

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Раджабзода Мирзошарифа Шарифовича на тему: «**Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС**», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы)

Диссертационная работа посвящена актуальной научно-технической задаче оптимизации режимов работы гидроэлектростанций Вахшского каскада с учетом ввода в эксплуатацию Рогунской ГЭС. Актуальность исследования обусловлена тем, что гидроэнергетика является основой энергетического баланса Республики Таджикистан и обеспечивает более 95 % выработки электроэнергии страны. Ввод в эксплуатацию Рогунской ГЭС существенно изменяет режимы функционирования гидроэнергетической системы, что требует совершенствования методов управления водно-энергетическими ресурсами и оптимизации распределения мощностей между гидроэлектростанциями каскада.

В автореферате представлены результаты анализа современного состояния гидроэнергетики, рассмотрены особенности функционирования Вахшского каскада гидроэлектростанций, а также предложены методы оптимизации режимов их работы с учетом ввода новых генерирующих мощностей. Автором выполнено моделирование режимов работы гидроэлектростанций и предложены рекомендации по повышению эффективности использования гидроэнергетических ресурсов.

Работа отличается актуальностью, логичной структурой и практической направленностью. Полученные результаты имеют научное и прикладное значение для совершенствования управления режимами работы гидроэнергетических систем и повышения эффективности эксплуатации гидроэлектростанций.

Вместе с тем по автореферату можно отметить следующие замечания:

1. В работе не рассмотрены и не приведены методы нечёткой логики как одного из направлений искусственного интеллекта, которые могут быть использованы для оптимизации режимов работы гидроэнергетических систем в условиях неопределённости водно-энергетических параметров.

2. Недостаточно подробно раскрыта методика расчета экономического эффекта от внедрения предложенных методов оптимизации.

Отмеченные замечания не снижают научной ценности выполненной работы.

В целом диссертационная работа **Раджабзода Мирзошарифа Шарифовича** соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности **6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы)**, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Ахметбаев Даурен Садыкович,  
доктор технических наук по  
специальности 05.14.02, год 2012г.,  
профессор кафедры «Электроэнергетика»  
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева  
Адрес: 010008 Республика Казахстан  
г. Астана, Сатпаева, 2.  
Официальный веб-сайт : [www.enu.kz](http://www.enu.kz).  
Телефон +7 (7172) 709500.  
e-mail [enu@enu.kz](mailto:enu@enu.kz)

1.04.2026

число



подпись



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Раджабзода Мирзошариф Шариф (Раджабова Мирзошарифа Шарифовича) на тему «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС», представленной к защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 - Энергетические системы и комплексы).

**Актуальность темы исследования.** Диссертационная работа Раджабзода М.Ш. посвящена решению одной из ключевых задач — обеспечению энергетической безопасности Республики Таджикистан. Электроэнергетика страны в значительной степени опирается на гидроэнергетику, поскольку более 95% выработки электроэнергии обеспечивается гидроэлектростанциями. При этом основная доля генерации (свыше 90%) сосредоточена на Вахшском каскаде. Введение в эксплуатацию Рогунской гидроэлектростанции существенно изменяет гидрологические и энергетические режимы работы всего каскада. Управление таким сложным объектом в условиях неопределённости речного стока представляет собой многомерную задачу с комбинированными ограничениями, что подтверждает высокую актуальность рассматриваемой диссертации.

**Научная новизна и основные результаты.** Автором выполнена значительная работа по формализации многоуровневой системы управления гидроэлектростанциями Вахшского каскада. Среди наиболее существенных научных результатов следует выделить:

1. Разработана многоуровневая методология комплексного управления ГЭС Вахшского каскада, объединяющая гибридные ML-модели для прогнозирования речного стока и алгоритмы оптимизации высокой размерности, позволяющие проводить анализ 243 различных структурных комбинаций режимов функционирования водохранилищ.

2. Создан и зарегистрирован программно-алгоритмический комплекс («ML-VakhshRiver» и «Оптимизация режимов»), предназначенный для обеспечения максимальной выработки электроэнергии при строгом учёте гидравлических, технических и стохастических ограничений функционирования системы.

Результаты выполненных исследований подтверждены расчетами и обоснованными выводами.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В работе предложена подробная математическая модель для краткосрочной оптимизации каскада, с учётом гидравлических ограничений, напоров и активной мощности оборудования. Вместе с тем, в автореферате недостаточно ясно показано, каким образом в данной модели принимаются во внимание электрические режимные ограничения энергосистемы, такие как уровни напряжения, потери активной мощности в сетях или перетоки реактивной мощности.

2. Автор применяет методы линейного программирования для решения задач краткосрочного планирования. При этом следует отметить, что зависимость вырабатываемой мощности гидроэлектростанций от напора и расхода имеет существенно нелинейный характер. В тексте автореферата недостаточно подробно раскрыты подходы к линеаризации указанных характеристик, а также не представлена оценка погрешностей.

**Заключение.** Несмотря на отмеченные замечания, диссертационная работа представляет собой комплексное и завершённое научное исследование. Содержание автореферата в полном объёме отражает ключевые положения и основные результаты диссертации.

В целом диссертационная работа Раджабзода Мирзошариф Шариф «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС» выполнена на высоком научном уровне и имеет высокую практическую направленность. Работа отвечает требованиям действующего «Порядка присуждения ученых степеней» ВАК при Президенте РТ, предъявляемым к диссертациям доктора философии (PhD). Её автор Раджабзода Мирзошариф Шариф вполне заслуживает присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 - Энергетические системы и комплексы).

**Рецензент:**

Начальник отдела “Релейной защиты, автоматики и метрологии” ОАО «Барки Точик»,  
Доктор философии (PhD) по специальности  
6D071804 – Энергетические  
системы и комплексы

Ибрагимов Бахтиёр  
Фатхуллоевич

**Адрес:** 734026, г. Душанбе, пр. Исмоили Сомони, 64;  
Телефон: +(992 372) 295-250; Эл. почта: barki.tojik@gmail.com

*Подпись Ибрагимова Б.Ф. заверяю:*

Начальник отдела кадров ОАО “Барки Точик”



Сафарова Д.

«06» апреля 2026 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

**Раджабова Мирзошарифа Шарифовича**

*«Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС»,*

представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Актуальность исследований, проведенных в диссертационной работе, заключается в повышении эффективности и надёжности энергосистемы Таджикистана путем разработки и реализации комплекса математических моделей, алгоритмов и программного обеспечения оптимального многоуровневого управления режимами Вахшского каскада с учётом ввода Рогунской ГЭС.

На основе проведенного системного анализа режимов и потенциальных возможностей Вахшского каскада с учетом поэтапного ввода в работу агрегатов Рогунской ГЭС были сформулированы основные положения диссертационной работы. Они заключаются в разработке математических моделей многоуровневого оптимального управления каскадом ГЭС в долгосрочном и краткосрочном временном разрезе.

Научная новизна и практическая значимость заключается в развитии методов системного анализа и математического моделирования для управления сложными режимами управления каскада ГЭС, а также в адаптации методов машинного обучения к задачам долгосрочного прогнозирования стока реки в условиях изменяющегося климата.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается верификацией результатов исследований с представленными фактическими данными, а также документами о внедрении полученных результатов в ОАО «Барки Точик».

При изучении содержания автореферата возникли вопросы и появились некоторые замечания, на которые хотелось бы получить ответы.

1. В автореферате говорится о двух методах прогнозирования, но нигде не приводится их характеристика, а именно: какое принципиальное отличие они имеют, в чем различался процесс их обучения и т.д.

2. На рис.12 приведен фактический гидрограф реки Вахш в створе Рогунской ГЭС, по которому осуществляется прогнозирование стока. Почему именно этот гидрограф принят для верификации прогноза? Какой водности года (обеспеченности) он соответствует? Без ответа на эти вопросы приведенные результаты верификации являются не обоснованными.

3. Наступление момента пика паводка для диспетчерского регулирования режима водохранилища ( в данном случае, его заполнения) имеет очень большое значение. По фактическому гидрографу пик паводка наступает в июле месяце. В соответствии с результатами прогноза, приведенными на

рис.12 и в таблице 2, в первом методе пик паводка приходится на август, а во втором – на июнь. С этой точки зрения оба предложенных метода дают очень серьезную ошибку в прогнозировании пика паводка в размере одного месяца.

4. В автореферате отсутствует нумерация приведенных формул, что существенно осложняет чтение работы.

В заключении хотелось бы отметить, что высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, имеет теоретическую и практическую ценность. Она представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи повышения энергетической безопасности электроэнергетической энергосистемы с высокой долей гидростанций (в частности - Таджикской энергосистемы).

Сам автор диссертации Раджабов Мирзошариф Шарифович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры  
«Системы электроснабжения предприятий»  
ФГБОУ ВО «Новосибирский  
государственный технический  
университет»

Секретарев Ю.А.

**ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ**  
Начальник отдела кадров  
ФГБОУ ВО НГТУ

*Секретарев ЮА*



устовалова

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Раджабзода Мирзошарифа Шарифа  
на тему «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию  
Рогунской ГЭС»,  
представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD)  
по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и  
комплексы)

Диссертационная работа Раджабзода М.Ш. посвящена решению важной научно-технической задачи, *имеющей существенное значение* для развития электроэнергетики Республики Таджикистан — повышению эффективности и надёжности функционирования энергосистемы на основе оптимизации режимов работы гидроэлектростанций Вахшского каскада с учётом ввода в эксплуатацию Рогунской ГЭС.

*Актуальность темы* диссертационного исследования обоснована высокой степенью зависимости энергосистемы Республики Таджикистан от гидроэнергетических ресурсов, доля которых превышает 95% в структуре выработки электроэнергии, а также необходимостью повышения эффективности использования водных ресурсов в условиях стохастичности речного стока, сезонной неравномерности притоков и усиливающегося влияния климатических факторов. Ввод Рогунской ГЭС как крупнейшего объекта гидроэнергетики региона принципиально изменяет режимы работы Вахшского каскада, что требует разработки новых научно обоснованных методов управления.

Автором *корректно сформулированы цель и задачи исследования*, логично выстроена структура работы, обеспечивающая последовательное решение поставленной научной проблемы — от анализа существующих подходов до разработки и реализации математических моделей, алгоритмов и программных средств.

К числу *наиболее значимых научных результатов*, обладающих признаками новизны, относятся:

- формализация многоуровневой задачи управления режимами каскада ГЭС как задачи оптимизации сложной системы со стохастическими параметрами и смешанными ограничениями;
- разработка двухуровневой схемы долгосрочной оптимизации, включающей прогнозирование речного стока на основе методов машинного обучения и построение диспетчерских графиков многолетнего регулирования;
- создание детализированной математической модели краткосрочной оптимизации режимов работы каскада, учитывающей гидравлические связи, ограничения по уровням, расходам и мощности;
- разработка алгоритмического и программного обеспечения, обеспечивающего практическую реализацию предложенных методов.

*Научная новизна* работы заключается в развитии теории и методов оптимального управления гидроэнергетическими системами на основе интеграции методов машинного обучения и математического программирования, что позволяет повысить точность прогнозирования и эффективность режимного управления.

*Теоретическая значимость* диссертации состоит в развитии методов системного анализа и математического моделирования для сложных многообъектных энергетических систем.

*Практическая значимость* подтверждается разработкой программных комплексов, пригодных для использования в задачах оперативно-диспетчерского управления и планирования режимов работы ГЭС, а также их внедрением в образовательный процесс и потенциальной применимостью в профильных энергетических организациях.

*Достоверность полученных результатов* обеспечивается использованием современного математического аппарата, корректной постановкой задач оптимизации, применением методов машинного обучения, а также сопоставлением расчётных и фактических данных, что подтверждает адекватность разработанных моделей и алгоритмов.

*Материалы диссертации* прошли достаточную апробацию на международных и республиканских научных конференциях, а основные результаты опубликованы в научных изданиях, включая журналы, индексируемые в международных базах данных, что свидетельствует о научной состоятельности выполненного исследования.

*Автореферат* в полной мере отражает содержание диссертационной работы, основные положения, выносимые на защиту, а также полученные научные и практические результаты.

#### **Замечания по автореферату**

1. В автореферате недостаточно подробно раскрыты количественные показатели повышения эффективности работы каскада ГЭС по сравнению с существующими методами управления.
2. Требуется более детального освещения вопроса вычислительной эффективности предложенного алгоритма при оперативном диспетчерском управлении.
3. Сравнительный анализ разработанной модели машинного обучения с альтернативными современными подходами прогнозирования только усилило бы результативность работы.
4. Требуется уточнения вопроса учёта неопределённостей и рисков при долгосрочном прогнозировании стока.

Отмеченные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей научной ценности диссертации.

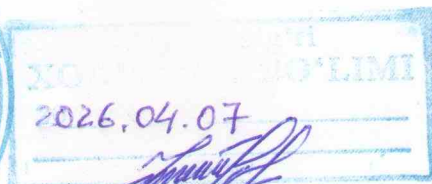
#### **Заключение**

Автореферат отражает завершённую научно-исследовательскую работу, содержащую новые научно обоснованные результаты, имеющие теоретическое и практическое значение для электроэнергетики.

В целом диссертационная работа Раджабзода Мирзошарифа Шарифа на тему «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС» соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 — Электроэнергетика, а её автор заслуживает присуждения искомой учёной степени.

Зав. научной лабораторией  
«Перспективного развития энергетики и  
энергетической безопасности»  
института Проблем энергетики АН РУз

д.т.н., проф. Хамидов Ш.В.



В Диссертационный совет 6D.КOA-049 при  
Таджикском техническом университете  
имени академика М.С. Осими  
(734042, Республика Таджикистан,  
г. Душанбе, проспект академиков  
Раджабовых, 10а)

## ОТЗЫВ

на автореферат Раджабзода Мирзошариф Шариф «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС», представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы)

Ввод крупной ГЭС с многолетним регулированием стока (Рогунская) в уже существующий каскад кардинально меняет гидравлическую и энергетическую взаимосвязь между станциями. Традиционные методы управления, не учитывающие стохастический характер речного стока, высокую размерность задачи и смешанные ограничения, приводят к потерям потенциальной выработки и сезонным дефицитам энергии. Требуется новая методология, объединяющая прогнозирование, долгосрочную и краткосрочную оптимизацию в единую систему управления.

В диссертационном исследовании Раджабзода М.Ш. проводится анализ и разработка методов повышения эффективности генерации электроэнергии, повышения устойчивости энергосистемы Таджикистана и снижения дефицита электроэнергии в зимний период. Центральное место в исследовании занимает оценка перспектив и последствий реализации проекта Рогунской ГЭС.

Анализ автореферата показывает, что диссертационное исследование является законченной научно-квалификационной работой, в автореферате главы соответствуют их содержанию в диссертации.

По автореферату можно сделать замечания:

1. Из автореферата непонятно, были ли выполнены сравнения разработанных моделей (ML-VakhshRiver, алгоритмы оптимизации) с существующими аналогами, используемыми в Таджикистане или в других странах Центральной Азии.

2. В автореферате упоминается, что 3 режима на 6 ГЭС дают 243 комбинации. Подробно не поясняется, как алгоритм справляется с экспоненциальным ростом комбинаций при увеличении временных шагов (например, для недельного или месячного краткосрочного периода).



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»



г. Москва, ул. Красноказарменная,  
д. 17, ауд. Г-313  
тел.: +7-495-362-72-82

№ 12.000/73

« 14 » 04 2026 г.

### ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Раджабзода Мирзошариф Шариф на тему:  
«Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию  
Рогунской ГЭС» на соискание ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по  
специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы  
и комплексы)**

Диссертация посвящена актуальной и практически значимой задаче повышения эффективности управления режимами гидроэлектростанций Вахшского каскада с учётом ввода в эксплуатацию Рогунской ГЭС.

Актуальность темы не вызывает сомнений, поскольку рациональное использование гидроэнергетических ресурсов в условиях высокой изменчивости речного стока, роста нагрузки энергосистемы и увеличения доли регулирующих мощностей является одной из ключевых задач энергетики Республики Таджикистан. Введение в работу Рогунской ГЭС как крупнейшего объекта гидроэнергетики существенно меняет режимы работы всего каскада, что требует разработки новых методов оптимального управления.

В первой главе автором проведён обзор методов оптимизации, дана их классификация на классические, метаэвристические и методы машинного обучения. Обоснован выбор методов математического программирования для задач краткосрочного управления и методов машинного обучения для прогнозирования. Представлена постановка задачи оптимального управления режимами каскада.

Во второй главе рассмотрены вопросы прогнозирования стока реки Вахш. Особого внимания заслуживает разработка программного комплекса «ML-VakhshRiver» на основе алгоритмов машинного обучения, позволяющего повысить точность прогнозирования. Проведена верификация модели, показавшая её преимущества по сравнению с традиционными методами.

В третьей главе решена задача долгосрочного управления режимами работы каскада ГЭС. Разработаны диспетчерские графики для Рогунской ГЭС и выполнена формализация задачи многоуровневого управления с учетом прогнозных данных.

В четвертой главе разработаны модель и программный комплекс для оптимизации краткосрочных режимов работы Вахшского каскада ГЭС.

К числу основных научных результатов можно отнести:

- разработку подхода к многоуровневой оптимизации режимов работы каскада ГЭС;
- применение методов машинного обучения для прогнозирования стока;
- создание программного комплекса для анализа гидрологических данных;
- разработку диспетчерских графиков для Рогунской ГЭС.

Вместе с тем, несмотря на заявленную актуальность и практическую значимость, по автореферату можно отметить следующие моменты:

1. Недостаточно раскрыта, каким образом учитываются в разработанном алгоритме и программном комплексе для оптимизации краткосрочных режимов работы ГЭС каскада, гидравлическая связь между ГЭС, время добегания волны, ирригационные расходы, а также задача комплексного использования водных ресурсов.
2. Каким образом разработанная программа позволяет учитывать изменения исходных параметров по ГЭС?
3. В тексте автореферата встречаются стилистические и редакционные недочёты.

Несмотря на отмеченные замечания, автореферат отражает завершённую научно-квалификационную работу, содержащую новые научные результаты, имеющие теоретическую и практическую значимость для электроэнергетики.

Диссертационная работа Раджабзода Мирзошариф Шариф на тему «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям доктора философии (PhD), а её автор заслуживает присуждения соответствующей учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Директор института гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии (ИГВИЭ), кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры ГВИЭ ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»



Шестопалова Т.А.