

УТВЕРЖДАЮ

Проректор Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова,
профессор,
Федянин А.А.
_____ / _____ 2026 г.



**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
Московского государственного университета имени М.В.
Ломоносова**

на диссертацию **Мью Зо Аунг**

**КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЗЕМНОГО ПОЛЮСА ПОД
ДЕЙСТВИЕМ ГРАВИТАЦИОННО-ПРИЛИВНЫХ И
ДИССИПАТИВНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ**

представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

по специальности 1.1.7 - теоретическая механика и динамика машин

Актуальность темы

Диссертационная работа Мью Зо Аунга посвящена актуальной задаче небесной механики и астрометрии – уточнению математической модели движения земного полюса, адекватной данным наблюдений и измерений Международной службы вращения Земли (МСВЗ).

Изучение колебательного движения земного полюса представляет значительный интерес в современных задачах астрометрии, геофизики и навигации. Параметры вращения Земли в связанной с Землей системе координат – координаты полюса (x, y), разность всемирного и координированного времени UT1-UTC и вариация продолжительности суток – входят в матрицу преобразования от геоцентрической экваториальной системы отсчёта к земной системе

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«29» 04 20 26 г.

отсчёта. Такие преобразования являются составной частью алгоритмов фильтрации траекторной информации и определения навигационных параметров и параметров движения искусственных спутников Земли.

Прогресс в изучении колебательных движений земного полюса напрямую связан с построением динамических моделей и освоением огромного массива наблюдательной информации, что и предопределяет актуальность данной диссертационной работы.

Общая характеристика работы. Целью диссертационной работы является:

- построение уточненной модели движения земного полюса под действием диссипативных и геофизических возмущений;
- уточнение динамической модели колебаний земного полюса с учетом долгопериодических лунных возмущений;
- апробация и оценка точности разработанных моделей на основе численного интегрирования дифференциальных уравнений движения полюса.

Основное содержание работы представлено в трех главах и Заключение. Объем диссертации 125 стр. Список литературы включает 103 наименования.

Первая глава диссертационной работы посвящена уточнению диссипативных слагаемых в уравнениях движения полюса. Для модели вязкоупругой Земли (реология деформируемой среды подчиняется модели Кельвина-Фойгта) в квазистатическом приближении найдена структура слагаемых полюсного прилива. С помощью вычислительных экспериментов показано, что для модели вязкоупругой Земли полюсный прилив зависит от координат полюса

и от его скорости, что приводит к запаздыванию фазы амплитуды полюсного прилива относительно амплитуды колебаний полюса.

Во второй главе диссертации рассматриваются дифференциальные уравнения движения земного полюса, в которых учитывается влияние приливов от долгопериодических лунных возмущений. С помощью численно-аналитического подхода установлена структура дополнительных слагаемых модели движения земного полюса, необходимая для возбуждения исследуемого колебательного процесса. Используя кинематические соотношения в уравнениях движения полюса, выделен колебательный процесс с периодом 18.6 лет, происходящий синфазно с колебаниями угла наклона плоскости лунной орбиты к земному экватору. В заключении второй главы выполняется тестовое моделирование, свидетельствующее об уточнении разработанной модели.

Третья глава посвящена оценке параметров и апробации разработанных моделей в сравнении с данными Международной службы вращения Земли (МСВЗ). Для этого проведено численное интегрирование полученных дифференциальных уравнений движения полюса с учетом геофизических возмущений от атмосферы и океана. Показано, что разработанные модели (с учетом модифицированных диссипативных слагаемых и дополнительных слагаемых, синфазных с нодальной прецессией орбиты Луны) приводят к уточнению (в среднем на 3.6 см) расчетной траектории полюса как за счет дополнительных слагаемых лунного возмущения, так и за счет модифицированной модели полюсного прилива.

В Заключении подведены итоги работы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Определены деформации, обусловленные полюсным приливом при движении вокруг центра масс осесимметричной модели Земли с вязкоупругим слоем. Установлено, что выбор модели полюсного прилива заметно влияет на оценку параметров установившихся чандлеровских колебаний. Показано, что разработанная модель движения земного полюса точнее (в среднем на 1-2 см.) описывает его траекторию.

2. Для модели деформируемой Земли, находящейся в поле притяжения Луны, найдены малые вариации полюсного прилива с частотой прецессии узлов лунной орбиты. Определены дополнительные слагаемые в модели движения полюса, необходимые для возбуждения 18-летнего колебательного режима земного полюса.

3. Показано, что разработанные модели приводят к уточнению расчетной траектории полюса в среднем на 3.6 см.

Новизна исследования и значимость полученных результатов.

Основными значимыми результатами работы, обладающими научной новизной, являются следующие:

- Разработана уточненная теория движения земного полюса с учетом модифицированной модели полюсного прилива. Показано, что применение данной модели полюсного прилива существенно влияет на параметры чандлеровского колебательного процесса земного полюса.
- Получена уточненная модель движения земного полюса с учетом долгопериодических лунных возмущений. Показано, что учет возмущений от Луны приводит к заметным вариациям параметров этого движения.
- Показано, что разработанная модель приводит к более точной аппроксимации реальной траектории движения полюса.

Степень обоснованности и достоверности защищаемых результатов. Все основные положения, выносимые на защиту, являются обоснованными. В работе были использованы апробированные методы исследования, а полученные результаты были сопоставлены с результатами других авторов. Результаты исследований докладывались на международных конференциях и опубликованы в рецензируемых печатных изданиях.

Апробация работы и публикации по теме диссертации. Основные положения диссертационной работы Мью Зо Аунга опубликованы в 3 статьях в научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ при защите кандидатских и докторских диссертаций, докладывались и обсуждались на 6 конференциях различного уровня.

Во Введении определен личный вклад автора в совместных публикациях.

Основные замечания по диссертационной работе.

1. В работе не обсуждается эффект несовпадения главной оси инерции Земли с вектором её полного углового момента вращения. Между тем, угол между указанными направлениями хотя и крайне мал и достигает всего 0.001 дуговой секунды, он соответствует примерно 3 см. на поверхности Земли. Но именно с такой точностью и находятся поправки в рамках представленной в данной диссертации модифицированной модели колебаний полюса. Поэтому в методическом плане указанный малый угол все же желательно учитывать.

2. В диссертации отсутствует совместный анализ вариаций амплитуды и периодов Чандлеровской и годовой составляющих в колебаниях полюса Земли. Здесь особый интерес представляет оценка коэффициента корреляции между амплитудами этих составляющих. Кроме того, совместный анализ двух указанных колебаний полюса

Земли может быть полезным при анализе некоторых деталей в этих сложных явлениях.

3. В тексте замечен ряд мелких опечаток: так, слово апробация ошибочно пишется с двумя «п», вместо слова «эмпирические» стоит слово «эмпирических», в некоторых местах есть пропуски слов, и т.д.

Оценка работы в целом.

Оценивая диссертационную работу Мью Зо Аунга **«Колебательное движение земного полюса под действием гравитационно-приливных и диссипативных возмущений»** в целом, отметим ее актуальность, научную новизну и значимость рассматриваемых проблем, серьезный математический подход при их решении, математическую обоснованность выводов. Диссертация написана хорошим научным языком. Достаточно сложный материал изложен последовательно и хорошо воспринимается. Отдельно хочется отметить грамотный русский язык диссертации, количество замеченных орфографических и пунктуационных ошибок для такого объемного текста невелико.

Высказанные выше замечания не снижают общего впечатления о работе **Мью Зо Аунга** как о серьезном и основательно выполненном исследовании. Выносимые на защиту результаты диссертации являются новыми, представляют несомненный научный интерес и могут найти практическое применение в различных научных учреждениях страны и за рубежом.

Принимая во внимание все вышесказанное, считаем, что рецензируемая диссертационная работа **"Колебательное движение земного полюса под действием гравитационно-приливных и диссипативных возмущений"** удовлетворяет требованиям ВАК РФ к диссертациям на

соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, **Мьо Зо Аунг** заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7 - теоретическая механика и динамика машин.

Диссертационная работа была заслушана и одобрена на заседании Координационного совета по небесной механике ГАИШ МГУ имени М.В. Ломоносова № 2674 от 17 апреля 2026 г.

Отзыв подготовлен профессором кафедры небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, доктором физ.-мат. наук Кондратьевым Б.П.

д.ф.-м.н.  Б.П. Кондратьев

Отзыв заслушан, одобрен и утвержден на заседании Координационного совета по небесной механике ГАИШ МГУ имени М.В. Ломоносова № 2674 от 17 апреля 2026 г.

Зам. председателя Координационного совета по небесной механике ГАИШ МГУ имени М.В. Ломоносова,

к.ф.-м.н.  С.А. Гасанов

Секретарь Координационного совета по небесной механике ГАИШ МГУ имени М.В. Ломоносова,


к.ф.-м.н.  Л.П. Насонова

Подписи Б.П. Кондратьева, С.А. Гасанова и Л.П. Насоновой заверяю

начальник отдела канцелярии  Л.Н. Новикова

Директор ГАИШ МГУ имени М.В. Ломоносова,

чл.-корреспондент АН  К.А. Постнов

С отзывом ознакомлен 29 апреля 2026  Мьо Зо Аунг