

eISSN 2663-1296

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№4(133)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

Бас редакторы:
ф.-м.ғ.д., профессор, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ
А.Т. Ақылбеков (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

Гиниятова Ш.Г. ф.-м.ғ.к., доцент
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ (Қазақстан)

Редакция алқасы

Арынгазин А.Қ.	ф.-м.ғ. докторы, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ(Қазақстан)
Алдонгаров А.А.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.ғ.д., проф., Башқұрт мемлекеттік университеті (Ресей)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.ғ.д., проф., Башқұрт мемлекеттік университеті (Ресей)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Ержанов Қ.Қ.	ф.-м.ғ.к., PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Жүмаділов Қ.Ш.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ(Қазақстан)
Қадыржанов Қ.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Козловский А.Л.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф., Тарту университеті (Эстония)
Попов А.И.	ф.-м.ғ.д., проф., Латвия университеті (Латвия)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ(Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф., Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Қазақстан)
Салиходжа Ж.М.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Скуратов В.А.	ф.-м.ғ.д., проф., Біріккен ядролық зерттеулер институты (Ресей)
Тлеуқенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Хоши М.	PhD, проф., Коши университеті (Жапония)
Шункеев Қ.Ш.	ф.-м.ғ.д., проф., Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университеті (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 402 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Журнал менеджері: Г. Мендыбаева

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" Коммерциялық емес акционерлік қоғам

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Жазылу индексі: 76093

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.

№16999-ж тіркеу куәлігімен тіркелген.

Ашық қолданудағы электрондық нұсқа: <http://bulphysast.enu.kz/>

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 102 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Editor-in-Chief

Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, ENU
A.T. Akilbekov (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Giniyatova Sh.G., Candidate of Phys.-Math. Sciences,
Assoc. Prof., ENU (Kazakhstan)

Editorial Board

Aryngazin A.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Aldongarov A.A.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., BashSU (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., BashSU (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sci., PhD, ENU (Kazakhstan)
Hoshi M.	PhD, Prof., Kyushu University (Japan)
Kadyrghanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Kozlovskiy A.L.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., University of Tartu (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Popov A.I.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., University of Latvia (Latvia)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., KazNU (Kazakhstan)
Salikhodzha Z. M	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Skuratov V.A.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., Joint Institute for Nuclear Research (Russia)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sci., PhD, ENU (Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Shunkeyev K.Sh.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., Zhubanov University (Kazakhstan)

Editorial address: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 402,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Managing Editor: G. Mendybayeva

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Non-profit joint-stock company "L.N. Gumilyov Eurasian National University"

Periodicity: 4 times a year. Subscription index: 76093

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Available at: <http://bulphysast.enu.kz/>

Address of printing house: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str.,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)

Главный редактор:
доктор ф.-м.н., профессор
А.Т. Акилбеков, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)

Зам. главного редактора

Ш.Г. Гиниятова к.ф.-м.н., доцент
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)

Редакционная коллегия

Арынгазин А.К.	д.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Алдонгаров А.А.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Балапанов М.Х.	д.ф.-м.н., проф., БашГУ (Россия)
Бахтизин Р.З.	д.ф.-м.н., проф., БашГУ (Россия)
Даулетбекова А.К.	д.ф.-м.н., PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Ержанов К.К.	к.ф.-м.н., PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	к.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Козловский А.Л.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Кутербек К.А.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Лущик А.Ч.	д.ф.-м.н., проф., Тартуский университет (Эстония)
Морзабаев А.К.	д.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Попов А.И.	д.ф.-м.н., проф., Латвийский университет (Латвия)
Сауытбеков С.С.	д.ф.-м.н., проф., КазНУ им. аль-Фараби (Казахстан)
Салиходжа Ж.М.	к.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Скуратов В.А.	д.ф.-м.н., проф., Объединенный институт ядерных исследований (Россия)
Тлеукиенов С.К.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Хоши М.	PhD, проф., Коши университет (Япония)
Шункеев К.Ш.	д.ф.-м.н., проф., АРГУ имени К. Жубанова (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 402, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.

Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)

E-mail: vest_phys@enu.kz

Менеджер журнала: Г. Мендыбаева

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник: Некоммерческое акционерное общество "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева"

Периодичность: 4 раза в год. Подписной индекс: 76093

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Электронная версия в открытом доступе: <http://bulphysast.enu.kz/>

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. тел.: +7(7172)709-500 (вн. 31-428)

© Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№4(133)/2020

МАЗМҰНЫ

<i>Ашуров А.Е., Калманова Д.М., Рахимова А.Д.</i> Геостационарлық жерсеріктің орнын анықтау алгоритмінде аппроксимация әдісін қолдану	8
<i>Сәндібаева Н.А., Айдарбекова А.А.</i> Молекулалық физикадан жалпы оқыту дағдыларын қалыптастыру	16
<i>Қойлық, Н.О., Бактыбаев Қ.Б., Қаптағай Г.Ә., Айдарбекова А.А., Далелханжызы А.</i> γ - орнықсыз ядролардың фермиондық моделі және күй құрылымы	23
<i>Ашуров А.Е., Әбдірашев Ө.К.</i> Түсіретін аппараттың орбитада қозғалысын моделдеу	33
<i>Кутербеков К.А., Балапанов М.Х., Кубенова М.М., Палымбетов Р.Ш., Сахабаева С.М., Кабышев А.М., Бекмырза К.Ж., Куланова К.К.</i> $K_xCu_{2-x}S$ суперионды қорытпаларының электрлік және жылулық қасиеттері	39
<i>Убаев Ж., Шунжеев К., Мясникова Л., Сагимбаева Ш.</i> Нүктелік және серпімді деформация кезіндегі NaCl матрицасының люминесценциясы	49
<i>Ахатаева Ж.О., Шажерхан К.О., Керимбаев А.О., Мукушев Б.А.</i> Центрлік тартылыс күші өрісінде дене қозғалысын компьютерлік модельдеуі	55
<i>Шағдар Н.М., Морзабаев А.К.</i> 2017 жылдың 4-10 қыркүйек аралығында CARPET құрылығысында тіркелген ғарыштық сәулелердің вариациясы	61
<i>Карипбаев Ж.Т., Алтысова Г.К., Лисицын В.М., Мусаханов Д.А.</i> YAG:Ce керамикасының радиациялық синтезінің тұрақтылығы	66
<i>Биәсігітов Т., Жумадилов Е.</i> Тұрақты температурада VI-мүз модификациясының Юнг, ығысу модульдері мен онда тарайтын ультрадыбыс толқындарының қысымға тәуелділігін зерттеу	73
<i>Тулеков Е.А., Морзабаев А.К., Махмұтов В.С., Ерхов В.И., Филиппов М.В.</i> ЕҰУ эксперименттік кешенінің бақылау деректері негізіндегі 2016-2019 жж. ғарыштық сәулелердің вариациялары	79
<i>Сеитов Д.Д., Некрасов К.А., Купряжкин А.Я.</i> Күшті криптон-оттектегі байланысындағы UO_2 -дегі криптон диффузиясы. Молекулалық динамика модельдеуі	86

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.
ASTRONOMY SERIES

№4(133)/2020

CONTENTS

<i>Ashurov A.E., Kalmanova D.M., Rahimova A.D.</i> Application of the approximation method in the algorithm for determining the position of a geostationary satellite	8
<i>Sandibaeva N.A., Aidarbekova A.A.</i> Formation of general education skills on molecular physics	16
<i>Koilyk N.O., Baktybaev K.B., Kaptagay G., Aidarbekova A.A., Dalelhankyzy A.</i> Fermion dynamical-symmetrical model and the structure of states of the γ - nuclei	23
<i>Ashurov A.E., Abdirashev O.K.</i> Information and metrological support for the complex of robotic devices	33
<i>Kuterbekov K.A., Balapanov M.Kh., Kubenova M.M., Palymbetov R.Sh., Sakhabaeva S.M., Kabyshiev A.M., Bekmyrza K.Zh., Kulanova K.K.</i> Electrical and thermal properties of $K_xCu_{2-x}S$ superionic alloys	39
<i>Ubayev Zh., Shunkeyev K., Myasnikova L., Sagimbayeva Sh.</i> Luminescence of the NaCl matrix under local and elastic deformation	49
<i>Akhataeva Zh.O., Shakerkhan K.O., Kerimbaev A.O., Mukushev B.A.</i> Computer simulation of body motion under the action of Central attraction	55
<i>Shagdar N.M., Morzabaev A.K.</i> Observations of cosmic ray variations by the CARPET detector during the period from 4 to 10 September, 2017	61
<i>Karipbaev Zh., Alpysova G., Lisitsyn V., Musahanov D.</i> Stability of radiation synthesis of YAG:Ce ceramics	66
<i>Bizhigitov T., Zhumadilov E.</i> Study dependence of Young's, shear modulus and ultrasonic waves propagation of the vi ice modification to the pressure at a constant temperature	73
<i>Tulekov Ye., Morzabaev A.K., Makhmutoy V.S., Yerkhov V.I., Philippov M.V.</i> Variations of cosmic rays in the period 2016-2019 according to observations of the ENU experimental complex	79
<i>Seitov D.D., Nekrasov K.A., Kupryazhkin A.Ya.</i> Krypton Diffusion in UO_2 Assuming a Strong Bonding Krypton-Oxygen. A Molecular Dynamics Simulation	86

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

№4(133)/2020

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ашуров А.Е., Калманова Д.М., Рахимова А.Д.</i> Применение метода аппроксимации в алгоритме определения положения геостационарного спутника	8
<i>Сандибаева Н.А., Айдарбекова А.А.</i> Формирование общеобразовательных умений по молекулярной физике	16
<i>Койлык Н.О., Бактыбаев К.Б., Каптагай Г.А., Айдарбекова А.А., Далелханкызы А.</i> Фермионная модель и структура состояний γ -нестабильных ядер	23
<i>Ашуров А.Е., Абдирашев О.К.</i> Моделирование движения спускаемого аппарата на орбите	33
<i>Кутербеков К.А., Балапанов М.Х., Кубенова М.М., Палымбетов Р.Ш., Сахабаева С.М., Кабышев А.М., Бекмырза К.Ж., Куланова К.К.</i> Электрические и тепловые свойства суперионных сплавов $K_xCu_{2-x}S$	39
<i>Убаев Ж., Шункеев К., Мясникова Л., Сагимбаева Ш.</i> Люминесценция матрицы NaCl при локальной и упругой деформации	49
<i>Ахатаева Ж.О., Шакерхан К.О., Керимбаев А.О., Мужушев Б.А.</i> Компьютерное моделирование движения тела под действием центрального притяжения	55
<i>Шагдар Н.М., Морзабаев А.К.</i> Вариация космических лучей, зарегистрированная на установке CARPET в период с 4 по 10 сентября 2017 года	61
<i>Карипбаев Ж.Т., Алтысова Г.К., Лисицын В.М., Мусаханов Д.А.</i> Стабильность радиационного синтеза ИАГ:Се керамики	66
<i>Бижигитов Т., Жумадилов Е.</i> Исследование зависимости модуля Юнга, модуля сдвига и распространяющихся в нем ультразвуковых волн VI модификации льда от давления при постоянной температуре	73
<i>Тулеков Е.А., Морзабаев А.К., Махматов В.С., Ерхов В.И., Филиппов М.В.</i> Вариации космических лучей в период 2016-2019 гг. по данным наблюдений экспериментального комплекса ЕНУ	79
<i>Сеитов Д.Д., Некрасов К.А., Купряжкин А.Я.</i> Диффузия криптона в UO_2 в предположении сильной связи криптон-кислород. Молекулярно – динамическое моделирование	86

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы, 2020, том 133, №4, 33-38 беттер
<http://bulphysast.enu.kz>, E-mail: vest_phys@enu.kz

ХҒТАР: 89.25.35

А.Е. Ашуров, Ө.К. Әбдірашев

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: ae_ashurov@yahoo.com, omeke_92@mail.ru)*

Түсіретін аппараттың орбитада қозғалысын моделдеу

Аннотация: мақалада түсіретін аппараттың орбитада қозғалысын моделдеу мәселесі қарастырылған. Сонымен қатар, түсіретін аппараттың жер атмосферасындағы қозғалысы жайында жалпы мағлұматтар, орбитадан аэродинамикалық жолмен түсірудің жалпы бейнесі және қозғалыс теңдеулері мен баллистикалық түсуі жайында ақпараттар айтылған. Түсіретін аппараттың орбитада қозғалысының математикалық моделін жүйелейтін теңдеу мен тұрақты жолдары табылды. Осы мақалада түсіретін аппараттың моделдерін зерттеуде және оның жаңа трассаларын табуда қолдану мүмкіндіктерімен айқындалады. Егер орбитадан түсіру шамасы күтілмеген техникалық себептермен байланысты негізден ауытқыса, онда ғарыштық аппарат елді мекенге болмаса географиялық ыңғайсыз аймаққа түсіп кетуі мүмкін. Ғарышкерлерді қондыру кезінде олардың қауіпсіздігін қамтамсыз ету жолында және елді мекендерге ғарыштан күтілмеген аппараттардың түсуінен сақтау мәселесімен, олардың қауіпсіздігімен байланысты болып келеді. Сондықтан түсіру аппаратының қозғалысына атмосфера параметрлерінің әсерін зерттеу, оның қозғалыс моделінің дәлдігін арттыру заманауи ғарыштық ғылымның ең өзекті мәселелерінің бірі болып саналады. Мақаланың теориялық маңыздылығы онда нақты теңдеулер жүйесінің шешімі алынғандығында және ауа тығыздығының биіктік бойынша таралу функциясында Халықаралық стандарттық атмосфера моделінен есептеп табылған коэффициентті қолдануда болып табылады.

Түйін сөздер: ғарыш аппараттары, түсіру аппараты, аэродинамикалық әдіс, атмосфераға кіру.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2020-133-4-33-38>

Түсті: 01.10.2020 /Жарияланымға рұқсат етілді: 02.12.2020

Кіріспе. Ғарыш экспедициясының соңғы кезеңі ғарышкерлер мен пайдалы жүкті жерге орбитадан түсіру болып табылады. Бұл жағдайда міндетті шарт – ғарышкерлердің жұмсақ қонуы және қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Түсу орбитасы үш бөліктен тұрады: атмосферадан тыс қозғалыс (Халықаралық ғарыш станциясынан бастап Жер атмосферасының шартты шекарасына дейін), Жер атмосферасындағы қозғалыс және жұмсақ қону аймағы. Олардың ішінде, ғарыштық аппараттың Жер атмосферасындағы қозғалысы ең болжанбайтыны болып табылады, өйткені түсу траекториясы атмосфераның ағымдағы параметрлеріне байланысты. Тиісінше, түсу траекториясын дәл болжау өте қиын. Сондықтан атмосферада ҒА ұшу ерекшеліктерін зерттеу әрқашан өзекті міндет болып табылады. Әсіресе, түсіру аппараттарының жаңа түрлерін жасау кезінде және жаңа түсіру жолдарын жасау кезінде.

Бұл жұмыстың мақсаты – түсіретін аппараттың орбитада қозғалысын моделдеу.

Ғарыштық аппаратты орбитадан аэродинамикалық әдіспен түсіруі. Түсіретін аппаратты орбитадан аэродинамикалық әдіспен түсірудің жолын қарастырамыз. Түсіру аппараты ғарыштық кемелінің бір бөлігі болып, ол ғарышкерлер мен пайдалы заттарды орбиталық станцияға шығару және орбитадан түсіруге арналған. Мысалы, 1-суретте «Союз» ғарыштық кемесінің жалпы көрінісі көрсетілген. Ол негізінен үш бөліктен құралған: приборлар бөлігі, түсіретін аппарат және орбиталық модуль (кейде тұрмыстық модуль деп аталады). Старт кезінде және орбитадан түсу кезінде ғарышкерлер негізгі уақытын түсіру аппаратының ішінде өткізеді.



Рисунок 1 – «Союз» ғарыштық кемесінің жалпы көрінісі

Ғарыштық аппаратты орбитадан түсіру мәселесін төмендегідей тұжырымдауға болады: Жердің жасанды серігі орбитасы бойымен қозғалатын ғарыштық аппаратты жер бетінде берілген нүктеге берілген шарттарды орындаған түрде қондыру қажет. Осыған байланысты төмендегі негізгі шарт орындалуы қажет: ҒА жерге қонатын кезде оның жылдамдығы нөлге жақын болуы қажет. Бұл ғарыштық аппараттың орбитадағы қозғалысынан келе жатқан кинетикалық энергиясы нольге айналтырылуы қажет. Себебі қарапайым есептеулер ол ғарыштық аппаратта өте үлкен кинетикалық энергия бар екендігін көрсетеді. Оның шамасы ҒА-тың бір килограммына 10^9 Дж шамасында болады. Міне, осы жағдай ҒА-ты қондыру кезінде туындайтын негізгі қиындықты көрсетеді.



Рисунок 2 – Ғарыш аппараты орбитадан түсіру сұлбасы

Ғарыштық аппараттың жылдамдықтар координаттар жүйесіндегі қозғалыс теңдеуі [2]:

$$\begin{aligned}
 m \frac{dV}{dt} &= -C_x S_M \frac{\rho V^2}{2} - mg \cdot \sin\theta, \\
 mV \frac{d\theta}{dt} &= -C_y S_M \frac{\rho V^2}{2} + \frac{mV^2}{R+h} \cos\theta - mg \cdot \cos\theta, \\
 \frac{dh}{dt} &= V \cdot \sin\theta, \\
 \frac{dL}{dt} &= \frac{VR \cos\theta}{R+h},
 \end{aligned} \tag{1}$$

Мұнда m – ҒА массасы, V – жылдамдығы, C_x – кедергі коэффициенті, C_y – көтеру күші коэффициенті, S_M – түсіру аппаратының көлденең қимасының ауданы, ρ – ауа тығыздығы, g – еркін түсу үдеуі, θ – ҒА жылдамдық векторының горизонтал бағытпен арасындағы бұрышы.

h – ҒА Жерден биіктігі, L – түсіру аппаратының атмосфераға кірген нүктеден есептелген горизонтал бағыттағы қашықтығы, R – Жер радиусы, dV/dt , $d\theta/dt$, dh/dt , dL/dt – сәйкес түрде жылдамдықтың, θ бұрыштың, биіктік пен горизонталь қашықтықтың уақыт бойынша туындылары (2-сурет).

Сандық есептеу нәтижелері. Түсіру аппаратының траекториясына атмосфера параметрлерінің, дәлірек айтқанда, ауа тығыздығының әсерін зерттеу үшін, есептеулер температураның $-30^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$ аралығында және соған сәйкес Жер бетіндегі ауа тығыздығының $1,452\dots 1,127 \text{ кг/м}^3$ мәндері аралығында жүргізілді [3].

1- кестеде қорытынды нәтижелер берілген, яғни температура, жер бетіндегі ауа тығыздығы, 100 км-ден 10 км-ге дейін түсу уақыты, соңғы жылдамдық V_k , сол уақыт ішінде ҒА-тың горизонталь бағытта орын ауыстыру қашықтығы L , сонымен бірге, осы қашықтықтың $t=0^{\circ}\text{C}$ –тағы мәнінен айрмасы ΔL [4].

Кесте 1

Түсіру аппараты қозғалыс параметрлерінің температураға тәуелділігі

$t^{\circ}\text{C}$	T, K	ρ , кг/м^3	t_k , сек	V_k , м/сек	L , км	ΔL , км
-30	243	1,452	401,5	272,12	2403,254	-30,279
-15	258	1,367	401,5	284,05	2418,905	-14,628
0	273	1,292	401,7	294,77	2433,533	0
15	288	1,225	402	304,85	2447,316	13,783
30	303	1,164	402	317,39	2460,442	26,909
40	313	1,127	402	325,71	2468,718	35,185

Бұл кестеден мынадай қорытындылар жасауға болады:

- L горизонтал қашықтық температура 1°C -қа артқанда орта есеппен $\approx 0,95 \text{ км}$ – ге артады (немесе 1°C -қа азайғанда сол шамаға азаяды);

- егер температураның 0°C -тен ауытқуы ескерілмесе (демек Жер бетіндегі тығыздық ауытқуы ескерілмесе) түсіру аппаратының белгіленген қону нүктесінен ауытқуы 35 км -ге жетуі мүмкін. 3, 5 - суреттер де 1-кестеде берілген: ρ_0 , V_k және L шамалардың температураға тәуелділік графиктері [5].

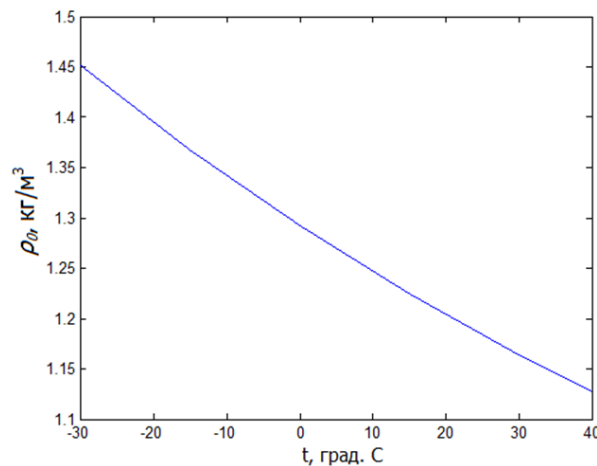


Рисунок 3 – ρ_0 тығыздықтың $t^{\circ}\text{C}$ температураға тәуелділігі

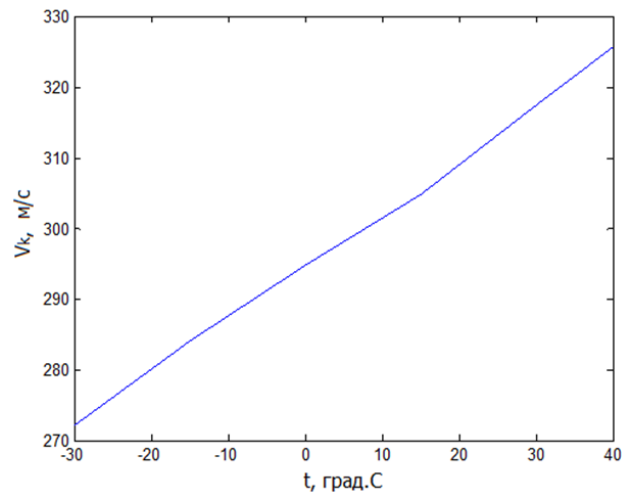


Рисунок 4 – V_k түсу жылдамдығының t °С температураға тәуелділігі

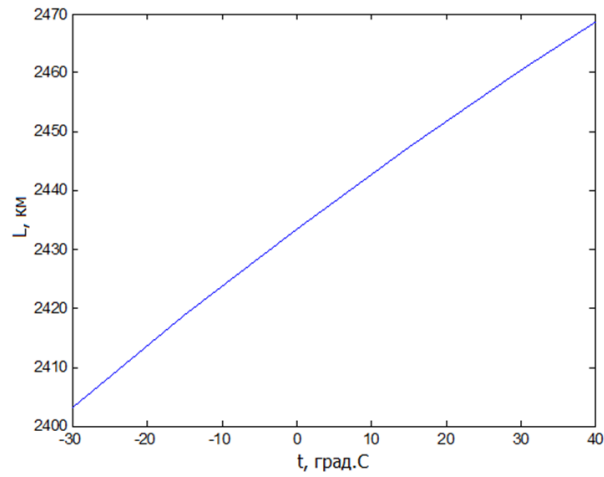


Рисунок 5 – L қашықтықтың t °С температураға тәуелділігі

Ал, сурет 6- де L қашықтықтың ρ_0 тығыздыққа тәуелділігі суреттелген.

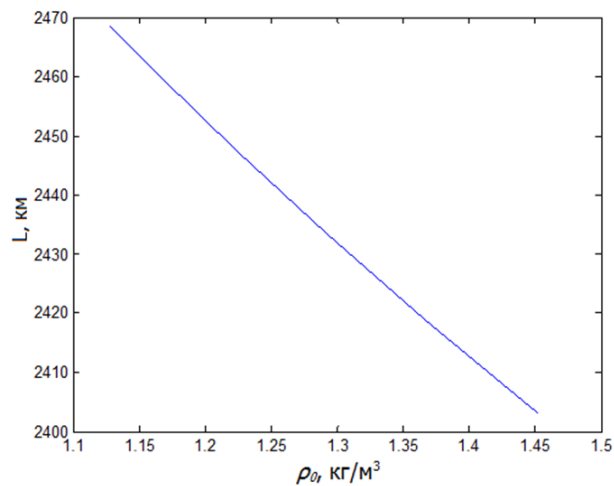


Рисунок 6 – L қашықтықтың ρ_0 , кг/м³ тығыздыққа тәуелділігі

Бұл суретте көрініп тұрғанымыздай, түсіру аппаратын жазда қондыру кезінде қыс мезгілімен салыстырғанда горизонталь ауытқуды көбірек байқауға болады. Өйткені жазда температура жоғары болған сайын, тығыздық та аз болады.

Сонымен, 1-кестедегі мәліметтер, алынған графиктер мен нәтижелер МАТЛАВ кодын теориялық және практикалық мәселелерді шешуде қолдануға болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 528 с.
- 2 Бахшиян Б.Ц., Федяев К.С. Основы космической баллистики и навигации. – Москва: ИКИ РАН, 2013. - 119 с.
- 3 Сихарулидзе Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 407 с.
- 4 Лазарев Ю.Н. Управление траекториями аэрокосмических аппаратов. – Самара: Самар. науч. центр РАН. - 2007. – 274 с.
- 5 Кудрявцев С.И. Баллистическое проектирование номинальных траекторий спуска в атмосфере Земли перспективных пилотируемых космических кораблей // 49-е Научные чтения памяти К.Э.Циолковского, Калуга, 2014. С. 103 - 105 (0,1 п.л.). [Электронный ресурс] – URL: www.gmik.ru/muzeinaya-rabota/nauchnyie-chteniya-ramyati-k-e-tsiolkovskog/tezis2014.pdf (Дата обращения: 20.09.2020).

А.Е. Ашуров, О.К. Абдірашев

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Моделирование движения спускаемого аппарата на орбите

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос моделирования движения спускаемого аппарата на орбите. Изложены общие сведения о движении спускаемого аппарата в атмосфере Земли, общее изображение аэродинамического спуска с орбиты и представление об уравнении движения и баллистической траектории. Рассмотрены уравнения и постоянные пути, систематизирующие математическую модель движения на орбите спускаемого аппарата. Раскрываются возможности применения в исследовании моделей спускаемого аппарата и поиске новых трасс спускаемого аппарата. Если величина спуска с орбиты отклоняется от основания из-за непредвиденных технических причин, то космический аппарат может попасть в географически неудобную зону, если не в населенный пункт. Необходимы обеспечение безопасности космонавтов при их посадке и защита от попадания в населенные пункты непредвиденных аппаратов из космоса, их безопасность. Поэтому изучение влияния параметров атмосферы на движение разгрузочного аппарата, повышение точности его модели движения считается одной из наиболее актуальных проблем современной космической науки. Теоретическая значимость статьи заключается в том, что в ней получено решение системы реальных уравнений и используется коэффициент, рассчитанный из Международной стандартной модели атмосферы в функции распределения плотности воздуха по высоте.

Ключевые слова: космический аппарат, спускаемый аппарат, аэродинамический метод, вход в атмосферу.

А.Е. Ashurov, O.K. Abdirashev

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Information and metrological support for the complex of robotic devices

Abstract. The article deals with the issue of modeling the lander's motion in orbit. The article provides general information about the movement of the lander in the Earth's atmosphere, a general image of the aerodynamic descent from orbit, and an idea of the equation of motion and ballistic trajectory. Equations and constant paths that systematize the mathematical model of motion in the lander orbit are considered. This article reveals the possibilities of application in the study of models of the lander and the search for new routes of the lander. If the amount of descent from orbit deviates from the base due to unforeseen technical reasons, the spacecraft may fall into a geographically inconvenient zone, if not into a populated area. On the way to ensure the safety of astronauts during their landing and in connection with the problem of protecting them from falling into localities of unexpected vehicles from space, their safety. Therefore, the study of the influence of atmospheric parameters on the movement of the unloading vehicle and improving the accuracy of its motion model is considered one of the most urgent problems of modern space science. The theoretical significance of the article is that it provides a solution to a system of real equations and uses a coefficient calculated from the International standard model of the atmosphere as a function of the distribution of air density over height.

Keywords: Spacecraft, lander, aerodynamic method, re-entry into the atmosphere.

References

- 1 Ivanov N.M., Lysenko L.N. *Balística i navigasiya kosmicheskikh aparatov* [Ballistics and spacecraft navigation] (Moscow: Izdatelstvo MGTY im. N.E. Baymana, 2016, 528 p.).
- 2 Bahshian B.S., Fedyaev K.S. *Osnovy kosmicheskoi balistiki i navigatsii* [Fundamentals of space ballistics and navigation] (Moscow: IKI RAN, 2013, 119 p.).
- 3 Siharylidze Iy.G. *Balística i navedenie letatelnykh aparatov* [Ballistics and guidance of aircraft] (Moscow: BINOM. Laboratoria znani, 2013, 407 p.).
- 4 Lazarev Iy.N. *Upravlenie traektoriami aerokosmicheskikh aparatov* [Trajectory control of aerospace vehicles] (Samara: Samar. naych. sentr RAN, 2007, 274 p.).
- 5 Kydravsev S.I. Ballistic design of nominal descent paths in the Earth's atmosphere for advanced manned spacecraft // 49-e Nauchnye chtenia pamati K.E.Siolkovskogo, Kalyga, 2014. S. 103 - 105 (0,1 p.l.). [Electronic resource] - Available at: www.gmik.ru/muzeinaya-rabota/nauchnyie-chteniya-pamyati-k-e-tsiolkovskog/tezis2014.pdf (accessed: 20.09.2020).

Авторлар туралы мәлімет:

Ashurov A.E. – **негізгі автор**, физика-математика ғылымдарының кандидаты, Физика-техникалық факультеті, «Ғарыштық техника және технологиялар» кафедрасының доценті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Abdirashev O.K. – «Ғарыштық техника және технологиялар» кафедрасының аға оқытушысы, Физика-техникалық факультеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көшесі 11, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Ashurov A.E. – **The main author**, Associate Professor, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department "Space engineering and technology". L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Abdirashev O.K. - Senior Lecturer of of the Department "Space technique and technologies", L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan str., 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.