

ISSN 2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**1 (311)**

**ҚАҢТАР – АҚПАН 2017 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2017 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2017**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы  
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Жұмаділдаев А.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Өмірбаев У.У.** проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Жүсіпов М.А.** проф. (Қазақстан)  
**Жұмабаев Д.С.** проф. (Қазақстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Қазақстан)  
**Бошқаев К.А.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Сұраған Д.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Қырғыстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Белорус)  
**Пашаев А.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.  
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

**Джумадильдаев А.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Казахстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умирбаев У.У.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Жусупов М.А.** проф. (Казахстан)  
**Джумабаев Д.С.** проф. (Казахстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Казахстан)  
**Бошкаев К.А.** доктор PhD (Казахстан)  
**Сураган Д.** доктор PhD (Казахстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Кыргызстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Беларусь)  
**Пашаев А.** проф., академик (Азербайджан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

E d i t o r i n c h i e f  
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Dzhumadildayev A.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kalmenov T.Sh.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhantayev Zh.Sh.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umirbayev U.U.** prof. corr. member. (Kazakhstan)  
**Zhusupov M.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Dzhumabayev D.S.** prof. (Kazakhstan)  
**Asanova A.T.** prof. (Kazakhstan)  
**Boshkayev K.A.** PhD (Kazakhstan)  
**Suragan D.** PhD (Kazakhstan)  
**Quevedo Hernando** prof. (Mexico),  
**Dzhunushaliyev V.D.** prof. (Kyrgyzstan)  
**Vishnevskiy I.N.** prof., academician (Ukraine)  
**Kovalev A.M.** prof., academician (Ukraine)  
**Mikhalevich A.A.** prof., academician (Belarus)  
**Pashayev A.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.  
**Tiginyanu I.** prof., academician (Moldova)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**

**ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 1, Number 311 (2017), 159 – 163

UDC 004

**B.M. Mazakova<sup>1</sup>, A.T. Zhakypov<sup>2</sup>, G.B. Abdikerimova<sup>3</sup>**<sup>1</sup>S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana;<sup>2</sup>Branch of Lomonosov Moscow State University, Astana;<sup>3</sup>L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana

scipper92@mail.ru, bayan7080@yandex.ru, guldana2002@mail.ru

**THE SPACECRAFT'S ORBIT CONSECUTION BASED  
ON OPEN SOURCE DATA**

**Abstract.** This article describes how a web application for the construction of the satellite's orbit remote sensing (RS) and the forecast of a possible shooting indicated on the surface of the Earth. For remote sensing is important to select a suitable solution to the problem of the satellite, taking into account the criteria as optical characteristics, the frequency of surveys.

The developed application offers a user-friendly interface and efficient calculation of the satellite position with the help of heuristic algorithms applied the formula of spherical trigonometry. With this application the user can see the trajectory of any available commercial satellite remote sensing for a predetermined period of time, as well as calculate all the possibilities that meet user requirements, to capture this specific point the spacecraft. The algorithm is based on SGP4 model using public TLE data for remote sensing satellites, the formulas of spherical trigonometry and heuristic methods of computation reduction.

The program code is written in JavaScript and PHP programming languages using libraries Bootstrap, JQuery and Cesiumjs. JavaScript is the most common way to create browser-based interface, new features are added to the language. The article presents screenshots of the program and the results of test execution speed of calculations.

**Key words:** spacecraft, remote sensing of the Earth's orbit, the web application, the SGP4 model, TLE.

УДК 004

**Б.М. Мазакова<sup>1</sup>, А.Т. Жакыпов<sup>2</sup>, Г.Б. Абдикеримова<sup>3</sup>**<sup>1</sup>КазАТУ имени С.Сейфуллина, г. Астана;<sup>2</sup>Казахстанский филиал МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Астана;<sup>3</sup>ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, г.Астана**ПОСТРОЕНИЕ ОРБИТЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА  
НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

**Аннотация.** В данной статье описывается веб-приложение для построения орбиты спутника дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и прогноза возможной съемки указанной точки на поверхности Земли. Для ДЗЗ важно решение проблемы выбора подходящего спутника, с учетом критериев как оптические характеристики, частота съемок.

Разработанное приложение предлагает удобный интерфейс для пользователя и эффективный расчет положения спутника, с помощью эвристических алгоритмов применялись формулы сферической тригонометрии. С помощью этого приложения пользователь сможет увидеть траекторию движения любого доступного коммерческого спутника ДЗЗ на заданный период времени, а также рассчитать все возможности, удовлетворяющие требованиям пользователя, для съемки указанной точки определенным космическим аппаратом. Алгоритм основан на модели SGP4, использующей общедоступные данные TLE для спутников ДЗЗ, формулах сферической тригонометрии и эвристических методах сокращения вычислений.

Код программы написан на языках программирования JavaScript и PHP с применением библиотек Bootstrap, JQuery и Cesiumjs. JavaScript является самым распространенным средством создания браузерных

интерфейсов, в язык добавляются новые возможности. В статье приведены скриншоты самой программы и результаты тестов скорости выполнения расчетов.

**Ключевые слова:** космический аппарат, дистанционное зондирование Земли, орбита, веб-приложение, модель SGP4, TLE.

В последние десятилетия стали важны спутниковые методы исследования поверхности Земли. Это связано как с дальнейшим совершенствованием космической техники, так и со свертыванием авиационных и наземных методов мониторинга. Основные области применения спутникового дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – получение информации о состоянии окружающей среды и землепользования, изучение растительных сообществ, оценка урожая сельскохозяйственных культур и последствий стихийных бедствий. Средства дистанционного зондирования эффективны при изучении загрязнения почвы и водоемов, льдов на суше и воде, в океанологии. Эти средства позволяют получать сведения о состоянии атмосферы, в том числе в глобальном масштабе. При этом услуги ДЗЗ предоставляются тысячами спутников, вращающихся по низким околоземным орбитам. В связи с этим у пользователей услуг ДЗЗ возникает проблема выбора подходящего спутника. Критериями выбора здесь являются, во-первых, оптические характеристики, во-вторых, возможная частота съемок при желаемых параметрах. Если из множества всех доступных спутников ДЗЗ условно выделить класс по схожести оптических характеристик, то для окончательного принятия решения требуется оценить: в какой мере сможет исполнить заказ на съемку тот или иной космический аппарат из этого класса. В решении последней проблемы может помочь программа, описываемая в этой статье.

В данной статье описывается веб-приложение для построения орбиты спутника ДЗЗ и прогноза возможной съемки указанной точки на поверхности Земли. С помощью этого приложения пользователь сможет увидеть траекторию движения любого доступного коммерческого спутника ДЗЗ на заданный период времени, а также рассчитать все возможности, удовлетворяющие требованиям пользователя, для съемки указанной точки определенным космическим аппаратом.

Данное приложение можно условно разбить на две компоненты: интерфейс и вычислительную часть. Интерфейс содержит поля ввода данных, вывода результатов и трехмерную модель Земли для наглядной визуализации. Для построения орбиты Земли пользователю достаточно выбрать космический аппарат из списка, ввести стартовую и конечную даты и нажать на кнопку «Нарисовать орбиту» («Draw orbit») в панели слева. В результате будет визуализировано вращение космического аппарата вокруг Земли (Рисунок 1).

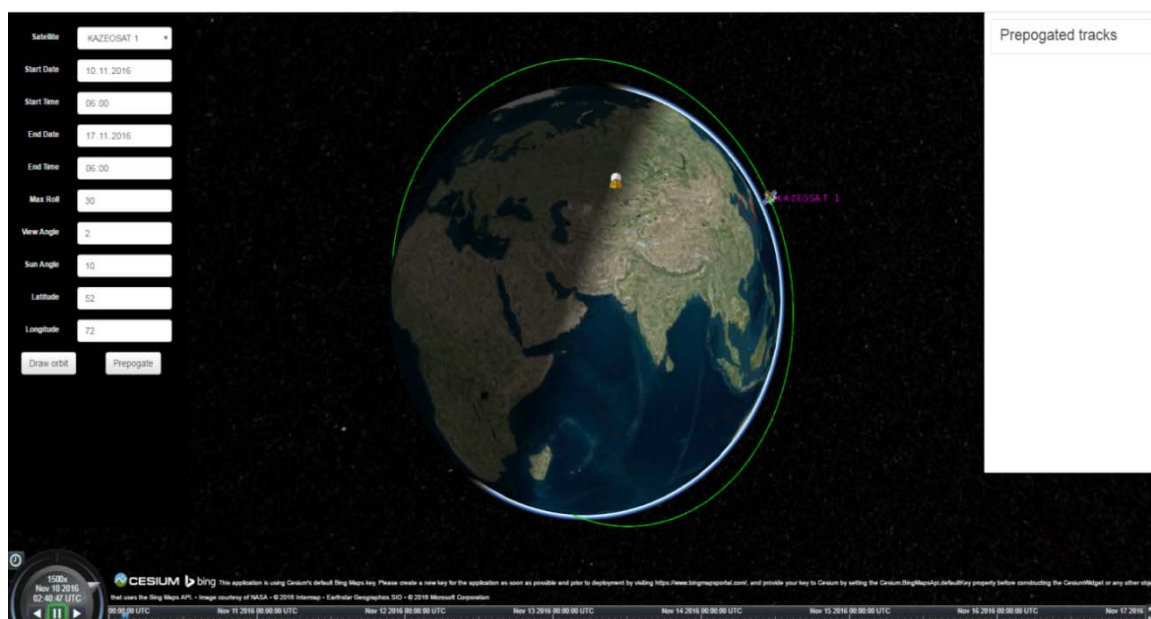


Рисунок 1 - Визуализация вращения космического аппарата вокруг Земли

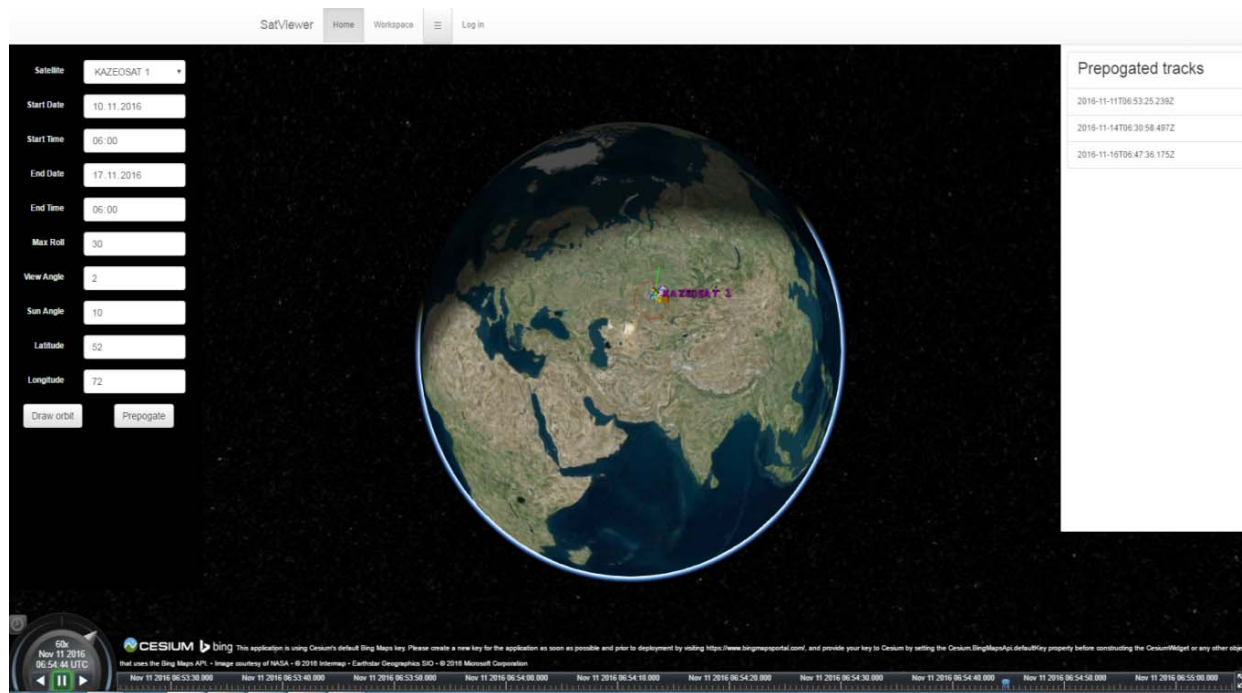


Рисунок 2 - Определение точки съемки

Скорость визуализации можно регулировать с помощью приборной панели внизу. Для расчета возможной съемки указанной точки необходимо будет еще ввести координаты требуемой точки или выбрать ее двойным щелчком мыши по карте, указать максимально допустимый угол съемки и минимальный угол Солнца и нажать «Propagate». В результате в панели справа будет выведен список пролетов, подходящих под заданные параметры. При выборе какого-либо элемента из этого списка на основном экране отобразится часть траектории, с которой возможно произвести съемку указанной точки согласно заданным ограничениям (Рисунок 2).

Вычислительная часть основана на модели SGP4 [1], использующей общедоступные данные TLE [2] для спутников ДЗЗ. Эта модель позволяет рассчитать положение космического аппарата в указанный момент времени. Таким образом, для построения орбиты производится расчет положения спутника по этой модели с некоторым шагом по времени. При вычислении возможностей съемки точки на поверхности Земли используются тот же подход вместе с эвристическими алгоритмами для сокращения вычислительной нагрузки. Кроме того, для достижения высокой точности определения метрических величин применялись формулы сферической тригонометрии [3]. Угол Солнца над горизонтом вычисляется динамически и зависит от времени и координат точки [4]. Если пользователю интересны ночные пролеты, то он может задать отрицательную величину угла Солнца, например -90.

Код программы написан на языках программирования JavaScript и PHP. Само приложение развернуто на сервере Apache2. Выбор средств программирования продиктован их нынешней популярностью в среде веб-разработок и отсутствием проблем совместимости со всеми современными интернет-браузерами. При создании интерфейса были использованы вспомогательные библиотеки Bootstrap, JQuery и Cesiumjs [5]. Последняя из перечисленных библиотек отвечает за визуализацию модели Земли и полета космического аппарата, для чего координаты положения спутника в пространстве, полученные в результате работы модели SGP4, конвертируются в формат czml [6].

Ниже в таблицах показано время выполнения работы при тестовых запусках программы на разных продолжительностях промежутка планирования. Тесты проводились на сервере, локально развернутом на ПК со следующими характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики серверного компьютера

Процессор	Intel® Core™ i5-3470 CPU @ 3.20 GHz 3.20GHz
ОЗУ	4GB
ОС	Windows 7 (64-bit)
Видеокарта	Intel® HD Graphics, 1696 MB

Таблица 2 - Построение орбиты

Срок планирования, дни	Время выполнения, мс
1	13
3	230
7	278
14	533

Таблица 3 - Вычисление скорости

Срок планирования, дни	Время выполнения, мс
1	2
3	7
7	9
14	15

Как видно по результатам проведенных тестов, описываемое веб-приложение имеет достаточно высокую скорость работы на среднестатистическом компьютере, что дает возможность для его производительного использования в сети Интернет при относительно небольших затратах на аппаратуру.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Vallado David, Crawford Paul, Hujsak Richard, Kelso Ted. «Revisiting Spacetrack Report #3». USA, NY: «American Institute of Aeronautics and Astronautics», 2006. – 88 p.
- [2] <https://www.celestrak.com/NORAD/documentation/tle-fmt.asp>
- [3] Дубошин Г.Н. «Справочное руководство по небесной механике и астродинамике». М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1976. – 864 стр.
- [4] <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html>
- [5] <https://cesiumjs.org/>
- [6] <https://github.com/AnalyticalGraphicsInc/czml-writer/wiki/>
- [7] Суханов А.А. «Астродинамика». М.: ИКИ РАН, 2010. - 204с. - Серия «Механика, управление, информатика».
- [8] Дубошин Г.Н. «Небесная механика. Методы теории движения искусственных небесных тел». М.: Наука, Физматлит, 1983. – 352 стр.
- [9] Дубошин Г.Н. «Небесная механика. Аналитические и качественные методы». М.: Наука, 1978. – 456 стр.
- [10] Lane Max, Hoots Felix. «An improved analytical drag theory for the artificial satellite problem». USA, NY: «American Institute of Aeronautics and Astronautics», 1969. – 11 p.
- [11] Kelso T.S. «Validation of SGP4 and IS-GPS-200D Against GPS Precision Ephemerides». USA, Arizona, Sedona: «17th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Conference», 2007. – 15 p.
- [12] Carrico Timothy, Carrico John, Policastro Lisa, Loucks Mike. «Investigating Orbital Debris Events using Numerical Methods with Full Force Model Orbit Propagation». USA, NY: «American Institute of Aeronautics and Astronautics», 2008. 20 p.
- [13] Вагнер Ричард, Вайк Аллен. «JavaScript. Энциклопедия пользователя». М: «Диасофт», 2005. – 464 стр.
- [14] Bhaumik S. «Bootstrap Essentials». UK, Birmingham: «Packt Publishing», 2015. – 166 p. – ISBN: 978-1-78439-517-9.
- [15] Spurlock J. «Bootstrap». USA, CA, Sebastopol: «O’Reilly Media», 2013. – 128 p.
- [16] Фримен А. «jQuery для профессионалов». М: «Вильямс», 2013. – 954 стр. – ISBN: 978-5-8459-1799-7.
- [17] Кузнецов М.В., Симдянов И.В., Гольшев С.В. «PHP 5 на примерах». СПб: «БХВ Петербург», 2005. – 576 стр.
- [18] Welling L. «PHP and MySQL Web Development (4th Edition)». USA, Boston: «Addison-Wesley Professional», 2008. – 1008 p. – ISBN: 978-0672329166.
- [19] Mohammed J.K. «Apache Server 2 Bible». USA, NY: «Wiley», 2002. – 800 p. – ISBN: 978-0764523287.
- [20] Kew N. «The Apache Modules Book: Application Development with Apache». USA, NJ: «Prentice Hall», 2007. – 588 p.

#### REFERENCES

- [1] Vallado David, Crawford Paul, Hujsak Richard, Kelso Ted. «Revisiting Spacetrack Report #3». USA, NY: «American Institute of Aeronautics and Astronautics», 2006. 88 p. (in Eng.).
- [2] <https://www.celestrak.com/NORAD/documentation/tle-fmt.asp>(in Eng.).



- [3] GN Duboshin "Reference Guide on celestial mechanics and astrodynamics". М.: Nauka. Heads. Ed. Sci. lit., **1976**, 864 p. (in Russ.).
- [4] <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html>(in Eng.).
- [5] <https://cesiumjs.org/>(in Eng.).
- [6] <https://github.com/AnalyticalGraphicsInc/czml-writer/wiki/>(in Eng.).
- [7] AA Sukhanov "Astrodynamics". М.: IKI, **2010**, 204p. - "Mechanics, Management, Computer Science" series. (in Russ.).
- [8] GN Duboshin "Celestial Mechanics. Methods of the theory of motion of artificial celestial bodies." М.: Science, FIZMATLIT, **1983**, 352 p. (in Russ.).
- [9] Duboshin GN "Celestial Mechanics. Analytical and qualitative methods." М.: Nauka, **1978**, 456 p.
- [10] Lane Max, Hoots Felix. «An improved analytical drag theory for the artificial satellite problem». USA, NY: «American Institute of Aeronautics and Astronautics», **1969**, 11 p. (in Eng.).
- [11] Kelso T.S. «Validation of SGP4 and IS-GPS-200D Against GPS Precision Ephemerides». USA, Arizona, Sedona: «17th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Conference», **2007**, 15 p. (in Eng.).
- [12] Carrico Timothy, Carrico John, Policastri Lisa, Loucks Mike. «Investigating Orbital Debris Events using Numerical Methods with Full Force Model Orbit Propagation». USA, NY: «American Institute of Aeronautics and Astronautics», **2008**, 20 p. (in Eng.).
- [13] Richard Wagner, Vayk Allen. «JavaScript. User Encyclopedia." М: "DiaSoft", **2005**, 464 p. (in Russ.).
- [14] Bhaumik S. «Bootstrap Essentials». UK, Birmingham: «Packt Publishing», **2015**, 166 p. – ISBN: 978-1-78439-517-9. (in Eng.).
- [15] Spurlock J. «Bootstrap». USA, CA, Sebastopol: «O'Reilly Media», **2013**, 128 p. (in Eng.).
- [16] Freeman A. «jQuery for professionals." М.: "Williams", **2013**, 954 p, ISBN: 978-5-8459-1799-7. (in Russ.).
- [17] Kuznetsov MV, Simdyanov IV, Golyshev SV «PHP 5 by way of example." St. Petersburg: "BHV Peterberg", **2005**, 576 p. (in Russ.).
- [18] Welling L. «PHP and MySQL Web Development (4th Edition)». USA, Boston: «Addison-Wesley Professional», **2008**, 1008 p., ISBN: 978-0672329166. (in Eng.).
- [19] Mohammed J.K. «Apache Server 2 Bible». USA, NY: «Wiley», **2002**, 800p. ISBN: 978-0764523287. (in Eng.).
- [20] Kew N. «The Apache Modules Book: Application Development with Apache». USA, NJ: «Prentice Hall», **2007**, 588 p. (in Eng.).

**Б.М. Мазакова<sup>1</sup>, А.Т. Жакыпов<sup>2</sup>, Г.Б. Абдикеримова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы ҚазАТУ Астана қ.,

<sup>2</sup>М.В.Ломоносов атындағы МГУ-нің қазақстандық филиалы, Астана қ.,

<sup>3</sup>Л.Н.Гумилев атындағы УҰУ, Астана қ.,

### **КӨЗІ АШЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІҢ НЕГІЗІНДЕ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНЫҢ ОРБИТАСЫН САЛУ**

**Аннотация.** Бұл мақалада қашықтықтан зондтау арқылы спутниктің орбитасын салу және жер бетіндегі берілген түсіруге ықтимал нүктесінің болжамын беру үшін әзірленген веб-бағдарлама сипатталады. Пайдаланушы осы қосымшаның көмегімен алдын ала белгіленген уақыт аралығында кез - келген қолда бар коммерциялық қашықтықтан зондтау спутниктің траекториясын көре алады, сондай-ақ, нақты нүктені ғарыш аппаратымен түсіру үшін, пайдаланушы талаптарына жауап беретін барлық мүмкіндіктерін есептеуге болады. Алгоритм қашықтықтан зондтау жерсеріктерінің қоғамдық TLE деректерін пайдаланатын SGP4 үлгісіне, сфералық тригонометрия формулаларына және есептеуін азайтатын эвристикалық әдістеріне негізделген. Бағдарлама коды JavaScript және PHP бағдарламалау тілдерінде, Bootstrap, JQuery және Cesiumjs кітапханаларды пайдаланып жазылған. Бұл мақалада бағдарламасының скриншоты және есептеулерді орындау жылдамдығы сынақтарының нәтижелері ұсынылған.

**Тірек сөздер:** ғарыштық аппарат, Жерді қашықтықтан зондтау, орбита, веб-қосымша, модель SGP4, TLE.

МАЗМҰНЫ

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейитов Д.М.</i> 18 МэВ энергиялы дейтрондардың <sup>6</sup> Li ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу .....	5
<i>Жұмбаев Д.С., Темешева С.М.</i> Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы.....	13
<i>Исахов А. А., Даржанова А. Б.</i> Математикалық модельдеу әдісі арқылы қоршаған ортаға жылу электр станцияларының жұмысының әсерін бағалау.....	20
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (1-бөлім).....	27
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім) .....	36
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары (1-бөлім) .....	46
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім) .....	55
<i>Байжанов С.С., Култешов Б.Ш.</i> Эбден О-минималдық теориялардың модельдерін байытуда инварианттық қасиеттері.....	65
<i>Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Курманғалиева В.О.</i> Исследование реакций взаимодействия изотопов Li и Be с нейтронами.....	72
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумағалиева А.И.</i> Нақты газ изотермаларын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру .....	77
<i>Калмурзаев Б.С.</i> $L_m^0$ Жартыторының екі элементі ершов иерархиясының жиындар үйірінің Роджерс жартыторына енуінің бағалаулары жайлы.....	83
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Байтұмбетова Б.А., Айтмұқан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У.</i> Көміртекті қабықшаның парамагнитті қасиетін анықтау негізінде кеуікті никельді анодты зерттеу үшін ЭПР әдісінің мүмкіндігі.....	91
<i>Байтұмбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Рахметов Б.А.</i> Графен құрылымдарын ультрадыбыс өрісінде графитті ароматикалық көмірсутектер жүйесінде әсер етіп алу және оларды ЭПР әдісімен зерттеу.....	99
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейитов Д.М.</i> 18 МэВ энергиялы дейтрондардың <sup>6</sup> Li ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу.....	104
<i>Жұмбаев Д.С., Темешева С.М.</i> Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы.....	113
<i>Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденқызы В.</i> Ауамен араласатын кейбір табиғи газ қоспасы компоненттері коэффициенттерінің табы.....	120
<i>Шыныбаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Екі жылжымайтын нүкте проблемасының жаңа нұсқасын үш дене есебінде қолдану.....	127
<i>Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б.</i> Толқындардың үзік ішек бойымен таралуы туралы.....	137
<i>Жақып-тегі К. Б.</i> $k - \varepsilon$ , $1es$ , рейнольдс және дәрежелі моделдер туралы.....	144
<i>Мазакова Б.М., Жақыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б.</i> Көзі ашық мәліметтердің негізінде ғарыш аппараттарының орбитасын салу.....	159
<i>Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Желідегі ақпарларды қорғаудың бір тәсілі туралы.....	164
<i>Самагулова Л.А., Исаева Г.Б.</i> Программалауды оқытуда қолданылатын оқыту технологияларының ерекшеліктері	173
<i>Есқалиев М.Е.</i> Жүктелген элемент әсерінен болатын есепті жуықтап шешу үшін шекаралық элементтер әдісі....	180
<i>Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А.</i> Информатика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды жүргізуге арналған ақпараттық-бағдарламалық кешен құру.....	187

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ${}^6\text{Li}$ при энергии 18 МэВ.....	5
<i>Джумабаев Д.С., Темешева С.М.</i> Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений.....	13
<i>Исахов А. А., Даржанова А. Б.</i> Оценка воздействия функционирования тепловой электростанции на окружающую среду методами математического моделирования.....	20
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1).....	27
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2).....	36
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1).....	46
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2).....	55
<i>Байжанов С.С., Кулпешов Б.Ш.</i> Инвариантные свойства при обогащениях моделей вполне О-минимальных теорий.....	65
<i>Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> $\text{Li}$ және $\text{Be}$ изотоптарының нейтрондармен әрекеттесу реакцияларын зерттеу.....	72
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омишова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изотерм реального газа.....	77
<i>Калмурзаев Б.С.</i> Об оценках вложимости $L_m^0$ в полурешетку Роджерса двухэлементных семейств множеств иерархии Ершова.....	83
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Байтимбетова Б. А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У.</i> Выяснение возможности использования метода ЭПР для изучения пористого никелевого анода на основе определения парамагнитных характеристик углеродных пленок.....	91
<i>Байтимбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Рахметов Б.А.</i> Получение графеновых структур в системе графит с ароматическими углеводородами при воздействии ультразвукового поля и изучение их методом ЭПР.....	99
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ${}^6\text{Li}$ при энергии 18 МэВ.....	104
<i>Джумабаев Д.С., Темешева С.М.</i> Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений.....	113
<i>Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В.</i> Следовые коэффициенты компонентов некоторых природных газовых смесей, диффундирующих в воздух.....	120
<i>Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.Р., Мырзакасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Использование новой версии задачи двух неподвижных центров в задаче трех тел.....	127
<i>Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б.</i> О распространении волн по разрывной струне.....	137
<i>Джакупов К.Б.</i> О $k - \varepsilon$ , $\text{les}$ , рейнольдс и степенных моделях.....	144
<i>Мазакова Б.М., Жакыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б.</i> Построение орбиты космического аппарата на основе открытых исходных данных.....	159
<i>Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Об одном способе защиты передачи информации.....	164
<i>Смагулова Л.А., Исаева Г.Б.</i> Особенности технологий обучения, применяемых в обучении программирования.....	173
<i>Ескалиев М.Е.</i> Метод граничного элемента для приближенного решения задачи, вызванной действием нагруженного элемента.....	180
<i>Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А.</i> Создание информационно-программного комплекса для проведения внеклассных работ по информатике.....	187

CONTENTS

<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M.</i> Study of elastic scattering of deuterons from ${}^6\text{Li}$ AT energy 18 MeV.....	5
<i>Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M.</i> Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations .....	13
<i>Issakhov A.A., Darzhanova A.B.</i> Assessing the impact of thermal power plants in the aquatic environment in reservoir-cooler.....	20
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-1).....	27
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2) .....	36
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations (Part-1) .....	46
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2) .....	55
<i>Baizhanov S.S., Kulpeshov B.Sh.</i> Invariant properties at expanding models of quite O-minimal theories.....	65
<i>Duisenbay A.D., Takibayev N.ZH., Kurmangalieva V.O.</i> Research of the reactions of Li and Be isotopes with neutrons....	72
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova ZH. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagaliyeva A.I.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of isothermal curves real gaza.....	77
<i>Kalmurzayev B.S.</i> On assessments of embeddability $L_m^0$ in rogers semilattice of two-element families of sets in the Hierarchy of Ershov.....	83
<i>Ryabikin Y.A., Rakymetov B.A., Baytimbetova B.A., Aytukan T., Klimenov V.V., Muratov D.A., Mereke A.U., Umirzakov A.U.</i> Identification of capabilities of the EPR method in studying porous nickel anodes based on definition of paramagnetic characteristics of carbon films.....	91
<i>Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Rachmetov B.A.</i> Production of graphene structures in the graphite with an aromatic hydrocarbon on exposure to ultrasonic fields and investigation of their EPR.....	99
<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M.</i> Study of elastic scattering of deuterons from ${}^6\text{Li}$ at energy 18 MeV.....	104
<i>Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M.</i> Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations.....	113
<i>Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Moldabekova M.S., Asembaeva M.K., Fedorenko O.V., Mukamedenkyzy V.</i> Trace coefficients of components of some natural gaseous mixtures diffusing into the air.....	120
<i>Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Myrzakasova G.E., Aliaskarov D.R., Shekerbekova S.A., Sadybek A.G.</i> Use of the new version of the problem of two centers in the three-body problem.....	127
<i>Shaldanbayev A. Sh., Akylbayev M., Saprunova M.B.</i> About an advance of waves on an explosive string.....	137
<i>Jakupov K.B.</i> About $k-\varepsilon$ , les, reynolds and power model.....	144
<i>Mazakova B.M., Zhakypov A.T., Abdikerimova G.B.</i> The spacecraft's orbit consecution based on open source data.....	159
<i>Saprunova M.B., Akylbayev M., Shaldanbayev A. Sh.</i> About one way of protection of information transfer.....	164
<i>Smagulova L.A., Issayeva G.B.</i> Features of the learning technologies used in teaching programming.....	173
<i>Yeskaliyev M.Ye.</i> Boundary element method for the approximate solution of the problem caused by the action of a loaded element.....	180
<i>Mindetbayeva A.A., Musahanova M.A.</i> Creation of the of a software complex for extracurricular activities on informatics.....	187

---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

---

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

**ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев, А.Е. Бейсебаева*  
Верстка на компьютере *А.М. Күльгинбаевой*

Подписано в печать 01.02.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,4 п.л. Тираж 300. Заказ 1.

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*