

Отзыв научного руководителя

на диссертационную работу Перминова Александра Сергеевича
«Численно-аналитическое исследование динамической эволюции четырехпланетных систем на космогонических интервалах времени»,
представленную на соискание ученой степени кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия

Исследование динамической эволюции планетных систем является актуальной задачей небесной механики. Особую значимость эта задача получила после открытия внесолнечных планетных систем, состав и строение которых принципиально отличаются от Солнечной системы. Получаемые из наблюдений параметры этих систем, как правило, имеют значительные ошибки, а часть параметров невозможно определить в силу ограниченных возможностей используемых методов. Для подобных систем установить диапазон допустимых значений параметров, обеспечивающих длительное существование, можно на основе моделирования динамической эволюции при варьировании элементов орбит, масс и других параметров. Применение численных методов для решения подобных задач требует огромных затрат времени. Использование численно-аналитической теории, базирующейся на осредненных уравнениях движения, позволяет существенно сократить время вычислений и исследовать орбитальную эволюцию планетных систем на космогонических интервалах времени.

В работе А.С. Перминова представлен обзор современного состояния исследований динамической эволюции планетных систем, а также методов изучения планетных систем на основе результатов наблюдений. Дано описание и приведены характеристики планетных систем, исследуемых в работе. Для построения осредненных уравнений движения выбран метод преобразований Ли. Гамильтониан четырехпланетной задачи записан в системе координат Якоби с использованием второй системы элементов Пуанкаре. Разложение гамильтониана выполнено без использования специальных функций, что обеспечивает его предельно простой вид, однако построение разложения требует большого объема машинной памяти. Полученное разложение гамильтониана дает возможность построения теории движения до третьего порядка по малому параметру. Применение разработанной теории третьего порядка для описания орбитальной эволюции системы Солнце – Юпитер – Сатурн – Уран – Нептун на космогонических интервалах времени показало количественное и качественное согласие результатов с работами других авторов, что подтверждает высокое качество построенного решения. Функции замены переменных, определяющие связь между оскулирующими и средними элементами, построены с точностью до второй степени малого параметра. С помощью мажорант функций замены переменных определены амплитуды короткопериодических возмущений, которые были исключены в процессе осреднения. Получены оценки малых знаменателей, возникающих при построении решения во втором и третьем приближениях по малому параметру.

Поскольку параметры внесолнечных планетных систем известны с меньшей точностью, чем характеристики Солнечной системы, при исследовании динамической эволюции внесолнечных планетных систем применялось решение, полученное с точностью до второй степени малого параметра. Исследована динамическая эволюция планетных систем GJ 3138, HD 39194, HD 141399 и HD 160691. Варьирование элементов

орбит в предположении об устойчивости наблюдаемых внесолнечных планетных систем позволило исключить начальные условия, ведущие к экстремальному росту эксцентриситетов и наклонов орбит, и выявить такие, при которых указанные элементы сохраняют значения близкие к начальным на всем интервале моделирования.

Построенная А.С. Перминовым численно-аналитическая теория движения четырехпланетной задачи показала свою эффективность при исследовании динамической эволюции внесолнечных планетных систем и может в дальнейшем использоваться для изучения условий, соответствующих устойчивой эволюции планетных систем.

За время работы на кафедре астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды и обучения в аспирантуре Уральского федерального университета А.С. Перминов проявил качества, достойные исследователя: умелое владение системой компьютерной алгебры и современными языками программирования, отменное трудолюбие и добросовестность, способность к самостоятельной постановке задач, критическому анализу и интерпретации результатов.

Считаю, что диссертация Перминова А. С. «Численно-аналитическое исследование динамической эволюции четырехпланетных систем на космогонических интервалах времени», 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
Заведующий кафедрой астрономии, геодезии,
экологии и мониторинга окружающей среды
Института естественных наук и математики
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина»,
д.ф.-м.н., доцент

Э. Д. Кузнецов

12.09.2022

Подпись Э. Д. Кузнецова заверяю: