

Визуализация орбитального положения Луны по фотоданным: методика и примеры

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является описание методики, позволяющей визуализировать положение Луны относительно Земли по фотоснимку. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие на конкретном примере построить схему взаимного положения двух небесных тел. В результате была описана методика расчётов, получена визуализация орбитального положения Луны.

Ключевые слова: Орбитальное положение, Земля, Луна, астропhotография

Visualization of the Moon orbital position from photodata: methodology and examples

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this paper is to describe a technique that allows visualizing the position of the Moon relative to the Earth from a photographic image. In the course of this work, search, analytical and computational methods of research were used, which made it possible to construct a scheme of the mutual position of two celestial bodies using a specific example. As a result, the calculation methodology was described, and visualization of the Moon orbital position was obtained.

Keywords: Orbital position, Earth, Moon, astrophotography

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Важность темы обусловлена возрастающим интересом к практическому применению астрономических знаний в образовательной и научно-популярной деятельности. Визуализация движения небесных тел, в частности Луны, способствует лучшему пониманию принципов небесной механики, фаз Луны и её видимого положения на небе в зависимости от времени и географической точки наблюдения. Современные технологии позволяют не только фиксировать изображения Луны, но и использовать их для определения её положения относительно Земли, что важно для астрономического моделирования, планирования наблюдений и образовательных проектов.

Дополнительно, разработка и применение методик визуализации орбитального положения Луны по фотоснимкам позволяет освоить навыки интерпретации астрономических данных и пространственного мышления. Такая деятельность интегрирует знания в области физики, математики и информатики, а также способствует формированию исследовательских навыков. В условиях доступности цифровых инструментов и фотооборудования, данное направление становится более востребованным.

1.2 Обзор исследований

В статье С. Н. Шаповалова [1] показана принципиальная возможность создания вариометра гравитационного поля нового типа на основе разработанного детектора сверхслабых излучений (ДСИ), в котором избирательно повышена чувствительность к неэлектромагнитной, и в том числе к гравитационной компоненте спектра воздействующих физических полей. Определены новые параметры ориентации лунного центра масс относительно центра ее фигуры в исследовании С. Г. Валеева [2]. В работе М. П. Ласека [3] решена задача расчета положения Земли и Солнца с поверхности Луны, а также изучен алгоритм расчета положения планет VSOP87 и модель движения Луны. Были рассчитаны горизонтальные координаты Земли и Солнца. Представлено подробное руководство по подготовке астрофотографий к обработке в программе Fitswork в статье В. Ю. Чжоу [4]. Разработана теория, объясняющая восприятие растениями гравитации через инерционное движение статолитов в ответ на перемещения Земли в исследовании А. М. Оловникова [5].

1.3 Цель исследования

Целью данной статьи является описание методики, позволяющей визуализировать положение Луны относительно Земли по фотоснимку.

2. Методы исследования

В первую очередь необходимо сфотографировать Луну. Для наглядности было произведено четыре фотографии с интервалом между ними 2–3 дня (рис. 1). Фото были получены при помощи телескопа Sky-Watcher Dob 20"

Обозначим:

O — центр Земли;

O1 — центр Луны;

φ — угол между направлениями от Земли на Солнце и на Луну, отсчитываемый в сторону движения Луны;

SS1 — диаметр лунного диска, перпендикулярный лучу зрения наблюдателя с Земли.

Угол $\angle O1OC$, показывающий угловое удаление Луны от Солнца, также обозначается φ на рисунке. Он равен углу $\angle TO1S$, поскольку их стороны взаимно перпендикулярны.

Таким образом, ширина лунного серпа b может быть вычислена по следующему выражению:

$$b = SO_1 - MO_1 = R - R \cdot \cos \varphi = R (1 - \cos \varphi),$$

Тогда выражение для вычисления фазы Луны (то есть видимой освещённой части диска) принимает следующий вид:

$$\Phi = \frac{b}{d} = \frac{R (1 - \cos \varphi)}{2R} = \frac{1 - \cos \varphi}{2} = \sin^2 \frac{\varphi}{2}.$$

тогда для возрастающей Луны:

$$\varphi = 2 \arcsin \sqrt{\Phi}$$

и для убывающей Луны:

$$\varphi = 360^\circ - 2 \arcsin \sqrt{\Phi}$$

Начальной точкой отсчёта считается положение Луны в момент новолуния, а сам угол φ измеряется по направлению её движения по орбите.

Для представленных снимков убывающей Луны получаем следующие данные (табл. 1)

Таблица 1 – Значения фазы Луны и угла φ

фотография	Фото №1	Фото №2	Фото №3	Фото №4
фаза	0,81	0,62	0,31	0,14
угол φ	232°	256°	292°	316°

Опираясь на данные таблицы, на схеме (рис. 3) покажем взаимное расположение Луны и Земли для каждого дня наблюдения.

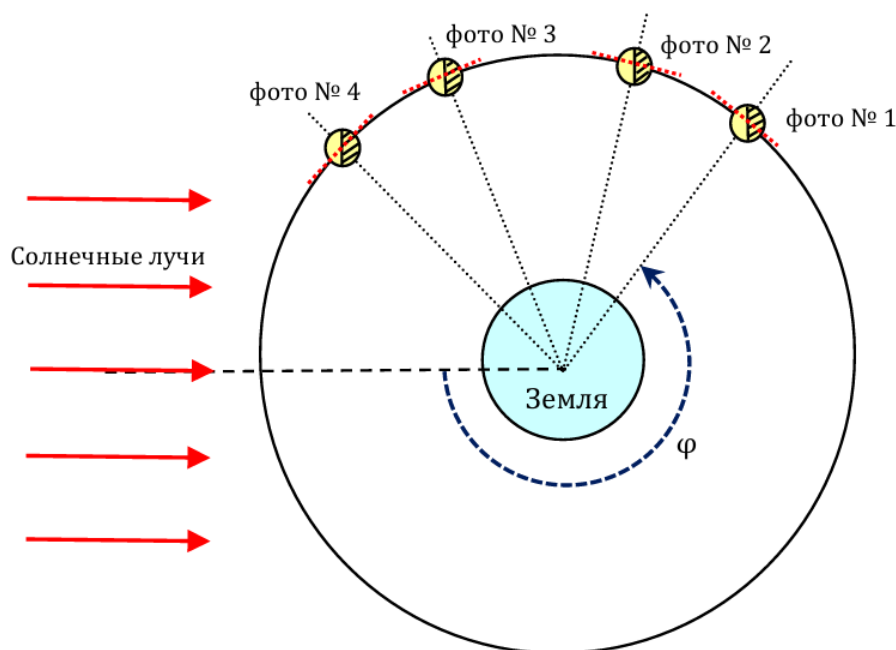


Рисунок 3 – Взаимное положение небесных тел

3. Выводы

В результате была описана методика расчётов, получена визуализация орбитального положения Луны.

Библиографический список

1. Шаповалов С. Н. и др. Исследования чувствительности измерительной системы к положениям Солнца и Луны // Метеорологический вестник. 2009. Т. 2. №. 1. С. 69–96.
2. Валеев С. Г., Микеев Р. Р., Вараксина Н. Ю., Нефедьев Ю. А. Параметры положения центра масс Луны относительно центра ее фигуры на основе данных космических миссий Clementine, Kaguya и каталога ULCN // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. 2011. Т. 153. №. 2. С. 158–164.
3. Ласек М. П., Уляшев А. Е. Расчёт горизонтальных координат Солнца и Земли с поверхности Луны // ИТ Арктика. 2019. №. 1. С. 35–53.
4. Чжоу В. Ю., Болтовский Л. А. Подготовка к обработке астрофотографий в программе fitswork // Постулат. 2024. №. 6(104).
5. Оловников А. М. Роль движений Земли в ориентации растений - планетарный механизм // Биохимия. 2021. Т. 86. №. 11. С.1668.