



# Зоны и интеграция ВИЭ в Туркменистане

ПРОЕКТ USAID «ЭНЕРГЕТИКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ»

Олег Рясков

14 декабря 2023 года

# — Зоны ВИЭ в Туркменистане



# ОБЗОР ЗОН ВИЭ

## Проблемы с развитием ВИЭ, которые обусловлены индивидуальными проектами

- Оптимальность для разработчика, а не для энергосистемы в целом
- Риск для инвесторов высок, следовательно, и цена выше:
  - Неопределенность в получении разрешений на подключение к сети
  - Отсутствие информации о потенциале потребления энергии
  - Неизвестность требований, связанных с лицензированием
  - Неизвестные правила предоставления земли
  - Недоступность подробных данных измерений ветра и солнечной радиации для количественной оценки ресурсов
- Решение: **зоны ВИЭ!**

## Что такое зона ВИЭ?

- Высокая концентрация ресурсов
- Высококачественная оценка ресурсов
- Более низкая стоимость интеграции в сеть
- Наличие экологического допуска
- Разрешения на землю
- Подготовленная сетевая и логистическая инфраструктура

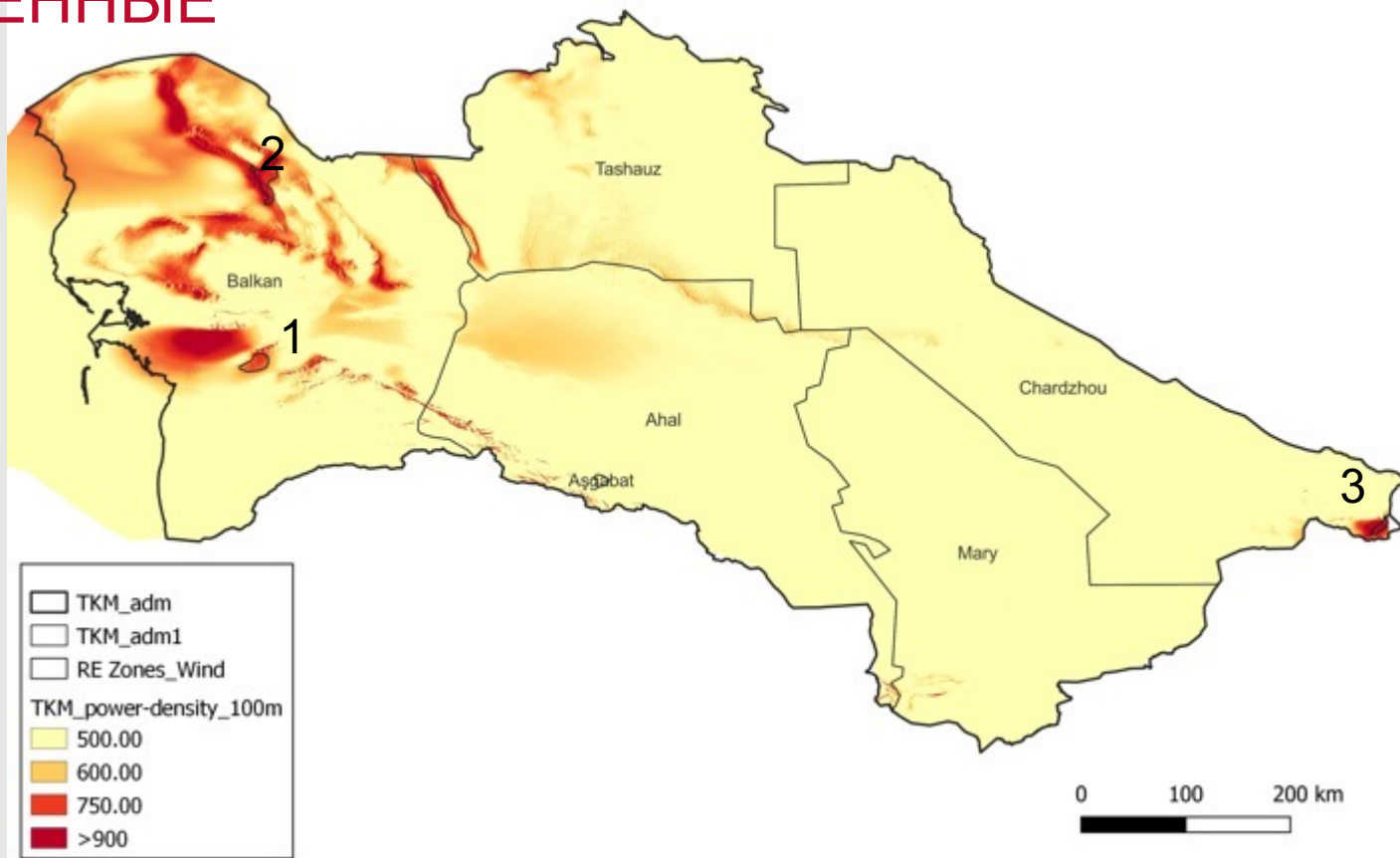
## Задачи зон ВИЭ

- Низкий закупочный тариф
- Низкая стоимость интеграции в сеть
- Привлечение частного капитала
- Увеличение объемов выработки ВИЭ
- Минимизация воздействия ВИЭ на сэнергосистему

Учитывая, что во всем мире предпочтение отдается закупкам ВИЭ через аукционы, подход с использованием зон ВИЭ обеспечит наименьшие цены.

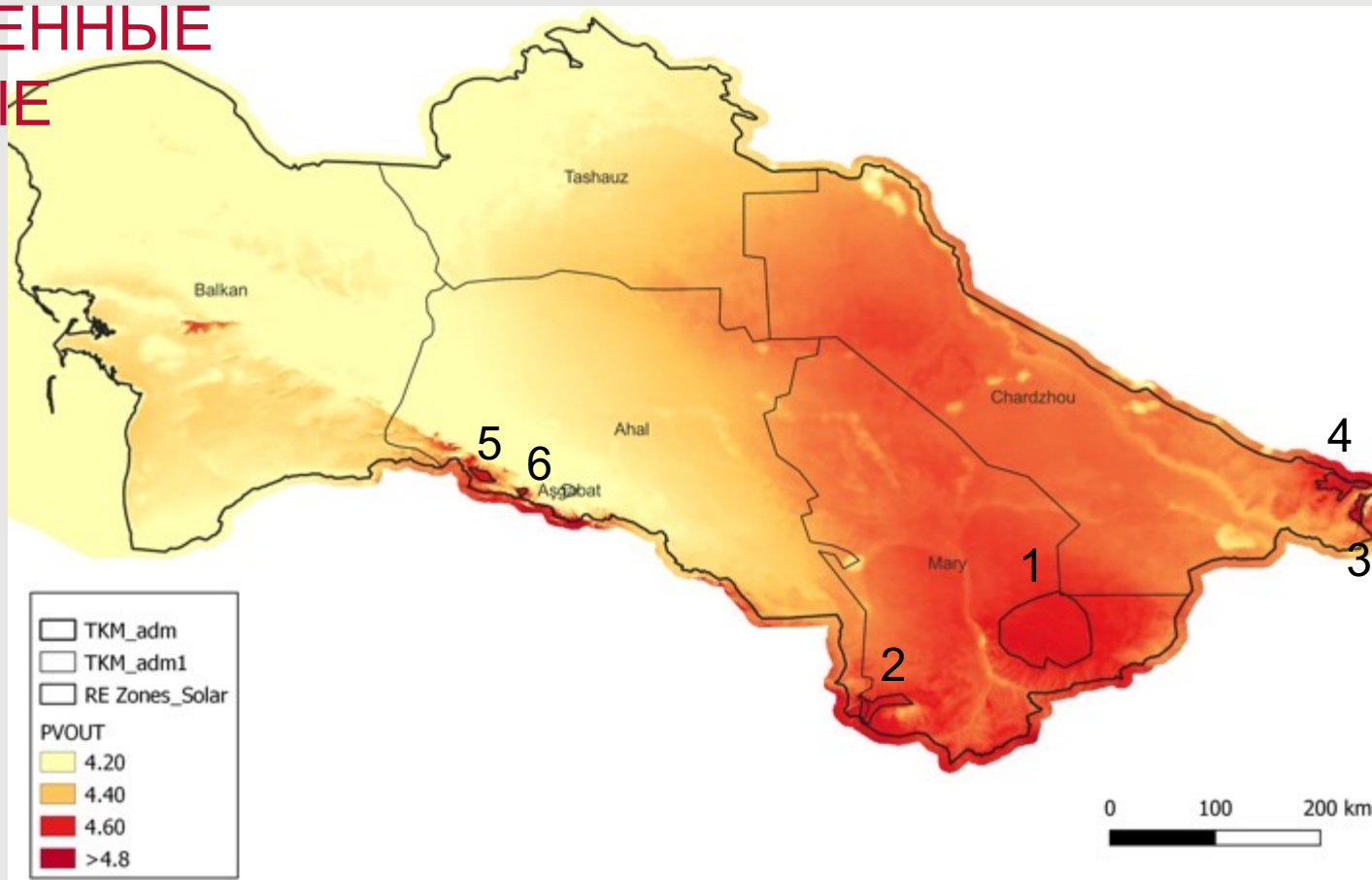
# УСТАНОВЛЕННЫЕ ВЕТРОВЫЕ ЗОНЫ

- Определены 3 ветровые зоны
- Порог: WPD (плотность мощности ветрового потока)  $\sim 500$  W/m<sup>2</sup>, скорость ветра  $\sim 7+$  м/с; CF (коэффициент использования)  $\sim 50\%$



# УСТАНОВЛЕННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЗОНЫ

- определены 6 солнечных зон



# СТАТИСТИКА ПО ЗОНАМ

## Предположения по предварительно установленным зонам ВИЭ:

- Полностью основаны на ресурсах ветра и солнца. Данные получены из Глобального Атласа Ветра и Солнца, разработанного ESMAP (Программа содействия управлению энергетическим сектором)
- Не были учтены следующие параметры: расстояние до передачи, расстояние до энергоузла, ландшафт, экологически чувствительные области, назначение земель и другие. Они могут быть рассмотрены под руководством местной команды в рамках следующего этапа
- МВт потенциал в таблицах является максимальным значением мощности электростанции

## ВЕТЕР

№ зоны	Площадь (км <sup>2</sup> )	WPD среднее (Вт/м <sup>2</sup> )	МВт потенциал
1	336	722.51	1,680
2	524	864.62	2,623
3	128	1,053.92	641

## СОЛНЦЕ

№ зоны	Площадь (км <sup>2</sup> )	PVOUT (PV выработка электроэнергии) среднее за сутки (кВтч / кВт пик)	МВт потенциал
1	5,521	4.61	331,295
2	635	4.63	38,110
3	218	4.70	13,085
4	550	4.62	33,010
5	184	4.62	11,062
6	52	4.64	3,127

# ФИНАНСОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Анализ чувствительности начинается с определения стандартных значений и рассчитывает нормированную стоимость электроэнергии (LCOE) для всех возможных комбинаций двух параметров—общая стоимость капиталовложений (TIC) и рентабельность капитала (ROE)

В приведенном расчете LCOE используется комбинация международных затрат (TIC & O&M –эксплуатация и техническое обслуживание) и стандартных региональных величин (финансовые параметры)

Параметры LCOE по странам	Стандартные значения	Значения анализа чувствительности
Стоимость капиталовложений для СЭС	600\$/кВт	10% увеличение
Стоимость капиталовложений для ВЭС	1400 \$/кВт	10% увеличение
Инфляция	2%	-
O&M фиксированная ставка (солнце/ветер)	0/32 \$/кВт-год	-
O&M переменная ставка (только для солнца)	0.0022 \$/кВт	-
Ставка подоходного налога для проекта ВИЭ	18%	-
Процентная ставка	6.00%	-
% кредита	70%	-
Срок кредитования	15 лет	-
Амортизация	Linear over 12.5 лет	-
Ожидаемая рентабельность капитала	10.00%	20% увеличение
Амортизируемый капитал CAPEX (сумма капитальных расходов) солнце/ветер	66.7%/83.2%	-

# НОРМИРОВАННАЯ СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (LCOE) СОЛНЦА

- Топовая солнечная зона выделена **жирным**

Базовый сценарий: общая стоимость капиталовложений (TIC) = \$600, рентабельность капитала (ROE) = 10%

Сценарий 4: общая стоимость капиталовложений (TIC) = \$660, рентабельность капитала (ROE) = 12%

Зона	LCOE, TIC=600, ROE=0.1	LCOE, TIC=600, ROE=0.12	LCOE, TIC=660, ROE=0.1	LCOE, TIC=660, ROE=0.12
Зона 1	\$ 0.0374	\$ 0.0403	\$ 0.0408	\$ 0.0440
Зона 2	\$ 0.0373	\$ 0.0401	\$ 0.0407	\$ 0.0439
<b>Зона 3</b>	<b>\$ 0.0367</b>	<b>\$ 0.0396</b>	<b>\$ 0.0401</b>	<b>\$ 0.0433</b>
Зона 4	\$ 0.0373	\$ 0.0402	\$ 0.0407	\$ 0.0439
Зона 5	\$ 0.0373	\$ 0.0402	\$ 0.0407	\$ 0.0439
Зона 6	\$ 0.0371	\$ 0.0400	\$ 0.0406	\$ 0.0438



# НОРМИРОВАННАЯ СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (LCOE) ВЕТРА

Базовый сценарий: общая стоимость капиталовложений (TIC) = \$1,400, рентабельность капитала (ROE) = 10%

Сценарий 4: общая стоимость капиталовложений (TIC) = \$1,540, рентабельность капитала (ROE) = 12%

- Топовая солнечная зона выделена **жирным**

Зона	LCOE, TIC=1400, ROE=0.1	LCOE, TIC=1400, ROE=0.12	LCOE, TIC=1540, ROE=0.1	LCOE, TIC=1540, ROE=0.12
Зона 1	\$ 0.0380	\$ 0.0402	\$ 0.0410	\$ 0.0435
<b>Зона 2</b>	<b>\$ 0.0352</b>	<b>\$ 0.0373</b>	<b>\$ 0.0380</b>	<b>\$ 0.0402</b>
Зона 3	\$ 0.0367	\$ 0.0388	\$ 0.0396	\$ 0.0419

# СЛЕДУЮЩИЕ ШАГИ

- Создать команду местных экспертов
- Получить с поддержкой местных экспертов специфические для страны данные касательно:
  - расстояния до передачи, расстояния до энергоузла, ландшафта, экологически чувствительных областей
- Получить специфические для страны данные относительно входящих параметров для финансовой модели
- Откорректировать границы зон и место в рейтинге, основываясь на вышеуказанных данных, релевантных для страны.

# — Интеграция ВИЭ



# НОВЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ДОЛИ ВИЭ

Проект USAID «Энергия будущего» оказывает техническое содействие интеграции более высокой доли ВИЭ в энергосистему ЦА, охватывая 4 направления



# ТЕХНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИЭ НА ЭНЕРГОСИСТЕМУ



# ЧТО ОЗНАЧАЕТ ИНТЕГРАЦИЯ ВИЭ В ЭНЕРГОСИСТЕМУ?

Управление вопросами, связанными с подключением и эксплуатацией

## В отношении соединения

- Межсистемные связи: качество электроэнергии, регулирование P/Q, регулирование провалов напряжения
- Мощность подстанций
- Пропускная способность передачи от подстанций к потребителям, от ЭС на основе ВИЭ к подстанциям

## В отношении управления

- Балансирование на всех временных отрезках
- Статическая и динамическая устойчивость
- Маневренность и резервы

## Изучение воздействия ВИЭ на систему

- Проектные исследования
  - Оценка межсистемных связей
  - Статическая и динамическая устойчивость
- Анализ общесистемного воздействия ВИЭ
  - Статическая и динамическая устойчивость
  - Диспетчеризация, моделирование производственных затрат
  - Маневренность и потребность в резервах

## Балансирование на разных временных интервалах

0 - 120 мс  
•Инерция

120 мс - секунды  
•Первичное регулирование частоты

Секунды - минуты  
•Вторичное регулирование

Минуты - часы  
•LFC  
•Третичное регулирование

Часы  
•Баланс. надежность при пиковой нагрузке

Дни +  
•Балансовая надежность, сезонная

# — Возможности Туркменистана по экспорту маневренной генерации



# НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- В регионе наблюдается существенный рост ВИЭ, требующих маневренности, которой уже не хватает.
- Туркменистан располагает существенным потенциалом незадействованной маневренности и возможностями ее роста.
- Используя имеющуюся структуру генерирующих мощностей и соответствующую энергетическую инфраструктуру, Туркменистан может вырабатывать гибкую электроэнергию, которую можно продавать по более высокой цене.
- Это позволит увеличить доход, получаемый Туркменистаном с каждого кубометра газа.
- РСА поможет детально изучить возможности, затраты и выгоды Туркменистана от производства и экспорта этой гибкой генерации в качестве дополнительной услуги по сравнению с существующим экспортом.



# ПОДДЕРЖКА РСА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МАНЕВРЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА

- **Потенциальный рынок:** Существующие и перспективные потребности соседних стран.
- **Межсетевые соединения:** Передающие и трансграничные соединения, их текущая мощность и возможная модернизация.
- **Маневренность генерации:** Исследование генерации и энергосистемы с целью определения маневренной мощности и эксплуатационного профиля комплекса генерирующих предприятий Туркменистана по технологиям, электростанциям и системам электропередачи после удовлетворения потребностей внутри страны.
- **Газоснабжение:** Маневренность поставок туркменского газа на национальные электростанции для обеспечения соответствия предлагаемых услуг маневренности генерации имеющимся в стране запасам газа и справедливого покрытия национальных потребностей.
- **Усиление энергосистемы:** Локализация и определение масштабов предстоящей модернизации национальной сети Туркменистана с целью увеличения маневренности экспорта электроэнергии и доходов от добавленной стоимости.
- **Расширение газовой инфраструктуры:** Определение возможной модернизации национальной газотранспортной инфраструктуры для увеличения маневренности генерирующих мощностей.

---

ПРОЕКТ USAID «ЭНЕРГЕТИКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ»



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE