

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Загидуллина Артура Александровича «Разработка численной теории физической либрации для модели упругой Луны», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.1. Физика космоса, астрономия

Диссертация Загидуллина Артура Александровича «Разработка численной теории физической либрации для модели упругой Луны» направлена на создание уникального собственного научного продукта - интегратора для решения задачи физической либрации Луны. Изучение вращения небесных тел дистанционными способами является наиболее актуальной и востребованной как в теоретическом плане, так и в наблюдательном. Практическая ценность представленной работы состоит в том, что для интерпретации наблюдательных данных, например, таких как лазерная локация Луны, необходимо иметь не просто таблицы физической либрации Луны (в бумажном или в электронном виде), а программу, в которую есть возможность вносить поправки, усложнять теорию, добавлять дополнительные функции. Это невозможно сделать, без наличия собственного интегратора. С другой стороны, иметь интегратор недостаточно, нужно уметь записать грамотно необходимые уравнения, описывающие физику данного процесса, выбрать методику решения, выбрать численный метод и оценить внутреннюю точность. И даже этого недостаточно, необходимо провести анализ полученного решения с современными аналогами в данной области, а для этого получить соответствующие математические соотношения между двумя теориями (в общем случае отличающихся). Все эти пункты были выполнены диссертантом в данной научной исследовательской работе.

Задачи, поставленные перед Загидуллиным А.А., были следующие: построить физико-математическую модель физической либрации Луны в рамках главной проблемы, используя Гамильтонов подход; получить явные выражения для возмущающего потенциала, выраженного через направляющие косинусы с использованием в качестве канонических координат самолетные углы; написать программу для численного решения задачи, выбрать оптимальный метод; провести анализ численной эфемериды DE421 с целью верификации алгоритмов по извлечению, заложенной в DE421 теории физической либрации Луны для дальнейшего анализа решений; вывод гармоник в разложении гравитационного поля Луны по сферическим функциям с 4-й по 6-ю; построение методики по учету упругости лунного тела в первом приближении как постоянный вклад в коэффициенты Стокса второго порядка; анализ остаточных разностей с аналитической

теорией Петровой Н.К. и с динамической теорией DE421. Все перечисленные задачи являются неотъемлемыми этапами при построении собственной теории физической либрации Луны, которая необходима при изучении окололунного пространства как с целью навигации, так и с научной точки зрения, а именно, как эволюционировала система Земля-Луна, а также физико-химические свойства внутреннего строения лунного тела.

Во время исследовательской работы Загидуллин А.А. впервые использовал в численном подходе самолетные углы для описания физической либрации Луны, разработал авторский интегратор, на который было получено два свидетельства о регистрации программы на ЭВМ, при построении теории была использована современная высокоточная теория орбитального движения Луны DE421 и решена задача, расширяющая рамки главной проблемы. Все полученные результаты были Загидуллиным А.А. проанализированы и проверены на достоверность. Загидуллин А.А. является автором существенного количества научных статей, опубликованных в журналах, входящих в систему Scopus и Web of Science. В процессе исследовательской работы Загидуллин представил более 10 устных докладов, включая международные конференции.

Загидуллин А.А. является сложившимся специалистом в области физики космоса и астрономии, способным ставить перед собой сложные и нестандартные задачи, самостоятельно анализировать суть проблемы и находить пути ее решения. Диссертационная работа содержит исчерпывающую информацию, носящую в основном теоретический характер, обладающую научной новизной и достоверностью. Все поставленные задачи выполнены, а результаты опубликованы в рецензируемых журналах.

Считаю, что диссертация Загидуллина А.А. «Разработка численной теории физической либрации для модели упругой Луны» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым МГУ к кандидатским диссертациям, и может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (физико-математические науки).

Научный руководитель

доктор физико-математических наук, доцент,

профессор Кафедры астрономии и космической геодезии

Института физики

Казанского (Приволжского) федерального университета,

директор Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта

Института физики

Казанского (Приволжского) федерального университета,

главный научный сотрудник

Научно-исследовательского центра превосходства

киберфизических систем, IoT и IoE

Института физики

Казанского (Приволжского) федерального университета

Ю. А. Нефедьев