

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Филипповой Александры Сергеевны

**«Численно-аналитическое исследование параметров вращения
Земли с приложениями для спутниковой навигации»**,

представленной на соискание учёной степени кандидата

физико-математических наук по специальности

01.02.01 – Теоретическая механика

Простейшей моделью механики является материальная точка с единственным параметром – массой. В неподвижном пространстве при отсутствии внешних сил материальная точка движется равномерно и прямолинейно. Для изучения движения и вращения необходима более сложная модель, модель абсолютно твёрдого тела. В этой модели к параметру масса добавляются определения центра масс, тензора инерции, главных осей инерции, оси вращения. При отсутствии внешних сил ось вращения совершает движения как в пространстве вокруг направления оси момента импульса, так и внутри тела относительно главных осей инерции.

При построении модели поступательно-вращательного движения Земли перемещения оси вращения внутри Земли принято называть движением полюса, иногда применяют термин «колебательное движение». Так как Земля не удовлетворяет модели абсолютно твёрдого тела, то и колебательные движения полюса имеют сложный характер в пространстве и времени. Конечно, мгновенные значения координат полюса, а на их основе амплитуды, фазы и периоды колебаний, известны с помощью высокотехнологичных методов наблюдений. Но предсказание дальнейшего поведения этих величин остаётся актуальной задачей науки в практическом и теоретическом отношении. В диссертационной работе решена именно эта задача: построены модели движения полюса на различных временных интервалах.

В первой главе на высоком научном уровне рассмотрены общие вопросы.

Во второй главе сделана успешная попытка *уточнения* модели движения полюса на длительных интервалах времени, разработанной научным руководителем соискателя вместе с соавторами несколько лет тому назад. Автор диссертации называет эту модель «основной».

Методом построения и основной, и уточнённой моделей является численно-аналитический подход. Первый шаг состоит в *линеаризации* динамических уравнений, записанных в неинерциальной системе отсчёта, связанной с вращающейся Землёй. На втором шаге выполняется *осреднение* «линеаризованных» уравнений, при этом исчезает зависимость правых частей от переменных с периодами менее полугода. Далее проводится аналитическое интегрирование полученной системы уравнений. Цель аналитического интегрирования – выявление структуры модели в смысле зависимости от времени. Амплитуды и фазы модели вычисляются на основе массива данных о координатах полюса. Поскольку массив данных ежедневно пополняется, то общий алгоритм предусматривает постоянное обновление параметров модели колебаний полюса.

Необходимость уточнения основной модели была продемонстрирована соискателем с помощью методов спектрального анализа совокупности данных о параметрах вращения Земли.

В поисках причины аномального поведения фазы колебаний, не отвечающего основной модели, автор диссертации обратила внимание на современные результаты, указывающие на вариации числового значения коэффициента при второй зональной гармонике геопотенциала. При этом изменяются и численные значения главных моментов инерции. В работе получены и проинтегрированы дифференциальные уравнения для расчёта изменения амплитуды и фазы колебаний полюса, обусловленных этим эффектом. Соискатель убедительно показала, что включение в основную

модель параметра, соответствующего изменению фазы и вычисляемому теоретически с помощью данных о вариациях коэффициента при второй зональной гармонике, позволяет с удовлетворительной точностью предсказывать положения полюса на длительных интервалах времени.

Подобное исследование было выполнено *впервые*, что свидетельствует о **научной новизне** результатов диссертации.

Опыт, накопленный соискателем и представленный во второй главе, позволил разработать и изложить в третьей главе алгоритм *уточнения* основной модели на интервалах времени порядка *суток*.

Среди факторов, вызывающих вариации с *короткими периодами*, автор отмечает изменения числовых значений компонентов тензора инерции, обусловленных приливами упругой Земли, океаническими и атмосферными приливами. Автор диссертации не ограничивается алгоритмом аппроксимации и предсказания двух координат полюса, а обращает внимание на третью составляющую – скорость вращения Земли, и предлагает в пятом и шестом разделах третьей главы модель вариаций длительности суток и модель поправок к всемирному координированному времени. Построенные модели содержат *небольшое* число параметров, амплитуды и фазы подлежат постоянному перевычислению на основе новых данных измерений. В этом заключается **научная и практическая значимость** результатов.

Четвёртая глава отражает заключительные слова названия диссертации о **приложении на практике** построенных **новых** моделей для предсказания численных значений параметров вращения Земли. В явном виде записаны амплитуды, частоты и фазы тригонометрических слагаемых. Данная версия алгоритма *обеспечивает* приемлемую точность расчётов на ближайшие несколько лет. Коррекции основных параметров не требуется. Реализация алгоритма на борту космических аппаратов поможет усовершенствовать *эфемеридное обеспечение полётов* в части преобразований систем отсчёта.

Текст хорошо иллюстрирован, все рисунки содержат подробное описание. Диаграммы подтверждают **достоверность** результатов вычислений.

Основные итоги работы полностью отражены в публикациях.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Результаты представленных исследований могут найти применение в Центре управления полётами, ГАО РАН, ИНАСАН, ИПА РАН, ГАИШ МГУ.

В целом алгоритм численно-аналитического подхода, дополненный и использованный соискателем, активное участие в спектральном анализе базы данных Международной службы вращения Земли, существенное уточнение основной модели аппроксимации и прогноза параметров движения полюса и предложения по расширению возможностей эфемеридного обеспечения можно квалифицировать как **новые решения** важных задач, связанных с созданием теории поступательно-вращательного движения Земли.

Диссертация Филипповой Александры Сергеевны соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а автор диссертации заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности «01.02.01 – Теоретическая механика».

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник
отдела астрометрии и службы времени ГАИШ МГУ

В. В. Чазов

В. В. Чазов

Россия, 119991, Москва, Университетский проспект, дом 13, ГАИШ МГУ

Телефон: 8 (916) 408-65-74

Электронный адрес: vadimchazov@yandex.ru

25 ноября 2015 года

Подпись В. В. Чазова заверяю

Директор ГАИШ МГУ

академик

А. М. Черепашук



А. М. Черепашук