



РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ  
НАУК



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ  
ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
«РОСКОСМОС»



КОМИССИЯ РАН ПО РАЗРАБОТКЕ  
НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ ПИОНЕРОВ  
ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»



# XLIV АКАДЕМИЧЕСКИЕ ЧТЕНИЯ ПО КОСМОНАВТИКЕ

*посвященные памяти академика С.П. Королёва  
и других выдающихся отечественных ученых —  
пионеров освоения космического пространства*

## СБОРНИК ТЕЗИСОВ

28–31 января 2020 года

**Том 1**

### XLIV ACADEMIC SPACE CONFERENCE

*dedicated to the memory of academician S.P. Korolev and other  
outstanding national scientists — pioneers of space exploration*

## ABSTRACTS

28–31 January 2020

**Volume 1**



Москва  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
2020

УДК 629.78(063)  
ББК 39.6  
А38

**XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика А38 С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства** (Москва, 28–31 января 2020 г.) : сборник тезисов : в 2 т. / Российская академия наук, Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020.

ISBN 978-5-7038-5342-9

Т. 1. — 795, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5343-6

В сборнике размещены материалы исследований актуальных проблем, относящихся к таким тематическим направлениям современной отечественной космонавтики, как научное наследие пионеров освоения космического пространства и конструкторские школы ракетно-космической техники; фундаментальные проблемы космонавтики и состояние развития отдельных ее направлений; место космонавтики в решении вопросов социально-экономического и стратегического развития современного общества; гуманитарные аспекты космонавтики; исследования по истории космической науки и техники. Перечисленные направления являются основой для формирования тематики секций по отдельным проблемам современной космонавтики.

Материалы представлены в форме тезисов докладов по тематике, являющейся предметом обсуждений в работе двадцати двух секций по соответствующим направлениям.

УДК 629.78(063)  
ББК 39.6

*Издается в авторской редакции.*

ISBN 978-5-7038-5343-6 (т. 1)  
ISBN 978-5-7038-5342-9

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020

## УЧАСТНИКИ

- Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН
- ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва»
- АО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко»
- АО «ВПК «НПО машиностроения»
- Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева
- АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»
- Исследовательский центр имени М.В. Келдыша
- Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН
- Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН
- АО «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
- Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского
- Институт медико-биологических проблем РАН
- АО «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения»
- Российская академия космонавтики имени К.Э. Циолковского
- Ассоциация музеев космонавтики
- Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина
- АО «Научно-производственное предприятие «Квант»
- АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева»
- АО «Ракетно-космический центр «Прогресс»
- АО «Российские космические системы»
- Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
- Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
- Объединенный институт высоких температур РАН
- Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого
- Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов
- АО «Газпром космические системы»
- Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)
- Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
- Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
- Томский государственный университет
- Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
- Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)
- Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
- Санкт-Петербургский государственный университет
- Северо-Кавказский федеральный университет и другие

### Руководители Оргкомитета

*Е.А. Микрин* — генеральный конструктор по пилотируемым космическим системам и комплексам, академик РАН, председатель

*Д.О. Рогозин* — генеральный директор Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос», сопредседатель

*И.Б. Фёдоров* — президент МГТУ им. Н.Э. Баумана, академик РАН, сопредседатель

*А.А. Александров* — ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, сопредседатель

*В.И. Майорова* — профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, ученый секретарь Чтений

## СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание .....	5
Круглый стол .....	6
С е к ц и я 1	
Пионеры освоения космического пространства. История ракетно-космической техники .....	7
С е к ц и я 2	
Летательные аппараты. Проектирование и конструкция .....	45
С е к ц и я 3	
Основоположники аэрокосмического двигателестроения и проблемы теории и конструкций двигателей летательных аппаратов .....	152
С е к ц и я 4	
Космическая энергетика и космические электроракетные двигательные системы – актуальные проблемы создания и обеспечения качества, высокие технологии .....	173
С е к ц и я 5	
Прикладная небесная механика и управление движением .....	248
С е к ц и я 7	
Развитие космонавтики и фундаментальные проблемы газодинамики, горения и теплообмена .....	313
С е к ц и я 8	
Экономика космической деятельности .....	356
С е к ц и я 9	
Космонавтика и устойчивое развитие общества (концепции, проблемы, решения) .....	432
С е к ц и я 10	
Космонавтика и культура .....	472
С е к ц и я 11	
Наукоемкие технологии в ракетно-космической технике .....	527
С е к ц и я 12	
Объекты наземной инфраструктуры ракетных комплексов .....	593
С е к ц и я 13	
Баллистика, аэродинамика летательных аппаратов и управление космическими полетами .....	660

тело со стороны внешней среды. Усредненная система интегрируется численно при разных начальных условиях и параметрах задачи. Исследован новый класс вращательных движений динамически симметричного твердого тела относительно неподвижной точки с учетом нестационарных возмущающего и восстанавливающего моментов сил.

#### Литература

- [1] Черноусько Ф.Л., Акуленко Л.Д., Лещенко Д.Д. Эволюция движений твердого тела относительно центра масс. М.;Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 308 с.
- [2] Акуленко Л.Д., Зинкевич Я.С., Козаченко Т.А., Лещенко Д.Д. Эволюция движений твердого тела, близких к случаю Лагранжа, под действием нестационарного момента сил // ПММ. 2017. Т. 81. Вып. 2. С. 115–122.
- [3] Сазонов В.В., Сидоренко В.В. Возмущенные движения твердого тела, близкие к регулярным прецессиям Лагранжа // ПММ. 1990. Т. 54. Вып. 6. С. 951–957.
- [4] Асланов В.С. Пространственное движение тела при спуске в атмосфере. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 160 с.

### EVOLUTION OF ROTATIONS OF A RIGID BODY, CLOSE TO THE LAGRANGE CASE, UNDER THE ACTION OF AN UNSTEADY RESTORING AND PERTURBATION TORQUES OF FORCES

*L.D. Akulenko*<sup>1</sup>

[gavrikov@ipmnet.ru](mailto:gavrikov@ipmnet.ru)

*T.A. Kozachenko*<sup>2</sup>

[kushpil.t.a@gmail.com](mailto:kushpil.t.a@gmail.com)

*D.D. Leshchenko*<sup>2</sup>

[leshchenko\\_d@ukr.net](mailto:leshchenko_d@ukr.net)

<sup>1</sup> Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

*Perturbed motions of a rigid body, close to the Lagrange case, under the action of restoring and perturbation torques that are slowly varying in time are investigated. Conditions for the possibility of averaging the equations of motion phase angle are presented and averaging procedure for slow variables is described. The motion of a body in a medium with linear dissipation is considered.*

### ПОСТУПАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ОСЕСИММЕТРИЧНОГО СПУТНИКА С ПЕРЕМЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СЖАТИЯ

*М.Дж. Минглибаев*

[minglibayev@gmail.com](mailto:minglibayev@gmail.com)

*С.Б. Бижанова*

[saltanat\\_92\\_05@mail.ru](mailto:saltanat_92_05@mail.ru)

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

*Исследована нестационарная задача двух тел. Осесимметричный спутник имеет переменный коэффициент сжатия. Ньютоновская сила взаимодействия характеризуется приближенным выражением силовой функции с точностью до второй гармоники включительно. Получены эволюционные уравнения поступательно-вращательного движения спутника в аналогах переменных Делоне-Андауэе.*

Современные данные наблюдений в астрономии показывают, что реальные космические системы являются нестационарными — их массы, размеры, форма и ряд других физических характеристик изменяются с течением времени в процессе эволюции [1–3]. В связи с этим становится актуальным создание математических моделей движения небесных тел с переменными массами, размерами и формами.

В работе рассмотрены два взаимогравитирующих нестационарных тела. Первое тело — «центральное» — шар со сферическим распределением плотности, зависящей от времени, переменным радиусом. Предположим, что второе тело — «спутник», обладающее осесимметричным динамическим строением, формой и характерным линейным размером, его моменты инерции второго порядка — переменные и заданные известными функциями времени. Законы изменения массы тел известны и они меняются с различными скоростями. Также предположим, что массы тел изменяются изотропно, не появляются реактивные силы и дополнительные вращательные моменты.

Пусть нестационарное осесимметричное тело обладает экваториальной плоскостью симметрии. Тогда нестационарное осесимметричное тело обладает тремя взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии [1–4]. Оси собственной системы координат совпадают с главными осями инерции и направлены вдоль линий пересечения трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Это положение в ходе эволюции остается неизменным. В выражении силовой функции ограничимся приближенным выражением второй гармоники включительно.

Целью настоящей работы является получение эволюционных уравнений поступательно-вращательного движения нестационарного осесимметричного тела переменного сжатия в нестационарном центральном гравитационном поле.

Уравнения движения центра масс нестационарного осесимметричного тела были описаны в оскулирующих элементах Делоне [1–3]. Вращательное движение осесимметричного тела вокруг его центра инерции были описаны в аналогах оскулирующих элементов Андуайе. При этом невозмущенное движение является аналогом движения Эйлера – Пуансо — вращательное движение свободного нестационарного осесимметричного тела вокруг собственного центра инерции [1–3]. В невозмущенном движении, когда эллипсоид инерции переходит через сферу, угловая скорость собственного вращения равна нулю и в последующий момент меняет знак. При этом нестационарное осесимметричное тело начинает вращаться в обратную сторону.

Поступательно-вращательное движение нестационарного осесимметричного тела в гравитационном поле нестационарного шара изучено методами теории возмущений. Получены эволюционные уравнения, которые представляют собой систему дифференциальных уравнений четвертого порядка с одним первым интегралом.

#### Литература

- [1] Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 229 с.
- [2] Minglibayev M.Zh., Ahmetrasulova A.A. Secular perturbations in the problem of translational-rotational motion two axisymmetric non-stationary gravitating bodies with variable oblate // 7th International Symposium on Classical and Celestial Mechanics. Selected Papers — Poland, Siedlce: Wydawnictwo Collegium Mazovia, October 23-28, 2012. Pp. 116–127.
- [3] С.Б. Бижанова, М.Дж. Минглибаев, А.Н. Прокопеня. Исследование вековых возмущений поступательно-вращательного движения в нестационарной задаче двух тел с применением компьютерной алгебры // Журнал вычислительной математики и математической физики, 2020. Т. 60, № 1. С. 27–36.
- [4] Баркин Ю.В. Уравнения поступательно-вращательного движения небесных тел в оскулирующих элементах // Астрономический журнал. 1977. Т. 54. С. 413–424.

## TRANSLATIONAL-ROTATIONAL MOTION OF AN AXISYMMETRIC SATELLITE WITH VARIABLE COMPRESSION RATIO

**M. Zh. Minglibaev**

minglibayev@gmail.com

**S.B. Bizhanova**

saltanat\_92\_05@mail.ru

Kazakh national University named after al-Farabi

*Non-stationary two-body problem is investigated. The axisymmetric satellite has a variable compression ratio. The Newtonian interaction force is characterized by an approximate expression of the force function with precision including up to the second harmonic. The evolutionary equations of translational-rotational motion of satellite in analogues of Delaunay-Andoyer variables are obtained.*