



# TECHNO-ECONOMIC ASSESSMENT STUDY FOR ROGUN HYDROELECTRIC CONSTRUCTION PROJECT

OSHPC BARKI TOJIK

Отчет фазы II: Варианты определения проекта

Выводы и рекомендации



## Содержание:

- 1 ВВЕДЕНИЕ
- 2 КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПРОЕКТА
- 3 ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА
- 4 РАССМОТРЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ПРОЕКТА
- 5 РАССМОТРЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТА
- 6 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТА
- 7 ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПРОЕКТА
- 8 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ



## ИТЭО: Исследование Технико-Экономического Обоснования

### Участники

**Компания «Коине и Беллие» – Франция**

**Компания «Электроконсалт» – Италия**

**Компания «ИРА» - Соединенное Королевство Великобритании**

Фаза **0**: Оценка **СОЛЯНОГО КЛИНА**

Фаза **1**: Оценка всех **СУЩЕСТВУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ**

Фаза **2**: Оценка всех **ВАРИАНТОВ** Рогунской ГЭС

*ОЭСВ: Оценка Экологического и Социального Воздействия  
Консультант: POYRY ENERGY Ltd. - Швейцария*



## 2. Краткая история

**1950 и 1960 гг: региональное развитие сектора ирригации  
+ электроэнергии в период СССР**

**1970г: Разработка проекта**

**1980г : начало строительства. Приостановка в связи с  
политическими изменениями**

**2008г : Возобновление строительства**

**2010г : Обновленный проект ИГП – Москва**

**2011** } ***ИТЭО***  
+  
**2014** } ***ОЭСВ***

### Согласно Техническому Заданию:

#### **Расширенное ТЭО. Исследование требует учитывать:**

первичные данные и исследования  
первичный и обновленный проект 2010 г

#### **изменения в проекте соответствующие:**

международно принятым стандартам  
современным инженерным практикам  
единым критериям проектирования для всех вариантов



## 4. Рассмотренные варианты проекта

**Нормальные подпорные уровни (НПУ) 1290мнум; 1255мнум; 1220мнум.**

**1290:** как в первоначальном проекте

1220: минимальный приемлемый срок эксплуатации водохранилища из-за седиментации

1255: среднее значение

соответствующие высоты плотин: 335 м; 300 м; 265 м

**Три установленные мощности для каждого НПУ: всего 9 вариантов**

НПУ 1290: 3600 МВт; 3200 МВт; 2800 МВт

НПУ 1255: 3200 МВт; 2800 МВт; 2400 МВт

НПУ 1200: 2800 МВт; 2400 МВт; 2000 МВт

## 5.1 ЕСТЕСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ

### 5.1.1 Геология и соляной клин

Комплексная геология участка: данные + доп. исследования = понимание. Безопасный проект (межд. стандарты) + мониторинг / смягчение.

Соляной клин (Фаза 0). Физические исследования + числовое моделирование  $\times 2 \rightarrow$  оценка безопасности плотины: проект гидравлической завесы + цементация оголовка.

Мониторинг (давление, водопроницаемость, деформация), также подготовка восстановительных мероприятий.

### 5.1.2 Сейсмичность

Детерминированная оценка сейсмической опасности:  $PGA-MCE = 0.71 g$  + спектр реакций.

Проверено 3 варианта плотины для этих условий в соотв. с межд. стандартам по критериям безопасного проектирования плотины. Оценка Ко-сейсмических смещений.

Выполнена вероятностная оценка сейсмической опасности для стадии детального проектирования: предварительная проверка показала соответствие проекта плотины требованиям безопасности.

Рекомендовано проведение мониторинга до, в ходе и по завершению строительства.



### 5.1 ЕСТЕСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ

#### 5.1.3 Гидрология

76-ти летние ежедневные записи (последовательные и надежные). Чрезвычайные паводки;  $ВМП=7,800 \text{ м}^3/\text{с} + 10,000\text{лет}= 5,700 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Проектные паводки для каждого этапа строительства.

Данные для эксплуатации водохранилища.

#### 5.1.4 Седиментация

Данные по наносам: 60-100 Млн.  $\text{м}^3/\text{год}$ . Срок службы водохранилища (100 Млн.  $\text{м}^3/\text{год}$ ): 115 лет; 75 лет; 45 лет для НПУ = 1290; 1255; 1220, соответственно.

Ограниченная возможность сработки наносов для увеличения выработки, поднятие водоприемника и контроль дельты.

Со временем водохранилище заполнится наносами: требуется особая стратегия для конца срока эксплуатации: поверхностный водосброс.



### 5.2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ

Исследования Фазы 1 оценили пригодность ранее построенных сооружений или ранее установленного оборудования.

Варианты Фазы 2 включили их надлежащим образом.

### 5.3 ЗАПОЛНЕНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Предположения соответствующие существующим соглашениям и практикам водораспределения. Заполнение водохранилища будет осуществляться только за счет неиспользованной доли.

Впоследствии ПРТ намеревается продолжить использовать свою долю для ирригации. Совместная эксплуатация Рогун + Нурек показывает условия перевода воды с лето на зиму, что и делается в существующих условиях.



### 5.4 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Оценка ЭСВ на основе технических характеристик вариантов. Ни один из вариантов не был исключен на основе оценки экологического и социального воздействия (чем больше плотина, тем больше переселение).

Затраты ОЭСВ включены в общие капитальные затраты вариантов. Потеря сельскохозяйственного производства включена в экономический анализ

### 5.5 ПРОГНОЗ СПРОСА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Сегодня в Таджикистане: избыток в летний период, нехватка и отключения в зимний период.

Прогнозный период 2050: включен: неудовлетворенный спрос, экономический рост и тарифы, расширение системы электроэнергетики и контроль энергопотерь.

Совокупный среднегодовой рост 2013-50: 2.6% (25 и 75 процентиль : 2.0% и 3.6%)



### 6.1 ВЫБОР СТВОРА, ТИПА И ОСИ ПЛОТИНЫ

#### 6.1.1 Створ плотины

Минимальное действие разломов и минимальный объем плотины.

#### 6.1.2 Тип плотины

Каменно-набросная с суглинистым ядром: способная:

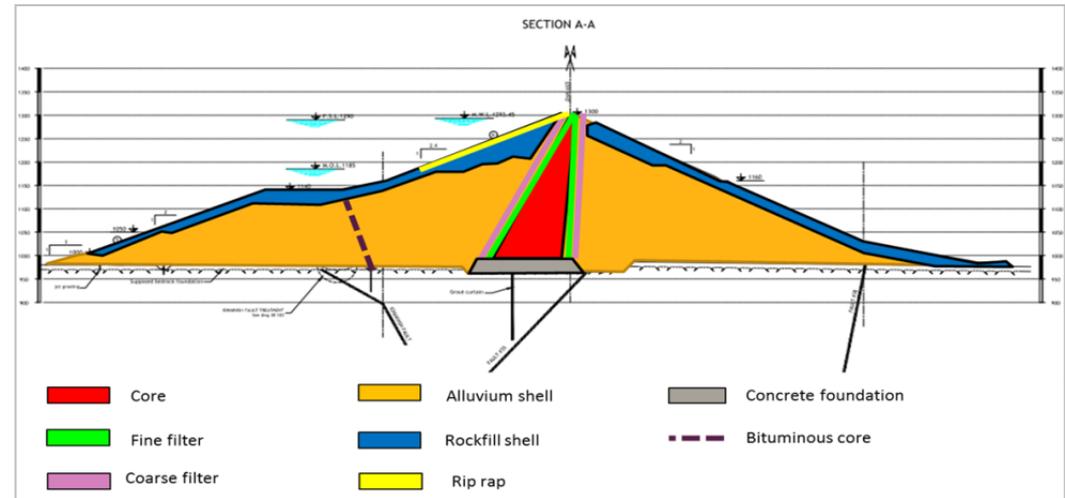
- Выдержать крупное землетрясение;
- Приспособиться к соляному клину;
- Избежать чрезмерные напряжения на алевролит;
- Противостоять различным усадкам;
- Поэтапное строительство.

#### 6.1.3 Ось плотины

Такая же как в первоначальном проекте, такая же и для трех вариантов.



## 6.2 ПРОЕКТ ПЛОТИНЫ



- Откосы плотины 2H/1V (Н/Б) 2.4H/1V (В/Б) определены как достаточные для гарантирования устойчивости плотины.
- Толщина фильтрующих и переходных слоев, минимум 10 м, чтобы гарантировать эффективность в случае больших землетрясений.
- Сухой гребень плотины, высотой минимум 6 м, с учетом усадки в случае большого землетрясения.
- В верхней части плотины (50 м верхней части), каменная наброска взамен аллювия, поскольку у нее угол трения больше.

### 6.3 ПОМЕЩЕНИЕ МАШИННОГО ЗАЛА

Помещение машинного зала частично пройдено в зоне песчаника/алевролита. Комплекс укрепительных мероприятий для стабилизации конвергенции.

Рассмотрены также возможные альтернативные места для машзала. Но было решено, что с подходящими стабилизационными мерами существующее месторасположение является подходящим для реализации, с экономической точки зрения.

### 6.4 УПРАВЛЕНИЕ ПАВОДКОМ

Введены значительные изменения в проект 2010 года:

- Во время перекрытия: восстановительные мероприятия для двух существующих тоннелей, необходима более высокая перемычка, 3 строительный тоннель для отвода
- Строительные фазы: требуются новые тоннели по мере поднятия уровня водохранилища.
- Эксплуатационная фаза: начальный проект, только водосбросные тоннели с погруженными водоприемниками: риск кавитации от большой скорости воды и абразивных наносов.

Разработаны долгосрочные решения для безопасного регулирования паводков. Нурек и каскад защищены от ВМП на протяжении десятилетий.



### 6.5 ЭТАПЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Верхний банкет (25м ): перекрытие и отвод реки во время 1-го сезона маловодья
- Перемычка (75м) : 1-ый сезон половодья
- Плотина 1-ой очереди (135 м-115м-100м): позволяет раннюю выработку
- Основная плотина (335м-300м-265м) для НПУ=1290; 1255; 1220 мнум.

### 6.6 ГРАФИК РЕАЛИЗАЦИИ И ЛОГИСТИКА

Два основных критических пути (с момента утверждения ИТЭО и решения ПРТ о продолжение Проекта):

Ранняя выработка: 6 лет+03 м; 6 лет+03 м; 7 лет+00 м

Конец строительства: 13лет+07м; 11лет+10м; 10лет+00м.



## 6.7 КОНЦЕПЦИЯ РАННЕЙ ВЫРАБОТКИ

Вырабатываемая дополнительная электроэнергия каскадом во время наполнения водохранилища Рогуна (по сравнению с вариантом «Без Рогуна»):

НПУ	Время для наполнения (лет)	Всего электроэнергии (ТВт-ч)	Экв. Кол-ву лет нормальной экспл. Рогуна
1290	16	111	7.7
1255	13	69	5.5
1220	9	37	3.7

## 6.8 ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ДАТА ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Оцениваемое годовое производство электроэнергии, которое будет вырабатываться на Рогунской ГЭС (в ТВт-ч):

НПУ	Годовая выработка Макс. Уст. Мощность	Годовая выработка Сред. Уст. Мощность	Годовая выработка Мин. Уст. Мощность
1290	14.4	14.3	14.1
1255	12.4	12.4	12.1
1220	10.1	10.0	9.8

Совместная эксплуатация Рогун-Нурек будет также способствовать большей выработке Нурека.



### 6.9 ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ

Детальный анализ затрат с таким же уровнем точности для всех 9 вариантов.

Оценка затрат была использована при экономическом сравнении вариантов.

### 6.10 СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОЕКТА

На основе данных о седиментации - 100 Млн. м<sup>3</sup>/год, временной период, когда уже больше невозможно осуществлять регулирование водохранилища, следующий:

НПУ=1290: 115 лет; НПУ=1255: 75 лет; НПУ=1220: 45 лет.



## 7.1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

ИТЭО показало, что:

- При условии применения определенных модификаций в проекте,
- При условии реализации определенных мер по смягчению последствий и проведение мониторинга,

Любой из вариантов плотины Рогуна может быть реализован и эксплуатирован в рамках международных норм по безопасности

## 7.2 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Был выполнен подробный экономический анализ для различных вариантов проекта и сравнен со сценарием «без проекта».

Экономическая оценка показывает экономическую жизнеспособность всех вариантов Рогуна при широком диапазоне предположений.

Вариант НПУ 1290 мнум с установленной мощностью 3200 МВт показывает наивысшую экономию общесистемных затрат и наивысшую чистую приведенную стоимость экономических выгод.



### 7.3 ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Высокая плотина (НПУ 1290):

- Может быть построена и эксплуатирована на участке Рогуна в рамках международных норм по безопасности;
- Имеет самый длинный срок эксплуатации, следовательно гарантирует выработку с низкой себестоимостью на протяжении наиболее продолжительного периода для энергосистемы Таджикистана;
- Может значительно смягчить последствия ВМП для защиты всего Вахшского каскада;
- Будет способствовать снижению темпов седиментации Нурекского водохранилища и как следствие, окажет влияние на выработку электроэнергии всего каскада;
- Обеспечивает максимальный потенциал для увеличения стоков в маловодные годы для прибрежных стран;
- Является частью плана расширения выработки электроэнергии с наименьшими затратами для Таджикистана в сравнении с другими вариантами Рогуна, а также вариантом без Рогуна;
- Предоставляет наивысшую чистую приведенную стоимость экономических выгод.

## 7.4 РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе вышеуказанной оценки, Консультант рекомендовал, что вариант Рогуна с НПУ 1290 может быть принят для последующего детального рассмотрения.

Поскольку экономические результаты различных установленных мощностей сравнительно схожи, рекомендуется провести дальнейшее изучение аспектов оптимизации установленной мощности в стадии детального проектирования.

Предоставлены ряд рекомендаций по дальнейшим исследованиям и анализу, которые должны быть выполнены для детального проектирования объекта.



# Спасибо!

