Keele UNIVERSITY

16th June 2026

Report on the Thesis

"Modelling of dynamics and vibration protection of nonlinear deformable systems"

submitted by Mrs Yuliya Sabirova

for the degree of a Doctor of Philosophy in specialty

"8D06104 – Mathematical and computer modelling"

The PhD thesis by Mrs Yuliya Sabirova is inspired by problems in mathematical and computational modelling arising in the gas and oil industry. The research group led by her supervisor, Professor Lelya Khajiyeva, has a long-standing engagement in this area and enjoys a strong academic reputation. Among the many important scientific challenges associated with modern gas and oil technologies, the study of effect of the contrast parameters in composite structures - particularly those related to variations in stiffness between layers - is of considerable interest for advanced engineering applications. This topic forms a part of Mrs Sabirova's thesis and is closely aligned with current research directions in applied mathematics at Keele University, UK. In this context, I currently supervise an EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council) funded project on the asymptotic analysis of boundary-value problems for thin elastic laminates.

The thesis is also devoted more broadly to the mathematical modelling of nonlinear dynamics of deformable systems in the presence of vibration protection, with particular emphasis on improving dynamic performance and ensuring safe operating regimes in engineering applications. The relevance of this research is driven by the need to accurately model nonlinear deformation effects, which are increasingly important in modern technological systems, where large deformations may compromise reliability and lead to failure.

Mrs Sabirova has developed nonlinear models of drill strings interacting with gas flow, incorporating stabilisers and damping elements made of physically nonlinear materials. She has also designed and implemented an efficient computational framework (in C++, using parallel programming techniques) for simulating complex nonlinear dynamic processes with high accuracy and computational efficiency. Furthermore, a multiparameter analysis of nonlinear oscillations and phase portraits has been carried out, revealing important patterns in the operation of vibration protection systems.

At the same time, Mrs Sabirova has made a valuable contribution to the development of a refined asymptotic scheme for analysing a semi-infinite layered strip. Her principal achievement is the derivation of an explicit correction to the recently established additional decay condition, which generalises the classical Saint-Venant's principle for elastic structures exhibiting strong contrasts in material properties. In addition, she has clarified the role of weak nonlinearity in a class of problems involving a contrast. As an illustrative example, she studied the equilibrium of a thin strip resting on a soft Winkler foundation having a cubic nonlinearity.

Significant progress in addressing the above-mentioned contrast problems was achieved during Mrs Sabirova's research visit to Keele University. During this time, she had the opportunity to interact with leading experts in the field, including Professors J. Chapman, J. Healey, Y. Fu, J. Kaplunov, and V. Shrira among other renown experts in applied mathematics and mechanics. She also presented her work at the departmental seminar in applied mathematics, where she received valuable and constructive feedback. Her excellent academic training, strong work ethic, and dedication to research were highly appreciated by the staff at Keele. These observations demonstrate the clear benefits of the system of co-supervision with an international collaborator, as implemented in Kazakhstan.

Furthermore, Mrs Sabirova has demonstrated the high standard of mathematical education provided by Al-Farabi Kazakh National University and continues the strong tradition of Professor Khajiyeva's PhD students, many of whom have benefited from collaboration with Keele University.

Overall, Mrs Sabirova has fully demonstrated the qualities required for the award of a PhD degree. Her thesis makes a novel and significant contribution to the field, with results of a standard suitable for publication in leading international journals. I therefore offer my strongest support for the award of her doctoral degree.

L. Prikazchikova

Dr Ludmila Prikazchikova
Senior Lecturer in Applied Mathematics
School of Computer Science and Mathematics
Keele University, UK

Email: l.prikazchikova@keele.ac.uk

16 июня 2026

/Эмблема Килского университета/

Отзыв на диссертацию

«Моделирование динамики и виброзащиты нелинейных деформируемых систем»,
представленный г-жой Юлией Сабировой на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности «8D06104 – Математическое и компьютерное моделирование»

Диссертация Юлии Сабировой посвящена проблемам математического и вычислительного моделирования, возникающим в газовой и нефтяной промышленности. Исследовательская группа под руководством её научного руководителя, профессора Лелии Хаджиевой, имеет многолетний опыт работы в данной области и пользуется высоким академическим авторитетом. Среди многочисленных важных научных задач, связанных с современными газовыми и нефтяными технологиями, особый интерес для передовых инженерных приложений представляет изучение влияния параметров контраста в композитных структурах, особенно связанных с различием жёсткости между слоями. Эта тема является частью диссертационной работы Юлии Сабировой и тесно соответствует современным направлениям исследований в области прикладной математики в Килском университете (Великобритания). В этом контексте я в настоящее время руковожу проектом, финансируемым Советом по инженерным и физическим наукам (EPSRC), посвящённым асимптотическому анализу краевых задач для тонких упругих слоистых структур.

Диссертация также посвящена более широкому кругу вопросов математического моделирования нелинейной динамики деформируемых систем при наличии виброзащиты, с особым акцентом на повышение динамической эффективности и обеспечение безопасных режимов эксплуатации в инженерных приложениях. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью точного моделирования нелинейных деформационных эффектов, которые приобретают всё большее значение в современных технологических системах, где большие деформации могут снижать надёжность и приводить к отказам оборудования.

Г-жа Сабирова разработала нелинейные модели бурильных колонн, взаимодействующих с газовым потоком, с учетом стабилизаторов и демпфирующих элементов, изготовленные из физически нелинейных материалов. Она также разработала и реализовала эффективный вычислительный комплекс на языке C++ с использованием методов параллельного программирования для моделирования сложных нелинейных динамических процессов с высокой точностью и вычислительной эффективностью. Кроме того, был проведён многопараметрический анализ нелинейных колебаний и фазовых портретов, позволивший выявить важные закономерности функционирования систем виброзащиты.

Одновременно г-жа Сабирова внесла значительный вклад в разработку усовершенствованной асимптотической схемы для анализа полубесконечной слоистой полосы. Её главным достижением является получение явной поправки к недавно установленному дополнительному условию затухания, которое обобщает классический принцип Сен-Венана для упругих конструкций с сильным контрастом свойств материалов. Кроме того, она уточнила роль слабой нелинейности в классе задач, связанных с контрастными свойствами среды. В качестве иллюстративного примера ею было исследовано равновесие тонкой полосы, расположенной на мягком основании Винклера с кубической нелинейностью.

Существенный прогресс в решении вышеупомянутых задач, связанных с контрастными свойствами материалов, был достигнут во время исследовательской

стажировки Юлии Сабировой в Килском университете. В этот период она получила возможность взаимодействовать с ведущими специалистами в данной области, включая профессоров Дж. Чепмена, Дж. Хили, Ю. Фу, Дж. Каплунова и В. Шрира, а также других известных экспертов в области прикладной математики и механики. Она также представила результаты своей работы на семинаре кафедры прикладной математики, где получила ценную и конструктивную обратную связь. Её отличная академическая подготовка, высокая трудовая дисциплина и преданность научным исследованиям были высоко оценены сотрудниками Килского университета. Эти наблюдения наглядно демонстрируют преимущества системы совместного научного руководства с международным партнёром, реализуемой в Казахстане.

Кроме того, Юлия Сабирова продемонстрировала высокий уровень математического образования, предоставляемого Казахским национальным университетом имени аль-Фараби, и продолжила сильные научные традиции PhD-докторантов профессора Хаджиевой, многие из которых смогли воспользоваться преимуществами сотрудничества с Килским университетом.

В целом Юлия Сабирова в полной мере продемонстрировала качества, необходимые для присуждения степени доктора философии (PhD). Её диссертация представляет собой новый и значимый вклад в соответствующую область науки, а полученные результаты соответствуют уровню, необходимому для публикации в ведущих международных научных журналах. В связи с этим я выражаю свою самую решительную поддержку присуждению ей докторской степени.

/Подпись имеется/

д-р Людмила Приказчикова
старший преподаватель прикладной математики
Школа компьютерных наук и математики
Килский университет, Великобритания

Электронная почта: l.prikazchikova@keele.ac.uk