

## ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе магистра  
Санкт-Петербургского государственного университета  
Брэгман Анны Михайловны

### «Движение малого тела в возмущенном центральном поле»

В выпускной квалификационной работе Анны Брэгман, выполненной в рамках научно-исследовательского гранта СПбГУ 9.37.345.2015 (Управление орбитальным движением небесных тел с целью противодействия кометно-астероидной опасности), предлагается новый метод вычисления возмущений в относительных декартовых координатах малых планет (астероидов) и других малых тел (материальных точек), движущихся в центральном силовом поле и управляемых малой тягой.

Общая задача, поставленная перед Анной, состояла в следующем: на основе предложенного ею с соавторами метода решения уравнений в вариациях для центральных полей разработать и реализовать в программе алгоритмы построения приближенного решения уравнений движения астероидов, управляемых малой тягой. Более детализированные формулировки описаны в ВКР – в разделе «Постановка задачи».

Структурно ВКР организована естественно. В первой главе, используя прослушанный ею курс классической механики, автор кратко излагает необходимые сведения о движении материальной точки в центральном поле. Во второй главе приводится подробный вывод решения неоднородных уравнений в вариациях. Так как далее рассматривается только случай центрального поля Ньютона, то в третьей главе приводятся необходимые сведения из небесномеханической задачи двух тел и, на основе известных формул из монографий по небесной механике и космической динамике приводятся алгоритмы нахождения координат и скоростей точки на эллиптической орбите по кеплеровским элементам и нахождения элементов по известным координатам и скоростям. Основ-

ной результат предлагается в двух разделах четвертой главы: в первом из них выводятся формулы для возмущений при произвольной малой тяге, а во втором – для случая кусочно-полиномиальной по истинной аномалии малой тяги. Подробное изложение всех алгоритмов и соответствующих программ для задачи двух тел приводится в Приложении 1, а алгоритмы и программы по результатам четвертой главы – в Приложении 2. Все программы написаны на языке Wolfram Mathematica. В приложениях 3,4 рассматриваются схемы отладки программ из Приложений 1,2 и приводятся реальные данные по астероиду «Апофис», - программы тестировались для этих данных.

При написании ВКР Анна продемонстрировала профессионализм и умение работать как самостоятельно, так и в коллективе над весьма серьезными научными задачами. Полученные ею результаты имеют перспективу дальнейшего развития и применения.

Считаю, что ВКР Анны Михайловны Брэгман «Движение малого тела в возмущенном центральном поле» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к ВКР Магистра, и оцениваю эту работу на «Отлично».

Научный руководитель, кандидат физико-математических наук, доцент,  
доцент кафедры механики управляемого движения СПбГУ



Потоцкая И.Ю.

29.04.2017