



Rogun Alert Coalition

Что эффективнее «самой высокой плотины в мире»?

**(Анализ альтернатив для проекта завершения
строительства Рогунской ГЭС)**



РЕКИ БЕЗ ГРАНИЦ

Международная экологическая коалиция «Реки без границ»
(Rivers without Boundaries)

Декабрь 2024

Содержание

Введение	3
Почему требуется анализ альтернативных сценариев реализации проекта Рогунской ГЭС?.....	5
Краткие результаты рассмотрения альтернативных сценариев	8
Устранение зимнего дефицита и снижение себестоимости электроэнергии.....	11
Декарбонизация энергетики Центральной Азии	14
Минимизация переселения и иных социально-экологических последствий.....	15
Ранжирование сценариев по степени полезности/ безопасности для развития Центральной Азии.....	17
Рекомендации	19
ПРИЛОЖЕНИЕ: Оптимизация планов низкоуглеродного развития электроэнергетики Таджикистана	20

Введение

Уже пять десятилетий достройка Рогунской ГЭС мощностью до 4 ГВт с плотиной высотой 335 метров рассматривается многими как оптимальное решение проблем энергообеспечения Таджикистана, однако реализация такого решения сталкивается с существенными экологическими, геологическими, социально-экономическими, гуманитарными и финансовыми проблемами. Даже если достройка Рогунской ГЭС уложится в ныне планируемые сроки, она будет завершена лишь в далеком 2039 году, хотя в реальности это может занять существенно больше времени¹. Одна из ошибок планирования, регулярно повторяющихся при каждом рассмотрении этого проекта – недостаточная оценка альтернативных путей решения задач и проблем, связанных с проектом. В настоящем докладе рассматриваются некоторые ключевые факторы, возможности и риски, которые должны быть сегодня учтены в ходе доработки проекта Рогунской ГЭС для обеспечения принятия оптимальных решений на основе более полной и достоверной информации.

В предварительном варианте оценки воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС) проекта строительства Рогунской ГЭС, представленном в декабре 2023 года², полностью отсутствует анализ альтернатив, основанный на современных данных. ОВОСС лишь цитирует устаревший анализ, выполненный более 10 лет назад, хотя с тех пор произошли существенные изменения в технологиях, природных процессах, экономике и сумме накопленных знаний.

Мы убеждены, что принятие ответственного решения об оптимальном варианте завершения проекта строительства Рогунской ГЭС на реке Вахш в Таджикистане невозможно без сравнения актуальных в современных условиях альтернатив развития и связанных с ними воздействий на природу и социум. Без этого не удастся выбрать оптимальный вариант завершения проекта, предполагающий избежание и смягчение рисков, а также уменьшение вероятности наступления его потенциальных негативных последствий, как это предписано во всех современных экологических и социальных рамочных политиках международных банков развития.

Чтобы наглядно продемонстрировать необходимость сравнения разных альтернатив, нами были рассмотрены разнообразные альтернативные варианты окончания строительства Рогунской ГЭС и развития энергосистемы Таджикистана в свете факторов, требующих учёта при выборе пути развития. К таким факторам относятся: революционные изменения в энергоэффективности и экономической целесообразности промышленного использования возобновляемой энергетики (солнечной и ветровой генерации), растущие экономические риски создания ГЭС, природные риски в свете ускорения изменений климата, гуманитарные риски, связанные с переселением людей, социально-экономическими и экологическими воздействиями ниже по течению.

¹ В период с 1975 по 2015 гг. в отведённые сроки не уложились более 80% гидроэнергетических проектов, финансируемых Группой Всемирного банка, - см. Baurzhan, S.; Jenkins, G.P.; Olasehinde-Williams, G.O. The Economic Performance of Hydropower Dams Supported by the World Bank Group, 1975–2015. *Energies* 2021, 14, 2673. <https://doi.org/10.3390/en14092673>

² Все документы ОВОСС проекта Рогунской ГЭС <http://www.energyprojects.tj/index.php/ru/rogunskaya-ges/eko-sots-instrument?limitstart=0> и их английские версии <http://www.energyprojects.tj/index.php/en/rogun-hpp/eko-sots-instrument>

Мы аргументированно показываем, что в случае принятия решения о полной достройке Рогунской ГЭС по максимальному варианту (именно этот вариант сейчас безальтернативно рассматривается банками развития) не будут вовремя решены острые проблемы, для преодоления которых возводится гигантская гидроэлектростанция. В частности, веерные отключения электроэнергии в Таджикистане будут продолжаться по-прежнему и могут продлиться по крайней мере до 2037 года. Далее вероятность отключений будет зависеть от того, как будет решаться конфликт между обширными обязательствами по экспорту электроэнергии Рогунской ГЭС и колебаниями водности реки Вахш в зимнее время.

В то же время, как показывают наши предварительные расчёты в рамках альтернативных сценариев реализации проекта, сочетание развития солнечной генерации с достройкой Рогунской ГЭС меньших масштабов может позволить уже к 2030–2031 году полностью покрыть зимний дефицит энергии в Таджикистане. Диверсификация источников энергии внутри единой энергосистемы страны также существенно уменьшит риски для энергетики и экономики, связанные с изменениями климата.

Благодарности

Коалиция «Реки без границ» выражает глубокую признательность Пиппе Гэллоп (CEE Bankwatch) и нескольким анонимным рецензентам из стран Центральной Азии за ценные советы, которые помогли улучшить наш аналитический доклад.

Почему требуется анализ альтернативных сценариев реализации проекта Рогунской ГЭС?

Экспорт электроэнергии. Понадобится ли соседним странам покупать электроэнергию у Таджикистана – зависит от цены и сроков начала масштабных поставок электроэнергии. У всех соседних стран имеются амбициозные планы развития электрогенерации на своей территории и даже производство «зелёной энергии» в целях экспорта в Европейский союз³.

Окно возможностей для Таджикистана поставлять энергию от возобновляемых источников соседям по конкурентным ценам может закрыться в течение ближайших 5-7 лет – задолго до достройки Рогунской ГЭС в максимальном варианте. Кроме того, себестоимость электроэнергии Рогунской ГЭС будет дороже электроэнергии, произведённой на солнечных на фотовольтаике (СЭС) и ветровых (ВЭС) электростанциях. Если Таджикистан намерен стать экспортёром электроэнергии для соседей, ему необходимо развивать СЭС и ВЭС вдобавок к манёвренным мощностям уже построенных ГЭС, а не создавать новые гигантские водохранилища. Поэтому при анализе конкурентоспособности вырабатываемой в будущем электроэнергии на Рогунской ГЭС необходимо учитывать амбициозные планы соседних стран по созданию СЭС, ВЭС, гидроэнергетики, газовых и угольных ТЭС, по развитию атомной генерации (в той степени в какой все эти планы реалистичны). Планы по увеличению закупок трубопроводного газа у России, развитию собственной добычи ископаемого топлива и его экспорту, в том числе и такому потенциальному потребителю электроэнергии Рогунской ГЭС, как Пакистан, также могут влиять на спрос на электроэнергию в регионе, хотя они явно несовместимы с задачами декарбонизации.

Декарбонизация региона. Даже если в силу политических факторов Узбекистан, Казахстан и Пакистан заключат с Таджикистаном долгосрочные контракты на поставки энергии Рогунской ГЭС, это не приведёт к существенному снижению выбросов парниковых газов в энергосистемах стран Центральной Азии. Как показано в материалах ОВОСС, Рогунская ГЭС в результате эмиссий парниковых газов из водохранилища все равно будет иметь большой углеродный след, такой же как у современной энергосистемы Таджикистана, а значит, она никак не сможет снизить удельную углеродоемкость электроэнергетики страны.

Соседние страны, с одной стороны, имеют большие возможности развивать ВИЭ на своей территории, а с другой – также имеют планы быстрого развития электростанций на ископаемом топливе, частью при поддержке международных банков развития⁴. Поэтому нельзя не отметить, что контракты на поставку электроэнергии с Рогунской ГЭС в далеком будущем используются сегодня политиками и финансистами как «дымовая завеса» для краткосрочного обеспечения потребностей за счёт развития генерации на ископаемом топливе, что противоречит целям Парижского соглашения.

³ <https://timesca.com/uzbekistan-aims-to-export-10-15-billion-kwh-of-electricity-to-europe-by-2030/>

⁴ Например, Всемирный банк финансирует строительство газовой электростанции комбинированного цикла мощностью 1,573-МВт в Узбекистане <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P174323>

Таким образом, достройка Рогунской ГЭС в максимальном варианте не только не приведёт к скорой декарбонизации энергосистем Центральной Азии, а скорее, наоборот, затормозит этот процесс.

Управление паводками. Возведение в рамках проекта Рогунской ГЭС «самой высокой плотины в мире» оправдывается необходимостью удержать «максимальный возможный паводок», но в материалах ОВОСС нет анализа альтернативных мер, снижающих ущерб от паводка. Представляется, что угроза «максимально возможного паводка» просто используется для обоснования возведения плотины максимальных размеров. Аналогичным образом оправдывается создание гигантского водохранилища якобы для накопления в нем наносов. Между тем успешные программы снижения ущерба от наводнений и наносов всегда имеют комплексный характер и должны рассматриваться в ходе анализа альтернатив – например, создание противопаводковых сооружений в верховьях реки Вахш, снижение эрозии в водосборных бассейнах, создание достаточных противопаводковых ёмкостей при меньших размерах Рогунской ГЭС, реконструкция Нурекской ГЭС путём создания там противопаводковой ёмкости и/или дополнительных водосбросов на гидроэлектростанциях Вахшского каскада, и т.д.

Вынужденное переселение. Поддерживая вариант строительства самой высокой плотины в мире, международные банки развития отказываются от важнейшей задачи по минимизации числа переселяемых людей⁵. Между тем большинство из 60 тысяч местных жителей, которым угрожает вынужденное переселение, проживают выше отметки 1240 метров над уровнем моря, в то время как водохранилище Рогунской ГЭС может быть образовано с более низкими отметками уровня, включая такие низкие отметки, при которых не потребуются дополнительного переселения местных жителей. Учитывая негативную составляющую в предыдущем опыте переселения, крайнюю болезненную чувствительность проблемы для локальных сообществ и таджикского общества в целом, мы убеждены, что для завершения проекта строительства Рогунской ГЭС необходимо выбирать варианты с минимальным переселением, и это вполне реально сделать сейчас.

Воздействие на биоразнообразие и население ниже Вахшского каскада ГЭС. Рогунская ГЭС создаётся для кардинального усиления, многократного увеличения срока службы и оптимизации регулирования стока Вахшским каскадом ГЭС, вырабатывающим более половины электроэнергии в Таджикистане. Перераспределение стока рек Вахш и Амударья существующим каскадом ГЭС с весенне-летнего сезона на зиму уже вызвало деградацию пойменных экосистем (тугайных лесов), сокращение популяций редких рыб и ухудшило условий для ирригации в маловодные годы. Создание водохранилища максимальных размеров увеличит возможности такого регулирования в три раза, увеличивая риски ниже по течению, где находится объект Всемирного наследия «Тугайные леса заповедника Тигровая балка», последние популяции исчезающих видов осётров, а также плодородные равнины вдоль рек, где в Таджикистане, Узбекистане, Туркменистане и Афганистане проживают по крайней мере 7 миллионов людей, чьё благосостояние полностью зависит от поливного земледелия. Имеющиеся сегодня международные

⁵Это основная задача применения социально-экологического стандарта ESS-5 Всемирного банка и аналогичных стандартов иных банков развития, касающихся насильственного переселения людей.

соглашения о водodelении заключены в прошлом веке, не содержат чётких механизмов для ограничения сезонного перераспределения стока, не соответствуют современным условиям и уже не способны гарантировать снижение этих рисков ниже по течению. Выбор вариантов проекта строительства Рогунской ГЭС с меньшей полезной ёмкостью Рогунского водохранилища существенно уменьшит дополнительные риски. В противном случае, еще до утверждения финансирования проекта должны быть подписаны дополнительные обязывающие соглашения по управлению водными ресурсами между странами бассейна и созданы соответствующие механизмы, обеспечивающие их исполнение, для снижения рисков нарушения водного стока для биоразнообразия и населения ниже по течению от Вахшского гидроэнергетического каскада.

Стоимость разных типов ВИЭ. Удельная стоимость строительства Рогунской ГЭС (в расчёте на киловатт мощности) в 3–4 раза выше таковой для СЭС и в 2–3 раза выше затрат на ВЭС. В связи с тем, что эта разница продолжает увеличиваться, может оказаться, что гораздо эффективнее будет потратить большую часть из 6,4 миллиарда долларов, запрошенных в 2024 году на достройку Рогунской ГЭС⁶, не на усиление зависимости от ГЭС как единственного источника электрогенерации, что делает энергосистему крайне уязвимой к климатическим флуктуациям, а на диверсификацию источников генерации энергосистемы Таджикистана, тем самым обеспечив устойчивость генерации, как в пределах Таджикистана, так и увеличив её в пределах всего региона.

Экономическая жизнеспособность проекта. Объективный анализ чувствительности проекта к росту стоимости строительства ГЭС, увеличению разницы в себестоимости производства энергии на ГЭС и СЭС, уменьшению стока/доступности водных ресурсов, увеличению сроков строительства в виду разных социально-экономических и природных факторов, несомненно покажет, что при каждом из этих весьма вероятных изменений ситуации конкурентоспособность вариантов с высокой плотинной быстро падает. Тот же объем финансирования, потраченный на завершение менее высокой плотины с минимизацией затрат, в сочетании с развитием строительства сопряжённых в единый комплекс СЭС на сэкономленные деньги, приводят к большей устойчивости и конкурентоспособности проекта, а также к существенно меньшему экономическому, социальному и моральному ущербу вследствие вынужденного переселения местных жителей из зоны затопления водохранилища Рогунской ГЭС.

Необходимость анализа альтернатив. В связи с вышеизложенным, правительство Таджикистана и международные финансовые институты, рассматривающим возможность финансирования проекта строительства Рогунской ГЭС, должны провести в рамках доработки материалов ОВОСС скрупулёзный анализ всех возможных альтернативных сценариев завершения проекта и их социальных, экологических и экономических последствий, включая анализ их экономической состоятельности в сравнении с реализуемым ныне «максимальным» вариантом строительства Рогунской ГЭС. Такой подход является обязательным согласно требованием социально-экологических политик большинства банков, участвующих в рассмотрении проекта.

⁶ Оценки стоимости строительства Рогунской ГЭС в течение последних лет ежегодно увеличивались на 15%, см. <https://rogun.exposed/debt>

Краткие результаты рассмотрения альтернативных сценариев

В текущем виде проект строительства Рогунской ГЭС предполагает, что все ресурсы Таджикистана, предназначенные для капитального строительства, тратятся на поддержку одного-единственного мегапроекта с возведением самой высокой плотины в мире, другие источники ВИЭ активно не развиваются. Ускоренный рост выработки ВИЭ (в основном за счёт развития солнечной энергетики) прогнозируется уже за рамками проекта строительства Рогунской ГЭС - см., например, опубликованный Всемирным банком в ноябре 2024 года доклад «Таджикистан - Доклад о климате и развитии страны»⁷.

Возможно ли ускорить и оптимизировать развитие возобновляемой энергетики в Таджикистане? Например, начать быстрее строить крупную солнечную генерацию не после достройки «самой высокой плотины» Рогунской ГЭС, а уже сегодня?

Чтобы ответить на этот и иные вопросы, мы рассмотрели и проанализировали 8 разных сценариев развития ВИЭ, включив их в рамки реализации проекта Рогунской ГЭС в 2024–2039 годах⁸.

По данным доклада Международного валютного фонда (МВФ), опубликованного в апреле 2024 года, стоимость достройки Рогунской ГЭС в её максимальном варианте (плотина высотой 335 метров, нормальный уровень водохранилища - 1290 метров над уровнем моря) составит 6,4 миллиарда долларов США⁹ или около 1900 долларов за киловатт прироста мощности (без учета затрат, понесённых до 2024 года). То есть даже без учёта ранее истраченных денег достройка Рогунской ГЭС до самой высокой отметки дороже строительства солнечных или ветровых электростанций (758 и 1160 долларов США за киловатт установленной мощности соответственно¹⁰).

Все рассматриваемые ниже сценарии имеют одинаковый бюджет: 6 миллиардов 400 миллионов долларов США. Для демонстрации необходимости сравнения альтернатив, кроме предлагаемого сейчас в проекте варианта с максимальной высотой плотины, нами рассмотрено еще 7 сценариев завершения проекта Рогунской ГЭС (6 сценариев из них ранее уже предлагались инженерами и финансистами при проработке проекта Рогунской ГЭС).

Для каждого сценария приведена примерная оценка годовой выработки ГЭС и грубая оценка стоимости завершения строительства. В случае полного вывода из эксплуатации (декомиссии) в стоимость входит как демонтаж плотины, так и создание поверхностных водосбросов на нижележащих плотинах Вахшского каскада. В остальных случаях оценивается создание ГЭС с соответствующим нормальным

⁷ Tajikistan Country Climate and Development Report (CCDR).

<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099102424150519451/p50046019e1a6b04b18e6b1b612b3962f41>

⁸ Согласно текущей документации на сайте Всемирного Банка, заполнение Рогунского водохранилища займет не менее 16 лет и не может быть завершено ранее 2039 года (см. график в техническом задании для консультанта по управлению проектом).

⁹ IMF. Request for a twenty-two-month Policy Coordination Instrument (PCI) with the Republic of Tajikistan <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/CR/2024/English/1TJKEA2024001.ashx>

¹⁰ Здесь и далее стоимость строительства и себестоимость электроэнергии из сводки Международного агентства по ВИЭ <https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023>

подпорным уровнем (НПУ) водохранилища (далее сценарии будут часто обозначаться цифрой отметки НПУ, кроме варианта демонтажа/декомиссии).

Таблица 1: Сценарии завершения проекта Рогунской ГЭС

№	Сценарий, источник	НПУ	Полезный объем водохранилищ каскада	Площадь водохранилища	Мощность	Годовая выработка ГВт*ч	Стоимость достройки	Минимальный срок заполнения водохранилища
	Ед. измер.	Мнум	км ³	км ²	МВт		млрд. долл.	Годы
1	ИТЭО 2014	1290	10,3	170	3780	14625	6,4	16
2	ИТЭО 2014	1255	6,45	110	3200	12650	5	13
3	РУСАЛ 2007	1240	3,98	77	2400	11900	4	11
4	ИТЭО 2014	1220	3,93	70	2800	10800	4	9
5	WB 2024 Фаза 1	1185	0	51	1660	6436	2,44	5
6	Coyne & Bellier и Pöyry 2011	1110	0	12	1200-1800 (1500)	4981	1,5-2	3
7	Вариант РБГ 2024	1070	0	6	800-1200 (1000)	3370	1	2
8	Декомиссия - WB 2022	Нет	0	0	0	0	1.5	нет

В каждом сценарии сумма, сэкономленная на достройке Рогунской ГЭС, использовалась для создания крупных солнечных электростанций (Рис.1, линии). Стоимость строительства закладывалась в соответствии с данными Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) о среднемировой стоимости постройки СЭС в 2023 году (758 долларов США за киловатт установленной мощности). Наибольшая суммарная мощность (8124 МВт) достигнута в сценарии №7 (новый сценарий, предлагаемый нашей коалицией, с достройкой ГЭС без увеличения высоты плотины).

Для каждого сценария были рассчитаны примерные суммарные объёмы выработки электроэнергии за ближайшие 16 лет (именно таков оптимистичный срок наполнения Рогунского водохранилища, заявленный сейчас в проекте, рассматриваемом Всемирным банком). Сценарии ввода в эксплуатацию и выработки мощностей ГЭС базируются на данных ИТЭО 2014 г., ОВОСС 2023 г. и

Оптимизированного мастер-плана строительства Рогунской ГЭС 2024 г¹¹. Срок строительства СЭС составляет 2 года. Ввод в эксплуатацию: по 1500 МВт мощности в год, начиная с октября 2026 г.

Наибольшая совокупная выработка за 16 лет (200 ТВтч) показана в сценарии №3 с НПУ 1240 и установленной мощностью 2400 МВт для ГЭС и 3166 МВт для СЭС, однако выработка в сценариях №7, №5 и №4 с НПУ 1070, 1185, 1220 всего на 2-8% меньше максимальной. Сценариями с наименьшей выработкой являлись сценарий №8 «нулевой вариант» (декомиссия – 125 ТВтч) и сценарий №1 с НПУ 1290 (самая высокая плотина даст 144 ТВтч). Выработка электроэнергии СЭС рассчитывалась с помощью онлайн-симулятора ВИЭ¹² для климатических условий окрестностей Душанбе.

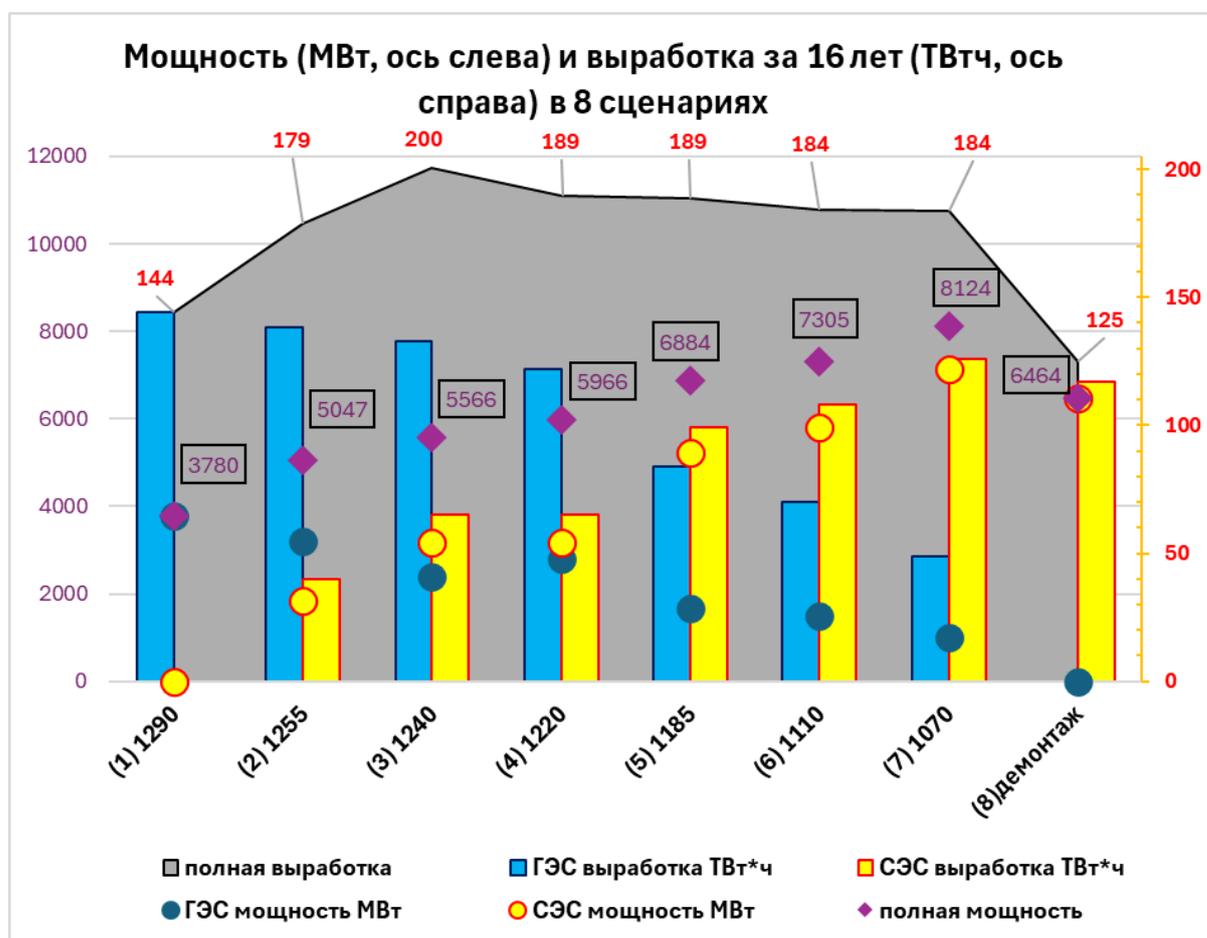


Рис 1. Установленная мощность ГЭС и СЭС и суммарная выработка ими электроэнергии за 16 лет (2024-2039) в 8 сценариях¹³

¹¹ См стр. 39 ТЗ Консультанта по управлению строительством <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/procurement-detail/OP00270949>

¹² <https://www.renewables.ninja>

¹³ Выработка ГЭС в сценариях № 6 и №7, возможно, занижена на 10–15%, так как они могут иметь и более высокий КИУМ (коэффициент использования установленной мощности). В данных вариантах также возможна установка на 200–300 МВт большей мощности ГЭС чем заложено нами в расчеты. На результат анализа это мало влияет, но если внести эти исправления в модель, то общая выработка в сценариях №6 и №7 за 16 лет увеличится на 8–12 ТВтч.

Наращивание солнечной генерации усилит надёжность энергосистемы Таджикистана, так как уменьшит почти полную зависимость от одного типа источников энергии. Опасения о «непостоянстве выработки энергии ВИЭ» не актуальны для Таджикистана, ибо имеющиеся ГЭС (дающие ныне 93% электричества) могут работать ночью, компенсируя непостоянный характер выработки электроэнергии СЭС¹⁴.

Так как в последние годы Таджикистан почти полностью использует свою квоту (9.5 км³ в год) водозабора в бассейне Амударьи для нужд сельского хозяйства, то мы также рассмотрели ситуацию, в которой для заполнения Рогунского водохранилища ежегодно используется не 0.83, а 0.55 кубокилометров воды, что соответствует фактическим неизрасходованным остаткам квоты в среднем за последние 6 лет. В такой ситуации этап заполнения увеличится на 8–9 лет, примерно до 2048–2049 года и приведёт в Сценарии №1 к снижению общей выработки за 2024–2039 годы примерно на 15%. В сценарии №2 аналогичные потери за 2024–39 гг. составят всего 2%, а для остальных сценариев значимого падения выработки не ожидается.

Устранение зимнего дефицита и снижение себестоимости электроэнергии

Важнейшей причиной строительства Рогунской ГЭС обычно называют избавление Таджикистана от дефицита электроэнергии зимой. Этот дефицит может достигать 4 ТВтч (миллиардов киловатт-часов). Учитывая рост населения, прогресс в электрификации и растущий дефицит воды, зимний дефицит может еще больше увеличиться в ближайшие десятилетия. Нами сделан примерный расчет зимней выработки за 16 лет для каждого сценария (Рис. 2).



Рис. 2. Выработка электричества (в тераватт-часах) за октябрь-март в 8 сценариях.

Из восьми сценариев в двух (№№ 5 и 6) зимний дефицит будет преодолён уже в 2029 году. В сценариях №3–7–8 дефицит будет преодолён на год позже. Медленнее всего рубежа в 4 ТВтч достигает сценарий №1 («самая высокая плотина в мире») с НПУ 1290 м (в нем нет солнечных электростанций) – примерно к 2036 году. Больше всего зимней электроэнергии за 16 лет даст сценарий №7 (НПУ 1070), который с 2031 года будет давать больше всего электроэнергии в октябре-марте. При этом

¹⁴ Jakub Jurasz, Bartłomiej Ciapała. Solar–hydro hybrid power station as a way to smooth power output and increase water retention. // Solar Energy Volume 173, October 2018, Pages 675–690

важно подчеркнуть, что расчёт сделан для лет средней водности, тогда как в периоды с дефицитом зимнего стока, сценарии с преобладанием солнечной генерации, вероятно, будут надёжнее обеспечивать преодоление зимнего дефицита энергии, чем сценарии с преобладанием ГЭС.

Доступность электроэнергии для населения Таджикистана и её конкурентоспособность на внешнем рынке зависит от её себестоимости. К сожалению, предварительный вариант ОВОСС и иные доступные документы не содержат актуальных оценок себестоимости производства энергии на Рогунской ГЭС.

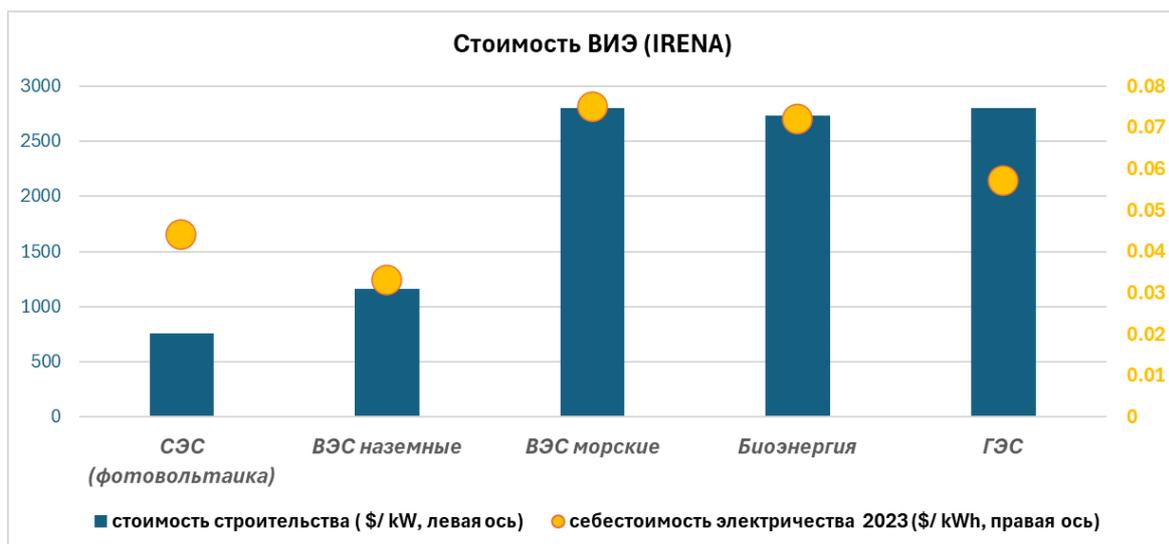


Рис. 3 Сравнительная себестоимость электроэнергии и затраты на строительство ВИЭ в среднем по миру в 2023 году. Источник: [Международное агентство по ВИЭ](#).

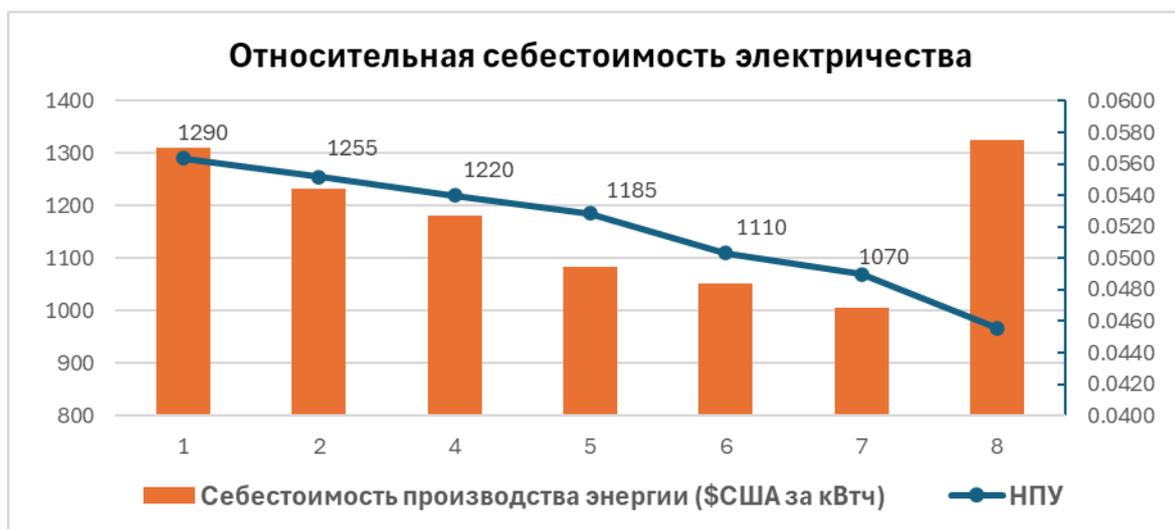


Рис.4. Сравнительная (относительная) себестоимость электричества, вырабатываемого Рогунской ГЭС и СЭС в разных сценариях.

Мы рассчитали примерное соотношение себестоимости энергии, произведённой в разных сценариях, на основе представленных Международным агентством по ВИЭ средних данных по миру за 2023 год. Сравнение позволяет оценить потенциальную

разницу в себестоимости электроэнергии при разных вариантах завершения проекта. Цифры отражают среднюю себестоимость по миру, а не таковую именно в случае Рогунского проекта. В 2023 году себестоимость киловатт-часа, выработанного СЭС, составляла 4,4 цента США, а для ГЭС на 30% больше – 5,7 цента США¹⁵ (отметим, что разрыв быстро увеличивается: в 2022 году эта разница составляла лишь 20%, а в 2014 году энергия ГЭС была в четыре раза дешевле, чем от СЭС: 3,7 цента против 17,7 центов США за кВтч).

Мы предполагаем, что, учитывая огромные уже понесённые затраты¹⁶ и запрашиваемые инвестиции, себестоимость энергии Рогунской ГЭС будет выше средних по миру (и региону) значений. В опубликованных договорах о закупке электроэнергии фигурируют цифры, которые, на наш взгляд, не могут обеспечить самоокупаемости производства электроэнергии Рогунской ГЭС. Например, в постановлении правительства Республики Таджикистан №595 от 2 ноября 2024 г. стоимость электрической энергии для продажи в Казахстан указана в размере 0,034 доллара США за 1 кВтч¹⁷. Это в точности соответствует средней отпускной цене электроэнергии в Таджикистане в 2024 году¹⁸, которая, по данным МВФ и Всемирного банка, продается существенно ниже её себестоимости. Следует ожидать, что ввиду необходимости окупить новые гигантские инвестиции, себестоимость энергии Рогунской ГЭС будет выше, чем стоимость электроэнергии от ныне существующих источников.

Относительная себестоимость электричества и годовое производство электроэнергии

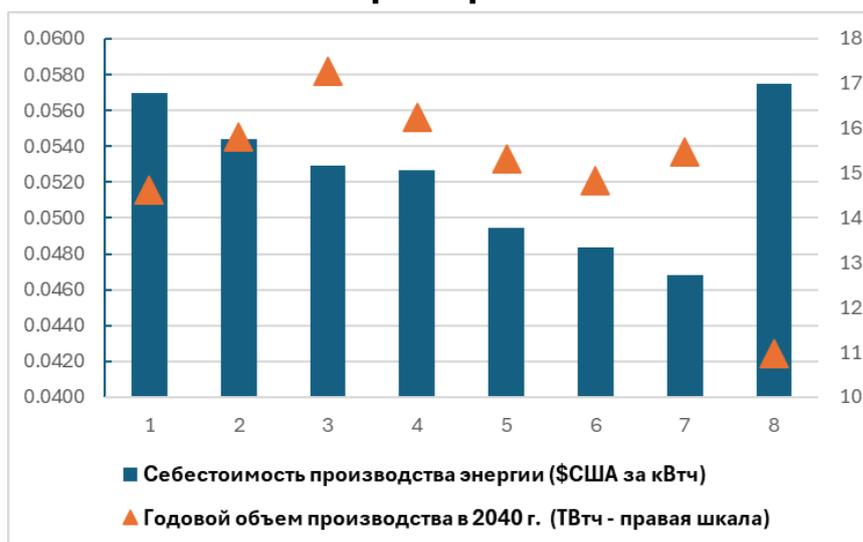


Рис 5. Сравнительная себестоимость и годовая выработка электроэнергии в 8 сценариях.

¹⁵ <https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023>

¹⁶ С начала проектирования в 1970-х гг. на проект уже потрачено примерно 5.5 миллиардов долларов США. <https://rogun.exposed/debt>

¹⁷ Постановление правительства Республики Таджикистан №595 от 2 ноября 2024 г. "О проекте Соглашения между Правительством Республики Таджикистан и Правительством Республики Казахстан о сотрудничестве в области электроэнергетики" <https://mmih.tj/SEARCH/DocumentView?DocumentId=166863> Согласованная тут цена, вероятно, ниже уровня оплаты уже существующего экспорта: в СМИ есть оценки что в 2021-22 годах Афганистан платил Таджикистану 0.0467 долларов США за кВтч <https://t.me/sputnikaf/14109>

¹⁸ <https://daryo.uz/ru/2024/07/26/stoimost-elektroenergii>

С точки зрения успешного получения прибыли от экспорта электроэнергии в другие страны, более конкурентоспособными могут стать не сценарии с наибольшей выработкой, а те, которые успешно сочетают более ранние возможности экспорта больших объёмов электроэнергии с её низкой себестоимостью. Хотя лидером по объёму годового производства электроэнергии выглядит Сценарий №3, предпочтительным, вероятно, станет Сценарий №7, который производит на 11% меньше электроэнергии, но её себестоимость на 13% ниже (см. Рис.5).

Декарбонизация энергетики Центральной Азии

В рамках проекта строительства Рогунской ГЭС выброс парниковых газов будет уменьшаться пропорционально площади водохранилища (именно на этом основана методика Европейского инвестиционного банка, применённая в ОВОСС 2023 года). Зная примерную годовую выработку ГЭС при каждом НПУ, мы можем определить общую и удельную эмиссию парниковых газов для каждого варианта водохранилища. В то же время для СЭС мы принимаем выброс равным 22 грамма CO_2 экв/кВтч (по аналогии с Италией,¹⁹ где солнечная радиация сходна с условиями Таджикистана). Основываясь на этих вводных, мы рассчитали среднюю углеродоёмкость для каждого сценария.

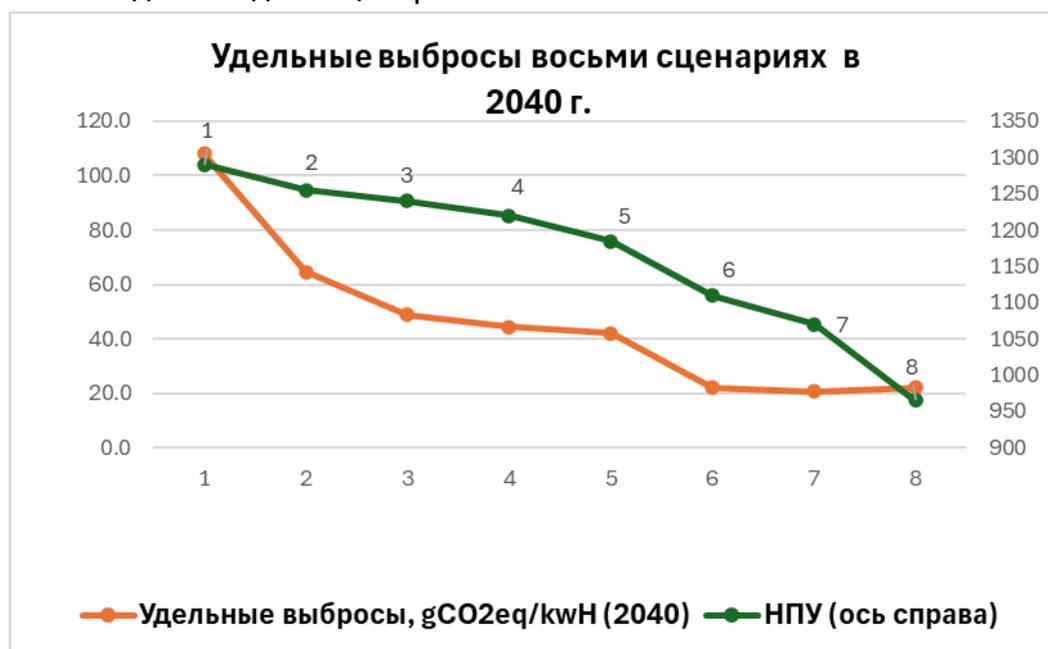


Рис. 6. Удельные выбросы парниковых газов в сценариях с разными НПУ (экстраполяция методики Европейского инвестиционного банка)

Мы видим, что сценарий №1 («самая высокая плотина в мире») с наибольшим водохранилищем с НПУ 1290 даст максимальные годовые выбросы парниковых газов. Согласно расчётам по принятой в ОВОСС методике, при полной достройке Рогунской ГЭС выбросы из её водохранилища (без учёта выбросов в результате строительства)

¹⁹ <https://iea-pvps.org/key-topics/environmental-life-cycle-assessment-of-passivated-emitter-and-rear-contact-perc-photovoltaic-module-technology/>

на 60% увеличат эмиссии современной энергосистемы Таджикистана. В тоже время производство аналогичных объёмов энергии посредством СЭС увеличит суммарные выбросы энергосистемы лишь на 10–15%, причём, с учётом выбросов от всего цикла производства).

Таким образом, наименьшими выбросами и малым удельным углеродным следом обладают сценарии с доминирующим участием СЭС.

Также важно учесть, что менее углеродоёмкие сценарии №№ 3-4-5-6-7 предполагают достижение годовой выработки 14 млрд кВтч через 7-9 лет, тогда как сценарий с «самой высокой плотинной в мире» - через минимум 15-16 лет, что делает его неэффективным ввиду срочности задач декарбонизации энергетики региона.

Кроме того, ввод мощностей СЭС может быть ускорен за счёт увеличения количества одновременно возводимых станций, тогда как ввод крупной ГЭС имеет несколько факторов риска, могущих серьёзно сдвинуть сроки окончания реализации проекта (Рогунская ГЭС строится с 1980 х годов и на 2024 год проект завершён менее чем на 30%). Именно поэтому мы убеждены, что сценарии реализации проекта Рогунской ГЭС с преобладанием солнечной генерации в наибольшей степени отвечают целям и задачам Парижского соглашения.

Минимизация переселения и иных социально-экологических последствий

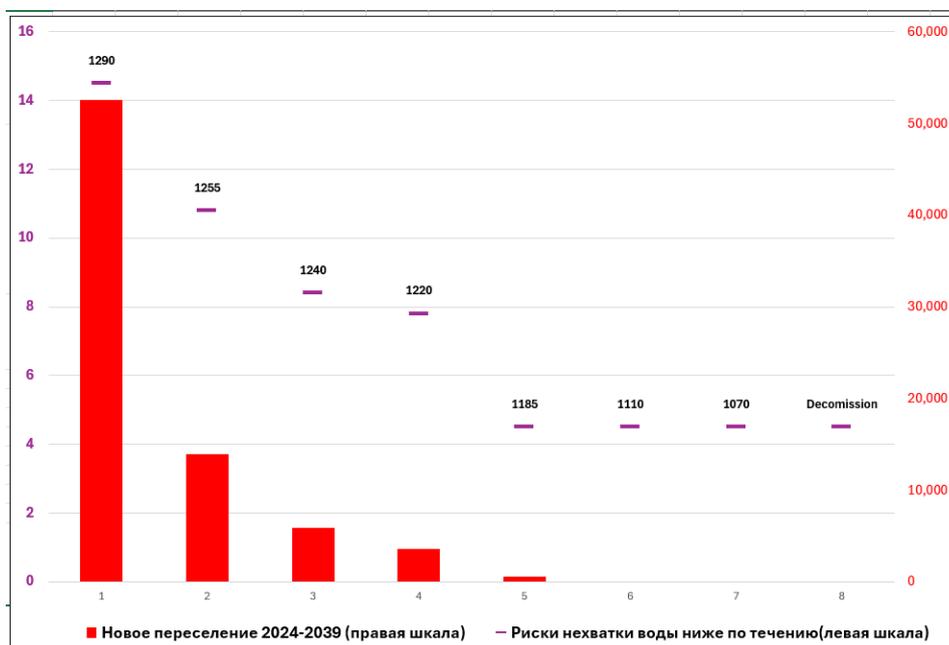


Рис 7. Насильственное переселение и риск негативных воздействий ниже по течению²⁰. (На начало 2024 года переселено около 8000 человек, что намеренно не отражено на данном графике).

²⁰ В документах ОВОС количество переселяемых людей туманно оценено как «до 60 тысяч». Так как информация о месте проживания 10 тысяч из них отсутствует, то мы отнесли в сценарий №1, где и ранее предполагалось наибольшее насильственное переселение.

Сценарии с низкой плотинной, предполагающие отсутствие нового переселения местных жителей из зоны затопления Рогунского водохранилища, предпочтительны с точки зрения минимизации экономического, социального и морального ущерба, более соответствуют требованиям социально-экологических стандартов Всемирного банка. Такой подход уберёжет от насильственного переселения и связанных с ним существенных, вплоть до фатальных издержек и проблем от 37 до 52 тысяч человек, а также сэкономит немалые компенсационные расходы (см. Рис.7 и <https://rogun.exposed/resettlement>)

Наиболее антигуманны и рискованны сценарии с НПУ водохранилища Рогунской ГЭС выше 1240 метров.

Мы ранее убедились, что часть рассмотренных сценариев с низкими плотинами также быстрее и эффективнее всего покончат с зимним дефицитом электроэнергии в Таджикистане и произведут ее по цене, наиболее доступной для населения. Оба фактора имеют высокую социальную значимость, так как дефицит и высокая цена электроэнергии толкают бедное население увеличивать использование угля и дров, с большими негативными экологическими, климатическими и медицинскими последствиями. Также увеличение тарифов на электроэнергию стимулирует рост инфляции²¹ и падение уровня жизни, поэтому себестоимость производимой электроэнергии является важнейшим фактором, обеспечивающим благополучие бедных слоёв населения.

Сценарии с высокой плотинной также несут наибольшие риски конкуренции за воду с жителями низовий рек Вахш и Аму-Дарья, а также чреватые негативным воздействием на биоразнообразие. В частности, чем больше полезная ёмкость водохранилищ Вахшского каскада, тем больше риски деградации объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Тугайные леса заповедника Тигровая балка», экосистемы которого целиком зависят от режима стока реки Вахш²². (На рис 7. риск выражен как эквивалент общей полезной ёмкости водохранилищ Вахшского каскада ГЭС²³).

Таким образом, с точки зрения повышения благосостояния местного населения и соблюдения прав человека, сохранения биоразнообразия, а также обеспечения условий для устойчивого и сбалансированного развития страны и региона, наиболее эффективной стратегией развития Таджикистана является не возведение самой высокой плотины в мире, а достройка Рогунской ГЭС с относительно низкой плотинной и одновременное создание крупных мощностей ВИЭ.

²¹ World Bank. July 2024. Tajikistan Economic Update

<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/32cdc98fe3e6e0120eb15b05aa2b9faa-0080062024/original/Tajikistan-Economic-Update-Summer-2024-en.pdf>

²² <https://rogun.exposed/biodiversity>

²³ Такая корреляция между воздействием на нижнее течение и высотой плотины (объёмом водохранилища) неизбежна в сценариях, в которых Рогунская ГЭС строится с целью максимизации и оптимизации производства электроэнергии (как подразумевается в текущем проекте, рассматриваемом ныне Всемирным банком). Если изменить цель, включив в нее приоритеты предоставления экосистемных услуг и поддержки ирригации в нижнем течении Вахша и вдоль Амударьи, то значительная часть негативных последствий может быть смягчена путем разработки обязательных соглашений со странами бассейна по управлению водными ресурсами. В настоящее время Таджикистан отказывается от разработки и заключения каких-либо дополнительных соглашений, а цели проекта четко определяют приоритет производства электроэнергии.

Ранжирование сценариев по степени полезности/ безопасности для развития Центральной Азии

На основе вышеописанных показателей пользы/рисков для каждого сценария мы произвели ранжирование сценариев по каждому показателю от 1 до 8, учитывая разницу между численными значениями (Рис.8). Ранг 1 означает наименьшую полезность/безопасность, а ранг 8 - наивысшую. Мы также вычислили среднее значение среди 6 рассмотренных показателей. Результаты приведены в Таблице 2.

Таблица 2. Ранжирование сценариев

НПУ	Снижение выбросов ПГ	Избежание переселения	Риски нехватки воды по течению	Скорость избавления от зимнего дефицита	Себестоимость электричества	Совокупная выработка за 16 лет	Средний рейтинг сценария
1290	1	1	1	1	1	3	1
1255	2	3	2	6	3	5	4
1240	4	5	3	7	4	8	5
1220	4	6	3	6	4	7	5
1185	5	7	5	8	6	7	6
1110	7	8	5	8	7	6	7
1070	7	8	5	7	8	6	7
Decommission Демонтаж	8	8	6	7	1	1	5

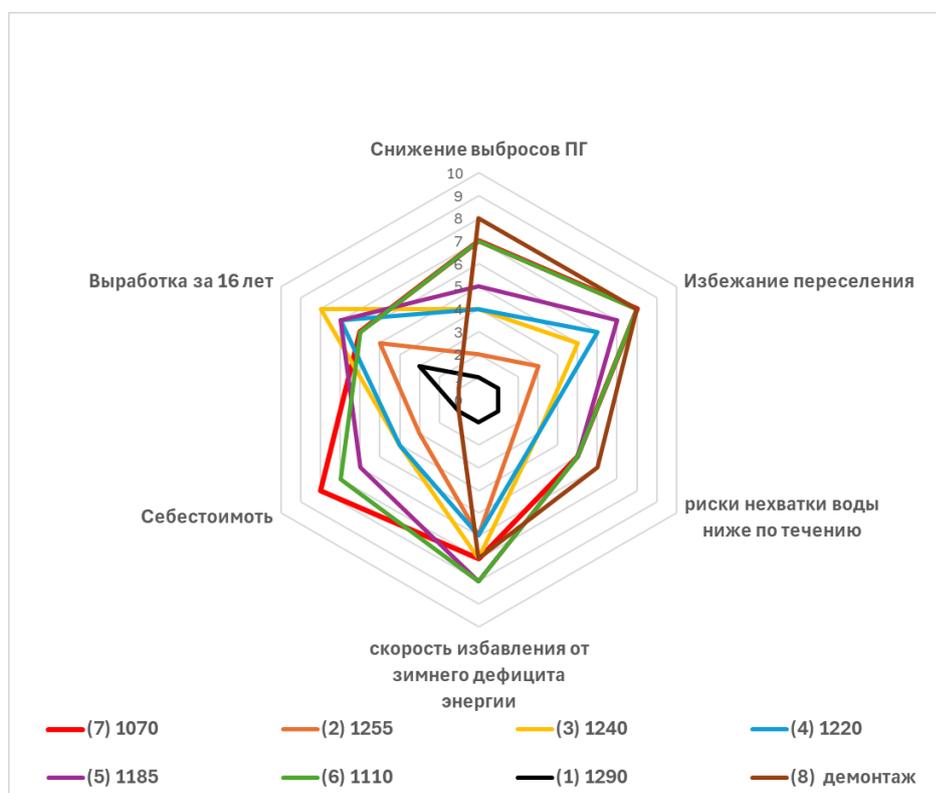


Рис.8. Многофакторная оценка в ходе ранжирования сценариев (чем меньше площадь контура, тем менее полезен и более опасен сценарий).

Сценарий №1 (НПУ 1290 - «самая высокая плотина в мире») является худшим из вариантов завершения строительства Рогунской ГЭС по большинству критериев²⁴.

Вероятно, что длительное завершение проекта Рогунской ГЭС с «самой высокой плотиной в мире», на который, по данным Всемирного банка, правительство страны использует до 80% государственных бюджетных средств, идущих на развитие инфраструктуры в Таджикистане²⁵, будет сдерживать ввод в строй более дешёвых технологий ВИЭ, сроки создания которых много короче, тем самым существенно замедляя и удорожая достижение климатических целей в Центральной Азии.

Сценарии №6 (НПУ 1110) и №7 (НПУ 1070) с низкими плотинами и превалированием солнечной генерации выигрывают по большинству рассматриваемых показателей и подвержены меньшим рискам при изменении внешних условий.

При финансировании строительства сети солнечных (и ветровых) электростанций эти планы легко адаптируются к изменениям экономической ситуации и совершенствованию технологий производства и хранения энергии. Эта гибкость – еще одно решающее преимущество перед сценарием строительства одной гигантской ГЭС, для которой нужны твёрдые гарантии его завершения в далеком будущем.

Ввод с эксплуатацию солнечных и ветровых электростанций является самым быстрым и эффективным путем снижения выбросов парниковых газов в регионе. Существующие мощности ГЭС Таджикистана и Кыргызстана (5,8 и 3,6 ГВт соответственно²⁶) могли бы взаимовыгодно использоваться как маневренная мощность в общей энергосистеме Центральной Азии, способствующая быстрому вводу иных ВИЭ.

Если проект Рогунской ГЭС будет спешно профинансирован без объективного рассмотрения альтернатив и мер по смягчению негативных воздействий, то он не принесет ожидаемых социально-экономических выгод, приведёт к тяжёлым неисправимым социально-экологическим последствиям и существенно замедлит декарбонизацию энергосистем Центральной Азии.

²⁴ Как было указано ранее для «Рисков нехватки воды в нижнем течении», мы предполагаем, что Рогунская ГЭС создается для максимизации и оптимизации производства электроэнергии, и со странами бассейна не подписываются новые обязательные к выполнению соглашения для обеспечения снижения рисков для биоразнообразия и местных сообществ в нижнем течении. В противном случае сценарии 1-2-3-4 имели бы разный рейтинг риска для этой группы воздействий.

²⁵ *Tajikistan Infrastructure Governance Assessment*. Washington, D.C.: World Bank Group.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/099120723131516850/P1770900047d8c07e09ef4022cafd277e1>

²⁶ <https://public.tableau.com/app/profile/irena.resource/viz/IRENARETimeSeries/Charts>

Рекомендации

1. Провести в рамках доработки ОВОСС проекта строительства Рогунской ГЭС анализ альтернатив с учетом современной ситуации и накопленных знаний, включая такие варианты, как достройку гидроузла с НПУ водохранилища 1070, 1110 и 1185 метров над уровнем моря. При анализе альтернатив учесть вопросы, поднятые в настоящем документе.
2. Выполнить в ОВОСС проекта строительства Рогунской ГЭС оценку воздействия сочетаний различных вариантов достройки ГЭС и строительства солнечных и ветровых мощностей.
3. В качестве важных критериев для выбора наилучшего варианта учесть такие факторы как:
 - количество дополнительно переселяемых людей,
 - удельные выбросы парниковых газов,
 - скорость ввода мощностей, способных удовлетворить зимний спрос
 - себестоимость производимой энергии и ее цена для населения
 - конкурентоспособность вырабатываемой электроэнергии на рынках зарубежных стран и региона в целом,
 - - уязвимость к дефициту воды и потенциальные риски воздействий на экосистемы и население ниже Вахшского каскада ГЭС.
4. Полностью учесть при анализе альтернатив требования социально-экологической политики Всемирного банка, в частности, вытекающие из социально-экологических стандартов ESS-1, ESS-3, ESS-4, ESS-5 и ESS-6 (подробнее см. <https://rogun.exposed/non-compliance>)
5. Рассмотреть уязвимость разных вариантов окончания проекта при разной скорости увеличения стоимости достройки (для Рогунской ГЭС в последние 15 лет характерен рост полной стоимости проекта на 15% в год, для мировой гидроэнергетики среднегодовой рост стоимости строительства составляет 10%).
6. Обеспечить полноценные международные публичные общественные обсуждения проекта доработанного доклада ОВОСС, в том числе по разделу «Анализ альтернатив».
7. Не принимать решения о финансировании проекта до окончания анализа альтернатив, оптимизации плана завершения строительства Рогунской ГЭС и развития энергосистемы Таджикистана и проведения публичных консультаций по этим документам со всеми заинтересованными сторонами.

ПРИЛОЖЕНИЕ: Оптимизация планов низкоуглеродного развития электроэнергетики Таджикистана

Крайне ценным новым свидетельством необходимости рассмотрения альтернативных сценариев в рамках проекта строительства Рогунской ГЭС является опубликованный Всемирным банком в ноябре 2024 года «Таджикистан - Доклад о климате и развитии страны»²⁷.

В докладе в качестве лучшей альтернативы развития разбирается «Сценарий низкоуглеродного развития» с очень информативным графиком по электроэнергетике (Рис 1). В первые 15 лет (2019-2034 гг.) график показывает относительно медленный рост производства электроэнергии на 22 ТВт*ч, в основном в результате полного ввода в строй Рогунской ГЭС (в докладе ошибочно указан 2037, а не 2039 год как срок полного ввода ГЭС в строй). Логика изложения понятна: в первые 15 лет все ресурсы страны тратятся на поддержку одного-единственного мегапроекта, а другие источники ВИЭ либо развиваются минимально (СЭС) либо вовсе не развиваются (ВЭС). Затем с 2035 по 2050 год происходит ускоренный рост выработки ВИЭ за счёт развития солнечной энергетики, увеличивающей выработку на 50 ТВтч. Несложно посчитать, что Всемирный банк после 2030 года предполагает ежегодный ввод в эксплуатацию не менее 1,5 ГВт мощностей СЭС.

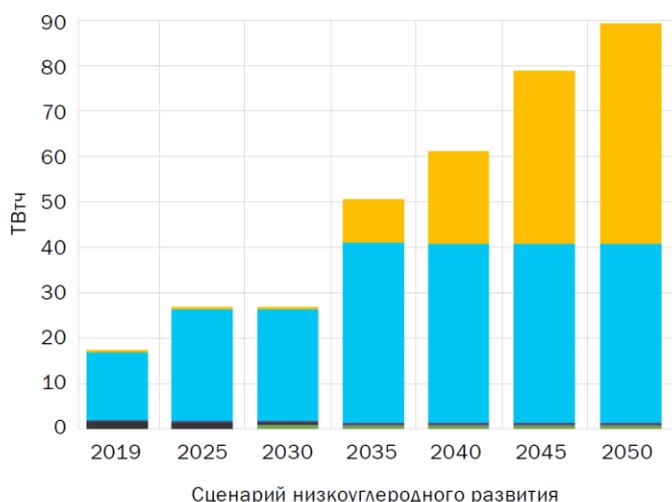


Рис. 1. График производства электроэнергии в Таджикистане (в Тераватт-часах). Источник: Всемирный банк.

Напрашивается закономерный вопрос: «А возможно ли ускорить и оптимизировать развитие зелёной энергетики в Таджикистане?». Например, начать быстрее строить СЭС не с 2034 года, а уже сегодня?

Мы внесли в этот оптимистический сценарий, созданный Всемирным банком исправления, чтобы учесть реальный объем современного производства электроэнергии, планируемые ныне сроки заполнения Рогунского водохранилища и

²⁷ Tajikistan Country Climate and Development Report (CCDR).
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099102424150519451/p50046019e1a6b04b18e6b1b612b3962f41>

отсутствие у страны средств для вложений в иные ВИЭ в период, пока идет строительство Рогунской ГЭС. При реализации развития ВИЭ заявленными темпами к 2050 году энергосистема будет вырабатывать не 90 ТВтч (см. Рис 1), а 75 ТВтч (см. Рис 1А).

Далее мы оптимизируем этот план на основе предположения, что завершение проекта Рогунской ГЭС идёт в соответствии с предложенным нами сценарием №7 (НПУ 1070 – достройка ГЭС с высотой плотины на современном уровне). Это займёт 2–3 года. Параллельно, следуя предложению Всемирного банка, ежегодно вводится 1500 МВт солнечных станций в течение всего периода до 2050 года (Рис. 1В).

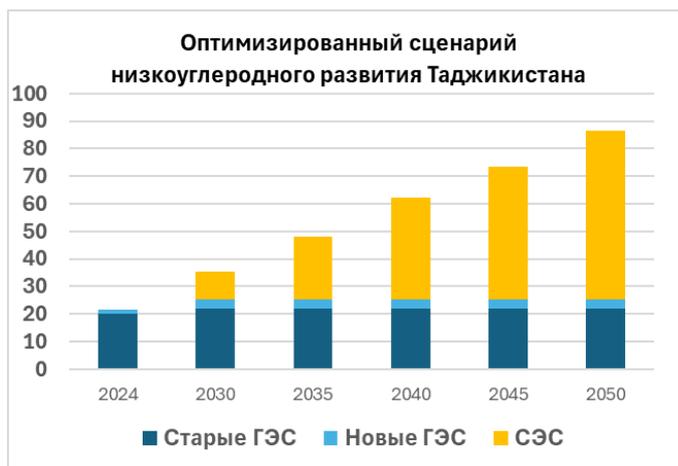
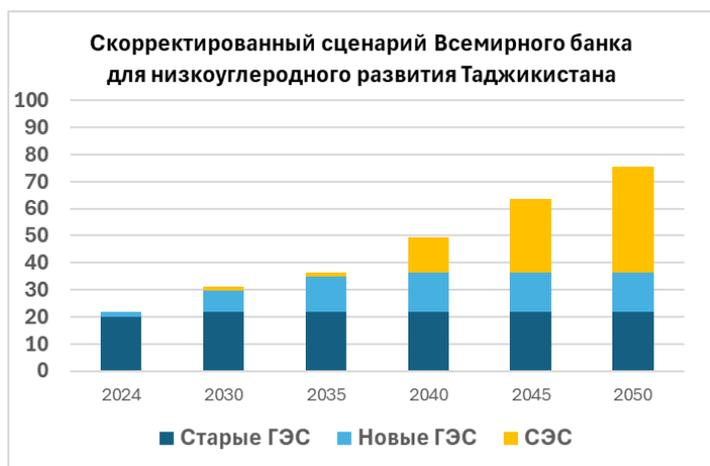


Рис.1А. Скорректированный план Всемирного банка (слева) и Рис 1В. Наша оптимизация (справа) «Сценария низкоуглеродного развития» Таджикистана. (На оригинальном графике Всемирного банка (Рис 1) срок полного ввода в строй Рогунской ГЭС (14 ТВтч) указан раньше планируемого, а современный масштаб производства электроэнергии преувеличен)

В результате в оптимизированном сценарии выработка всех электростанций Таджикистана в 2030 году будет на 4 ТВтч больше, чем в сценарии Всемирного банка, а с 2035 года этот разрыв нарастает до 10 ТВтч в год (15%). За весь период с 2025 по 2050 гг. в нашем оптимизированном сценарии будет выработано примерно на 200 ТВтч больше электроэнергии, чем в скорректированном низкоуглеродном сценарии Всемирного банка. Это равнозначно девятилетней выработке современной энергосистемы Таджикистана.

При этом в оптимизированном нами сценарии уже к 2035 году у Таджикистана образуются существенные излишки дешёвого электричества и зимой и летом, позволяющие раньше включиться в региональный рынок ВИЭ. Таким образом, если начать создание в Таджикистане крупной солнечной генерации сейчас, то это существенно ускорит низкоуглеродное развитие страны и региона.