

Review by the Foreign Scientific Supervisor

Regarding the PhD dissertation submitted by **Nazym Abdlakhatova**, entitled: “Research and Improvement of the Technological regime of a Binary Power Plant to Increase the Energy Efficiency of Autonomous Consumers” Submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) under the educational program 8D08702, “Energy Supply of Agriculture.”

The dissertation by **Nazym Abdlakhatova** addresses the utilisation of low-temperature geothermal resources for electricity generation using a binary power plant based on the Organic Rankine Cycle (ORC), with subsequent cascade utilisation of residual thermal energy for agricultural applications.

The research topic is relevant. Kazakhstan has significant reserves of low-temperature geothermal resources. At present, these resources are used mainly for direct heat applications. Their use for electricity generation remains limited. The development of ORC-based systems for combined electricity and heat utilisation is therefore an important direction for improving energy efficiency, especially for remote and agricultural consumers.

The main contribution of the dissertation is the integrated analysis of a geothermal ORC system that combines electricity generation with the utilisation of residual heat. This integration is implemented through a thermodynamic model that enables evaluation of system performance under defined operating conditions.

The research is based on a consistent methodological approach, which includes:

- assessment of geothermal resource parameters based on available well data;
- development of a thermodynamic model of the ORC system;
- analysis of system performance, including the influence of working fluid selection and operating conditions.

A strong aspect of the work is the use of empirical data from geothermal well No. 5539 in the Zharkent region (Almaty area), with a wellhead temperature of approximately 103 °C and a flow rate of about 50 L/s. These parameters define realistic conditions for utilising low-temperature geothermal energy. Based on these data, the candidate demonstrates the

feasibility of electricity generation using an ORC system and identifies the availability of residual heat at the condenser stage.

The cascade utilisation of this residual heat represents an important contribution of the dissertation. The candidate shows that the thermal energy rejected by the ORC cycle can be used for agricultural applications, such as greenhouse heating. This approach increases the overall efficiency of the system and improves the utilisation of the geothermal resource.

The dissertation also includes a comparative analysis of working fluids. Based on thermodynamic and environmental criteria, R-152a is identified as an appropriate option for the studied conditions. This selection is supported by the thermodynamic model results.

The results of the research are presented clearly and in a structured manner. The developed model allows:

- estimation of electric power generation;
- identification of suitable operating conditions;
- evaluation of the balance between electricity production and heat recovery.

The practical significance of the work is evident. The proposed system can contribute to:

- improvement of energy supply for remote consumers;
- more efficient use of geothermal resources;
- reduction of dependence on fossil fuels.

The dissertation's scientific results are confirmed by publications, including a paper in the journal *Results in Engineering* (Scopus, Q1), and by a utility model patent.

The dissertation is well structured and logically organised. The methods used are appropriate for the research objectives. The results are consistent with the applied methodology.

It should be noted that the results are obtained based on modelling assumptions, including steady-state operation and defined heat transfer conditions. These assumptions are acceptable within the scope of the study. Further work may include experimental validation.

Conclusion

In my opinion, the dissertation presents a coherent, technically sound study of the utilisation of geothermal energy for agricultural applications. The candidate demonstrates the ability to conduct independent research and to apply engineering methods to practical energy problems.

Based on this assessment, I recommend that the dissertation be accepted for public defence and encourage the academic committee to proceed with scheduling the defence accordingly.

Bragança, May 13th, 2026

Foreign Scientific Supervisor

Professor-Coordinator, Doctor of Engineering,
Doctor Honoris Causa in Engineering

Bragança Polytechnic University (IPB), Portugal.

Luis Frölén Ribeiro

Assinado por: **Luis Manuel Frölén Ribeiro**
Num. de Identificação: 11180710
Data: 2026.05.13 18:23:12 +0100



Отзыв зарубежного научного руководителя

на PhD-диссертацию Назым Абдлахатовой на тему: «Исследование и совершенствование технологического режима бинарной энергоустановки для повышения энергоэффективности автономных потребителей», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D08702 – «Энергообеспечение сельского хозяйства».

Диссертационная работа Назым Абдлахатовой посвящена использованию низкотемпературных геотермальных ресурсов для выработки электроэнергии с применением бинарной электростанции на основе органического цикла Ренкина (ОЦР), с последующим каскадным использованием остаточной тепловой энергии для сельскохозяйственных нужд.

Тема исследования является актуальной. Казахстан располагает значительными запасами низкотемпературных геотермальных ресурсов. В настоящее время данные ресурсы в основном используются для прямого теплоснабжения. Их применение для производства электроэнергии остается ограниченным. В связи с этим разработка систем на основе органического цикла Ренкина для комбинированного использования электрической и тепловой энергии представляет собой важное направление повышения энергоэффективности, особенно для удаленных и сельскохозяйственных потребителей.

Основным вкладом диссертации является комплексный анализ геотермальной системы органического цикла Ренкина, объединяющей производство электроэнергии с использованием остаточного тепла. Данная интеграция реализована посредством термодинамической модели, позволяющей оценивать работу системы при заданных условиях эксплуатации.

Исследование основано на последовательном методологическом подходе, включающем:

- оценку параметров геотермального ресурса на основе доступных данных скважины;
- разработку термодинамической модели системы органического цикла Ренкина;
- анализ работы системы, включая влияние выбора рабочего тела и условий эксплуатации.

Сильной стороной работы является использование эмпирических данных геотермальной скважины №5539 в районе Жаркента (Алматинская область) с температурой на устье около 103 °C и расходом примерно 50 л/с. Эти параметры отражают реальные условия использования низкотемпературной геотермальной энергии. На основе этих данных в работе показана возможность выработки электроэнергии с использованием системы органического цикла Ренкина, а также наличие остаточного тепла на стадии конденсации.

Каскадное использование данного остаточного тепла представляет собой важный вклад диссертации. Автор показывает, что тепловая энергия, отводимая в конденсаторе цикла ОЦР, может быть использована для сельскохозяйственных нужд, например, для отопления теплиц. Такой подход повышает общую эффективность системы и улучшает использование геотермального ресурса.

Диссертация также включает сравнительный анализ рабочих жидкостей. На основе термодинамических и экологических критериев рабочая жидкость R-152a определена как подходящий вариант для рассматриваемых условий. Данный выбор подтверждается результатами термодинамического моделирования.

Результаты исследования представлены ясно и структурированно. Разработанная модель позволяет:

- оценивать выработку электрической мощности;

- определять подходящие условия эксплуатации;
- оценивать баланс между производством электроэнергии и использованием остаточного тепла.

Практическая значимость работы очевидна. Предлагаемая система может способствовать:

- улучшению энергоснабжения удалённых потребителей;
- более эффективному использованию геотермальных ресурсов;
- снижению зависимости от ископаемого топлива.

Научные результаты диссертации подтверждены публикациями, включая статью в журнале *Results in Engineering* (Scopus, Q1), а также патентом на полезную модель.

Диссертация хорошо структурирована и логически организована. Используемые методы соответствуют поставленным исследовательским задачам. Полученные результаты согласуются с применённой методологией.

Следует отметить, что результаты получены на основе модельных допущений, включая стационарный режим работы и заданные условия теплообмена. Эти допущения являются приемлемыми в рамках данного исследования. В дальнейшем работа может быть дополнена экспериментальной валидацией.

Заключение

По моему мнению, диссертация представляет собой целостное и технически обоснованное исследование использования геотермальной энергии для сельскохозяйственных применений. Соискатель демонстрирует способность проводить самостоятельные научные исследования и применять инженерные методы для решения практических энергетических задач.

На основании данной оценки рекомендую принять диссертацию к публичной защите и прошу академический комитет рассмотреть вопрос о назначении даты защиты.

Браганса, 13 мая 2026 года

Зарубежный научный руководитель
Профессор-координатор, доктор инженерных наук,
почётный доктор инженерии (Doctor Honoris Causa)

Политехнический институт Брагансы (IPB), Португалия

Луис Фролэн Рибейро (Luis Frólén Ribeiro)

Перевод с английского языка на русский язык выполнен переводчиком Мамыковым Еркеком Балтабаевичем, удостоверение личности № 048835757 выдано МВД Республики Казахстан 19.07.2021 г.

Мамыков Еркек Балтабаевич