

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Нгуен Ле Зунг «Моделирование возмущенных движений Земли относительно центра масс на коротких интервалах времени», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - «Теоретическая механика»

Диссертационная работа посвящена дальнейшему исследованию фундаментальной и актуальной задачи построения математических моделей движения деформируемой Земли относительно центра масс, адекватных данным наблюдений и измерений Международной службы вращения Земли (МСВЗ). Создание адекватной математической модели, позволяющей описывать движение оси вращения Земли в некоторой удобной земной системе координат, является актуальной и содержательной проблемой теоретической и небесной механики.

В диссертации на основе модели вязкоупругого тела для системы "Земля-Луна" в поле притяжения Солнца с помощью математического моделирования уравнений движения в классических переменных Эйлера и в переменных действие-угол для задачи Эйлера-Пуансо выполнен качественный анализ и даны количественные оценки сложного динамического процесса, учитывающего взаимное расположение мгновенной оси вращения Земли, оси фигуры и её вектора кинетического момента. Исследованы возможности идентификации и приближения аналитической модели к реальным траекторным измерениям движения земного полюса по данным МСВЗ. Модель описывает вращательно-колебательные движения Земли, обусловленные ее лунно-солнечными гравитационно-приливными возмущениями.

Диссертация состоит из введения, 3 глав и заключения. Она содержит 100 страниц машинописного текста, включающего 19 рисунков и список литературы из 59 наименований

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, её научная новизна и практическая значимость. Сформулированы цели и задачи исследований.

В первой главе диссертации рассматривается небесномеханическая модель колебательного движения полюса Земли. **Во второй главе** диссертации основное внимание уделено построению динамической модели осевого вращения Земли, описывающей вариации продолжительности суток на коротких интервалах времени. Получены новые результаты по интерполяции изменений длительности суток для заданных интервалов времени и его прогнозу на месяц вперед.

В третьей главе рассматривается построение динамической модели внутрисуточного колебательного движения полюса Земли. Дифференциальные уравнения колебательного движения земного полюса на внутрисуточных интервалах времени выводятся на основе динамических уравнений Эйлера-Лиувилля для пространственного варианта задачи о движении системы «деформируемая Земля-Луна» в поле притяжения Солнца. Основная

траектория полюса строится с помощью взвешенного метода наименьших квадратов на длительном интервале интерполяции, примыкающем к прогнозируемому интервалу.

Приводятся результаты численного моделирования, выполненного на основе метода наименьших квадратов, в сравнении с высокоточными данными наблюдений и измерений МСВЗ и РСДБ - наблюдений. На основе данных МСВЗ в этой главе приведены интерполяция с 12.08.2008 по 24.08.2008 траектории полюса Земли и ее прогноз с 26.08.2008 по 26.08.2008. Иллюстративный материал представлен на хорошем уровне и в дальнейшем подобный анализ может быть распространен на другие промежутки времени.

Диссертация имеет важное научное значение и выполнена на хорошем математическом уровне с привлечением различных подходов к проблеме изучения вращения Земли и с использованием современных высокоточных определений параметров вращения Земли (данные МСВЗ). Рассмотрены фундаментальные аспекты построения прогноза приливной неравномерности осевого вращения Земли с помощью разработанной математической модели на основе небесно-механического подхода – пространственного варианта задачи система Земля–Луна в поле притяжения Солнца. Построенная в диссертации теоретическая модель неравномерности вращения Земли учитывает более тонкие мелкомасштабные свойства движения, обусловленные короткопериодическими орбитальными возмущениями Луны с комбинационными частотами. Что позволило выполнить спектральный анализ нестационарных вариаций неравномерности вращения Земли с малыми амплитудами.

На основе небесно-механических представлений строится теоретическая модель внутри-суточного колебательного процесса в движении земного полюса. Сравнительно простая модель содержит небольшое число неизвестных параметров, определяемых из астрометрических наблюдений МСВЗ. Она позволяет статистически надежно объяснить наблюдаемые характеристики движения земного полюса внутри суток. Реализация динамических моделей колебаний параметров вращения Земли (ПВЗ) содержит небольшое число параметров (малопараметрические модели), определяемых из наблюдений, и позволяет давать достаточно точный прогноз на короткие интервалы времени (от нескольких суток до месяцев). В работе приводятся результаты численного моделирования колебательных процессов в движении земного полюса и осевого вращения Земли в графическом виде.

Новизна и перспективность работы определяется следующими положениями:

1. Дано численно-аналитическое моделирование колебательного движения полюса Земли в переменных действие-угол, адекватное данным наблюдений и измерений МСВЗ.
2. Разработана небесно-механическая модель приливной неравномерности осевого вращения деформируемой Земли, учитывающая короткопериодические возмущения орбиты Луны с

комбинационными частотами.

3. Было установлено, что для повышения точностных характеристик прогноза нестабильности шкалы Всемирного времени $UT1$, связанного с вращением Земли, на коротких и внутрисуточных интервалах времени представляется целесообразным учёт поправок на возмущения короткопериодических лунных приливов.

4. Построена модель внутрисуточных колебаний полюса Земли, имеющая прикладное значение для задач навигации.

Достоверность научных результатов, касающихся аналитических выражений и формул, подтверждается математически обоснованными методами, используемыми в диссертации. Численные результаты подтверждаются сравнением с данными, предоставляемыми Международной службой вращения Земли.

1. Из мелких недостатков отмечу, что имеются пропуски в описаниях параметров задачи, или вообще отсутствуют (и в автореферате и в тексте диссертации). Иногда используется не совсем понятная терминология, например, параметры (буквы) называются «приливные горбы и выступы соответственно». Например, приведем выражения: «Полусуточные составляющие приливных коэффициентов – горбов и выступов – имеют аналогичный выражениям (15) вид», «приливные выступы K_p, K_q ». Неудачно смотрится обозначение на стр. 82 об интервале прогноза «с 26.08.2008 по 26.08.2008», тоже в автореферате (рис. 7). Встречаются опечатки и ошибки в автореферате и тексте.

2. За кадром остается фактическое построение приближенных решений уравнений Эйлера-Лиувилля, а обычно указывается структура решения, в том числе на основе работ других авторов. Диссертация существенно бы выиграла, если бы более полно (подробнее) и ясно были представлены небесно-механические построения моделей, касающиеся орбитальных движений небесных тел и представлений гравитационных моментов. Это бы усилило бы механическую часть исследования. Подобные аналитические построения вполне можно было бы отразить в диссертации или вынести в приложение. Многие предположения и основы построения моделей взяты из предыдущих работ различных авторов. С другой стороны численные интерпретации в диссертации смотрятся весьма изящно и достоверно.

Тем не менее, указанные недочеты не портят общего положительного впечатления о большой проделанной работе.

В качестве пожеланий можно рекомендовать диссертанту: рассмотреть и изучить более совершенные модели внутрисуточного движения полюса Земли в переменных действие-угол. Получить оценки влияния внутри-суточных колебаний земного полюса на орбитальное движение навигационных спутников, так как эта проблема является важной для обеспечения функционирования глобальных спутниковых навигационных систем.

Указанные замечания и пожелания диссертант может учесть в будущей своей научной работе. Диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу, выполнена на высоком математическом уровне. Результаты исследований, представленных в диссертации, опубликованы в рецензируемых печатных изданиях и докладывались на международных конференциях. Автореферат и опубликованные работы верно отражают содержание диссертации.

Таким образом, диссертация на тему: «Моделирование возмущенных движений Земли относительно центра масс на коротких интервалах времени» удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Нгуен Ле Зунг заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник лаборатории гравиметрии

Государственного астрономического института

им. П.К.Штернберга

профессор, доктор физ.-мат. наук

02.06.2014

Баркин Ю.В.

Подпись Ю.В. Баркина заверяю

Начальник отдела канцелярии



Л.Н. Новикова