

# СОДЕРЖАНИЕ

## Авиационная и ракетно-космическая техника

<b>Астахов Н.Н., Каргу Д.Л., Горбулин В.И., Стеганов Г.Б., Шубин Д.А.</b> Математическое моделирование динамики температуры солнечных батарей в различных условиях орбитального полета космического аппарата .....	4
<b>Баринов Д.Я., Просунцов П.В.</b> Моделирование теплопереноса в слое разлагающегося материала теплозащитного покрытия спускаемого аппарата .....	22

## Металлургия и материаловедение

<b>Козлова О.Ю., Овсепян С.В., Помельникова А.С., Ахмедзянов М.В.</b> Влияние высокотемпературного азотирования на структуру и свойства свариваемых жаропрочных никелевых сплавов .....	33
<b>Каблов Е.Н., Бондаренко Ю.А., Ечин А.Б.</b> Исследование влияния переменного управляемого температурного градиента на особенности структуры, фазовый состав, свойства высокотемпературных жаропрочных сплавов при их направленной кристаллизации .....	43

## Механика

<b>Кобылкин И.Ф., Горбатенко А.А.</b> Феноменологическая модель пробивания керамических преград .....	62
<b>Рассоха С.С., Ладов С.В., Бабкин А.В.</b> Анализ осевого вращательного движения рифленых кумулятивных облицовок .....	74

## Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение

<b>Демихов К.Е., Очков А.А.</b> Особенности выбора форвакуумного насоса для турбомолекулярного вакуумного насоса, обеспечивающего требуемые параметры откачки .....	89
---	----

## Машиностроение и машиноведение

<b>Ярославцев В.М.</b> Инструмент для токарной чистовой обработки плазменно- напыленных материалов .....	96
<b>Птускин А.С., Левнер Е.В., Жукова Ю.М.</b> Многокритериальная модель определения наилучшей доступной технологии при нечетких исходных данных .....	105
<b>Александров А.А., Суцев С.П., Акатьев В.А., Ларионов В.И., Метелкин Е.В.</b> Внутритрубная дефектоскопия функционирующей промышленной дымовой трубы .....	128
<b>Захаров Б.М., Ступников В.П., Маркосян Т.С.</b> Об использовании разделительных покрытий в высокотемпературных технологических процессах .....	136

## Информация

Кафедре «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана – 80 лет .....	141
<b>Указатель статей, опубликованных в 2016 г.</b> .....	144

# CONTENTS

## Aviation, Rocket and Space Engineering

<b>Astakhov N.N., Kargu D.L., Gorbulin V.I., Steganov G.B., Shubin D.A.</b> Mathematical Modeling of Solor Panel Temperature Dynamics in Various Conditions of Orbital Space Missions .....	4
<b>Barinov D.Ya., Prosuntsov P.V.</b> Modeling of Heat Transfer in Decomposable Materials of Thermal Protection Coating of Reentry Vehicle .....	22

## Metallurgy and Material Science

<b>Kozlova O.Yu., Ovsepyan S.V., Pomelnikova A.S., Akhmedzyanov M.V.</b> High Temperature Nitriding Effect on Structure and Properties of Welded Nickel Superalloys. ....	33
<b>Kablov E.N., Bondarenko Yu.A., Echin A.B.</b> Variable Controled Temperature Gradient Effect on the Features of Structure, Phase Composition, Properties of High-Temperature Superalloys in Their Directional Solidification.....	43

## Mechanics

<b>Kobylkin I.F., Gorbatenko A.A.</b> Phenomenological Model of Perforation Ceramic Plates .....	62
<b>Rassokha S.S., Ladov S.V., Babkin A.V.</b> Analysis of Fluted Liners Axial Rotation .....	74

## Power, Metallurgical and Chemical Engineering

<b>Demikhov K.E., Ochkov A.A.</b> Specifics of Selecting a Backing Pump for a Turbomolecular Vacuum Pump Providing Neccessary Pumping Parameters .....	89
--	----

## Mechanical Engineering and Machine Science

<b>Yaroslavtsev V.M.</b> A Tool for Finish Turning of Plasma-Sprayed Materials. ....	96
<b>Ptuskin A.S., Levner E., Zhukova J.M.</b> A Multi-Criteria Model of Determining the Best Available Technology Under Fuzzy Input Data .....	105
<b>Aleksandrov A.A., Sushchev S.P., Akat'ev V.A., Larionov V.I., Metelkin E.V.</b> Intratubal Defectoscopy of Working Industrial Chimney.....	128
<b>Zakharov B.M., Stupnikov V.P., Markosyan T.S.</b> On the use of Dividing Coatings in High-Temperature Technological Processes .....	136

## Information

<b>80 years of the Department of Wheeled Vehicles of BMSTU .....</b>	141
<b>Index of Publications for 2016.....</b>	144

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОРБИТАЛЬНОГО ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Н.Н. Астахов

Д.Л. Каргу

В.И. Горбулин

Г.Б. Стеганов

Д.А. Шубин

666cvbnm@mail.ru

dmitrii\_kargu@mail.ru

sgb-22kaf@yandex.ru

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург,  
Российская Федерация

## Аннотация

Смоделирован процесс изменения температурного режима поверхности космического аппарата (КА). На основе анализа углового расстояния от проекции Солнца на поверхность Земли до проекции плоскости орбиты космического аппарата рассчитаны границы теневого, полутеневого и освещенного участков орбит, а также границы продолжительного бестеневого этапа полета космического аппарата. Приведен анализ бестеневых этапов полета космического аппарата для нескольких типовых орбит. На основе обзора литературы по расчетам теневых и освещенных участков орбиты выявлены факторы, которые ранее не учитывались при определении границ участков орбиты: прецессия орбиты космического аппарата, суточное смещение Солнца по эклиптике. Определены параметры, необходимые для расчета интенсивности освещения панелей солнечных батарей. Представлена модель притока энергии от прямого светового потока, отраженного от Земли, лучистого потока и собственного излучения Земли в условиях изменяющихся интенсивности освещения, подстилающей поверхности, положения линии терминатора. Приведен пример расчета температурного режима панелей солнечной батареи КА, находящегося на орбите системы ГЛОНАСС на полутеневом участке орбиты и на участках со средним и максимальным значением времени нахождения в тени. Представлен результат решения дифференциального уравнения, описывающего теплообмен излучением, методом трапеций. Разработана методика расчета температурного режима поверхности КА

## Ключевые слова

*Солнечный световой поток, отраженный поток, альбеда Земли, температурный режим космического аппарата, линия терминатора*

Поступила в редакцию 08.07.2016  
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016

Для решения ряда прикладных задач, например, таких как исследование влияния взаимодействия бортовых токовых контуров с окружающим магнитным полем на динамику движения объекта [1, 2], оптимизация планирования целевого применения космического аппарата (КА) с учетом фактического (прогно-