

УТВЕРЖДАЮ

Проректор МГУ имени

М.В.Ломоносова,

начальник Управления

научной политики

д.ф.м.н., профессор А.А. Федянин



« 08.09. 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Вэй Ян Сое

«Исследование зависимости параметров движения земного полюса

от прецессии орбиты Луны»,

представленную к защите на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

01.03.01 – «Астрометрия и небесная механика»

Диссертационная работа Вэй Ян Сое посвящена исследованию астрономических и частично геофизических моделей возбуждения основных частот колебаний полюса Земли.

Актуальность темы исследования обусловлена важностью определения и прогнозирования параметров вращения Земли (ПВЗ). Международная служба вращения Земли (IERS) публикует высокоточные ПВЗ с задержкой в две недели, а прогнозы ПВЗ быстро деградируют по точности. Соответственно, в диссертационной работе решается актуальная задача уточнения модели колебаний земного полюса и исследования свойств его движения, связанных с долгопериодическими возмущениями от Луны.

Такая модель, имеющая физические обоснования, будет важна для уточнения долгосрочных прогнозов движения полюса.

Общая характеристика работы

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 41 рисунок, список литературы насчитывает 89 названий, общий объем диссертации составляет 126 страниц. Материалы и выводы, сделанные в диссертации, опубликованы в 7 статьях в журналах, представленных в e-libraгу.ru, включая 3 статьи в журналах, индексируемых в международных библиографических базах. Работа апробирована на Всероссийских и международных научных конференциях с опубликованием тезисов в 9 сборниках.

Во **введении** освещается более чем столетняя история исследований движения полюса Земли, поставлены основные задачи, решаемые автором, проведен обзор литературы по теме диссертации, приведено краткое содержание диссертации, сформулированы полученные результаты и освещена их апробация.

В **первой главе** диссертации показано существование различных режимов колебаний полюса Земли. Выписаны уравнения движения полюса деформируемой Земли с учетом изменения моментов инерции, приведено их решение для установившегося чандлеровского колебания. Изучено, как изменение соотношения амплитуд основных гармоник колебаний (годовой и чандлеровой) приводит к изменению средних параметров движения полюса. Построена аппроксимация положения полюса по данным IERS в двухчастотной модели.

Вторая глава диссертации посвящена выявлению части спектра колебаний земного полюса, синфазного с прецессионным движением орбиты Луны. Это делается двумя способами. Первый, чисто вычислительный и предлагавшийся ранее другими авторами, состоит в поэтапном удалении из координат полюса векового тренда и 6-летнего колебания, приблизительно соответствующего периоду суперпозиции годового и чандлерова колебаний.

Второй, предложенный автором, способ состоит в вычитании из координат полюса разработанной в главе 1 двухчастотной кинематической модели. Далее в остаточных колебаниях (которые в двух способах различаются) ищутся гармоники, близкие к периоду прецессии орбиты Луны. Затем автор рассматривает влияние геофизических причин (возмущения атмосферы и океана) на выделенных частотах (18-летние колебания) и показывает, что они не могут полностью объяснить обнаруженный эффект.

В **третьей главе** предлагается модификация преобразования координат полюса Земли на основе аналитического представления амплитуды и вариации полярного угла, которая позволяет упростить обнаружение 18-летних колебаний в движении полюса. Дело в том, что за период наблюдений положения полюса с 1900 года произошло 3 смены доминирующей гармоники (годовой или чандлеровой). Показано, что найденные колебания полюса, согласованные с пространственным движением орбиты Луны, обусловлены вариациями амплитуды и фазы как чандлеровой, так и годичной составляющих одновременно.

Четвертая глава диссертации посвящена уточнению модели прогнозирования движения полюсов Земли с учетом долгопериодических возмущений, вызванных прецессией орбиты Луны. Обработкой данных наблюдений на основе спектрального анализа показано, что амплитуда найденного 18-летнего колебательного процесса непостоянна, а его частота и фаза стабильны и согласованы с изменением угла наклона плоскости орбиты Луны к земному экватору. Приведены соответствующие трехчастотные математические модели положения полюса, а также модель с добавленным 36-летним периодом.

В **заключении** сформулированы основные результаты работы:

- 1) Показано, что изменение соотношения амплитуд основных гармоник колебания земного полюса приводит к изменению средних параметров его движения. Установлен эффект смены колебательного режима полюса, который заключается в согласованном изменении частоты

чандлеровских колебаний и средней частоты обращения полюса вокруг оси инерции.

2) С помощью численной обработки астрометрических данных измерений положения земного полюса найден колебательный процесс, связанный с прецессионным движением орбиты Луны. Предложено несколько способов преобразования координат земного полюса к системе, в которой его движение происходит синфазно с изменением ориентации плоскости лунной орбиты по отношению к экватору Земли. Показано, что в этой системе полярный радиус совершает колебания синфазные с колебаниями угла наклона плоскости лунной орбиты к земному экватору, а колебания полярного угла происходят синфазно с отклонением вдоль экватора точки пересечения лунной орбиты с экватором.

3) С помощью численного интегрирования уравнений движения земного полюса и обработки данных NCEP/NCAR циркуляции атмосферы и данных NASA/JPL углового момента океана исследован вклад основных геофизических возмущений (атмосферного и океанического) в колебательный процесс, синфазный с прецессией лунной орбиты. Показано, что найденные гармоники только частично могут быть обусловлены колебаниями подвижных сред атмосферы и океана.

4) Установлено, что колебания, согласованные с пространственным движением орбиты Луны, присутствуют как в чандлеровской, так и в годичной компонентах движения земного полюса. Реализован алгоритм аппроксимации и прогноза траектории движения полюса. Показано, что учет найденных колебаний в уравнениях движения земного полюса позволяет повысить точность определения его положения в среднем на 11 см для автономной модели без коррекции параметров.

Заключение

Следует подчеркнуть, что полученные в диссертации результаты представлены последовательно и изложены корректно. Вместе с тем, работа не лишена некоторых недочетов и упущений.

1) Проверка текста диссертации средствами объективного контроля показывает очень высокую долю цитат и формальных заимствований — около 25%. Детальное сопоставление текстов при этом показывает, что проблема состоит в некритичном использовании оборотов речи. Так, больше всего текста (в сумме около 13% объема диссертации) найдено в автореферате и тексте докторской диссертации научного руководителя и касается формулировок, постановки задачи и пр. Это нельзя классифицировать как неправомерное заимствование, речь скорее идет о качестве редактирования текста.

2) Делая выводы об улучшении прогноза положения полюса Земли автору следовало бы явно сопоставить свои результаты с данными IERS. Так, апостериорное положение полюса публикуется с погрешностью лучше миллиметра, а прогноз на месяц вперед делается с погрешностью около 15 см.

3) На рисунке 4.6, важном для оценки эффективности предложенных решений, отсутствует разметка частей рисунка.

4) В тексте имеется некоторое количество опечаток, вполне обнаружимых стандартной программой проверки (например, «грмоники» или «эфимериды»).

5) В тексте встречаются жаргонные выражения, характерные для инженерных текстов. Так, даже в один из результатов попало выражение «полюс инерции», неизвестное в теоретической механике, где указанная точка называется «полюс **оси** инерции».

Высказанные замечания не снижают достоинств диссертационной работы В.Я. Сое.

По итогам изложенного выше диссертационная работа Вэй Ян Сое «Исследование зависимости параметров движения земного полюса от прецессии орбиты Луны» представляет законченное исследование, которое можно квалифицировать как научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для

астрометрии. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.03.01 – «Астрометрия и небесная механика» (по физико-математическим наукам). Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

На основании вышеприведенного можно заключить, что диссертация Вэй Ян Сое соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по действующему «Положению о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидат физико-математических наук по специальности 01.03.01 – «Астрометрия и небесная механика».

Отзыв на диссертацию заслушан и утвержден на заседании координационного совета по астрометрии ГАИШ МГУ (протокол № 7 от 25 августа 2022 г.).

Отзыв составил:
к.ф.-м.н., с.н.с. отдела астрометрии
и службы времени ГАИШ МГУ


Семенцов Валериан Никитич

Председатель
координационного совета
по астрометрии, д.ф.-м.н.


Дамбис Андрей Карлович

Директор ГАИШ МГУ
чл.-корр. РАН


Постинов Константин Александрович