

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рахмонов Шарифхуджа Сайвалиевич на тему «Гидроэнергетические сценарии оптимизации баланса энергетических ресурсов и моделирования работы гидротехнических сооружений бассейна реки Вахш» на соискание учёной степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D074400 - Гидротехническое строительство и сооружения (6D074401 - Гидротехническое строительство)

Актуальность темы исследования определяется стратегическим значением гидроэнергетики для устойчивого развития и энергетической безопасности Республики Таджикистан. Высокая зависимость электроэнергетики от речного стока придаёт особое значение сезонной неравномерности водных ресурсов, изменению климата, эрозии и накоплению наносов. Эти факторы влияют на надёжность гидротехнических сооружений бассейна Вахша и режимы работы каскада ГЭС. Поэтому разработка сценариев, объединяющих водно-энергетические, климатические, экологические и экономические ограничения, является своевременной и практически востребованной задачей.

Цель работы состоит в разработке и научном обосновании интеграционных методов повышения эффективности и устойчивости энергетической системы Таджикистана на основе оценки водно-энергетических ресурсов, математического моделирования и сценарного подхода. Автором проанализирована роль гидроэнергетики, угольная энергетика и возобновляемых источников энергии; разработаны подходы к оптимизации режимов ГЭС; исследовано влияние изменения климата, эрозии и заиления; определены перспективные участки рек и предложено устройство для охлаждения фотоэлектрических модулей.

Методическая база исследования носит комплексный характер и включает системный анализ, оптимизационно-имитационное моделирование, модель сезонного регулирования Рогунской ГЭС, цифровую модель рельефа и ГИС. Для моделирования снегового стока и эрозионно-аккумулятивных процессов использованы SRM и MUSLE, для оценки климатических изменений - данные CMIP5/CMIP6. Экономический блок основан на показателе LCOE и сопоставлении удельных затрат. Сочетание этих методов позволяет учесть режим стока, состояние водохранилищ и долгосрочные климатические риски.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, объект и предмет, научная новизна и положения, выносимые на защиту. Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, двенадцать приложений и список из 165 источников. Общий объём составляет 190 страниц, из них 142 страницы основного текста; материал иллюстрирован 43 рисунками и 35 таблицами.

В первой главе рассмотрены тенденции развития мировой и национальной энергетики, трансформация топливно-энергетического баланса, роль гидроэнергетики и ВИЭ. Обзор формирует основу последующего сценарного анализа.

Во второй главе исследованы природные, экономические и климатические предпосылки развития энергетики Республики Таджикистан.

Автором систематизированы сведения о гидроэнергетических ресурсах и малых ГЭС, рассмотрена роль гидро-угольного сценария и показана необходимость диверсификации источников энергии. Практический интерес представляет разработанное устройство водяного охлаждения солнечных панелей на основе перфорированной трубы, установленной под углом 45 градусов, и насоса низкого давления. Согласно приведённым результатам, его применение позволяет снизить температуру поверхности модулей до 20-25 °С и поддерживать их работоспособность в условиях высоких температур.

Третья глава посвящена оценке энергетической эффективности крупных рек, анализу перспективных участков гидроэнергетического освоения и влияния эрозии и наносов на устойчивость гидроэнергетической системы. Получены средние значения удельной энергетической эффективности для рек Вахш, Обихингоб и Сурхоб - соответственно 14,71; 9,97 и 9,89 МВт/км. С использованием MUSLE и ГИС выявлены пространственные различия факторов эрозии в бассейне Вахша и показано, что интенсивный смыв в верховьях создаёт риск накопления наносов в водохранилищах среднего и нижнего течения. Это имеет непосредственное значение для планирования эксплуатации, ремонтных мероприятий и сохранения полезного объёма водохранилищ.

В четвёртой главе разработана математическая модель сезонного регулирования Рогунской ГЭС, учитывающая приток и расход воды, полезный объём водохранилища, фильтрационные и испарительные потери, холостые сбросы, напор и выработку электроэнергии. Для участков Гарм, Рогун и Нурек рассчитаны гидроэнергетические ресурсы и исследована их внутригодовая изменчивость. Установлено, что на период май-сентябрь приходится 75,13 % годового объёма ресурсов, тогда как на остальные семь месяцев - 24,87 %. Этот результат убедительно подтверждает необходимость сезонного регулирования стока и согласованного управления водохранилищами. Калибровка и валидация модели SRM показали высокое соответствие расчётных и наблюдаемых расходов воды: значения R^2 и NSE превышают 0,97.

К наиболее существенным элементам научной новизны следует отнести проведение системного сопоставления энергетических ресурсов на единой методологической основе; разработку и обоснование гидро-угольного сценария развития энергосистемы; создание комплекса оптимизационно-имитационных моделей режимов крупных ГЭС; обоснование перспективных участков рек для проектирования новых станций; совместную оценку климатических, эрозионных и седиментационных рисков с применением SRM, MUSLE и ГИС; разработку интегрированной концептуально-математической модели гидроэнергетической системы бассейна Вахша. Полученные результаты расширяют методические возможности долгосрочного планирования гидроэнергетики горных стран.

Практическая значимость работы состоит в возможности применения разработанных моделей и рекомендаций при выборе режимов работы Рогунской и Нурекской ГЭС, оценке перспективных створов, прогнозировании заиления и климатических рисков, а также при

формировании сценариев развития энергетического баланса страны. Предложенные решения могут использоваться проектными и эксплуатационными организациями, органами управления водно-энергетическим комплексом и научными учреждениями. Техническая разработка в области охлаждения солнечных панелей подтверждена малым патентом Республики Таджикистан № NJ1682.

Достоверность основных результатов обеспечивается использованием официальных национальных и международных данных, апробированных расчётных методов, сопоставлением результатов моделирования с наблюдениями и обсуждением материалов на республиканских и международных научных мероприятиях. Основные положения диссертации отражены в 22 публикациях, включая 12 статей в рецензируемых журналах из перечня, рекомендованного Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан, один малый патент и девять статей в материалах научных конференций. Автореферат в целом полно и последовательно раскрывает содержание выполненного исследования.

Наряду с отмеченными достоинствами автореферата следует отметить отдельные замечания:

1. В автореферате приведён значительный объём числовых данных. Краткие пояснения к отдельным таблицам и рисункам сделали бы материал более наглядным и удобным для восприятия.

2. В тексте встречаются отдельные редакционные и терминологические неточности, которые желательно устранить при окончательном оформлении работы.

Отмеченные положения носят уточняющий характер и не снижают научной ценности диссертационной работы.

В целом диссертация Ш. С. Рахмонова является завершённым научным исследованием, выполненным на актуальную тему, соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание учёной степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D074400 - Гидротехническое строительство и сооружения (6D074401 - Гидротехническое строительство), а её автор заслуживает присуждения искомой учёной степени.

Рецензент:

Доцент (PhD) кафедры геологии и гидрометеорологии Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова.

«28» 08 2026 г.

Адрес: Университетский бульвар, 15, город Самарканд, Узбекистан
Телефон: +998 91 299-86-39 E-mail: haydarovsafarboy@gmail.com

Подпись _____ удостоверяю:



Хайдаров С.А