

УДК 52

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯРКОСТЕЙ НЕБЕСНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

© А.С. Лабузов, А.В. Крутов

Labuzov A.S., Krutov A.V. The numerical method of definition of surface luminances of celestial objects on the base of mathematical modelling. In the astronomical literature the visual characteristics of celestial objects are described by visible stellar magnitude and angular sizes of object. The practice of supervision demonstrates, that the knowledge of just these characteristics it is not enough for the visibility of the object, as it is difficult to predict, what surface brightness is expected to see the object. One of optional versions of the solution of this problem is offered, which is important for the theory of pattern recognition.

В астрономической литературе поверхностная яркость объекта либо вообще не указывается, либо характеризуется весьма субъективно, словесно: «довольно яркая туманность», «слабая галактика» и т. п. [2–6]. Изучение поверхностной яркости небесного объекта по фотографиям или изображению на мониторе компьютера практически невозможно, т. к. подобные носители информации из-за узкого диапазона передаваемых яркостей приводят весьма разнящиеся по величине поверхностные яркости примерно к одному уровню. Часто используемые ПЗС-матрицы [7, 8] сводят восприятие поверхностных яркостей опять-таки к наблюдению компьютерного или ему подобного изображения; они не дают возможности количественной оценки числовыми значениями.

Предлагается численный метод определения поверхностных яркостей небесных объектов с помощью модели в виде формулы:

$$K = \frac{\pi^2}{129600} \cdot \frac{1}{2,512^m \cdot \operatorname{tg} \frac{A}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{B}{2}}, \quad (1)$$

где m – видимая звездная величина, A , B – угловые размеры небесного объекта. Коэффициент $\pi^2/129600$ добавлен в формулу (1) исключительно из антропных и универсальных математических соображений для того, чтобы значения K поверхностной яркости получались удобными для весьма широкого диапазона поверхностных яркостей разнообразных небесных объектов. Единицу измерения поверхностной яркости, определяемую таким образом, называем Km .

Как известно, поверхностная яркость объекта не зависит ни от расстояния от наблюдателя до объекта, ни от применения оптического телескопа, в котором можно пренебречь незначительными потерями света. Поэтому пропорциональное изменение величины m и тангенсов от половин угловых размеров A и B , происходящее вследствие изменения расстояния между наблюдателем и небесным объектом или в результате применения оптического телескопа, не должно влиять на величину K , что говорит в пользу предлагаемого

подхода численного моделирования поверхностной яркости по формуле (1).

Приведем примеры результатов численного определения поверхностных яркостей по формуле (1) для небольшого количества некоторых небесных объектов в таблице 1.

Таблица 1

Примеры поверхностных яркостей
некоторых небесных объектов

Название объекта	Поверхностная яркость, Кэ	Примечание
Ригель	$9,727 \cdot 10^{12}$	звезда
Процион А	$2,943 \cdot 10^{11}$	звезда
Солнце	$1,847 \cdot 10^{11}$	–
Арктур	$2,034 \cdot 10^{10}$	звезда
Антарес	$1,252 \cdot 10^9$	звезда
Луна	481176	в полнолунии
Венера	3460431	фаза 1,00
Нептун	2037	в противостоянии
Каллисто	30075	спутник Юпитера
Паллада	58939	астероид
Юнона	119267	астероид
М 20	0,001154	диффузная туманность
М 97	0,007274	планетарная туманность
NGC 6210	5,13285	планетарная туманность
М 3	0,275343	шаровое скопление
М 77	0,110125	галактика
Большое Магелланово Облако	0,024367	галактика
3С 273	$\sim 10^{15}$	квазар

Вычисление поверхностных яркостей небесных объектов по формуле (1) дает ряд интересных результатов.

Анализируя поверхностные яркости звезд различных спектральных классов, была установлена тесная

корреляционная связь между десятичным логарифмом поверхностной яркости и десятичным логарифмом температуры поверхности звезд [9, 10]. Вполне очевидно, что подобная связь существует и между поверхностной яркостью и цветом звезды. Оказалось, что:

$$T \approx 28,973 \cdot K^{0,214}.$$

Известно, что поверхностная яркость Солнца не испытывает заметных колебаний и является весьма постоянной. Поэтому поверхностную яркость в 1 Кэт можно определить как $1/(1,847 \cdot 10^{11})$ поверхностной яркости Солнца. Высокое постоянство поверхностной яркости Солнца дает основание искать разумную жизнь подобную земной на планетах у звезд пусть с несколько иным спектральным составом излучения, однако с поверхностной яркостью такой же степени постоянства, как и у Солнца.

Прямые астрономические наблюдения планетарных туманностей непосредственно глазом с помощью оптического телескопа показывают, что ни одна даже самая яркая планетарная туманность не видна при этом в своем истинном цвете.

Численное моделирование поверхностных яркостей планетарных туманностей с помощью формулы (1) привело к нахождению критического значения $K_{\text{цв}} \approx 100$ Кэт, ниже которого невозможно увидеть истинный цвет небесного объекта. Расчеты показывают, что в пределах орбиты Плутона даже довольно темные спутники, в частности спутник Нептуна Деспина, позволяют быть видимыми в своем истинном цвете.

Анализ расчетов поверхностных яркостей некоторых туманностей и галактик (M1, M31, M42, M57, NGC 6543 и др.) в соединении со знанием физиологии зрения [1, 5] объясняет причину видимости в телескоп слабых небесных объектов и невидимости их невооруженным глазом.

Модельные расчеты поверхностных яркостей Марса и Плутона позволяют уточнить некоторые факты об истории исследования этих небесных тел.

Поверхностная яркость является важнейшим параметром, воздействующим непосредственно на зритель-

ное впечатление наблюдателя, что способствует лучшему пониманию сути природы объекта.

В ближайшие годы на околоземной орбите вполне технически осуществимо размещение трехметрового рефлектора, в который, скорее всего, уже возможно будет рассмотреть диски Антареса и Бетельгейзе, имеющих крупнейшие угловые размеры. Для этого, по всей видимости, потребуется применить наибольшее полезное увеличение такого телескопа, что приводит к снижению поверхностных яркостей примерно в 282,24 раза. Однако запас яркостей красных сверхгигантов достаточно велик. Как показывает численное моделирование с помощью формулы (1), поверхностные яркости Антареса и Бетельгейзе даже при снижении в 282,24 раза составят миллионы, а то и десятки миллионов Кэт.

Учитывая, что при наблюдении Венеры, имеющей всего несколько миллионов Кэт, приходится применять защитный светофильтр для глаз, следует, что подобный светофильтр понадобится и космонавтам, рассматривающим Антарес и Бетельгейзе с околоземной орбиты глазом в трехметровый рефлектор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение: пер. с англ. М.: Мир, 1990.
2. Астрономический календарь на 1991 г. / под ред. Д.Н. Пономарева. М.: Наука, 1990.
3. Астрономический календарь на 1995 г. / под ред. Д.Н. Пономарева. М.: Физматлит, Наука, 1994.
4. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: учеб. пособие / под ред. В.В. Иванова. М.: Едиториал-УРСС, 2001.
5. Дариус Дж. Недоступное глазу: пер. с англ. / предисл. К.В. Чибисова. М.: Мир, 1986.
6. Климишин И.А. Астрономия наших дней. М.: Наука, 1986.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1997.
8. Куликов Л.Я. Алгебра и теория чисел. М.: Высш. шк., 1979.
9. Лабузов А.С. Наблюдение галактик, туманностей и звездных скоплений / под ред. А.А. Мартыся. М.: Наука, 1993.
10. Лабузов А.С. Поверхностные яркости небесных объектов: моногр. Елец: ЕГУ им.И.А. Бунина, 2006.

Поступила в редакцию 25 ноября 2006 г.