ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

# Центр экономического моделирования и анализа

## Тема: Сценарный анализ декарбонизации и модернизации ТЭЦ г. Бишкек

Омар Даиров
dairov.omar00@gmail.com

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛИГИ

КЭУ ИИУ 1993

Европа Биримдиги тарабынан биргелешип каржыланат

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Swiss Confederation

германия кызматташтыгы DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Аткаруучу: giz

# Контекст проекта

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

- ТЭЦ г. Бишкек ежегодно потребляет 1,23 млн тонн угля, что ведет к выбросам 2,1 млн тонн CO2 и 5,4 тонн мелкодисперсных частиц PM2.5, критически влияющих на качество воздуха
- Как модернизировать крупнейший объект энергосистемы (13% выработки электроэнергии в стране) для снижения экологической нагрузки при сохранении энергетической безопасности?
- Высокий износ оборудования и критическая зависимость от угля создают риски для энергетической безопасности и здоровья населения.

# Цели оценки, связанный метод

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

**Что анализируем:** Технико-экономическую эффективность различных сценариев перехода с угля на газ и альтернативные источники.

**Показатели:**

- LCOE (стоимость электроэнергии) и LCOH (стоимость тепла).
- Объем капитальных инвестиций (CAPEX).
- Социально-экономический ущерб от загрязнения воздуха (выбросы PM2.5).

**Метод:** Количественное моделирование методами системной динамики в программной среде Vensim.

# Процесс реализации

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

- **Консультации:** Проект реализован под руководством международных экспертов и консультантов Центра
- Использованы фактические показатели работы ТЭЦ (мощность 450 МВт электро / 600 МВт тепло) и международные коэффициенты выбросов IPCC
- Модель базируется на подходе Levelized Cost Analysis, широко применяемом в мировой энергетической практике.

# Анализируемые сценарии

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

- **Базовый/инерционный:** Сохранение текущей угольной генерации.
- **Повышение эффективности:** Модернизация угольного оборудования на 10%.
- **Частичная газификация:** Замещение 50% угольной генерации природным газом.
- **Климатическое финансирование (Carbon credits)**

# Результаты: Базовый сценарий: Угольная генерация

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

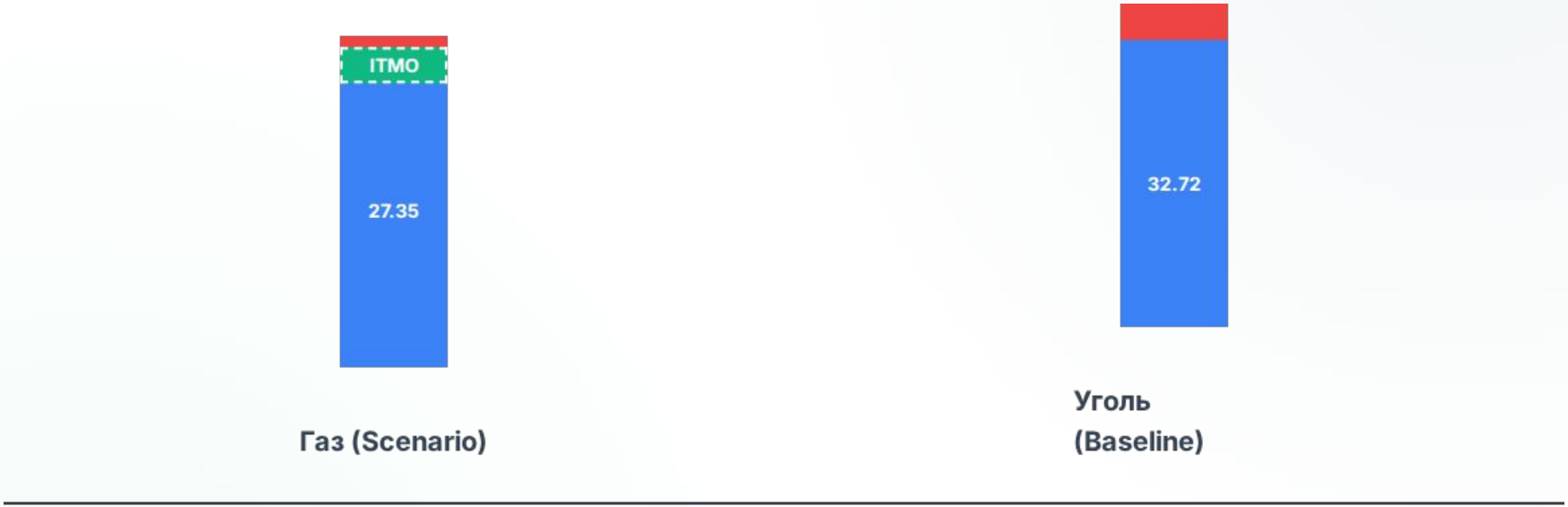
- Выработка: **1,8 ТВт·ч** электроэнергии и **1,6 млн** Гкал тепла в год.
- Потребление угля: **1,23** млн тонн ежегодно (NCV = 22 ГДж/т)
- Выбросы CO2: Более **2,1** млн тонн/год.
- Экологический ущерб (PM2.5): Оценивается в **7,25** млн USD ежегодно
- Себестоимость тепла (LCOH): **52,2** USD/Гкал.

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ OPEX: УГОЛЬ VS ГАЗ

| Статья затрат (млн сом/год) | Уголь (BAU) | Газ (Сценар.) | Изм. % |
|---|---|---|---|
| Закупка топлива | 4 200 | 5 800 | +38.1% |
| Эко-налоги и штрафы | 450 | 45 | -90.0% |
| Золоудаление и отвалы | 380 | 0 | -100% |
| Обслуживание мельниц | 210 | 15 | -92.8% |
| Ремонт систем очистки | 165 | 25 | -84.8% |
| **ИТОГО OPEX** | **6 005** | **6 175** | **+2.8%** |

* Рост цены газа практически полностью компенсируется ликвидацией угольной инфраструктуры и штрафов.

# СКРЫТАЯ ЦЕНА УГЛЯ: АНАЛИЗ LCOE




**Полная социально-экономическая стоимость угля выше газа на 19.6%.**

# УГЛЕРОДНОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ

## $28.5M

### Ежегодный доход

Приток валютной выручки от реализации ITMO в рамках Статьи 6 Парижского соглашения (при цене $15/т CO2).

**1.9 млн тонн CO2:** ежегодный объем сокращения выбросов при переходе на газ.



# Анализ

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

- Экологический кризис в Бишкеке обусловлен кумулятивным эффектом выбросов от частного сектора, транспорта и угольной генерации ТЭЦ, из-за чего уровень PM2.5 в зимний период превышает нормы ВОЗ в 20–30 раз.
- При учете скрытых внешних издержек (Damage Costs) цена угля оказывается критической: экономический ущерб здоровью населения от выбросов достигает 112 млн USD ежегодно.
- Удорожание топливного баланса на 38,1% при переходе на газ практически полностью компенсируется экономией на смежных процессах. Ликвидация гидрозолоудаления (-100%), снижение экологических штрафов (-90%) и сокращение затрат на обслуживание мельниц (-92,8%) приводят к тому, что итоговый кумулятивный рост OPEX станции составляет всего 2,8%
- Полная стоимость угольной генерации для общества составляет 32,72 USD/MWh. Газовый сценарий снижает эту нагрузку до 27,35 USD/MWh за счет минимизации медицинских издержек и генерации доходов от климатических рынков.
- Замещение угля природным газом снижает годовую эмиссию парниковых газов до 2,9 млн тонн, высвобождая 1,9 млн тонн CO2-эквивалента.
- Монетизация этих объемов через механизм передаваемых результатов смягчения (ITMO) по Статье 6 Парижского соглашения способна обеспечить доход около 28,5 млн USD в год (при консервативной оценке 15 USD за тонну).

# Заключение

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

Оценка рентабельности генерации энергии исключительно на основе базовой нормированной стоимости (LCOE) математически некорректна, так как издержки ущерба системе здравоохранения и потеря производительности труда статистически превосходят экономию на дешевом угле, формируя чистый убыток для государственного бюджета.

Газификация ТЭЦ обладает эффектом двойного дивиденда: она не только элиминирует выбросы твердых частиц, но и создает новый ликвидный класс государственных активов за счет сокращения парниковых газов. Интеграция климатических доходов (ITMO) и радикальное снижение медицинского бремени позволяют перевести транзит ТЭЦ на природный газ в категорию высокорентабельных инфраструктурных инвестиций с максимальным показателем Созданной социальной ценности (Social Value Created). Использование именно этой метрики предоставляет наиболее полную научно обоснованную базу для принятия долгосрочных решений в энергетическом секторе Кыргызской Республики.

ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА

# Спасибо за внимание!

Для получения дополнительной информации свяжитесь с:
Омар Даиров, dairov.omar00@gmail.com

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛИГИ
КЭУ ИИУ 1955
Европа Биримдиги тарабынан биргелешип каржыланат
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Swiss Confederation
германия кызматташтыгы
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT
Аткаруучу:
giz