



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВПО СПбГУ ГА)

ул. Пилотов, д. 38,
Санкт-Петербург, 196210
тел. (812) 704-15-19
факс (812) 704-18-63
e-mail: info@spbguga.ru

№ _____
На № _____ от _____

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию **Сучалкиной А.Ф. «Математическое моделирование двухфазных, нистагменного типа, движений глаз»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика

Диссертационная работа посвящена математическому моделированию вестибулярного нистагма с учетом существенной стохастичности процесса. Она развивает сложившееся в МГУ научное направление по биомеханике органов зрения. Тема диссертации находится в русле приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ (4. Науки о жизни). В работе разрабатываются критические технологии РФ (4. Биомедицинские и ветеринарные технологии; 10. Технологии биоинженерии). Кроме того, работа выполнялась при поддержке РФФИ (проекты № 09-01-00809 и № 12-01-00839), что свидетельствует о ее фундаментальном характере. Таким образом, представленную диссертацию можно признать актуальной.

Научная новизна работы состоит, прежде всего, в том, что предложенная новая математическая модель нистагма, генерирующая нистагменные траектории, статистически соответствует конкретному испытуемому. Модель включает макро- и микро- (клеточный) уровни. Предложен способ сравнения траекторий нистагма с помощью статистического критерия, который дает

достоверные результаты вне зависимости от распределений сравниваемых случайных величин.

Практическую значимость работы высока. Можно согласиться с тем, что разработанная механико-информационная модель будет полезна для объективных количественных характеристик системы вестибулоокулярных взаимодействий у испытуемого, а также использована для отладки вестибулярного протеза, разрабатываемого в лаборатории Математического обеспечения имитационных динамических систем.

Апробация работы представляется вполне приемлемой (четыре публикации в ВАКовских журналах содержатся в списке из 8 печатных трудов).

Структура диссертации состоит из введения, трех глав и заключения. Введение кратко повествует об объекте исследования, об его актуальности, о целях и структуре работы. Первая глава посвящена описанию физической модели - вестибуло-глазодвигательной системы. Вторая глава посвящена лабораторным исследованиям вестибулярного нистагма. Третья глава содержит его математическое моделирование. В заключении приводится перечень основных результатов. В списке литературных источников имеется 166 наименований.

Работа довольно симпатичная, хорошо скомпонованная. Она производит очень приятное и положительное впечатление. Ее структура типична для диссертаций по моделированию, хотя возможно стоило представить ее в большем количестве глав. Описание физической модели дополняется экспериментальными данными обследования, которые одновременно служат для настройки разработанной математической модели, так и для ее верификации. Совокупность приведенных материалов с уверенностью позволяет судить о квалификационной состоятельности работы.

Несколько слов о концептуальной обоснованности работы и о месте ее в спектре работ данного профиля.

Работа, на взгляд оппонента, принадлежит к плеяде пионерских. Она олицетворяет наступающий 6 (по Кондратьеву) технологический уклад. Ведь его как раз характеризует нацеленность на развитие и применение **биотехнологий**, нанотехнологий, геномной инженерии, мембранных и квантовых технологий, фотоники, микромеханики, термоядерной энергетики. Интерес к живым системам, проявленный в диссертации по теоретической механике, свидетельствует об

успешном поиске места для использования основ классической механики. Также следует отметить, что работа уточняет и развивает модель, защищенную в диссертации Штефановой О.Ю. в 2011г.

Из комплекса представленных в диссертации А.Ф.Сучалкиной научных результатов, соответствующих критерию новизны, можно выделить ряд наиболее существенных.

1. Показано, что вестибулярный нистагм является стохастическим процессом, причем распределения его параметров отличаются от нормальных и не совпадают у разных испытуемых. Для отображения этих свойств предложена статическая модель для синусоидального закона вращения. Такая модель генерирует траектории нистагма, статистически совпадающие с его исходной записью.

2. Выполнена модификация модели нистагма, предложенной Шмидтом, позволяющая отображать вестибуло-окулярную реакцию на произвольный входной стимул, причем траектория является нерегулярной (квазипериодической).

3. Построена механико-информационная модель вестибулярного нистагма. На входе подается синусоидальный вестибулярный стимул, а на выходе, благодаря использованию марковского случайного процесса, получается траектория нистагма – случайного процесса. Подбором параметров модели удается добиться соответствия ее траектории лабораторным записям какого-либо испытуемого (юстировка модели). В отличие от ранее разработанных, модель не является схематической, описывая реальные механические и информационные процессы, т.о. являясь двухуровневой.

4. Предложена методика сравнения экспериментальных записей с модельными, причем такое сравнение является корректным независимо от конкретного закона распределения параметров нистагма. Хорошее согласие получено для данных лабораторных испытаний и результатов применения модифицированной модели Шмидта и механико-информационной модели.

Нижеследующие замечания по диссертации носят, в целом, косметический характер и не затрагивают квалификационной состоятельности работы, которая представляется неоспоримой. Тем не менее, чтобы придать импульс дальнейшим разработкам автора, ему представляется указать следующее.

1. В моделях движение обоих глаз считается синхронным, поэтому, фактически, моделирование проводится только для одного глаза. В то же

время, в диссертации указывается, что в реальности движения глаз не всегда синхронны, особенно у больных.

2. В предложенных моделях не учитывается асимметрия отклика вестибулярных рецепторов правой и левой сторон. В механико-информационной модели отклики фактически отличаются только знаком. Поэтому вместо двух уравнений достаточно рассматривать только одно. Это некоторое упрощение действительности, однако оно не носит принципиального характера.

3. Интересно, следует ли при движении головы вокруг вертикальной оси учитывать реакцию, т.е. является ли в этом случае стимул для них до или надпороговым. В работе такие оценки для рассматриваемых лабораторных исследований не приведены.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Таким образом, представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием по разработке математической модели двухфазных, нистагмного типа, движений глаз. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор Сучалкина А.Ф. заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Профессор кафедры механики
Санкт-Петербургского государственного
университета гражданской авиации,
заведующий лабораторией фундаментальных
исследований. д.ф.-м.н., проф.

С.А.Исаев

Подпись профессора Исаева С.А. заверяю

Исаев С.А. *УК*

