

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Мью Зо Аунг «Колебательное движение земного полюса под действием гравитационно-приливных и диссипативных возмущений», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7 – Теоретическая механика, динамика машин

Диссертационная работа посвящена **актуальной** задаче – уточнению модели колебаний земного полюса и исследованию его движения. Как известно, основными возмущающими факторами, влияющими на колебательный процесс земного полюса являются подвижные геофизические среды. Они, как правило, приводят к квазирегулярным и нерегулярным колебаниям полюса в земной системе координат, что делает его движение сложно прогнозируемым. Так, при учете возмущений со стороны подвижных сред в полной мере не удастся объяснить формирование чандлеровской, а также и годичной компонент. Поэтому задача построения модели движения земного полюса, учитывающей дополнительные возмущающие факторы в совокупности с уточнением реологических свойств подвижной среды является содержательной задачей небесной механики и теории вращения Земли.

**Цель диссертационной работы** состояла в уточнении общепринятой модели движения земного полюса, используя как модифицированные диссипативные слагаемые в уравнениях движения, так и слагаемые, зависящие от долготы восходящего узла орбиты Луны. Для этого использовалось решение модельной задачи о колебании полюса Земли с вязкоупругим слоем с учетом диссипативных сил и гравитационно-приливных долгопериодических лунных возмущений, а также апробация, и

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ  
«20» 04 2026 г.

оценка точности разработанной модели на основе сравнения с наблюдениями Международной службы вращения Земли.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы. Общий объем диссертации 127 страниц, включая 35 рисунков.

**Общая характеристика.** Введение посвящено обзору литературы по данной проблеме, краткому описанию проведенного исследования с указанием его актуальности, а также описанию полученных результатов с выделением научной новизны, теоретической и практической значимости.

В **первой главе** предложен способ уточнения диссипативных слагаемых дифференциальных уравнений движения земного полюса. Для модельной задачи о деформациях вязкоупругого слоя осесимметричной Земли при ее движении по инерции определены вариации центробежных моментов инерции, обусловленные полюсным приливом. Рассмотрено влияние структуры диссипативных слагаемых на установившееся движение земного полюса. С помощью тестовых расчетов показано, что введенные дополнительные слагаемые модели полюсного прилива, зависящие от скорости движения полюса существенно влияют на параметры установившегося колебательного процесса земного полюса и амплитуду необходимого возмущения с чандлеровской частотой для возбуждения наблюдаемого чандлеровского колебания полюса. В результате интегрирования полученных уравнений движения полюса с учетом геофизических возмущений показано, что дополнительные слагаемые модели полюсного прилива позволяют повысить точность определения положения полюса в среднем на 1-2 см.

Во **второй главе** получены дифференциальные уравнения движения полюса с учетом долгопериодических лунных возмущений. Для этого была решена задача о деформациях Земли с тонким вязкоупругим слоем,

находящейся в гравитационном поле Луны и в поле центробежных сил инерции. Найдена структура колебаний центробежных моментов инерции, зависящих как от движения полюса, так и от долготы восходящего узла орбиты Луны. С помощью тестовых расчетов показано, что дополнительные слагаемые, учитывающие долготу восходящего узла орбиты Луны, позволяют повысить точность аппроксимации траектории земного полюса на 3.6 см.

**Третья глава** диссертации посвящена апробации разработанных в первых двух главах моделей на основе сравнения с результатами интегрирования стандартных уравнений движения земного полюса и с данными наблюдений Международной службы вращения Земли. С учетом возмущений со стороны атмосферы и океана проведено численное интегрирование полученных в работе дифференциальных уравнений движения полюса (как с учетом дополнительных слагаемых, связанных с долгопериодическим лунным возмущением, так и с учетом модификации модели полюсного прилива). Из наблюдаемой и расчетных траекторий движения полюса выделены вариации амплитуд чандлеровской и годичной компонент, согласованные с прецессионным движением лунной орбиты. В результате проведенных расчетов показано, что предложенные уравнения движения полюса, позволяют уточнить расчетную траекторию земного полюса при учете геофизических возмущений на 3.6 см.

В **заключении** представлены выводы диссертационной работы.

Результаты работы являются новыми. Работа обладает как теоретической, так и практической значимостью, обусловленными построением уточненной модели расчета движения полюса Земли и исследованием новых динамических эффектов на основе решения модельных задач.

Среди **новых** результатов автора следует отметить:

- Разработана модель движения земного полюса с учетом модифицированной модели полюсного прилива, зависящая от положения полюса и от его скорости.

- Разработана уточненная модель движения земного полюса с учетом долгопериодического лунного возмущения, приводящего к вариациям параметров основных компонент колебательного процесса земного полюса.

Для получения этих результатов автор использовал строгие методы теоретической механики и механики систем с бесконечным числом степеней свободы, а также хорошо себя зарекомендовавшие и широко апробированные методы численного моделирования.

**Достоверность** разработанных моделей обоснована согласованностью полученных результатов с результатами общепринятых моделей и данными наблюдений и измерений Международной службы вращения Земли. Результаты исследований были опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Положения, выносимые на защиту обоснованы, автореферат верно отражает суть диссертационной работы.

По работе можно сделать ряд замечаний:

1. Смысл фразы на стр.4 «Диссертация посвящена задаче уточнения модели движения полюса деформируемой Земли, вращающейся в гравитационном силовом поле Луны и в поле центробежных сил инерции» можно понимать так, что не Луна, а Земля является спутником Луны. Считаю, более правильным было бы написать не «...вращающейся в гравитационном силовом поле Луны...», а «...с учетом влияния гравитационного поля Луны...». Это же замечание относится и к стр. 8 и др.

2. На стр. 7 текст «Во второй части главы исследуется влияние структуры диссипативных слагаемых на установившееся движение земного полюса...» не позволяет понять, что исследуется в первой части главы, а

далее в выражении «В заключении проведено интегрирование полученных уравнений движения полюса...» явно пропущено слово «главы».

3. На стр. 9 в тексте «Для определения параметров орбиты Луны использовались лунные эфемериды» не определены, какие эфемериды использовались.

4. Во Введении отсутствуют сведения об опубликованных работах и их библиографических параметрах, также отсутствует пункт Объект и предмет исследования.

5. На стр. 12, 14, 15, 21, 22, 29, 30 и т.д., определение «...движения оси вращения в теле Земли...» не соответствует физике данного процесса, так как ось вращения Земли не меняет своего положения в пространстве, а именно тело Земли колеблется относительно земной оси.

6. В заключительном разделе «ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ», к сожалению, отсутствуют сведения о перспективах дальнейшего развития полученных в диссертации результатов, о российских организациях и проектах, в которых могли бы использоваться полученные данные, а также правильным было бы в заключительном разделе выразить благодарность как сотрудникам, помогавшим в осуществлении данного диссертационного труда, и ну хотя-бы своему научному руководителю.

Помимо замечаний 1-6 встречаются опечатки и другие технические ошибки.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования и не влияют на общее положительное впечатление от работы и не снижают оценку диссертации. Работа обладает актуальностью, а её результаты новые и имеют теоретическую и практическую значимость. Результаты исследований докладывались на международных конференциях и опубликованы в рецензируемых печатных изданиях, входящих

в перечень рецензируемых научных изданий ВАК и международные реферативные базы данных и системы цитирования (WoS, Scopus).

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать заключение о том, что диссертация на тему: «Колебательное движение земного полюса под действием гравитационно-приливных и диссипативных возмущений» полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Мью Зо Аунг заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7 – Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук.

Казанский федеральный университет, Институт физики, профессор

«03» апреля 2026 г.

 Нефедьев Юрий Анатольевич

420 008 Казань, Кремлевская 18

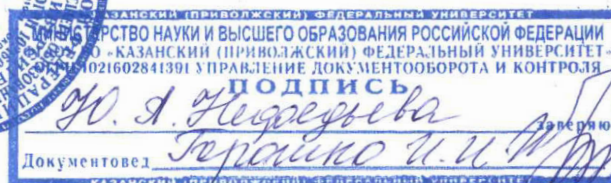
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Тел.: +78432065289

e-mail: yuriy.nefedev@kpfu.ru

Подпись сотрудника организации

Ю.А. Нефедьева удостоверяю:



С отзывом ознакомлен 20 апреля 2026 г. 