсутствие значительного древесного покрова или застроенной инфраструктуры подчёркивает в целом естественный и сельский характер территории.

Вблизи предполагаемой площадки ВЭС расположено несколько населённых пунктов и два города (Жанатас, Каратау), которые приведены в Таблице (Таблица 1) и показаны ниже.

Таблица 1: Населённые пункты рядом с ВЭС

Населённый пункт	Дистанция от тер-рии ВЭС, км
Актогай	9.2
Ушбас	1.5
Караой	14.8
Туркестан	7.8
Ужакбай Сыздыкбаев (Жанаарык)	8.1
Каратас	11.4
Арыстанды	12
Жанатас (город)	24
Каратау (город)	45.4

Ближайшим населённым пунктом к территории ВЭС является село Ушбас, расположенное в 1,5 км от северо-западной границы площадки. Ближайший город — Жанатас, расположенный примерно в 13,5 км к северу от границы площадки ВЭС.

Вблизи северной границы площадки ВЭС расположен крупный фосфатный карьер открытого типа, эксплуатируемый компанией EuroChem; разработка месторождения была начата в 2014 году.

2.2. Основные компоненты Проекта

Проектная компания (ПК) назначит ЕРС-подрядчика (подрядчик по проектированию, закупке и строительству) для выполнения детального проектирования Проекта на основе спецификаций и требований, которые будут определены в ЕРС-контракте, и при условии рассмотрения и утверждения со стороны ПК. Приведённое ниже описание основано на

имеющейся в настоящее время проектной информации и общих требованиях, типичных для проектов данного типа, с учётом предыдущего опыта.

2.2.1. Ключевые компоненты

Проект включает следующие элементы:

- ветроэнергетические установки (ВЭУ);
- систему накопления энергии на батареях (BESS);
- проектную подстанцию;
- внутренние дороги;
- подземные кабели.

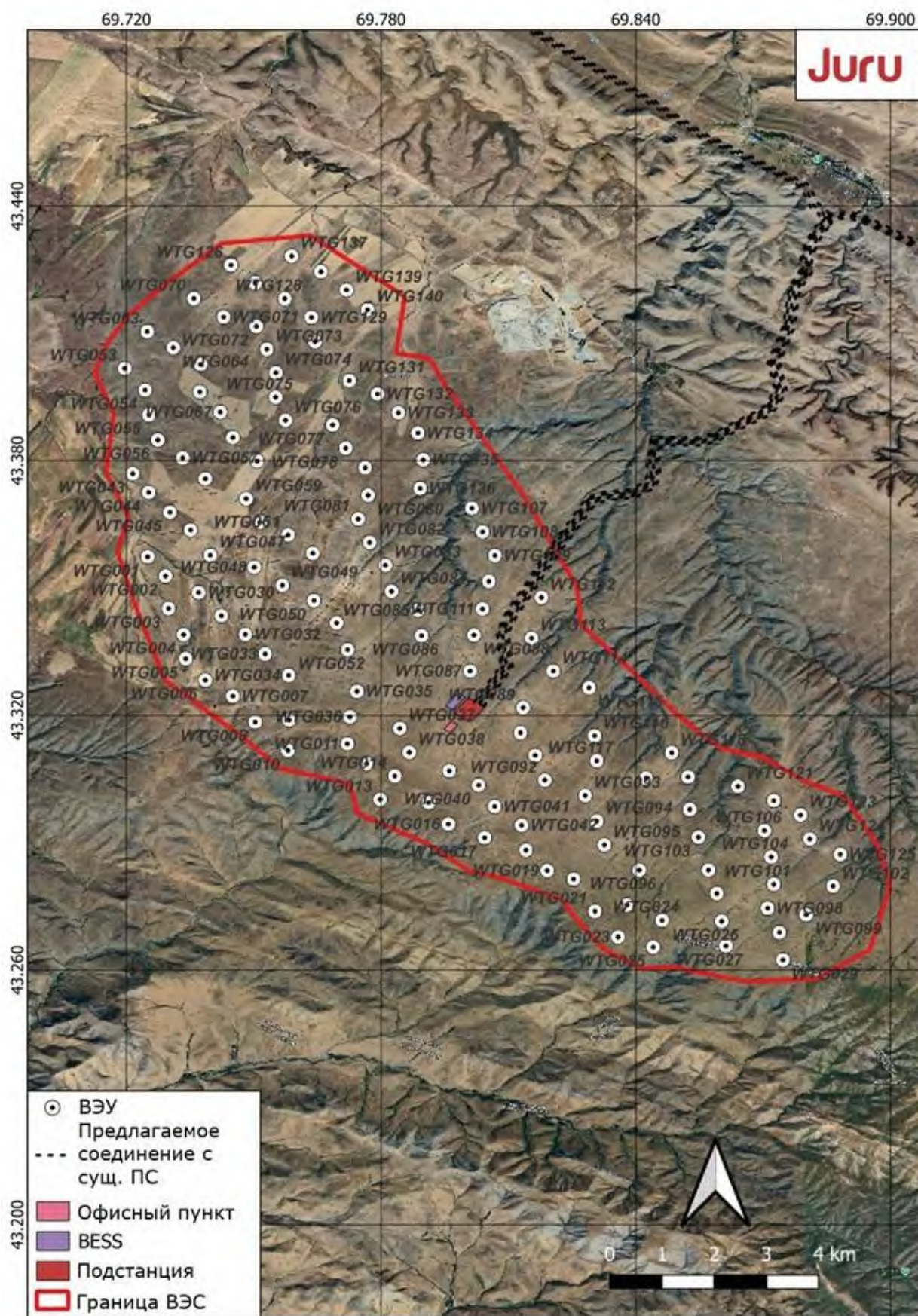
2.2.2. Ветроэнергетические установки (ВЭУ)

Текущая предлагаемая конфигурация ВЭС предусматривает установку 140 ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью от 8 до 11 МВт каждая.; Окончательный выбор типа ВЭУ будет основан на результатах метеорологической мониторинговой кампании, а также на проектном решении и конфигурации, выбранных EPC-подрядчиком, которые будут подтверждены на более позднем этапе:

Таблица 2: Модель ВЭУ

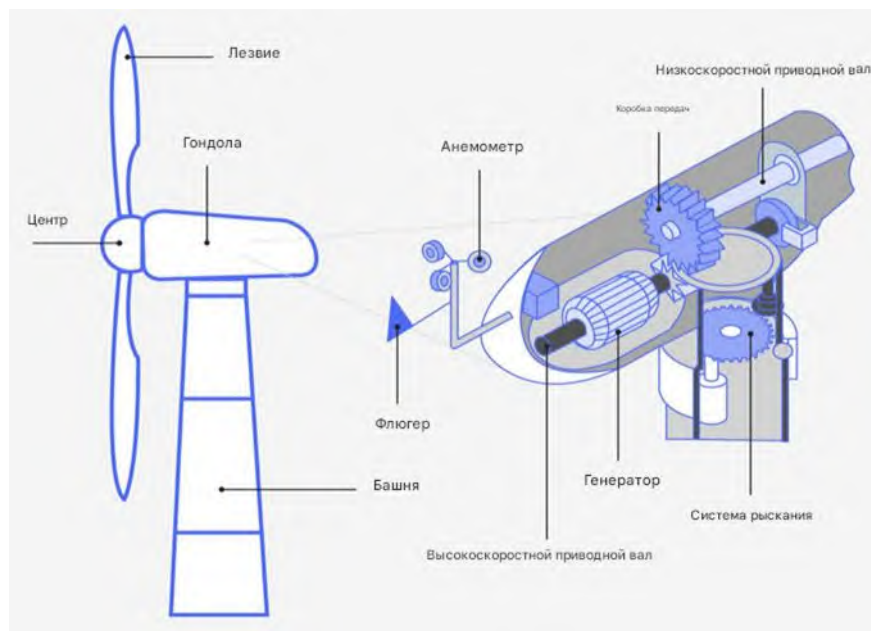
Модель	Envision EN206-11.0MW
Мощность (МВт)	11.0
Высота ступицы (м)	145
Диаметр ротора (м)	210
Материалы	Сталь/ бетон

Рисунок 2: Расположение ВЭС и номера ВЭУ



ВЭУ состоит из лопастей ротора, присоединённых к ступице, которая подключена к редуктору и генератору, как показано на изображении ниже.

Рисунок 3: Компоненты ВЭУ



Подробная окончательная схема размещения ВЭУ, BESS, проектной подстанции, подъездных дорог, внутренних дорог, офисов площадки, объектов размещения персонала и иной ключевой инфраструктуры будет первоначально разработана компанией Masdar, при этом детальное проектирование будет выполнено выбранным ЕРС-подрядчиком; данные решения будут основаны на дополнительных технических исследованиях и иных факторах.

Помимо ВЭУ, основные постоянные компоненты развития ВЭС включают:

- соответствующие фундаменты и площадки с твёрдым покрытием;
- трансформаторы, размещаемые в башне ВЭУ или рядом с ней, в которых низковольтная (LV) электроэнергия, вырабатываемая ВЭУ, повышается до среднего напряжения (MV) перед подачей на проектную подстанцию;
- систему сбора среднего напряжения (MV «collector system»), состоящую из подземных силовых кабелей, соединяющих ВЭУ между собой и подключающих их к расположенному на площадке зданию электрического управления и подстанции; в траншеях системы сбора также прокладываются волоконно-оптические кабели от ВЭУ и система заземления, которые выводятся к подстанции;
- подъездные дороги к площадке для обеспечения доставки ВЭУ и доступа для обслуживания от основной автомобильной дороги;
- расположенную на площадке сборную подстанцию;
- здание управления и здание эксплуатации и технического обслуживания (ЭиТО);
- метеорологические мачты;
- вспомогательное оборудование.

2.2.3. BESS

Проект также предусматривает строительство системы накопления энергии на батареях («BESS») с установленной мощностью 300 МВт и ёмкостью 600 МВт·ч, а также номинальной мощностью 300 МВт.

Система BESS позволяет сглаживать переменный характер ветровой генерации и обеспечивает быструю реакцию энергосистемы на значительные колебания спроса, повышая её гибкость и снижая необходимость строительства резервных электростанций.

Проектирование BESS будет первоначально выполнено компанией Masdar, а детальное проектирование — выбранным EPC-подрядчиком. BESS будет размещена в пределах территории подстанции ВЭС и займет площадь порядка 20 га.

BESS представляет собой комплекс накопителей энергии, способных накапливать электрическую энергию посредством электрохимических процессов. Основными компонентами BESS являются аккумуляторные батареи и система управления и мониторинга батарей (BMS). Типовой состав BESS включает:

- систему преобразования мощности (Power Conversion System, PCS), предназначенную для наружной установки на бетонном основании;
- литий-ионные аккумуляторные батареи, предназначенные для наружной установки, и систему управления батареями (BMS);
- блок хранения энергии;
- кабели постоянного тока (DC);
- измерительные и коммуникационные кабели;
- интерфейсы, обеспечивающие соответствие нормативным требованиям и местному сетевому кодексу;
- систему обнаружения и пожаротушения;
- систему отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) для BESS..

Система BESS будет состоять примерно из 120 контейнеров ёмкостью около 5 МВт·ч каждый, а также соответствующих систем соединения и управления. Пространства между и вокруг оборудования будут засыпаны гравием и содержаться свободными от растительности или других материалов, которые могут способствовать распространению пожара.

Таблица 3: Парметры BESS

Параметр	Значение	Единица измерения
Номинальная мощность	300	МВт
Номинальная ёмкость	600	МВт·ч
Размер контейнера	5,0 – 5,5	МВт/шт.

BESS будет выбрана из перечня производителей уровня Tier 1 по классификации Bloomberg New Energy Finance (BNEF). Конструкция BESS должна соответствовать всем техническим требованиям по производительности, долговечности и безопасности, а также учитывать специфические условия площадки установки, такие как температура, влажность и иные факторы окружающей среды, которые могут повлиять на работу системы. Кроме того, решение по BESS будет выбрано с целью минимизации общей

занимаемой площади, упрощения инфраструктурных требований (таких как подключение к сети и системы охлаждения) и, соответственно, снижения воздействия на поверхность площадки.

2.2.4. Система сбора подстанции

Все силовые кабели, образующие так называемую систему сбора (collector system), от и между ВЭУ будут подключаться к проектной подстанции напряжением 30/220 кВ и далее — к электрической сети через ВЛЭП. Кабели будут прокладываться в траншеях шириной около 1 м и глубиной около 1 м, как правило, с максимальным использованием трасс подъездных дорог.

Площадь подстанции составит приблизительно 7 га. Подстанция будет собирать электроэнергию, вырабатываемую ВЭУ, по линиям напряжением 30 кВ и преобразовывать её до 220 кВ для передачи в национальную энергосистему по отходящим линиям электропередачи, подключённым к другим подстанциям: одна линия будет направлена на подстанцию «Опорная», другая — на подстанцию «Жамбыл».

Подстанция является ключевым элементом для управления и распределения электроэнергии, вырабатываемой ВЭУ. Она собирает электроэнергию низшего напряжения от каждой ВЭУ и повышает её до более высокого напряжения (220 кВ), необходимого для передачи на большие расстояния и эффективной интеграции вырабатываемой энергии в общую электрическую сеть. Кроме того, подстанция обеспечивает стабильность и качество электроэнергии за счёт различных компонентов, регулирующих напряжение, управление нагрузкой и защиту от аварийных режимов.

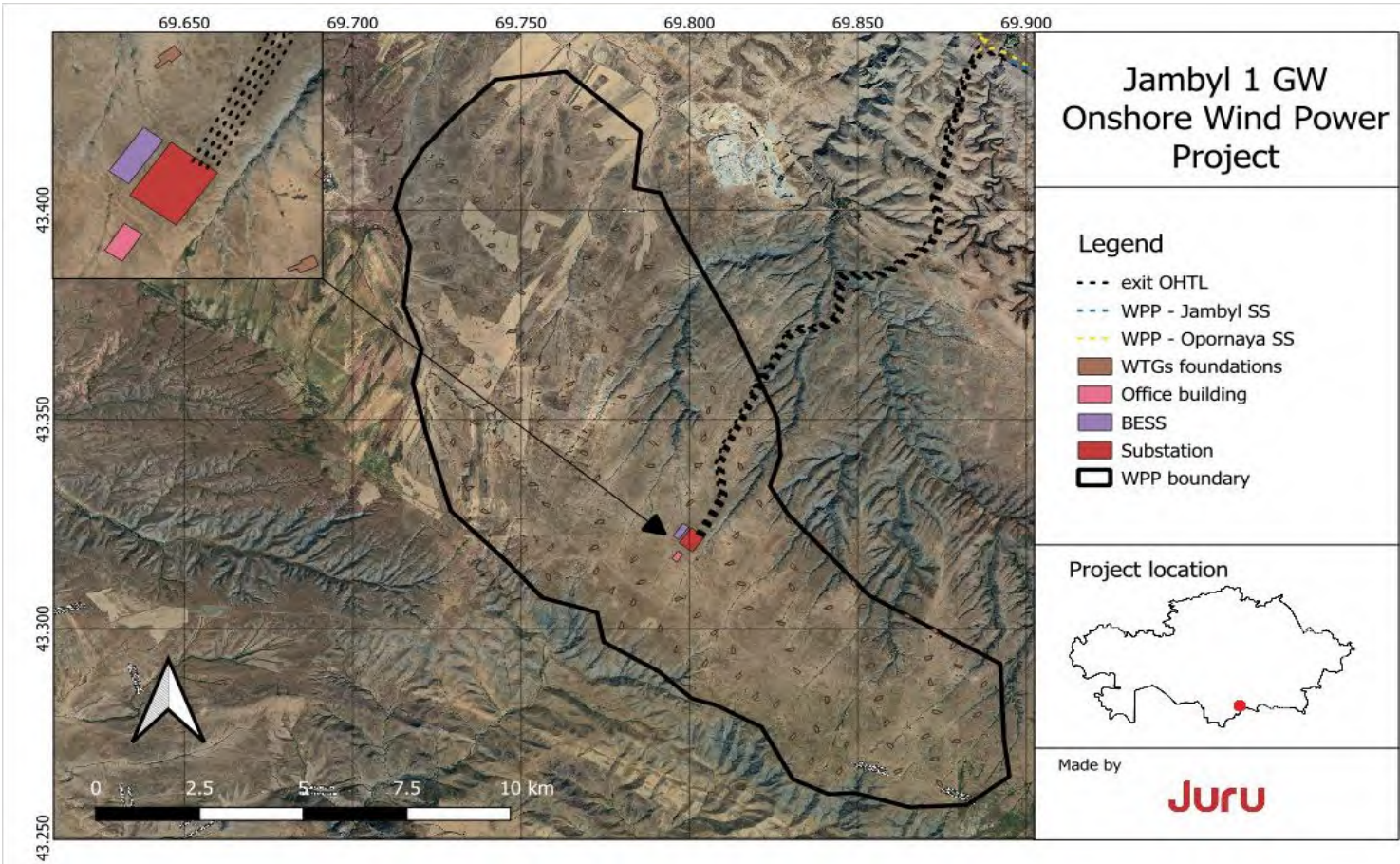
Проектная подстанция будет включать одно или два бетонных здания для размещения электрического оборудования, такого как трансформаторы и распределительные устройства среднего напряжения (MV), а также здание управления. В здании управления будут размещены панели релейной защиты и управления, панели вспомогательного электропитания AC/DC, аккумуляторные батареи постоянного тока с зарядными устройствами, трансформатор MV/LV для собственных нужд, телекоммуникационные панели и другие необходимые помещения, включая офисы, склад и санитарные узлы. Территория подстанции, включая здание управления, будет размещена в пределах ограждённой площадки с зонами для парковки транспортных средств и подъездов.

Подстанция и связанная с ней инфраструктура будут расположены на территории ВЭС в центральной части массива ВЭУ. Проектирование подстанции будет первоначально выполнено компанией Masdar, а детальное проектирование — выбранным EPC-подрядчиком на основе детальных площадочных исследований и проектных решений.

Таблица 4: Технические параметры системы сбора ПС

Параметр	Значение	Ед. измерения
Номинальная мощность подстанции	30/220	кВ
Номинальная мощность подстанции	1,980	МВА
Номинальная мощность ВЛЭП	220	кВ

Рисунок 4: Местоположение BESS, ПС и здания ЭИТО



2.2.5. Вспомогательная инфраструктура и вспомогательные сооружения

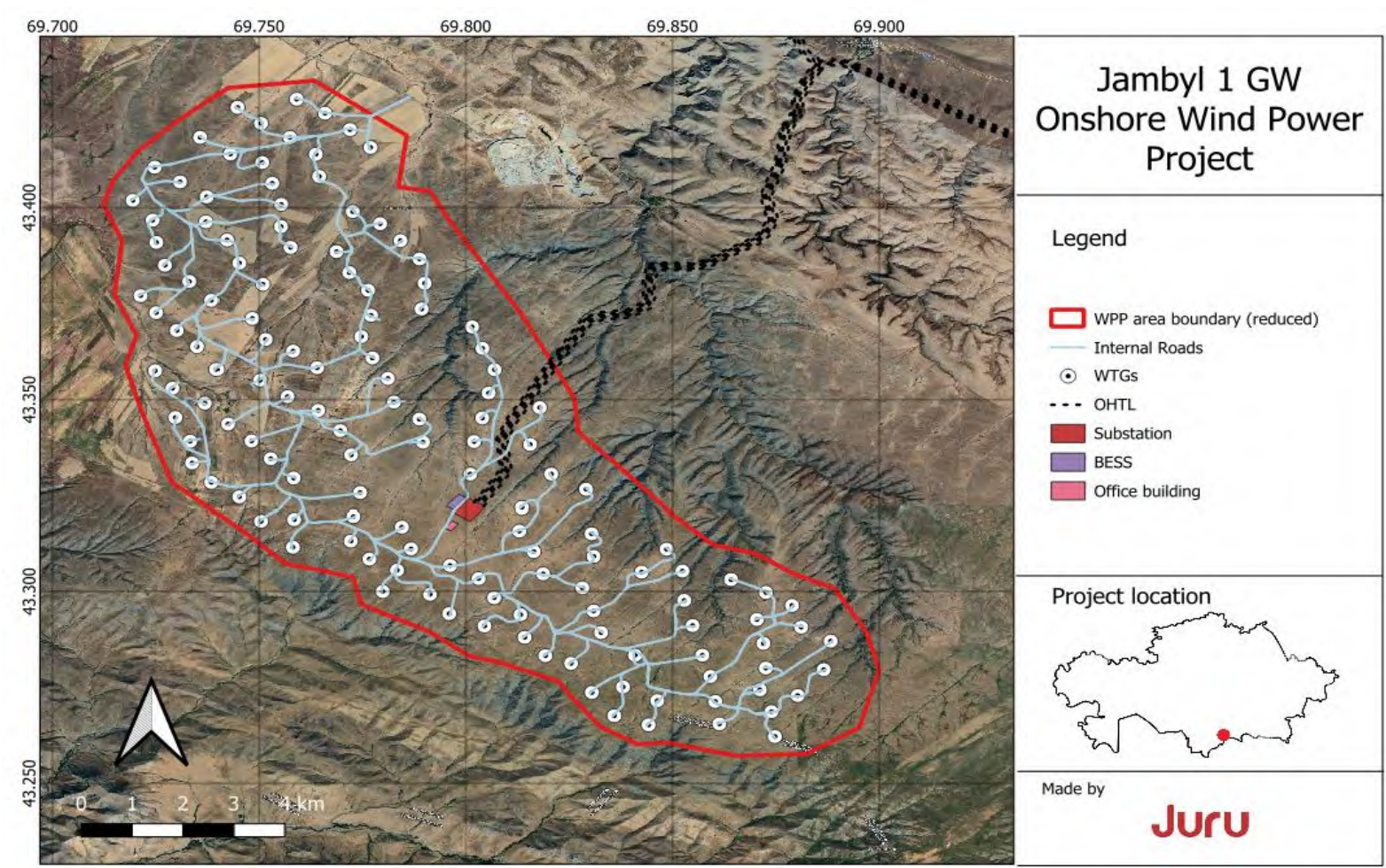
2.2.5.1. *Подъездные и внутренние дороги*

В настоящее время доступ к площадке ВЭС ограничен несколькими одиночными «колеями», которые являются непроходимыми в период с ноября по апрель вследствие погодных условий. Расположение и трассы подъездных дорог к площадке от основных автомобильных дорог будут первоначально разработаны компанией Masdar, при этом детальное проектирование будет выполнено выбранным ЕРС-подрядчиком. Поскольку Проект охватывает обширную территорию, может потребоваться более одного подъездного маршрута к площадке ВЭС.

Также потребуется строительство более мелких внутренних подъездных дорог на площадке для обеспечения доступа к каждому из предполагаемых мест размещения ВЭУ, площадкам с твёрдым покрытием и подстанции, обеспечивая доступ строительной техники и эксплуатации и технического обслуживания (ЭИТО) к основаниям ВЭУ и зданиям подстанции. Кабельные трассы, как правило, прокладываются под землёй параллельно и вдоль внутренних дорог площадки, ширина которых обычно составляет около 5–6 м и которые выполняются из уплотнённых каменных материалов.

Общая протяжённость внутренних дорог, обслуживающих 140 ВЭУ, составляет приблизительно 80 км. При ширине дороги 7 м общая площадь внутренних дорог должна составлять 56 000 га.

Рисунок 5: Внутренние дороги территория ВЭС



В настоящее время Застройщиком рассматриваются три варианта подъездных дорог.

Все варианты подъездных дорог используют существующую асфальтированную дорогу, построенную компанией Eurochem LLP. Два из рассматриваемых вариантов подъездных дорог пересекают существующую территорию ветропарка Жанатас.

Рисунок 6: Подъездная дорога

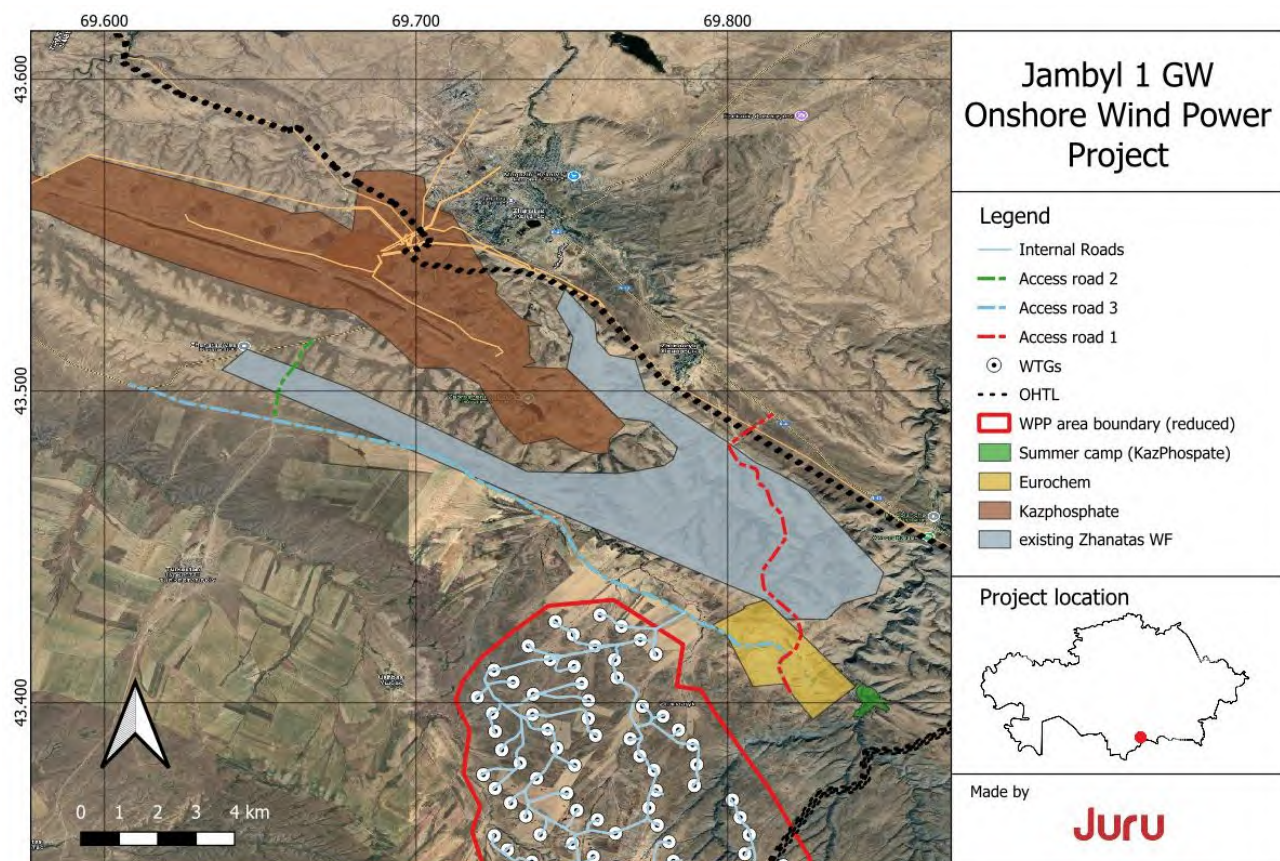


Рисунок 7: Подъездная дорога 1

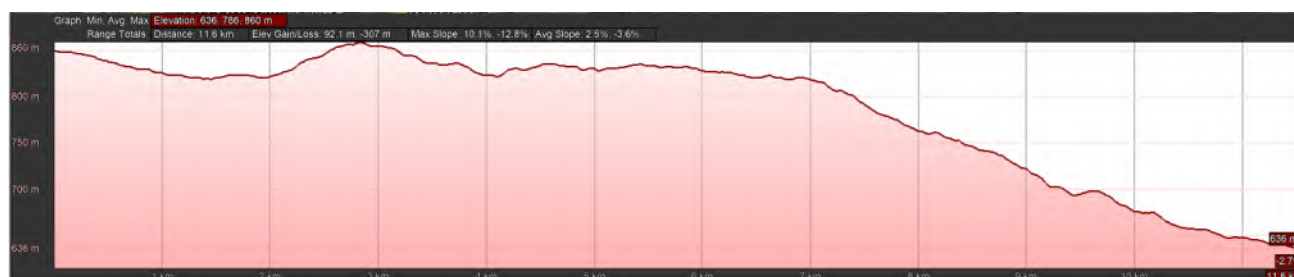


Рисунок 8: Подъездная дорога 2



Рисунок 9: Подъездная дорога 3



2.2.5.2. Строения

Будут построены здания для размещения персонала и электрической инфраструктуры, необходимой для эксплуатации и технического обслуживания (ЭИТО). Здание ЭИТО будет расположено на территории ВЭС в центральной части площадки. Здание ЭИТО будет включать:

- офисные помещения (примерная площадь 100 м²);
- складские помещения (примерная площадь 200 м²) с прямым наружным доступом по рампе;
- помещение распределительных устройств;
- обвалованную зону для продуктов, содержащих масло, и зону для опасных веществ;
- мастерскую;
- серверную / помещение связи;
- переговорную;
- кухню и зону приёма пищи;
- столовую;
- раздевалки / шкафчики;
- мужские и женские туалеты и душевые, а также зоны отдыха и рекреации — все в соответствии с применимыми законодательными требованиями..

Здание ЭИТО будет обеспечено постоянным водоснабжением и системой водоотведения или сбора сточных вод (потенциально с использованием септика), в зависимости от условий, а также всеми инженерными сетями (электроснабжение, связь, водоснабжение и др.) и мебелью, необходимыми для эксплуатационной фазы в здании подстанции, включая рабочие столы, стулья, шкафы для документации и т. д.

2.2.5.3. Подземные кабели

Подземные кабели напряжением 35 кВ будут прокладываться вдоль внутренних дорог на глубине 1–2 м. Общая протяжённость кабельных траншей составляет приблизительно 100 км.

2.2.5.4. Системы защиты

Для ВЭС потребуются комплекс мер безопасности с целью обеспечения сохранности и целостности инфраструктуры и эксплуатации, защиты активов Проекта, обеспечения безопасности персонала и поддержания непрерывной работы ВЭС. Компания Masdar первоначально разработает систему безопасности, необходимую для Проекта, а детальное проектирование будет выполнено выбранным ЕРС-подрядчиком. Как правило, системы безопасности площадки могут включать следующие основные элементы:

физические барьеры: ограждение по периметру центральной эксплуатационной зоны, включающей офисы площадки, подстанцию и BESS, для предотвращения несанкционированного доступа и защиты от вандализма или краж;

персонал службы безопасности: для обслуживания постов охраны, систем видеонаблюдения, а также для проведения регулярных обходов территории;

системы видеонаблюдения: камеры видеонаблюдения (CCTV) в ключевых зонах, таких как подстанция, основания ВЭУ и складские помещения; такие камеры могут быть оснащены функциями ночного видения или тепловизионной съёмки для обеспечения круглосуточной эффективности;

системы контроля доступа: электронные системы управления доступом для контроля входа на территорию ВЭС и в критически важные зоны, такие как диспетчерские и башни ВЭУ; такие системы могут предусматривать использование ключ-карт и иных средств для допуска только уполномоченного персонала;

освещение: достаточное освещение центральной зоны управления, способствующее предотвращению несанкционированного доступа и поддержке мероприятий по видеонаблюдению в ночное время;

системы сигнализации и обнаружения вторжений: сигнализация и датчики, позволяющие обнаруживать и оповещать операторов о несанкционированном доступе или нарушениях на территории ВЭС; данные системы, как правило, интегрируются в общую систему мониторинга безопасности;

дистанционный мониторинг и управление: операторы могут использовать централизованные системы управления, позволяющие осуществлять удалённый мониторинг и управление ВЭС, включая видеопотоки, статус систем контроля доступа и различные аварийные сигналы.

2.2.5.5. Метеорологические данные

Компания Masdar провела кампанию по измерению ветровых характеристик с использованием систем LiDAR и метеорологических мачт (MM). Установки LiDAR

начали работу летом 2024 года, тогда как последняя метеорологическая мачта начала функционировать с сентября 2025 года.

Данные о ветре собираются с анемометров, установленных на различных высотах — от 38 м до 120 м.

Рисунок 10: Местоположения ММ и LiDAR

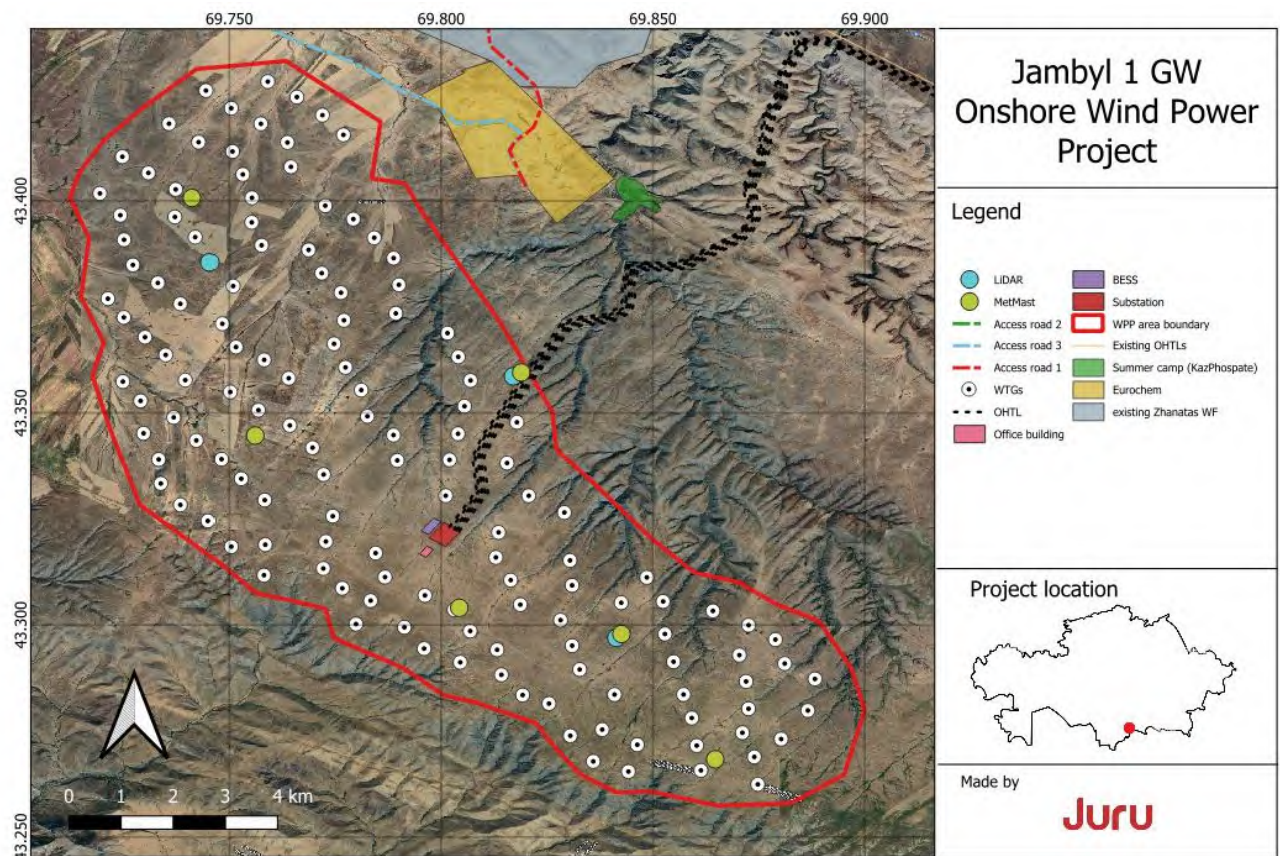


Рисунок 11: Источник энергии LiDAR



Рисунок 12: Общий вид единицы LiDAR



2.3.Проведение работ

Общие этапы реализации крупномасштабного проекта ветроэнергетики можно классифицировать следующим образом:

Мобилизация и предпроектная подготовка: включая подготовку площадки, мобилизацию оборудования и материалов на площадку;

Строительство и монтаж: включая гражданские работы, монтаж башен, электротехнические работы и установку оборудования;

Эксплуатация: эксплуатация станции и плановое техническое обслуживание;

Вывод из эксплуатации: демонтаж оборудования и связанных объектов, а также рекультивация площадки.

Предлагаемая установленная мощность ВЭС составляет 1 ГВт. Проект будет реализован в одну очередь, срок эксплуатации — 25 лет. Ожидается, что строительство проекта займёт 3 года, при этом начало ранней генерации запланировано на 18-й месяц, а дата коммерческой эксплуатации (COD) — на 36-й месяц. ЕРС-подрядчик будет нести ответственность за разработку детального проекта, строительство и ввод станции в эксплуатацию.

Потенциальные экологические и социальные воздействия связаны с видами деятельности, осуществляемыми на всех этапах проекта; ключевые виды работ на этих этапах приведены ниже.

2.3.1. Этап подготовки к строительству и мобилизации

Предпроектный этап включает разработку детального проекта, мобилизацию и подготовку площадки. Предпроектные работы включают, но не ограничиваются следующим:

- Проведение исследований, необходимых для разработки и завершения детального проекта ВЭС и сетевых подключений;
- Завершение тендерной процедуры EPC и выбор предпочтительного подрядчика;
- Проведение полного ОВОС объекта и связанных объектов;
- Взаимодействие с заинтересованными сторонами;
- Получение разрешений и согласований (например, экологического разрешения Комитета по экологическому регулированию и контролю — CERC);
- Выбор EPC-подрядчика и ключевых поставщиков оборудования;
- Разработка Планов экологического и социального управления (ПЭСУ / ESMP) для этапов строительства и эксплуатации, включая предварительные и предпроектные обследования экологических, биоразнообразных и социальных рецепторов.

Этап мобилизации включает:

- Заказ, транспортировку и хранение материалов и оборудования;
- Набор местной рабочей силы и привлечение местных услуг;
- Мобилизацию персонала;
- Определение карьеров (при необходимости);
- Планирование и транспортировку компонентов проекта, оборудования, техники и материалов на площадку (например, лопастей, роторов и т. д.);
- Обустройство подъездных дорог;
- Подготовку площадки, включая расчистку, планировку и выравнивание зон размещения ВЭУ и зданий;
- Создание ВПВ (временных производственных объектов) и строительной базы;
- Организацию проживания работников (окончательное решение о необходимости специализированного жилья будет принято выбранным EPC-подрядчиком);
- Обеспечение охраны территории ВЭС.

В период подготовки площадки персонал, необходимый для охраны, ручных работ, гражданского строительства, транспортировки грузов и иных аналогичных услуг, в основном будет наниматься из местных трудовых ресурсов.

Ожидается, что мобилизация и предпроектные работы на площадке займут около 3 месяцев.

2.3.2. Этап строительства

Ожидаемая продолжительность строительного периода составляет 36 месяцев до полного завершения проекта и достижения COD. Окончательный график строительства будет определён ЕРС-подрядчиком после завершения этапа детального проектирования. Основные строительные работы и их ориентировочная продолжительность приведены в таблице ниже

Таблица 5: Основная деятельность во время строительного этапа

Работы	Продолжительность (в месяцах)	Основные виды деятельности	Ключевые этапы
Земляные работы	M1-M12	Фундаменты турбин (для создания фундаментов понадобятся взрывные работы), кабельные	Завершение рытья ~140 котлованов для фундаментов, выравнивание площадок для основного здания и подстанции.
Бетонные работы	M4-M20	траншеи, выравнивание площадки	Приблизительно 15-20 фундаментов для ветрогенераторов в в месяц.
Монтажные работы	M13-M34	Заливка фундамента, строительство административного здания и подстанции	Установка 10 ветрогенераторов в в месяц, начиная с 18-го месяца.
Пусконаладочные работы	M33-M36	Монтаж турбин, трансформаторов,	Подключение к электросети и завершающие пусконаладочные работы.

Строительство

Строительство будет осуществляться ЕРС-подрядчиком, и основные работы по подготовке площадки и строительству будут включать, но не ограничиваться следующим:

- Необходимую модернизацию дорог и увеличение радиусов поворота в местах, где это требуется;
- Строительство временного строительного лагеря/офисов и площадок складирования строительных материалов;
- Подготовку площадки: удаление растительности и любых оставшихся сооружений с последующей планировкой площадок ВЭУ и твёрдых оснований, а также ограждение зоны строительства в целях обеспечения безопасности населения;
- Строительство внутренней дорожной сети;
- Транспортировку и доставку ключевых компонентов ВЭС и ВЛЭП, таких как башни и лопасти ВЭУ, трансформаторы, коммутационное оборудование, контейнеры аккумуляторных батарей, элементы опор ВЛЭП и т. д.;
- Устройство площадок складирования техники, оборудования и материалов;
- Создание бетонного завода (в случае если ЕРС-подрядчик определит такую необходимость);
- Организацию карьеров (заёмников);
- Строительство фундаментов, сборку и возведение конструкций для установки ВЭУ, что может потребовать проведения взрывных работ;
- Монтаж ВЭУ;
- Строительство подстанции и электрического диспетчерского пункта, офисов на площадке, складских помещений и инженерных служб;
- Строительство ограждений распределительных массивов и фундаментов энергоблоков, а также размещение оборудования;
- Земляные работы, рытьё траншей и прокладку кабелей;
- Устройство фундаментов, земляные работы;
- Устройство фундаментов и заземляющих устройств для опор;
- Сборку, монтаж, выверку и закрепление опор;
- Раскатку и соединение проводов и кабелей, подъём их на опоры, натяжение и закрепление;
- Установку гасителей вибрации и дистанционных распорок, монтаж петель;
- Устройство постоянного ограждения объекта и системы безопасности;
- Строительство зданий.

Ожидается, что в рамках проекта будет задействована следующая техника:

Таблица 6: Основная строительная техника

Оборудование	Кол-во	Назначение	Характеристики
Экскаваторы	40 ед.	Рытьё фундаментов и траншей	Ковш $\geq 1,2 \text{ м}^3$
Краны 500 т	15 ед.	Установка турбин и гондол	Высота подъёма $\geq 120 \text{ м}$

Бетономешалки	30 ед.	Доставка бетона для фундаментов	Вместимость 8–10 м³
Бульдозеры	20 ед.	Выравнивание площадки и строительство дорог	≥ 200 л.с.
Дорожные катки	15 ед.	Уплотнение дорожного покрытия	Вибрационный 12 т
Погрузчики	20 ед.	Внутренние транспортные работы	Ковш ≥ 2 м³
Генераторы	25 ед.	Временное электроснабжение	60–250 кВА
Краны 1200 т	4 ед.	Установка турбин и гондол	Высота подъёма ≥ 120 м

Пусконаладочные работы

Все системы пройдут полные функциональные и эксплуатационные испытания безопасности для подтверждения их готовности к эксплуатации. Подрядчик будет нести ответственность за функциональные испытания, пусконаладку, испытания производительности и надёжности всей станции.

Испытания будут проводиться для подтверждения соответствия работы ВЭС проектным требованиям. ЕРС-подрядчик будет отвечать за функциональные испытания и ввод в эксплуатацию ВЭС. Окончательный ввод в эксплуатацию включает испытания всех сооружений и зданий, включая ВЭС и опоры, для подтверждения корректности и надёжности всех соединений, целостности оборудования системы, систем управления и защиты и т. д. Подключение ВЭС к сети будет проверено, и после утверждения будут установлены силовые соединения.

Демобилизация строительных работ

По завершении строительного этапа вся временная инфраструктура (при наличии) будет демонтирована, а территории — рекультивированы. ЕРС-подрядчик обязан аккуратно удалить всё оборудование и материалы, не требуемые на этапе эксплуатации. Дороги, использовавшиеся для доступа на площадку, будут отремонтированы в случае повреждений, возникших в ходе строительства, равно как и любой материальный ущерб частной собственности (с согласия владельцев). Площадка и прилегающая территория будут очищены от мусора и оставленных материалов.

2.3.2.1. Этап строительства. Вспомогательная инфраструктура и потребности в ресурсах

Существующие бетонные заводы

Компания Juru предварительно определила два действующих бетонных завода,

расположенных вблизи площадки проекта: в городе Каратау (50 км) и вблизи города Жанатас (9,5 км).

Бетонный завод в Каратау был введен в эксплуатацию в 2015 году с производственной мощностью 150 000 тонн в год, с планами увеличения мощности до 300 000 тонн в год. Однако в 2020 году завод был остановлен для реконструкции. В настоящее время он производит асфальтовый порошок. По состоянию на март 2025 года деятельность завода была приостановлена в связи с модернизацией.

Бетонный завод в Жанатасе находился на стадии строительства по состоянию на март 2025 года. Начальная мощность составит до 180 000 тонн в год, с последующим увеличением до 300 000 тонн в год.

Трудовые ресурсы

В период строительства проекту потребуется привлечение прямой рабочей силы, численность которой будет зависеть от этапа работ. Потребности в персонале включают квалифицированных, полуквалифицированных и неквалифицированных работников. ЕРС-подрядчику будет рекомендовано привлекать работников из местных сообществ.

На этапе строительства в среднем ожидается участие порядка 600–800 человек, с пиковым значением до 1 700 человек в период монтажа. Это включает специалистов по гражданскому строительству, электриков, крановщиков, испытателей, специалистов по логистике и управленческий персонал.

Необходимость размещения работников будет определяться назначенным ЕРС-подрядчиком. Известно, что на близлежащей ВЭС Жанатас, построенной ранее, выбранному ЕРС-подрядчику не потребовалось создавать специализированное жильё для работников, поскольку значительная часть персонала была набрана на месте, а существующего жилого фонда было достаточно для размещения иногородних работников. Персонал ежедневно доставлялся на площадку автобусами.

Однако, поскольку предлагаемая ВЭС Жамбыл значительно больше проекта Жанатас и расположена на большем удалении от города Жанатас, предполагается необходимость организации специализированного жилья для работников.

Потребности проекта в воде

В период строительства вода будет необходима для строительных работ (например, приготовления бетона для фундаментов), пылеподавления, бытовых нужд и питьевого водоснабжения строительных бригад.

Ожидается, что для устройства фундамента одной ВЭУ потребуется до 110 м³ воды (при использовании традиционных гравитационных фундаментов). Исходя из предварительной оценки количества ВЭУ (около 140 единиц), суммарная потребность в воде для фундаментов оценивается примерно в 15 000 м³. Однако

потери в процессе строительства, а также необходимость дополнительного водоснабжения для замкнутого охлаждения фундаментов в условиях жаркого климата могут увеличить общий объём потребляемой воды до 20 000 м³.

Проект рассмотрит возможность поставки бетона с местных бетонных заводов; однако в случае необходимости размещения бетонного завода непосредственно на площадке водоснабжение будет осуществляться автоцистернами. Для целей настоящего документа предполагается, что бетон будет поставляться с существующих местных бетонных заводов.

В Таблице приведено ориентировочное потребление воды на одну ВЭУ для различных видов строительных работ.

Таблица 7: Расчёты затрат воды

Вид работ	Объем, м3
Заливка фундамента ВЭУ	110м ³ на один ВЭУ для бетонирования
Затвердевание фундамента ВЭУ	1м ³ на фундамент в день, предполагается, что 10 дней будет достаточно для затвердевания фундамента
Очистка компонентов ВЭУ перед монтажом	2м ³ на один ВЭУ

Что касается питьевой воды для нужд персонала (питьё, умывание и санитарная очистка) в период строительства, водоснабжение планируется осуществлять автоцистернами от лицензированного поставщика. Потребность в питьевой воде не превысит 50 литров на человека в сутки. На площадке будет установлен резервуар для хранения питьевой воды, обеспечивающий нужды строительных работ.

Забор подземных вод рассматривается как потенциальный вариант водоснабжения. Возможность и целесообразность использования подземных вод на этапе строительства будет определена по результатам гидрологических исследований. В случае необходимости использование подземных вод будет осуществляться таким образом, чтобы не оказывать негативного воздействия на водоснабжение местного населения и пастбищ.

Электроснабжение

В период строительства и пусконаладочных работ для обеспечения электроэнергией строительных процессов будут использоваться мобильные дизельные генераторы.

Транспортировка компонентов ВЭУ

Компоненты ВЭУ, такие как роторы и лопасти, относятся к негабаритным грузам. Пользователи автомобильных дорог, эксплуатирующие транспортные средства, превышающие допустимые габариты, массу и/или нагрузку на ось, обязаны получать специальное разрешение на передвижение по дорогам общего пользования.

Для планирования доставки компонентов ВЭУ было разработано Технико-экономическое обоснование транспортировки компонентов ВЭС «Жамбыл» от главной дороги до подъездной дороги к месту строительства (Sarens LLC, январь 2024 г.).

Маршрут охватывает дороги на территории трёх регионов: область Жетысу (примерно 80 км), Алматинская область (примерно 400 км) и Жамбылская область (примерно 500 км) по следующим трассам:

- республиканская автодорога АН-5 — от границы с Китаем до кольцевой дороги города Алматы (платный обход автодороги А-5);
- республиканская автодорога Р-67 (Большая Алматинская кольцевая автомобильная дорога) — от пересечения с АН-5 до выезда на А-2;
- международная автодорога А-2 — от съезда с Р-67, в обход города Тараз, до съезда на КН-1;
- региональная автодорога КН-1 — от съезда с А-2 до города Жанатас;

варианты подъезда к площадке ВЭС — местные и/или частные дороги (местная дорога, соединяющая город Жанатас и посёлок Туркестанский; частные дороги, принадлежащие компаниям EuroChem / KazPhosphate).

2.3.3. Фаза эксплуатации

ВЭС и BESS

Требования к эксплуатации и техническому обслуживанию (ЭИТО) ветроэлектростанции, как правило, являются ограниченными в течение расчётного срока службы проекта (25 лет). Эксплуатация ВЭС будет включать следующие виды деятельности:

Эксплуатацию и техническое обслуживание, включая ежедневную работу оборудования, электромеханическое обслуживание и хозяйственные работы, с целью оптимизации выработки электроэнергии и срока службы системы;

Дистанционное отключение ВЭУ при превышении допустимых скоростей ветра; и

Управление режимами работы с учётом чувствительности птиц и летучих мышей, например в периоды миграции.

ВЭС и система накопления энергии (BESS) будут эксплуатироваться и обслуживаться обученным и квалифицированным персоналом, обеспечивающим оптимальное состояние системы и полную работоспособность всех её компонентов. Плановое

техническое обслуживание ВЭУ, подстанции и оборудования BESS, как правило, будет проводиться два раза в год и включать основной и вспомогательный периоды обслуживания. Основное обслуживание является относительно малозаметным и включает проверку соединений и осмотры. Вспомогательное обслуживание, как правило, ограничивается визуальным осмотром и устранением накопившихся некритичных дефектов.

2.3.3.1. Необходимые трудовые ресурсы

Предпочтение при найме работников должно отдаваться жителям близлежащих территорий при наличии соответствующей квалификации.

В период эксплуатации ожидается необходимость в небольшом количестве постоянного персонала на площадке — ориентировочно около 60–80 человек. В случае аварийных отключений или проведения капитальных ремонтных работ в период эксплуатации численность персонала может временно увеличиваться до 100–150 человек в зависимости от объёма выполняемых работ.

2.3.3.2. Вспомогательные ресурсы для эксплуатации объекта

Вода

На этапе эксплуатации вода потребуется главным образом для питья и других бытовых нужд персонала, работающего на площадке. Питьевая вода для нужд человека (т. е. для питья, умывания и санитарной очистки) обычно будет поставляться автоцистернами, при этом для питья будет использоваться бутилированная вода. Для обеспечения зданий питьевой водой на площадке будут установлены резервуары для хранения воды. Ожидаемое суточное потребление составит до 50 литров на человека в сутки.

Вода также потребуется для очистки лопастей ВЭУ. Очистка предполагается один раз в 3–5 лет, что составит 5–9 раз за весь срок реализации Проекта. Объём воды, необходимый для одной промывки, составляет около 1 м³ на одну ВЭУ, что приводит к ожидаемому потреблению воды порядка 150 м³ за один цикл мойки (раз в 3–5 лет) или от 750 м³ до 1 350 м³ за весь срок эксплуатации Проекта.

Источник электроснабжения

В идеале электроэнергия, вырабатываемая ВЭС и накапливаемая в системе BESS, должна использоваться для эксплуатационных нужд Проекта, таких как освещение и энергоснабжение зданий. Также может потребоваться вспомогательное подключение к сети или резервный дизельный генератор.

2.3.4. Утилизация/вывод из эксплуатации по окончании срока службы

Срок службы объектов ВЭС оценивается примерно в 25–30 лет. Ожидается, что объект будет постоянно обслуживаться и ремонтироваться и эксплуатироваться на протяжении нескольких десятилетий. По завершении жизненного цикла оборудование может быть модернизировано и/или обновлено на основе анализа затрат и выгод и с учётом новых технологий. Процессы вывода из эксплуатации

будут осуществляться в соответствии с экологическими законами и стандартами, действующими на момент вывода из эксплуатации.

Договор купли-продажи электроэнергии (PPA) по Проекту будет заключён на определённый срок, предположительно 25 лет, по истечении которого Проект будет передан государству/энергоснабжающей организации. После этого будет принято решение о продолжении эксплуатации Проекта в существующем виде, его модернизации либо выводе из эксплуатации.

ВЭУ будут демонтированы после подготовки площадки к выводу из эксплуатации. Сталь и другие перерабатываемые материалы будут направлены на переработку. Материалы, не подлежащие переработке или повторному использованию, а также загрязнённые материалы, такие как резервуары для хранения масел, будут переданы на лицензированные полигоны для утилизации.

Проект будет демонтирован и удалён с использованием стандартного оборудования с ограниченным воздействием на окружающую среду. Все материалы будут безопасно переработаны или утилизированы в соответствии с действующим на момент демонтажа законодательством и нормативными требованиями.

Внутриплощадочные дороги, которые более не будут использоваться, будут рекультивированы и при необходимости засеяны местными видами трав. В целом территория ВЭС должна быть, по возможности, возвращена к состоянию, близкому к первоначальному.

2.4. График проекта

Текущие общие сроки реализации Проекта следующие:

I квартал 2023 г. — первоначальный скрининг вариантов размещения площадки

III квартал 2023 г. — выбор площадки

IV квартал 2023 г. — подписание Межправительственного соглашения (IGA)

II квартал 2024 г. — начало этапа скопинга ОВОСС (ESIA) и проведения базовых исследований

IV квартал 2024 г. — подписание Договора купли-продажи электроэнергии (PPA) и Инвестиционного соглашения (IA)

II квартал 2025 г. — ратификация Межправительственного соглашения (IGA)

IV квартал 2025 г. — завершение ОВОСС (ESIA)

II квартал 2026 г. — начало ранних работ по подготовке площадки

II квартал 2026 г. — выдача полного уведомления о начале работ EPC-подрядчику (Notice to Proceed)

I квартал 2029 г. — начало ранней генерации электроэнергии

I квартал 2029 г. — дата ввода в коммерческую эксплуатацию (COD). Срок эксплуатации: 25 лет

I квартал 2055 г. — окончание коммерческой эксплуатации (по истечении 25 лет).