

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
Кыргызского государственного
технического университета
имени И. Раззакова, к.т.н.,
доцент А. М. Арзыбаев



ВЫПИСКА

из протокола № 7 от 30 января 2025 г. расширенного заседания кафедр возобновляемых источников энергии, электроэнергетики им. Дж. А. Апышева, электромеханики энергетического института Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по обсуждению диссертационной работы Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: «Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

30 января 2025 года

г. Бишкек

Председатель: Жабудаев Т.Ж. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой возобновляемых источников энергии энергетического института КГТУ им. И. Раззакова.

Секретарь: Дегембаева Н.К. – к.т.н., доцент кафедры возобновляемых источников энергии энергетического института КГТУ им. И. Раззакова.

Присутствовали: Бакасова А.Б. д.т.н. (05.13.01), доцент; Обозов А.Дж. д.т.н. (05.14.08, 05.13.05), профессор; Калматов У.А. к.т.н. (05.14.02), доцент; Сандыбаева А.Р. к.т.н. (05.09.01), доцент; Гунина М.Г. к.т.н. (05.09.01, 05.02.08), доцент; Акпаралиев Р.А. к.т.н. (05.14.08), доцент; Жабудаев Т.Ж. к.т.н. (05.14.08), доцент; Дегембаева Н.К. к.т.н. (05.23.07, 05.23.16), доцент; Медеров Т.Т. к.т.н. (05.14.08), доцент; Толомушев А.Э. ст. препод.; Ашимбекова Б.А. м.н.с.; Акматбеков Б.Р. препод.

Приняли участие в режиме онлайн: Айдарбеков З.Ш. к.т.н. (05.23.05), доцент; Ураимов Р.Ж. (05.14.08).

Всего: 14 чел.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Обсуждение кандидатской диссертационной работы аспиранта кафедры «Возобновляемые источники энергии» Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: «Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС», представленной на

соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

2. Рассмотрение и обсуждение дополнительной программы специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: «Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН КР Обозов А.Дж. Тема утверждена 02 марта 2016 года, протокол №8 УС КГТУ им. И. Раззакова.

Рецензентами назначены:

Бакасова Айна Бакасовна – д.т.н., доцент, заведующая кафедрой «Электроэнергетика им. Дж. А. Апышева» КГТУ им. И. Раззакова.

Ураимов Рабшанбек Жусупович – к.т.н., начальник отдела информационной безопасности и компьютерного обслуживания Ошского государственного университета.

СЛУШАЛИ:

1. **Председателя Жабудаева Т.Ж.**, который предложил заслушать и обсудить доклад аспиранта кафедры «Возобновляемые источники энергии» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова **Оразбаева Казбека Найманказиевича** по завершённой им диссертационной работе на тему: «Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС» и предоставил слово аспиранту Оразбаеву К.Н. для доклада.

2. **Аспиранта Оразбаева К.Н.**, который сделал развёрнутый доклад о результатах диссертационной работы, в котором представил информацию о проделанной работе, описал актуальность, поставленную цель, научную новизну, практическую значимость диссертационной работы, информацию об апробации и внедрении результатов исследований.

После прослушивания вышеназванного доклада, Оразбаеву К.Н. были заданы следующие вопросы:

Бакасова А.Б.: У меня вопрос. Скажите пожалуйста, в своём докладе вы сказали, что построили математическую модель. Не могли бы Вы раскрыть её суть?

Оразбаев К.Н.: Благодарю за вопрос Айна Бакасовна. Построенная нами обобщённая модель является математической, потому что основанием для построения модели легли полученные нами ранее зависимости кинематических и геометрических параметров, такие как напор, расход, ускорение, скорость, площадь входного и выходного сечений, высота, углы вхождения водяного

потока по отношению к поверхности лопасти. Все данные значения были внесены в операционные блоки, каждая из которых выполняет определённую функцию. А среда MATLAB с пакетом расширения Simulink выступила способом решения этой задачи, которая позволила определить зависимость изменения скорости турбины от напора и внешнего диаметра турбины.

Сандыбаева А.Р.: Данная установка применительна к Кыргызстану или к Казахстану?

Оразбаев К.Н.: Данная установка предназначена для эксплуатации в равнинных зонах, к которым относится и Казахстан в том числе.

Акпаралиев Р.А.: Какие исследовательские работы Вами проведены?

Оразбаев К.Н.: Данной тематикой я занимаюсь около 10 лет и за это время сделан литературный и патентный обзор, были проведены как теоретические, так и экспериментальные исследования. Также были применены известные компьютерные программы.

Калматов У.А.: Где находится экспериментальный стенд?

Оразбаев К.Н.: В лаборатории кафедры «ВИЭ».

Бакасова А.Б.: Как измеряли скорость потока?

Оразбаев К.Н.: Известным поплавковым методом. Когда на определённом отрезке водотока фиксируется время прохождения поплавка этого расстояния и на основе этих данных определяется скорость течения потока.

Калматов У.А.: Расскажите по подробнее о коэффициенте трансформации и от каких параметров он зависит?

Оразбаев К.Н.: Коэффициент трансформации показывает, какую долю в общей энергии турбины составляет энергия движущейся массы воды, т.е. кинетическая энергия скоростного потока по сравнению с энергией напора. Введённый нами этот коэффициент позволил установить, что для низконапорных микроГЭС энергетическая составляющая, определяющаяся энергией напора, уже при скорости водяного потока в 5 м/с практически сводится к нулю и составляет 0,4%.

Сандыбаева А.Р.: Вот вы сказали графо-аналитический метод. В чём суть данного метода?

Оразбаев К.Н.: Впервые разработанный нами графо-аналитический метод построения лопастей турбины позволяет построить их профиль, обеспечивающий максимальный отбор мощности от входящего потока в турбинную камеру, с учётом безударного вхождения водяного потока при соприкосновении с лопастями турбины, тем самым увеличить КПД. Кроме того предложенный метод позволяет обеспечить такое взаимное расположение лопастей турбины, что полностью позволяют избежать положения «мёртвой» точки.

Научный руководитель Обозов А.Дж.: Оразбаев Казбек над диссертацией работал около десяти лет. По результатам проведённых исследований им опубликованы ряд статей, в том числе одна статья в журнале Energy Reports, индексируемом в базе данных Web of Science и имеющего второй квартиль, получен патент на изобретение. Им впервые разработан метод

расчёта выходных параметров гидротурбины гравитационной микроГЭС с эффектом воздушной воронки. Предложены методы оценки эффективности с учётом таких параметров как коэффициент трансформации и коэффициент заполняемости. Представлен графо-аналитический метод построения рационального профиля лопастей турбины при наличии сквозного канала. Построена обобщённая математическая модель. За время своей работы над диссертацией, Оразбаев Казбек показал себя как ответственный, трудолюбивый и целеустремлённый исследователь, умеющий самостоятельно и квалифицированно проводить исследования и осуществлять анализ полученных результатов. Думаю, что выполненная им диссертационная работа отвечает всем требованиям НАК ПКР, а сам автор по своему уровню и квалификации готов к защите. В связи с этим прошу поддержать работу и рекомендовать её к защите в диссертационном совете.

Выступление рецензентов:

Бакасова А.Б.: Нигде не указан класс мощности данной микроГЭС.

Оразбаев К.Н.: Хотя еще нет единой согласованной классификации, в научной среде микрогидроэлектростанции относят к станциям мощностью до 100 кВт.

Ураимов Р.Ж.: В заключении автореферата очень много результатов промежуточных исследований, следует оставить только итоговые выводы.

Оразбаев К.Н.: Согласен с замечанием, буду оптимизировать.

Ураимов Р.Ж.: Имеются неточности в оформлении литературных источников. Существует ГОСТ, его нужно придерживаться.

Оразбаев К.Н.: Согласен с замечанием, приведу в порядок.

Председатель Жабудаев Т.Ж.: Ещё есть вопросы? Вопросов нет. В таком случае разрешите перейти к обсуждению результатов диссертационной работы.

ВЫСТУПИЛИ:

1. **Бакасова А.Б.:** Анализ диссертации показал, что структура, язык и стиль изложения соответствуют предъявляемым требованиям, а тема диссертации – заявленной специальности. Как вы сами слышали, доклад был содержательным. На наши с вами вопросы он ответил достаточно грамотно. Отсюда следует, что соискатель является состоявшимся научным сотрудником. Поэтому прошу всех поддержать его и рекомендовать представленную диссертационную работу к защите после исправления замечаний.

2. **Ураимов Р.Ж.:** Рассматриваемая работа является актуальной. Полученные в работе научные результаты являются по существу новыми и достоверно подтверждаются сопоставлением теоретических исследований с результатами экспериментов. Содержание и объём работы, полученные результаты, её научная новизна и практическая значимость позволяют считать, что данная работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней Национальной аттестационной комиссии при

Президенте Кыргызской Республики. Рекомендую её для представления в диссертационный совет по искомой специальности для защиты.

3. **Сандыбаева А.Р.:** Как следует из доклада, по теме данного исследования опубликовано семнадцать научных работ, получен патент на изобретение. Результаты работ докладывались на различных международных и республиканских научных конференциях. Думаю, диссертант достиг поставленной цели в решении задач. Проведённые в работе исследования являются актуальными, направлены на решение приоритетных практических задач. Представленная диссертационная работа Оразбаева Казбека отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поэтому я призываю коллег поддержать аспиранта и его работу.

4. **Председатель Жабудаев Т.Ж.:** Разрешите мне подвести итоги нашего заседания и отметить следующее. Данная диссертационная работа представляет собой законченную научно-исследовательскую работу. Актуальность темы не вызывает сомнений. В процессе выполнения диссертационной работы, опубликовано достаточное количество научных трудов, в том числе и зарубежных, соответствующих требованиям. Результаты исследований и их достоверность подтверждены актами внедрения. Поэтому я тоже поддерживаю данную работу.

По результатам обсуждения принято заключение в следующей редакции:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Актуальность темы диссертации. Одной из основополагающих отраслей экономического развития любого государства является уровень обеспеченности общества энергией. Энергия является основной движущей силой современности, определяющей не только социально-экономическое состояние людей, но и их доступность к самым современным достижениям научно-технического прогресса, являющегося критерием развитости и процветания государства.

В последние десятилетия темпы использования традиционных топливно-энергетических ресурсов, основанных на углеводородном сырье (нефть, газ, уголь и т.д.) настолько выросли, что стал возникать вопрос о возможном их истощении в ближайшем будущем. По оценкам учёных, уже в предстоящие 50–100 лет будет ощущаться их дефицит.

Следовательно, уже сегодня необходимо крепко задуматься о поиске новых источников энергии, которые бы заменили традиционное топливо. Как показывает практика, такими источниками, возможно, могли бы стать нетрадиционные возобновляемые источники энергии, как энергия солнца, ветра, геотермальная энергия, энергия биомассы и т.д. По подсчётам учёных,

запасы этих источников огромны и даже могли бы в полной мере удовлетворить все потребности человечества в энергии.

Кроме того, эти источники могут обеспечить решение другой планетарной проблемы – это проблема охраны окружающей среды от загрязнения. Не секрет, что уже сегодня эти вопросы стоят на повестке дня у всего мирового сообщества, а повсеместное изменение климата (засухи, наводнения, ураганы и т.д.) указывает на неотвратимость этих явлений уже в ближайшем будущем. Всё это привело к необходимости серьезного обращения исследований, направленных на разработку новых технологий и технических средств, использующих энергию возобновляемых источников для выработки энергии (электрической, тепловой, механической и т.д.).

Одним из наиболее перспективных и практически оправданных источников является экологически чистая энергия воды. Она уже достаточно широко используется на практике для получения электрической (гидроэлектрические станции – ГЭС), механической (подъёмные насосные станции) и других видов энергии.

Из большого разнообразия различных типов ГЭС, в последние годы находят широкое применение так называемые малые и микрогидроэлектростанции, в силу своих преимуществ над крупными ГЭС, как компактность, автономность, малые сроки ввода в эксплуатацию, экономическая эффективность, возможность широкого использования малых водотоков без строительства больших водохранилищ и плотин.

Из класса микроГЭС, которые предназначены в основном для электроснабжения автономных малоэнергоёмких объектов, всё больший интерес вызывают так называемые низконапорные гравитационные установки, которые имеют возможность работать в равнинных зонах, где отсутствуют большие перепады и уклоны местности незначительны. Принципиальная разница этих гравитационных микроГЭС в том, что в основном они работают за счёт скоростного напора водяного потока, а не за счёт высотного давления закрытого водонапорного канала. Такой принцип работы этих микроГЭС требует принципиально новых подходов как в организации технологии отбора энергии от водяного потока, так и в расчёте и выборе параметров её основных элементов, как турбинная камера, тип и форма лопастей турбины, расчёт и обоснование их геометрических и кинематических параметров, в поиске новых методов определения динамических параметров как момент на валу турбины, мощность гидрогенератора и т.д.

Цель и задачи исследования. Данная работа посвящена разработке научно обоснованных методов расчёта и проектирования гравитационно-водоворотной микроГЭС для электроснабжения малоэнергоёмких автономных потребителей.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- определить рациональные геометрические параметры камеры и лопастей гидротурбины;
- исследовать особенности взаимодействия лопастей турбины с водяным потоком;

- определить крутящий момент на валу турбины;
- определить кинематические и гидродинамические параметры в процессе преобразования и передачи энергии.

Научная новизна работы. На основе анализа и обобщения опыта создания конструкций и эксплуатации низконапорных микроГЭС, были сформулированы и поставлены новые научные задачи, новизна которых связана с:

- разработкой и построением новой классификационной таблицы микроГЭС с учётом класса низкопотенциальных гравитационных установок;
- получением новой аналитической зависимости расчёта мощности гравитационной микроГЭС с учётом доли энергии движущейся массы воды от её напорной составляющей;
- разработкой методики синтеза геометрических параметров лопастей роторной гидротурбины, обеспечивающей максимальный отбор мощности от водяного потока с исключением положения мёртвой точки турбины;
- построением математической модели процесса взаимодействия водяного потока с синтезированной роторной турбиной для расчёта её выходной мощности при различных скоростях и расходах водяного потока;
- установлением качественной картины распределения давления внутри гидротурбины до и после лопастей на основе моделирования течения в турбинной камере с использованием программного продукта KompasFlow;
- созданием алгоритма с построением обобщённой математической модели на основе пакета расширения Simulink в среде MATLAB, позволяющей на основе входных параметров турбинной камеры (площади входных и выходных сечений, высота, напор и т.д.) определить выходные параметры (мощность, момент, КПД и т.д.);
- изучением влияния формы и геометрии воздушной воронки на коэффициент заполняемости турбинной камеры и установления зависимости выходной мощности турбины от её величины.

Практическая значимость полученных результатов:

- Предложенная классификационная таблица гравитационных микроГЭС позволит определять класс и приемлемость той или иной конструкции к их практическому использованию с учётом особенностей рельефа местности.
- Разработанные методы расчёта и полученные аналитические зависимости определения мощности гидротурбины и геометрические параметры камеры позволяют осуществлять расчёт и проектирование этих основных элементов конструкции гравитационных микроГЭС.
- Построенная математическая модель является основным элементом оценки режимов работы микроГЭС и расчётом как кинематических, так и гидродинамических параметров еще на стадии её проектирования.

- Разработанные методы, модели, созданные алгоритмы и результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе при подготовке студентов соответствующих специальностей.

- Методика экспериментов и созданный гидравлический стенд для проведения экспериментальных исследований может быть использован как лабораторный стенд для проведения практических занятий студентов бакалавров и проведения исследований среди магистрантов и докторантов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- Разработка методики расчёта выходной мощности турбины в зависимости от формы и геометрии воздушной воронки в турбинной камере при различных значениях коэффициента заполняемости.

- Получение аналитической зависимости расчёта мощности гравитационной микроГЭС с учётом доли энергии скоростного напора водяного потока в её общем балансе.

- Разработка графо-аналитического метода синтеза геометрических параметров лопастей роторной турбины гравитационной микроГЭС с учётом отсутствия возможности появления «мёртвого» положения.

- Алгоритм расчёта и обобщённая математическая модель гравитационной микроГЭС с учётом особенностей её конструкции и эксплуатации.

- Экспериментальный стенд и методика экспериментальных исследований кинематических и гидродинамических параметров роторной турбины гравитационной микроГЭС.

Личный вклад соискателя. Все основные научные и практические результаты, полученные в процессе работы, выполнены и получены непосредственно автором при консультативной помощи и поддержке научного руководителя.

Апробации результатов исследования. Основные положения, выводы, теоретические и практические результаты научных исследований, включённые в диссертацию, докладывались и обсуждались на:

- Международных XVI Байконуровских чтениях «Улытау в историческом контексте концепции «Мәңгілік ел»» (РК, г. Жезказган, 25 ноября 2016 года);

- Международной научно-практической конференции «Наука сегодня: вызовы, перспективы и возможности» (РФ, г. Вологда, 12 декабря 2018 года);

- Седьмой международной научной конференции «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство» (РФ, г. Казань, 31 августа 2019 года);

- Международных XXI Байконуровских чтениях «Перспективы развития науки и образования в условиях новой реальности» (РК, г. Жезказган, 10 декабря 2021 года).

Также полученные результаты неоднократно докладывались на расширенных научных семинарах кафедры «Электроэнергетика и охрана

труда», Учёных Советах Жезказганского университета имени О. А. Байконурова, на расширенных научных семинарах кафедры «Возобновляемые источники энергии» и Энергетического института Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова в 2016–2022 гг.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Основные результаты диссертации опубликованы в 17 научных изданиях, из них 1 – в журнале, индексируемом в базе данных Web of Science и имеющего второй квартиль, 7 статей в журналах из Перечня рецензируемых научных периодических изданий для опубликования основных научных результатов диссертации НАК при Президенте Кыргызской Республики, 6 – в сборниках материалов международных конференций, 3 – в прочих изданиях. Также получен 1 патент Кыргызской Республики на изобретение.

Представленная диссертационная работа Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: **«Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС»** удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук и соответствует специальности: 05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии, в связи с этим рекомендовать её для защиты в соответствующем диссертационном совете.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертационная работа Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: **«Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС»**, является законченным самостоятельным научным исследованием выполненным на актуальную тему, на современном методическом уровне, содержащим новизну и имеющим практическое значение, что соответствует требованиям положения «О порядке присуждения ученой степени» НАК ПКР, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

2. Принять положительное заключение по диссертационной работе Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: **«Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС»** и рекомендовать диссертационную работу к дальнейшему рассмотрению в диссертационном совете Д 05.24.705 при ИМАГ НАН КР, ОшГУ и КГТУ им. И. Раззакова на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

3. Утвердить дополнительную программу специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Оразбаева Казбека Найманказиевича на тему: **«Исследование и разработка практических методов расчета гравитационно-водоворотной микроГЭС»** на соискание ученой

степени кандидата технических наук по специальности: 05.14.08 –
энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Председатель

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой возобновляемых
источников энергии энергетического
института КГТУ им. И. Раззакова



Т. Ж. Жабудаев

Секретарь

кандидат технических наук, доцент
кафедры возобновляемых
источников энергии энергетического
института КГТУ им. И. Раззакова



Н. К. Дегембаева



30.01.2025 года