

**Мехатронные конические подшипники жидкостного трения с функциями интеллектуального управления**

**Научный руководитель – Савин Леонид Алексеевич**

***Казаков Юрий Николаевич***

*Аспирант*

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Факультет дополнительного профессионального образования и повышения квалификации, Орел, Россия

*E-mail: KazakYurii@yandex.ru*

В настоящее время активно развивается новое направление науки и техники – триботроника, которое представляет собой синергетическое объединение триботехники и мехатроники. Одним из главных объектов исследования триботроники являются опоры роторов со встроенными функциями диагностики и управления. Первыми опорами, которые включали в себя эти функции, были электромагнитные подшипники, однако на сегодня активное развитие получили опоры жидкостного трения. Первоначально такие виды опор использовались, в первую очередь, для уменьшения вибраций роторных машин [1,2]. Однако, стоит заметить, что применяемые в них контроллеры мало применимы в условиях нелинейности свойств роторно-опорных систем, а также при работе с несколькими параметрами управления, поэтому целесообразно использовать более продвинутые контроллеры, например на основе глубокого обучения.

Данная работа представляет новый подход к синтезу интеллектуальных контроллеров мехатронных опорных узлов на основе обучения с подкреплением. Обучение и тестирование контроллеров проводилось на основе модели роторно-опорного комплекса разработанного в среде Simulink/MATLAB, которая была ранее представлена в работе [3]. В работе предлагается метод, позволяющий осуществлять управление, как с учетом положения ротора, так и момента трения с использованием интеллектуальных контроллеров, также учитывается наличие неопределенностей в роторной системе уже на этапе обучения контроллера посредством варьирования параметров численной модели (сил реакций опор). В результате, в процессе обучения производится поиск наиболее устойчивых к таким неопределенностям законов регулирования. Результаты показали, что использование вариабельности параметров при обучении контроллеров, позволяет получать более устойчивые системы управления. Также была проанализирована работа DQN алгоритмов в условиях вариабельности внешних нагрузок, и изменения состояния системы с целью выявления границ обучения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-00789, <https://rscf.ru/project/22-19-00789/>.

**Источники и литература**

- 1) Santos I.F. Controllable Sliding Bearings and Controllable Lubrication Principles—An Overview // Lubr. 2018, Vol. 6, Page 16. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2018. Vol. 6, № 1. P. 16.
- 2) Bently D.E., Grant J.W., Hanifan P.C. Active Controlled Hydrostatic Bearings for a New Generation of Machines // Proc. ASME Turbo Expo. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2014. Vol. 2.

- 3) Kazakov Y.N. et al. Active Fluid-Film Bearing With Deep Q-Network Agent-Based Control System // J. Tribol. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2022. Vol. 144, № 8.