

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета 6D.КОА-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими

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

(постановление Правительства РТ от 26.06.2023 г. № 295)

Аттестационное дело № _____

Решение разового диссертационного совета 6D.КОА-049, № 24

о присуждении Раджабзода Мирзошариф Шариф, гражданину Республики Таджикистан ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Диссертация «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС» по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы) принята к защите 06.02.2026 г. протокол №23 диссертационным советом 6D.КОА-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими, 734042, Таджикистан, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых 10.

Соискатель ученой степени Раджабзода Мирзошариф Шариф, гражданин Республики Таджикистан, родился 01 января 1995 года в Яванском районе, Хатлонской области, Республики Таджикистан. В 2016 году окончил бакалавриат в Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по специальности «Электрические станции». В 2018 году окончил магистратуру Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими по специальности «Электрические станции». С 2019 по 2022 годы учился в докторантуре PhD Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по специальности 6D071800 – Электроэнергетика. С 2018 года по настоящее время работает в ОАО «Таджик СГЭМ».

Диссертация выполнена на кафедре «Электрические станции» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Султонзода Шерхон Муртазо, заведующий кафедрой «Электрические станции», Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.

Официальные оппоненты:

Русина Анастасия Георгиевна – доктор технических наук, доцент, декан факультета энергетики, заведующая кафедрой «Электрические

станции», ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, Российская Федерация,

Давлатов Азамджон Махмадиевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Электрические станции», Институт энергетики Таджикистана, р. Кушониён,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана (г. Душанбе) в своем положительном заключении, подписанном председателем расширенного заседания лаборатории «Энергетика, ресурс- и энергосбережение» кандидатом технических наук, доцентом Бахриевым Сухбатджоном Хусейновичем и утвержденном директором института, доктором технических наук Гулахмадзода А.А. указала, что диссертационная работа Раджабзода Мирзошариф Шариф на тему «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС»:

– выполнена на высоком научно-методическом уровне, отличается логической целостностью и завершённостью;

– ее содержание отвечает паспорту специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы);

– соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD), а его автор заслуживает присуждения ему искомой степени по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы);

– соискатель имеет 22 опубликованную научную работу по теме диссертации, в том числе, 7 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте РТ, 2 работы в изданиях, индексируемых в наукометрических системах «Scopus» и «Web of Science», 10 работ в прочих изданиях, а также 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и базы данных.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

• от **Ахметбаева Даурена Садыковича**, доктора технических наук, профессора кафедры «Электроэнергетика» Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан с замечаниями:

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.

• от **Ибрагимова Бахтиёра Фатхуллоевича**, доктора философии (PhD) по специальности 6D071804 – Энергетические системы и комплексы,

начальника отдела «Релейной защиты, автоматики и метрологии» ОАО «Барки Точик», г. Душанбе с замечаниями:

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.

• от **Секретарева Юрия Анатольевича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Системы электроснабжения предприятий» Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск, РФ с замечаниями:

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.

• от **Хамидова Шухрата Вахидовича**, доктора технических наук, профессора, заведующего научной лаборатории «Перспективного развития энергетики и энергетической безопасности» института Проблем энергетики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент с замечаниями:

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.

• от **Кокина Сергея Евгеньевича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры Автоматизированных электрических систем Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, РФ, с замечаниями:

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).

3. Не отражено, как модель балансирует энергетические интересы (максимум выработки) с ирригационными или экологическими попусками, особенно для нижележащих ГЭС каскада.

• от **Шестополовой Татьяне Александровне**, кандидата технических наук, доцента, директора института гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии (ИГВИЭ), профессора кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва, РФ, с замечаниями:

1. Недостаточно раскрыта, каким образом учитываются в разработанном алгоритме и программном комплексе для оптимизации краткосрочных режимов работы ГЭС каскада, гидравлическая связь между ГЭС, время добега 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.

Все отзывы положительные и имеют замечания, при этом рецензенты отмечают, что указанные замечания не умаляют научной и практической ценности и не снижают актуальности выполненной диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов обоснован соответствием их научных интересов профилю рассматриваемой диссертации, высокой теоретической и профессиональной квалификацией и опытом исследований, наличием научных работ по проблематике исследования, в том числе опубликованных в течение последних 5 лет.

Выбор ведущей организации аргументирован соответствием научных трудов сотрудников направлению диссертационного исследования, наличием публикаций по проблематике исследования, что подтверждает их способность определить научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

✓ **разработан** комплекс математических моделей, алгоритмов и программных средств для многоуровневого оптимального управления режимами работы ГЭС Вахшского каскада с учетом ввода в эксплуатацию Рогунской ГЭС;

– **предложены:** методология долгосрочной оптимизации режимов каскада ГЭС, включающая гибридную модель прогнозирования стока реки Вахш на основе алгоритмов машинного обучения и систему диспетчерских графиков для управления водохранилищем многолетнего регулирования Рогунской ГЭС; математическая модель для краткосрочной оптимизации режимов работы ГЭС Вахшского каскада;

✓ **доказана** эффективность предложенной методологии оптимизации режимов работы каскада ГЭС, обеспечивающей повышение точности прогнозирования стока, рациональное использование водных ресурсов и увеличение суммарной выработки электроэнергии в условиях изменившейся структуры каскада после ввода Рогунской ГЭС;

✓ **введены** новые программные комплексы и базы данных, реализующие разработанные алгоритмы: программный комплекс «ML-VakhshRiver» для прогнозирования стока реки Вахш и программный комплекс для краткосрочной оптимизации режимов работы ГЭС Вахшского каскада.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

✓ **доказаны** возможность эффективного применения методов машинного обучения для долгосрочного прогнозирования стока рек и их интеграция с детерминированными методами оптимизации в задачах управления гидроэнергетическими системами;

✓ **применительно к проблематике диссертации результативно** использованы методы системного анализа, математического моделирования, линейного программирования, алгоритмы машинного обучения и современные программные средства;

✓ **использован** комплексный подход к решению задачи оптимального управления каскадом ГЭС, учитывающий стохастический

характер гидрологических параметров, гидравлическую взаимосвязь станций и совокупность технических ограничений;

✓ **изложены** теоретические основы многоуровневого управления режимами работы ГЭС каскада, объединяющие долгосрочное прогнозирование стока реки Вахш, диспетчерское управление водохранилищем Рогунской ГЭС и краткосрочной оптимизацию режимов ГЭС каскада для повышения выработки электроэнергии;

✓ **раскрыты** особенности функционирования Вахшского каскада ГЭС в условиях ввода Рогунской ГЭС и многолетнего регулирования стока;

✓ **изучены** закономерности формирования стока реки Вахш, основы прогнозирования, особенности диспетчерского управления и ограничения при оптимизации режимов каскада ГЭС;

✓ **проведена модернизация** методов оптимизации режимов работы каскада ГЭС путем интеграции методов прогнозирования на основе машинного обучения и детерминированных алгоритмов оптимизации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

✓ **разработаны и внедрены** программные комплексы и алгоритмы для прогнозирования речного стока и краткосрочной оптимизации режимов работы ГЭС Вахшского каскада;

✓ **определены** оптимальные долгосрочные режимы регулирования водохранилища Рогунской ГЭС на основе разработанных диспетчерских графиков управления;

✓ **создана** математическая модель и алгоритм для краткосрочной оптимизации режимов работы ГЭС каскада Вахш, позволяющая учитывать гидравлические связи между станциями и комплекс эксплуатационных ограничений;

✓ **представлены** рекомендации по практическому применению разработанных моделей и алгоритмов при планировании режимов работы гидроэнергетических объектов и управлении энергосистемой Республики Таджикистан.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

✓ **для экспериментальных работ** использованы фактические гидрологические и энергетические данные по реке Вахш и гидроэлектростанциям Вахшского каскада;

✓ **теория** построена на основе современных методов математического моделирования, теории оптимизации, анализа временных рядов и алгоритмов машинного обучения;

✓ **идея базируется** на необходимости повышения эффективности управления гидроэнергетическими ресурсами в условиях ввода Рогунской ГЭС и изменения режима функционирования Вахшского каскада;

✓ **использованы** современные программные средства и языки программирования (Delphi, Python), а также проверенные методы анализа и оптимизации энергетических систем;

✓ **установлено**, что полученные результаты согласуются с известными теоретическими положениями в области оптимизации режимов работы ГЭС и подтверждаются расчетными экспериментами;

✓ **использованы** сопоставления результатов моделирования с аналитическими оценками и известными исследованиями в области гидроэнергетики, что подтверждает их непротиворечивость и достоверность.

Личный вклад автора выражается в определении целей и задач исследований, выборе методологической и информационной базы, проведении исследований, разработке методик, алгоритмов и разработке программного комплекса.

На заседании 24 апреля 2026 года диссертационный совет 6D.КОА-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими принял решение присудить Раджабзоду Мирзошарифу Шариф ученую степень доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы) и ходатайствовать перед Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан об утверждении данного решения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 3 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

«За» – 13; «Против» – 00; недействительных бюллетеней – 00.

**Заместитель председателя
диссертационного совета
6D.КОА-049, д.т.н., доцент**



Мирзоев С.Х.

**И.о. ученого секретаря
диссертационного совета 6D.КОА-049,
к.т.н., доцент**

Давлатшоев Р.А.

«24» апреля 2026 г.

РЕШЕНИЕ

диссертационного совета 6D.KOA – 049

при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими

«24» апреля 2026 года

г. Душанбе

После слушания и обсуждения диссертации Раджабзода Мирзошарифа Шариф на тему: «Оптимизация режимов работы ГЭС Вахшского каскада с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС», по присуждению ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы), отзыва ведущей организации - Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, отзывов и выступлений официальных оппонентов: члена диссертационного совета, доктора технических наук Русиной Анастасии Георгиевны, кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Электрические станции», Института энергетики Таджикистана – Давлатова Азамджона Махмадиевича, выступления специалистов по теме рассматриваемой диссертации: д.т.н., Юлдашева З.Ш., д.т.н., Грачевой Е.И. и к.т.н., Рахимзода Дж.Б., диссертационный совет 6D.KOA-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими на основании результатов тайного голосования и заключения принятого членами диссертационного совета о достоверности, научной новизне, значимости и выводах диссертации, а также по результатам опубликованных работ

ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Диссертация Раджабзода Мирзошарифа 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) соответствует требованиям п. 31, 33-35 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 г. № 267.

2. Автореферат диссертации и публикации автора полностью отражают содержание исследования.

3. Присудить соискателю Раджабзода Мирзошарифу Шариф ученую степень доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

4. Ходатайствовать ВАК при Президенте Республики Таджикистан о поддержании решения диссертационного совета и присуждении Раджабзода Мирзошарифу Шариф ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Результаты голосования: «ЗА» – 13; «ПРОТИВ» – 00; «ВОЗДЕРЖАВШИХСЯ» – 00.

Принято единогласно.

**Заместитель председателя
диссертационного совета
6D.KOA-049, д.т.н., доцент**



Мирзоев С.Х.

**И.о. ученого секретаря
диссертационного совета 6D.KOA-049,
к.т.н., доцент**

Давлатшоев Р.А.