

## ОТЗЫВ

научного руководителя кандидатской диссертации К.В.Тихоновой «Математические задачи коррекции активности вестибулярных механорецепторов», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01. – «Теоретическая механика».

Диссертация Тихоновой К.В. посвящена новой теме в биомеханике – коррекции нейронного управления вестибулярными рефлексам в рамках периферической нервной системы. Вне всякого сомнения коррекция со стороны центральной нервной системы – когнитивная коррекция всегда была, есть и будет. Однако в настоящее время появилась возможность рассмотреть вопросы автоматической коррекции активности вестибулярных механорецепторов.

В первой главе диссертации автор использовал методiku Колмогорова – Вентцель для получения математической модели афферентных первичных нейронов (АПН), составляющих выходной блок любого вестибулярного механорецептора. В совокупности с биомеханической частью биосенсора углового ускорения была получена полная модель парного управления относительным движением глазных яблок.

Во второй главе были получены два математических результата анализа и синтеза АПН. численно был обнаружен в левой окрестности точки бифуркации Андронова-Хопфа интервал, когда при любом значении постоянного постсинаптического тока из этого интервала математическая модель АПН имеет два аттрактора – периодический аттрактор, генерирующий импульсы (спайки) и точечный аттрактор, находящийся внутри периодического аттрактора. Используя этот результат, автором была поставлена и решена задача о переходе из области притяжения точечного аттрактора в область притяжения периодического аттрактора. При реализации технологии гальванической стимуляции (GVS-технологии) получается переход из режима ожидания механического воздействия в режим его гальванической имитации. Применимость этого результата на практике продемонстрирована в третьей главе. При этом была показана возможность (в случае функционирования вертикальных полукружных каналов) использовать два разных варианта коррекции для улучшения установки взора пилота в сложных условиях визуального контроля.

В 2012 году К.В.Тихоновой в магистерской диссертации было предложено использовать для реализации гальванической коррекции АПН на орбите показания микроакселерометров. С помощью сотрудников МГУ был разработан носимый регистратор ускорений, Катериной Владимировной был предложен план эксперимента, который был реализован космонавтом С.Н.Рязанским на орбите в рамках образовательной программы. Положительный результат эксперимента даёт возможность утверждать, что гальваническую автоматическую коррекцию АПН можно реализовать на практике не только в программном режиме, но и по показаниям МЭМС.

В четвёртой главе автором решена задача о возможности гарантированного тестирования качества когнитивной коррекции с целью улучшения условного рефлекса визуальной стабилизации программного движения управляемого объекта. Доказано существование седловой точки в антагонистической игре двух стратегий – максиминного тестирования и минимаксной стабилизации, что позволяет решать вопрос о необходимости повторного тестирования. Таким образом, теоретические результаты и результаты экспериментов позволяют утверждать, что коррекция активности вестибулярных механорецепторов возможна и её можно применять на практике после проведения дополнительных экспериментов с статистической обработкой результатов.

Представленная работа по моему глубокому убеждению, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую эту работу к защите в Диссертационном совете МГУ 01.10 по специальности 01.02.01. – теоретическая механика.

Научный руководитель,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

В.В. Александров

Рабочий телефон: +7-495-939-33-83

Адрес электронной почты: [vladimiralexandrov366@hotmail.com](mailto:vladimiralexandrov366@hotmail.com)

Подпись В.В. Александрова удостоверяю

и.о. декана механико-математического факультета МГУ

имени М.В. Ломоносова, профессор

В.Н.Чубариков

10.04.2019