



**Department of  
ELECTRICAL AND SOFTWARE ENGINEERING**

Telephone: (403) 220-6178

Fax: (403) 282-6855

Email: maliko@ucalgary.ca

2024-06-26

To Whom It May Concern

Review of foreign research consultants on the thesis "Identification and damping of low-frequency oscillations along the «North-South» transit of Kazakhstan's NEN using Smart Grid technology", submitted for the degree of PhD in the specialties 6D071800 - Electrical Power Engineering.

The thesis presents the results of identifying low-frequency oscillations (LFOs) in Kazakhstan's power system using Wide Area Monitoring System (WAMS) and proposes an algorithm for damping dangerous LFO modes. The WAMS data analysis revealed poor damped inter-area LFO with a frequency range of 0.3-0.4 Hz.

The relevance of the presented thesis is confirmed by its description of the main points corresponding to the current trends in monitoring and control of power system stability. The PhD student, in the main sections of the work, discloses the principles of power system stabilizer (PSS) parameter tuning and answers the question about the possibility of improving stability when the power system structure changes in real-time. The student has investigated new technical solutions for tuning PSS parameters of synchronous generators at power plants in Kazakhstan's power system.

The developed algorithm for the identification and damping of LFO consists of three tasks. The first task is to collect data from WAMS and SCADA systems and update the calculation model based on the current state of the equipment (generators, transformers, transmission lines, etc.). The second task is to identify dangerous electromechanical oscillations and perform modal analysis. The third task is to tune PSS parameters for damping dangerous LFOs based on the revisited residue method.

The main idea pursued in the thesis is reduced to the algorithm of the adaptive method of tuning PSS for the damping of LFO. The scientific and practical novelty of the presented solution is reflected in the results of the thesis and consists of the use of WAMS, SCADA data, and the finalized residue method for tuning PSS parameters when the system structure changes. The scientific novelty of the work is confirmed by the complex simulation with transient processes calculations in the developed model using the DigSilent Power Factory software.

The thesis consists Introduction, four sections, conclusions, List of References and appendices. It also presents material defining the object of research in the electric power industry and key parameters for a correctly tuned PSS. The research work is accompanied by

an extensive description of the developed algorithm, network model, and structure of the Wide Area Damping System (WADS).

The work performed by the student is reflected in 4 scientific publications in peer-reviewed journals of the Republic of Kazakhstan and foreign journals. The main provisions of the work have been approved in reports at international scientific and technical conferences, with the publication of results in conference proceedings.

The thesis of Bektimirov Anur on the topic "Identification and damping of low-frequency oscillations along the «North-South» transit of Kazakhstan's NEN using Smart Grid technology" corresponds to the direction of science development, has the necessary structure, meets all the requirements for the thesis for the degree of PhD on the specialties 6D071800 - Electrical Power Engineering, and its author deserves to be awarded the PhD degree.



Research Consultant (Co-Supervisor)

Dr. Om P. Malik, LFIEEE, FCAE, FIET, FEIC, FWIF, FEC, P.Eng

Professor Emeritus

Department of Electrical and Software Engineering

26.06.2024 г.

По месту требования

Отзыв зарубежных научных консультантов по диссертации «Выявление и гашение низкочастотных колебаний по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана с использованием технологии Smart Grid», представленной на соискание ученой степени Доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 «Электроэнергетика».

В диссертации представлены результаты выявления низкочастотных колебаний (НЧК) в энергосистеме Казахстана с использованием системы мониторинга переходных режимов (WAMS) и предложен алгоритм гашения опасных режимов НЧК. Анализ данных WAMS выявил плохо заглушенные межзонные НЧК с диапазоном частот 0,3-0,4 Гц.

Актуальность представленной диссертации подтверждается описанием в ней основных моментов, соответствующих современным тенденциям мониторинга и управления устойчивостью энергосистемы. В основных разделах работы студент докторантуры раскрывает принципы настройки параметров стабилизаторов энергетической системы (PSS) и отвечает на вопрос о возможности повышения устойчивости при изменении структуры энергосистемы в режиме реального времени. Студентом исследованы новые технические решения по настройке параметров PSS синхронных генераторов на электростанциях энергосистемы Казахстана.

Разработанный алгоритм идентификации и гашения НЧК состоит из трех задач. Первая задача — сбор данных из систем WAMS и SCADA и обновление расчетной модели на основе текущего состояния оборудования (генераторов, трансформаторов, линий электропередачи и т. д.). Вторая задача — выявление опасных электромеханических колебаний и проведение модального анализа. Третья задача — настройка параметров PSS для гашения опасных НЧК на основе пересмотренного метода вычетов.

Основная идея, раскрываемая в диссертации, сводится к алгоритму адаптивного метода настройки PSS для гашения НЧК. Научная и практическая новизна представленного решения отражена в результатах диссертации и заключается в использовании данных WAMS, SCADA и доработанного метода вычетов для настройки параметров PSS при изменении структуры системы. Научная новизна работы подтверждается комплексным моделированием с расчетами переходных процессов в разработанной модели с использованием программного обеспечения DigSilent PowerFactory.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений. В ней также представлен материал, определяющий объект исследования в электроэнергетике и основные параметры для корректно настроенной PSS.

Научно-исследовательская работа сопровождается развернутым описанием разработанного алгоритма, сетевой модели и структуры системы широкой зоны демпфирования (WADS).

Работа, выполненная студентом, отражена в 4 научных публикациях в рецензируемых журналах Республики Казахстан и зарубежных журналах. Основные положения работы апробированы в докладах на международных научно-технических конференциях с публикацией результатов в сборниках докладов конференций.

Диссертация Бектимирова Анура на тему «Выявление и гашение низкочастотных колебаний по транзиту «Север-Юг» НЭС Казахстана с использованием технологии Smart Grid» соответствует направлению развития науки, имеет необходимую структуру, отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 «Электроэнергетика», и ее автор достоин присуждения ученой степени Доктора философии (PhD).

/подпись/

Научный консультант (соруководитель)

Д-р Ом П. Малик, LFIEEE, FCAE, FIET, FEIC, FWIF, FEC, P.Eng

Почетный профессор

Кафедра Электротехники и программной инженерии

Республика Казахстан, город Алматы.  
Девятнадцатое ноября две тысячи двадцать четвертого года.

Я, Бекешбаева Роза Пернебековна нотариус города Алматы, действующий на основании государственной лицензии №15022328, выданной Министерством Юстиции Республики Казахстан от 25 декабря 2015 года, свидетельствую верность совершенного мною перевода данного текста документа с английского языка на русский язык.

Зарегистрировано в реестре за №8492

Взыскано:

Нотариус



ET7005441241119191044Q91909E

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия