

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В АСТРОФИЗИКЕ И АСТРОНОМИИ**

Сборник материалов
факультетского научно-практического семинара,
посвященного 75-летию ультрафиолетовой и рентгеновской астрономии
и 60-летию лазерной локации Луны

Брест, 30 июня 2022 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2022

УДК 37.016:52+539.171

ББК 22.2+22.6+74.4

Н 34

Под общей редакцией

кандидата физико-математических наук, доцента **А. И. Серого**

Рецензенты:

кандидат физико-математических наук, доцент **А. И. Басик**

кандидат физико-математических наук, доцент **Д. В. Грицук**

Н 34 **Научные** исследования и образовательные технологии в астрофизике и астрономии : сб. материалов фак. науч.-практ. семинара, посвящ. 75-летию ультрафиолетовой и рентген. астрономии и 60-летию лазер. локации Луны, Брест, 30 июня 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Серого. – Брест : БрГУ, 2022. – 39 с.

ISBN 978-985-22-0464-4.

В сборник включены материалы, отражающие результаты научных и научно-методических исследований в области астрофизики, а также преподавания астрономии и астрофизики.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспирантами, преподавателями, магистрантами и студентами высших и средних учебных заведений.

УДК 37.016:52+539.171

ББК 22.2+22.6+74.4

ISBN 978-985-22-0464-4

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2022

УДК 37.016:52+656.835.11

А. В. ДЕМИДЧИК

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ТЕМАТИКА НА ПОЧТОВЫХ МАРКАХ СССР 1950–1970-х ГОДОВ

Настоящая публикация является логическим продолжением работы [1], в которой речь шла о межпредметных связях астрономии, в частности с таким увлечением, как коллекционирование монет. Астрономическая (или космическая) тематика красочно проявила себя также при выпуске средств оплаты почтовой связи (почтовых марок).

В августе 1951 г. в СССР была издана марка «Основоположник отечественной космонавтики К. Э. Циолковский (1857–1935)» серии «Ученые нашей Родины». В октябре 1956 г. в честь 125-летия со дня рождения астронома Ф. А. Бредихина (1831–1904) была опубликована марка с портретом академика на фоне Пулковской обсерватории.

Запуск первого в мире искусственного спутника Земли (далее – ИСЗ) 04.10.1957 был отмечен одноименными марками в ноябре-декабре того же года. В декабре вышла марка в честь второго советского ИСЗ, который был запущен 03.11.1957. 15 мая 1958 г. СССР запустил третий ИСЗ «...весом 1327 кг на высоту 1880 километров» (текст в кавычках взят из купона к марке, выпущенной в июле 1958 г.). Три спутника в январе 1959 г. вновь изображались на марке «Советские искусственные спутники Земли и космическая ракета».

В августе 1958 г. состоялся X съезд Международного астрономического союза в Москве, ввиду чего были опубликованы три марки: «Башня солнечного телескопа Крымской обсерватории», «Высотное здание МГУ» и «Параболический рефлектор ГАИ имени П. К. Штернберга в Москве».

02.01.1959 в сторону Луны была запущена первая советская космическая ракета. Это событие нашло отражение в апреле 1959 г. на двух марках, на которых изображены схема трассы ракеты, дата запуска, дата создания искусственной кометы, прохождение «Луны-1» на расстоянии 5500 км от Луны, траектория сближения ракеты с Луной.

12.04.1961 Ю. А. Гагарин совершил первый в мире космический полет. В апреле – июне этого года вышли марки с портретом Героя Советского Союза, изображение первого космического корабля «Восток» и первого ИСЗ. Последующие годы в честь годовщины полета выходили посвященные этому событию марки.

В июне 1961 г. вышли две марки, посвященные четвертому (с собакой Чернушка) и пятому (с собакой Звездочка) ИСЗ, запущенным 09.03.1961

и 25.03.1961. 6–7 августа этого же года Г. С. Титов на корабле «Восток-2» совершил полет в космос, в связи с чем вышли две марки с портретом Героя Советского Союза и видом Земли с корабля.

В октябре 1962 г. вышла серия марок «Слава покорителям космоса», в ноябре была выпущена марка «Советская автоматическая межпланетная станция “Марс-1”» (запущена 01.11.1962).

В июне 1963 г. был совершен групповой полет советских космонавтов В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой на кораблях «Восток-5» (14–19.06.1963) и «Восток-6» (16–19.06.1963), отмеченный серией марок с портретами космонавтов. В декабре этого же года в серии «Первые в космосе» вышли марки с изображением первого ИСЗ, первого вымпела на Луне, первого снимка обратной стороны Луны, первого человека в космосе, первого группового полета в космос и первой женщины-космонавта.

Основоположникам ракетной теории и техники Н. И. Кибальчичу (1853–1881), К. Э. Циолковскому и Ф. А. Цандеру (1887–1933) посвящены марки с портретами ученых, изданные в апреле 1964 г. В августе этого года вышел почтовый блок с изображением первого ИСЗ, первого вымпела на Луне (14.09.1959), первого снимка обратной стороны Луны (06.10.1959), первого человека в космосе, первого группового полета в космос (11–15.08.1965, корабли «Восток-3» и «Восток-4») и первой женщины-космонавта (корабли «Восток-5» и «Восток-6», рисунок 1).

К 100-летию астронома П. К. Штернберга (1865–1920) в январе 1965 г. выпустили марку с портретом ученого. 18–19.03.1965 на корабле «Восход-2» состоялся полет П. И. Беляева и А. А. Леонова, при этом осуществлен первый в мире выход человека в открытый космос (18 марта), что отражено на марках, выпущенных в мае (рисунок 3).

31.01.1966 запущена советская автоматическая станция «Луна-9». На марках – схема полета, вымпел на Луне, советская лаборатория на Луне, первый телесеанс (04.02.1966, рисунок 2). 31.03.1966 запущена советская автоматическая станция «Луна-10», а 23 апреля – первый советский спутник связи «Молния-10». В июле вышли марки с изображением собак Уголька и Ветерка на борту спутника «Космос-110» (22.02–16.03.1966), вымпела и медали на планете Венера (01.03.1966), автоматической станции «Луна-10», ставшей искусственным спутником Луны (03.04.1966), автоматической станции «Луна-11», ставшей вторым искусственным спутником Луны (28.08.1966) и четвертого спутника связи «Молния-1» (20.10.1966), обеспечивающего телефонную и телеграфную связь.

В марте 1967 г. изданы три марки, посвященные выходу А. А. Леонова в открытый космос, виду поверхности земного шара из космического корабля и искусственному спутнику над поверхностью Луны.

В ноябре 1968 г. издан почтовый блок из трех марок с купонами серии «Космическая система “Орбита”». 26–30.10.1968 на корабле «Союз-3» совершен космический полет Г. Т. Береговым, а в декабре издана марка с портретом дважды Героя Советского Союза.

16.01.1969 впервые в мире создана экспериментальная космическая станция из состыкованных кораблей «Союз-4» и «Союз-5». На почтовом блоке – портреты Героев Советского Союза В. А. Шаталова, Б. В. Волынова, А. С. Елисеева и Е. В. Хрунова. В апреле вышла марка с изображением скульптурного портрета конструктора С. П. Королева (1907–1966), ракеты-носителя «Восток» и автоматической станции «Зонд-5» в полете вокруг Луны (15–21.09.1968). В этом же году изданы марки с изображением поверхности Луны с помощью автоматической станции «Зонд-7».

17.11.1970 автоматическая станция «Луна-17» доставила на Луну автоматический самоходный аппарат «Луноход-1», изображение которого приведено на марках (рисунок 4). 27.11.1971 автоматическая станция «Марс-2» доставила вымпел на Марс.

Ко Дню космонавтики в 1973 г. приурочены марки с изображением ИСЗ «Интеркосмос», самоходного аппарата «Луноход-2» на восточной окраине Моря Ясности внутри кратера Лемонье, траекторией полета автоматической станции «Луна-21».

Как видно, бурный рост космической отрасли в третьей четверти XX в. в СССР оказал существенное влияние и на издание соответствующей данной тематике филателистической продукции.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидчик, А. В. Астрономия и нумизматика / А. В. Демидчик // Астрофизические исследования в БрГУ имени А. С. Пушкина : сб. материалов

фак. науч.-практ. семинара, Брест, 12 апр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Серого. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 4–5.

2. Каталог почтовых марок СССР. 1918–1974 / под ред. М. Е. Гинзбург, М. И. Спивак. – М. : Союзпечать, 1976. – 840 с.

УДК 37.016:52+52-325

П. Б. КАЦ

ЗАДАЧИ НА ПРИМЕНЕНИЕ УТОЧНЕННОГО ТРЕТЬЕГО ЗАКОНА КЕПЛЕРА

В [1, с. 58] приводится следующая задача. *Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 суток на среднем расстоянии 438 тыс. км. Для Луны эти величины равны соответственно 27,3 суток и 384 тыс. км. Ответ: 14,612 массы Земли.*

При решении используется уточненный третий закон Кеплера, но затем авторы пренебрегают массами Титании и Луны. Масса Титании почти в 25 тыс. раз меньше массы Урана. Однако масса Луны меньше массы Земли всего в $k_1 = 81,30$ раза. Поэтому приведенное в ответе значение $k_2 = 14,612$ – это отношение массы Урана к суммарной массе Земли и Луны, а не к массе Земли. Отсюда отношение k_3 массы Урана к массе Земли оказывается равным

$$k_3 = k_2 \left(1 + \frac{1}{k_1} \right) = 14,612 \left(1 + \frac{1}{81,30} \right) = 14,79 \approx 14,8. \quad (1)$$

Аналогичная задача есть в [2]. *Вычислить массу Юпитера, зная, что один из его спутников (Ио) совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток на расстоянии 422 тыс. км от Юпитера.*

В пренебрежении массой Луны масса Юпитера получается равной 317 массам Земли, а с учетом массы Луны – 321 массе Земли.

В [3] рассматривается применение уточненного третьего закона Кеплера для вычисления отношения массы Солнца к массе Земли. Предлагается пренебречь массой Земли по сравнению с массой Солнца, а Луны – по сравнению с массой Земли. При этом утверждается, что получится результат, в соответствии с которым масса Солнца в 333 тыс. раз больше массы Земли. Однако если взять $T_1 = 365,26$ суток, $T_2 = 27,32$ суток,

$a_1 = 149\,598\,261$ км, $a_2 = 384\,399$ км, то получится отношение масс, равное $3,30 \cdot 10^5$. Если не пренебрегать массой Луны по сравнению с массой Земли, получится отношение, равное $3,34 \cdot 10^5$.

Таким образом, учет массы Луны приводит к более точному результату, но все-таки отличающемуся в третьей значащей цифре от известного результата $3,33 \cdot 10^5$. По-видимому, это связано с тем, что на движение Луны вокруг Земли существенное возмущающее воздействие оказывает Солнце.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галузо, И. В. *Астрономия : учеб. для 11-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения (базовый и повыш. уровни) / И. В. Галузо, В. А. Голубев, А. А. Шимбалев. – Минск : Нар. света, 2021. – 207 с. : ил.*
2. Левитан, Е. П. *Астрономия : учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений / Е. П. Левитан. – М. : Просвещение, 1994. – 207 с. : ил.*
3. *Воронцов-Вельяминов, Б. А. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс : учебник / Б. А. Воронцов-Вельяминов, Е. К. Страут. – 5-е изд., пересм. – М. : Дрофа, 2018. – 238 с. : ил., 8 л. цв. вкл.*

УДК 37.016:52+52-325

П. Б. КАЦ

ПРИМЕРЫ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Для увеличения интереса студентов к решению задач и освоению теоретической механики можно предложить задачи про реальные интересные астрономические объекты.

В [1] приводится следующая задача. *Космическое тело движется к Солнцу, имея вдали от него скорость v_0 и прицельный параметр l – плечо вектора v_0 относительно центра Солнца. Найти наименьшее расстояние, на которое это тело приблизится к Солнцу.*

В 2017 г. был открыт первый межзвездный объект, пролетающий через Солнечную систему. Он получил название Оумуамуа. Приведенную выше задачу можно сформулировать с данными для Оумуамуа. *Скорость Оумуамуа вдали от Солнца составляет $v = 26,33$ км/с. Прицельный параметр $\rho = 126,8$ млн км. Найдите эксцентриситет орбиты Оумуамуа и наименьшее расстояние, на которое он приблизился к Солнцу (перигелий).*

Обозначая массу Солнца через M , массу Оумуамау через m , его энергию через E , момент количества движения относительно Солнца через L , получаем, что эксцентриситет равен [2, с. 52]:

$$e = \sqrt{1 + \frac{2EL^2}{m\alpha^2}} = \sqrt{1 + \frac{m\mathcal{G}^2(m\mathcal{G}\rho)^2}{m(GMm)^2}} = \sqrt{1 + \frac{\mathcal{G}^4\rho^2}{(GM)^2}} = 1,199.$$

Значение эксцентриситета больше единицы означает, что траектория гиперболическая – объект не принадлежит Солнечной системе.

Перигелийное расстояние:

$$r_{\min} = \frac{p}{1+e} = \frac{\left(\frac{L^2}{m\alpha}\right)}{1+e} = \frac{\left(\frac{(m\mathcal{G}\rho)^2}{GMm^2}\right)}{1+e} = \frac{\left(\frac{(\mathcal{G}\rho)^2}{GM}\right)}{1+e} = 0,2553(a.e.)$$

Также студентам предлагается следующая задача. *Найдите угол рассеяния Оумуамау на Солнце (смысл обозначений – прежний).*

Прицельный параметр связан с углом рассеяния θ следующим соотношением:

$$\rho = \frac{\alpha}{m\mathcal{G}^2} \operatorname{ctg}\left(\frac{\theta}{2}\right).$$

Отсюда находится угол рассеяния, который равен 113° .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учеб. пособие / И. Е. Иродов. – 2-е изд., перераб. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 416 с. : ил.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учеб. пособие для вузов : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – Т. 1 : Механика. – 224 с.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**К ВОПРОСУ О РАВЕНСТВЕ МЕЖДУ ДЛИНОЙ ТЕНИ
И ВЫСОТОЙ ПРЕДМЕТА В АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ПОЛДЕНЬ**

В одной из лабораторных работ (ЛР), предусмотренных учебной программой по астрономии, присутствует задание следующего содержания. *Найдите день года, в который в городе, соответствующем Вашему варианту, длина тени предмета равна его высоте в астрономический полдень. Значение склонения Солнца δ_s в разные дни года можно брать из справочных таблиц, значение широты города φ считайте известным.*

Процесс выполнения задания можно разделить на этапы (таблица).

Таблица – Основные этапы выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснения
1	Определяем значение высоты Солнца h_s над горизонтом, которое соответствует условию, указанному в задании	Это следует обосновать геометрически и продемонстрировать преподавателю при сдаче ЛР
2	Выводим соотношение между h_s , φ и δ_s , где δ_s – склонение Солнца	а) Выполняем предварительные геометрические построения в плоскости небесного меридиана (сечение небесной сферы, отвесная линия, ось мира, полуденная линия, небесный экватор, суточная параллель Солнца); б) получаем искомое соотношение, которое выглядит по-разному в случае $\delta_s < \varphi$ и $\delta_s > \varphi$ (независимо от того, какие знаки у величин δ_s и φ – положительные или отрицательные)
3	Находим δ_s	Подставляя значение h_s , найденное на этапе 1, в формулу, полученную на этапе 2, находим δ_s
4	Определяем день года, в который выполняется условие, указанное в задании	а) Используем справочные таблицы; б) если значение δ_s , найденное на предыдущем этапе, не попадает в диапазон $-23^\circ 26' \leq \delta_s \leq +23^\circ 26'$, то для города, соответствующего Вашему варианту, таких дней не существует; в противном случае таких дней в году должно быть 2 (или 1, если значение δ_s очень близко к $\pm 23^\circ 26'$)

УДК 524.3

А. И. СЕРЫЙ**К ВОПРОСУ О СВЕТИМОСТЯХ И ПУТЯХ ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ**

При исследовании белых карликов (БК) важное место занимает вопрос о путях их образования. Соответствующая информация систематизирована в таблицах 1 и 2, составленных на основе сведений из [1, с. 185].

Таблица 1 – Основные сценарии образования БК

	I. Эволюция одиночных звезд	II. В тесной двойной системе (ТДС)
Условия для исходной звезды	Красный гигант с массой $M \leq 5M_s$ (M_s – масса Солнца)	Более массивный компонент ТДС
Что происходит	После исчерпания запасов термоядерного горючего происходит сброс внешних слоев, при этом масса остатка $M \leq 1,4M_s$	Часть вещества более массивного компонента ТДС, заполнив полость Роша, перетекает на второй компонент ТДС.
Стадия планетарной туманности	Присутствует (так считается)	Может отсутствовать

Таблица 2 – Замечания о светимости БК

	I. Одиночный БК	II. БК в ТДС
Основные источники светимости	Запасенная в БК энергия теплового движения ионов	На светимость может заметно влиять термоядерное горение водорода, перетекающего со второго компонента ТДС
Изменение светимости во времени	С возрастом БК светимость падает	Возможны вспышки новых, новоподобных звезд (неоднократно) или сверхновой (однократно)

Данные таблицы могут найти применение в образовательном процессе при изучении дисциплины «Астрономия» студентами специальности «Физика и информатика».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Совет. энцикл., 1988–1998. – Т. 1 : Ааронова – Бома эффект – Длинные линии. – 1988. – 704 с.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

К ВОПРОСУ О ФОРМУЛИРОВКЕ ТЕОРЕМЫ О ВЫСОТЕ ПОЛЮСА МИРА В КУРСЕ АСТРОНОМИИ

В учебной литературе по астрономии встречаются различные формулировки теоремы о высоте полюса мира (ПМ) по отношению к плоскости математического горизонта (ПМГ). К примеру, в [1, с. 30] встречается следующая формулировка: *высота ПМ над горизонтом всегда равна астрономической широте φ места наблюдения.*

Не затрагивая вопрос об отклонении формы Земли от шара (что приводит к поправкам к формулировке), отметим, что здесь не уточняется, какой именно ПМ находится над горизонтом (это зависит от знака φ). Для северного полушария такая формулировка приемлема, но если место наблюдения расположено в южном полушарии, то над горизонтом виден южный ПМ, т. е. его высота положительна и не может быть равна отрицательному значению широты φ . Кроме того, для широт, близких к экватору, из-за рефракции становится важным различие между положением ПМ по отношению к видимому горизонту и ПМГ. В связи с этим возможно изменить формулировку следующим образом: *высота ПМ, одноименного с полушарием, в котором ведутся наблюдения, над ПМГ всегда равна абсолютной величине астрономической широты φ места наблюдения.*

В [2, с. 71] приводится формулировка (без указания на то, что это теорема) следующего содержания. *Угол наклона оси мира к ПМГ (высота ПМ) равен углу географической широты местности.*

Здесь не вполне ясно, какой ПМ расположен над ПМГ. Поэтому можно улучшить формулировку следующим образом: *высота северного ПМ h_p по отношению к ПМГ равна углу географической (астрономической) широты φ места наблюдения. Тогда при $\varphi < 0$ будет $h_p < 0$.*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курс общей астрономии / П. И. Бакулин [и др.]. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1977. – 544 с.
2. Румянцев, А. Ю. Астрономия : учеб.-метод. пособие для преподавателей астрономии, студентов пед. вузов и учителей сред. учеб. заведений / А. Ю. Румянцев, Т. А. Серветник ; под ред. А. В. Усовой. – Магнитогорск : МаГУ, 2003. – 312 с.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**К МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «АСТЕРОИДЫ»
В КУРСЕ АСТРОНОМИИ**

Учебной программой по дисциплине «Астрономия», изучаемой студентами специальности «Физика и информатика», предусмотрено, в частности, изучение темы «Астероиды».

Среди астероидов важное место занимают те из них, чьи орбиты довольно близки к орбите Земли. Такие астероиды можно разделить на четыре группы. Сравнительная характеристика этих групп предложена ниже в виде таблицы, составленной на основе сведений из [1]. При этом использованы следующие обозначения: $a_0 = 1$ а.е. – большая полуось земной орбиты, a – большая полуось орбиты астероида, $q_0 = 0,9833$ а.е. – расстояние от Земли до Солнца в перигелии, $Q_0 = 1,0167$ а.е. – расстояние от Земли до Солнца в афелии, q – расстояние от астероида до Солнца в перигелии, Q – расстояние от астероида до Солнца в афелии.

Таблица – Сравнение групп астероидов

Группа	Астероид, в честь которого названа группа	a	Условия для q, Q	Комментарий
1. Амуры	Амур (1221)	$> a_0$	$Q_0 < q < 1,3$ а.е.; $Q > Q_0$	Орбиты целиком находятся дальше от Солнца по сравнению с земным афелием
2. Аполлоны	Аполлон (1862)	$> a_0$	$q < Q_0$	Астероиды могут проникать внутрь орбиты Земли
3. Атоны	Атон (2062)	$< a_0$	$Q > q_0$	Астероиды могут проникать внутрь орбиты Земли
4. Атиры	Атира (163693)	$< a_0$	$q < Q < q_0$	Орбиты целиком находятся ближе к Солнцу по сравнению с земным перигелием

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астронет > Астероидно-кометная опасность: современное состояние проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.astronet.ru/db/msg/1202522/node3.html>. – Дата доступа: 29.06.2022.

УДК 524.3

А. И. СЕРЫЙ**О БАЛАНСЕ МЕЖДУ ДАВЛЕНИЕМ СВЕРХПЛОТНОГО ВЕЩЕСТВА И ГРАВИТАЦИЕЙ В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Учебной программой по астрономии предусмотрено, в частности, знакомство с некоторыми типами звезд. Представляется интересным, к примеру, сравнить объяснение устойчивости белых карликов (БК) и нейтронных звезд (НЗ). Соответствующая информация отражена в таблице, составленной на основе сведений из [1, с. 185; 2, с. 281].

Таблица – Устойчивость БК и НЗ

	БК	НЗ
1.1. За счет чего сжимается звезда	За счет гравитации	За счет гравитации
1.2. Предел Чандрасекара	Максимальная масса БК равна $1,4M_s$ (M_s – масса Солнца)	Максимальная масса НЗ попадает в пределы от $1,4M_s$ до $2,7M_s$
2.1. Что противопоставит гравитационному коллапсу в первом приближении	Давление вырожденного электронного газа в недрах	Давление вырожденной нейтронной жидкости в жидком ядре
2.2. Поправки к п. 2.1	Обменные и корреляционные поправки к кулоновской энергии	Обменные и корреляционные поправки к ядерной энергии, а также учет отталкивания нуклонов на малых расстояниях
2.3. При этом следует учитывать, что	эти поправки невелики, так как в целом электрический заряд системы близок к нулю (вследствие наличия ядер)	эти поправки более существенны по сравнению с поправками, обсуждаемыми для БК, так как барионный заряд системы неравен нулю

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Совет. энцикл., 1988–1998. – Т. 1 : Ааронова – Бома эффект – Длинные линии. – 1988. – 704 с.
2. Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Большая рос. энцикл., 1988–1998. – Т. 3 : Магнитноплазменный – Пойнтинга теорема. – 1992. – 672 с.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**О ВЫЧИСЛЕНИИ ЦЕЛОГО ЧИСЛА ТРОПИЧЕСКИХ ЛЕТ
В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ**

В одной из лабораторных работ, предусмотренных учебной программой по дисциплине «Астрономия» для студентов, обучающихся по специальности «Физика и информатика», присутствует задание следующего содержания. *Учитывая дату и время Вашего рождения, определите, в какой момент Вам следовало бы отмечать день рождения в текущем году с учетом целого числа тропических лет, прошедших с момента Вашего рождения. Если время суток, соответствующее моменту Вашего рождения, Вам неизвестно, в качестве такового берите полдень. Если неизвестны только минуты и секунды, полагайте их равными нулю. Если момент Вашего рождения близок к новогодней полуночи, момент времени, который должен быть указан в ответе, может относиться к соседним суткам (и, соответственно, к соседнему году – предыдущему или следующему). Ответ должен быть дан с точностью до минут и секунд.*

Процесс выполнения задания можно разделить на этапы, перечисленные ниже в таблице.

Таблица – Основные этапы выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснения
1	Нахождение целого числа календарных лет между текущим годом и годом рождения	Простое вычитание номера года рождения из номера текущего года. Соответствующую разность обозначаем через N
2	Нахождение количества суток, соответствующих N тропическим годам	Находим произведение NT_0 , где T_0 – продолжительность тропического года (в сутках); значение T_0 (справочное) берем с точностью до четырех знаков после запятой; результат записываем в сутках, часах, минутах и секундах
3	Определение требуемого момента времени в текущем году (замечание о моменте времени, близком к новогодней полуночи, см. в условии)	Прибавляем значение NT_0 , полученное на предыдущем этапе и выраженное в требуемых единицах, к моменту рождения, после чего, учитывая все високосные дни в прошедших годах, находим требуемый день года, часы, минуты и секунды

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

О НАХОЖДЕНИИ ВЫСОТЫ ЛУНЫ В ВЕРХНЕЙ КУЛЬМИНАЦИИ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ

В одной из лабораторных работ (ЛР), предусмотренных учебной программой по астрономии, присутствует задание следующего содержания. *Учитывая наклон лунной орбиты к эклиптике ($\varepsilon' = 5^\circ 09'$ [1, с. 58]), найдите максимально и минимально возможное значение высоты Луны (h_{max} и h_{min}) в верхней кульминации в городе, соответствующем Вашему варианту. Угол наклона эклиптики к небесному экватору $\varepsilon = 23^\circ 26'$ [1, с. 7], значение широты города φ считайте известным.*

Процесс выполнения задания можно разделить на этапы, представленные в таблице.

Таблица – Основные этапы выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснения
1	Определяем пределы изменения склонения Луны δ_{min} и δ_{max}	Угол ε (см. выше) позволяет найти пределы изменения склонения Солнца δ_s . Из-за непрерывного смещения узлов лунной орбиты угол ε' (см. выше) может как прибавляться к склонению δ_s , так и вычитаться из δ_s
2	Выполняем предварительные геометрические построения в плоскости небесного меридиана	Изображаем сечение небесной сферы указанной плоскостью, отвесную линию, ось мира, полуденную линию, небесный экватор, суточные параллели Луны при δ_{min} и δ_{max}
3	Находим h_{min} и h_{max} в верхней кульминации	Выводим расчетные формулы на основе анализа чертежа, выполненного в п. 2. Учитываем, что: а) в северном полушарии h_{max} соответствует δ_{max} , h_{min} соответствует δ_{min} ; б) в южном полушарии h_{max} соответствует δ_{min} , h_{min} соответствует δ_{max}

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

О НАХОЖДЕНИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДИМОЙ ЗВЕЗДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ УДАЛЯЮЩЕЙСЯ ЗВЕЗДЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ

Учебной программой по астрономии для студентов специальности «Физика и информатика» предполагается выполнение лабораторных работ. В одной из таких работ присутствует следующее задание. *Определите, на сколько изменилась бы видимая звездная величина (ЗВ) звезды, соответствующей Вашему варианту, через $t = 1$ млн лет, если бы звезда удалялась от Солнца с постоянной скоростью N км/с (N соответствует Вашему варианту), а процессы, происходящие в звезде, не оказали бы за это время заметного влияния на ее абсолютную ЗВ M .*

Выполнение задания можно разделить на три этапа (таблица). При этом m_1 и m_2 – начальная и конечная видимая ЗВ, r_1 и r_2 – начальное и конечное расстояние до звезды, π'' – ее годичный параллакс, $r_0 = 1$ пк.

Таблица – Этапы выполнения задания

Этап	Содержание этапа
1	Составление блок-схемы с подстановками (рисунок)
2	В схеме, полученной на первом этапе, после всех преобразований остается уравнение с одним неизвестным (m_2)
3	После решения уравнения, полученного на втором этапе, находим $\Delta m = m_2 - m_1$

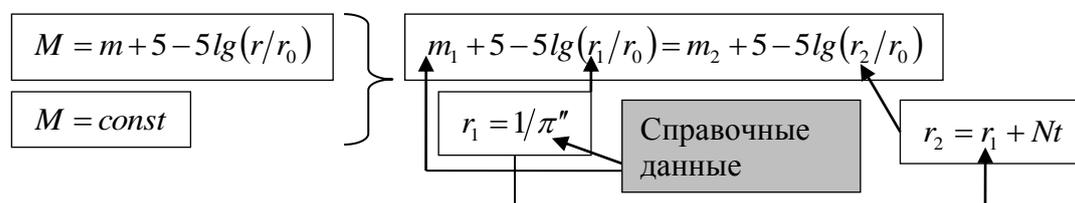


Рисунок – Блок-схема с подстановками на первом этапе

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

О НАХОЖДЕНИИ МОМЕНТА ВЕРХНЕЙ КУЛЬМИНАЦИИ ЗВЕЗДЫ ПО ПОЯСНОМУ ВРЕМЕНИ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ

Учебная программа по астрономии для студентов специальности «Физика и информатика» предполагает выполнение лабораторных работ. В одной из таких работ присутствует задание следующего содержания. *Определите момент времени T_n , в который по поясному времени города, соответствующего Вашему варианту, произойдет верхняя кульминация звезды, соответствующей Вашему варианту, в заданный день года. Считайте, что границы часовых поясов проходят строго по заданным меридианам.*

Выполнение задания можно разделить на четыре этапа (таблица), этапы 1–3 можно выполнять в любой последовательности. При этом α – прямое восхождение звезды, s – текущее звездное время, λ – географическая долгота города, n – номер часового пояса, S_0 – звездное время полуночи, с которой начинаются заданные сутки, измеренное на Гринвиче. Все четыре этапа можно объединить также в виде блок-схемы (рисунок).

Таблица – Этапы выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснение
1	Нахождение звездного времени	Из условия $s = \alpha$
2	Нахождение номера часового пояса	По формуле $n = \left[(\lambda + 7,5^\circ) / 15^\circ \right]$ ($[x]$ – целая часть числа x)
3	Нахождение S_0	Из справочных таблиц
4	Нахождение T_n с учетом результатов, полученных на этапах 1–3	По формуле $T_n = n - \lambda + \left(s - S_0 + \frac{3^m 56^s}{24^h} \lambda \right) \frac{365,2422}{366,2422}$

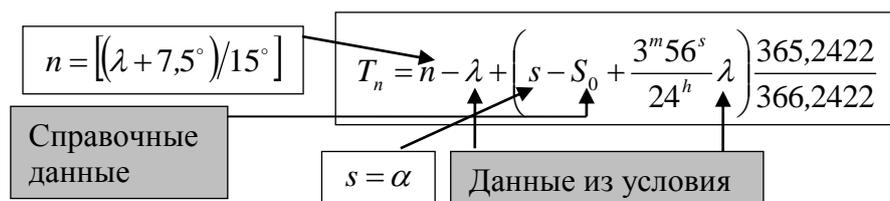


Рисунок – Блок-схема с подстановками

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

О НАХОЖДЕНИИ ПЕРВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ В ЗАДАННОМ НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ

Учебной программой по дисциплине «Астрономия» для студентов специальности «Физика и информатика» предполагается выполнение лабораторных работ, в одной из которых присутствует следующее задание. *Определите значение первой космической скорости [1, с. 65] в городе, соответствующем Вашему варианту. Поверхность Земли считайте сферой постоянного радиуса, равного среднему значению радиуса Земли.*

Введем следующие обозначения: G – гравитационная постоянная, M – масса Земли, R – радиус Земли, T – период вращения Земли, r – радиус круга, который получается при мысленном рассечении земного шара на широте φ плоскостью, перпендикулярной оси вращения, v_1 – первая космическая скорость без учета вращения Земли, v_{ep} – скорость вращения заданной точки земной поверхности (поясняющий рисунок следует сделать самостоятельно), v_1' – первая космическая скорость с учетом вращения Земли (искомая величина).

Соответствующая блок-схема представлена на рисунке (в ответе следует, помимо численного значения, представить окончательную расчетную формулу). Стрелки соответствуют подстановкам. При подстановке значения географической широты следует правильно выполнять преобразования угловых минут и секунд (при наличии в исходных данных) в дробные доли градуса или радиана в десятичной системе исчисления.

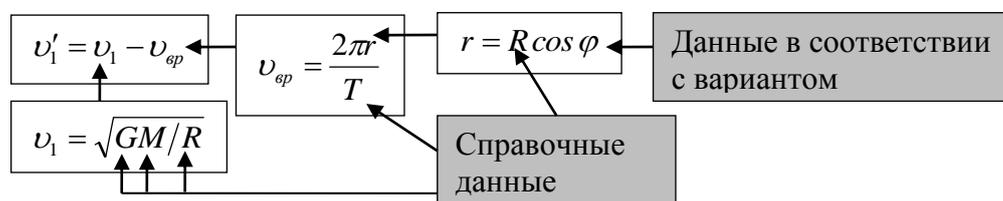


Рисунок – Блок-схема с подстановками

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

УДК 524.3

А. И. СЕРЫЙ**О РАЗНОВИДНОСТЯХ РАЗРУШЕНИЙ
В АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**

Фундаментальные взаимодействия, влияющие на эволюцию астрофизических объектов, могут и играть не только созидательную, но и разрушительную роль. Некоторые сведения, относящиеся к данной теме, отражены в таблице (в которую не включены примеры, связанные со звездным ветром, давлением излучения и т. д.).

Таблица – Примеры разрушений в астрофизике

	Силы		
	гравитационные	кулоновские	ядерные
Что происходит	Разрушение объекта на составные части	Ионизация (разрушение нейтральных атомов); разрушение астрофизического объекта как единого целого не происходит	Разрушение (диссоциация) атомных ядер на отдельные нуклоны; разрушение астрофизического объекта как единого целого не происходит
Причина	Гравитационное взаимодействие между отдельными частями тела сравнимо с гравитационным взаимодействием тела с другими телами, оказавшимися поблизости	Кулоновское взаимодействие между электронами и ядром атома сравнимо с кулоновским взаимодействием электронов с другими атомами, оказавшимися поблизости	Ядерное взаимодействие между отдельными нуклонами ядра сравнимо с ядерным взаимодействием нуклонов с другими ядрами, оказавшимися поблизости
Примеры	1) Аккреция вещества; 2) разрушение предполагаемой планеты, на месте которой находится главный пояс астероидов	В оболочках белых карликов [1, с. 74]	В недрах нейтронных звезд (переход от электронно-нейтронно-ядерной к электронно-нуклонной фазе) [1, с. 167]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Секержицкий, В. С. Равновесные системы фермионов и бозонов в магнитных полях : монография / В. С. Секержицкий ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : Изд-во БрГУ, 2008. – 198 с.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**О СПОСОБАХ ЗАПОМИНАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ В КУРСЕ АСТРОНОМИИ**

В различных учебных пособиях по астрономии можно встретить разные подходы к определению направления вращения небесной сферы (НС). Иногда они выглядят противоречащими друг другу, в связи с чем представляет интерес их сравнительный анализ (таблица).

Таблица – Сравнение подходов к определению направления вращения НС

Направление вращения	Куда смотрит наблюдатель	Когда удобен этот подход	Можно ли сказать, что НС вращается «слева направо» или «справа налево»
1.1. Против часовой стрелки	На Полярную звезду и звезды около нее	При наблюдении ночного неба вблизи Полярной звезды (ПЗ) в северном полушарии (СП)	Нет, так как это справедливо только на участке траектории «ниже» ПЗ
1.2. Против часовой стрелки	На север (в южном полушарии)	При наблюдении северной части неба, если место наблюдения расположено в южном полушарии (ЮП)	Да (справа налево), поскольку в поле зрения наблюдателя попадает только такая часть траектории
1.3. Против часовой стрелки	На южный полюс мира (ЮПМ), обозначенный на небесном глобусе (НГ)	При выполнении лабораторных работ с использованием НГ, если город, соответствующий заданию, расположен в ЮП	Нет, так как это справедливо только на участке траектории «ниже» ЮПМ
2.1. По часовой стрелке	На созвездие Октанта и соседние с ним	При наблюдении ночного неба вблизи созвездия Октанта в ЮП	Нет, так как это справедливо только на участке траектории выше ЮПМ
2.2. По часовой стрелке	На юг (в северном полушарии)	При наблюдении южной части ночного неба, если место наблюдения расположено в СП	Да (слева направо), поскольку в поле зрения наблюдателя попадает только такая часть траектории
2.3. По часовой стрелке	На северный полюс мира (СПМ), обозначенный на НГ	При выполнении лабораторных работ с использованием НГ, если город, соответствующий заданию, расположен в СП	Нет, так как это справедливо только на участке траектории «выше» СПМ

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

**О СПОСОБАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗВЕЗДНОГО ВРЕМЕНИ
В СРЕДНЮЮ ГРИНВИЧСКУЮ ПОЛНОЧЬ**

В некоторых лабораторных работах (ЛР), предусмотренных учебной программой по дисциплине «Астрономия», есть задания, при выполнении которых требуется знать всемирное звездное время S_0 в среднюю полночь. Несмотря на наличие справочных таблиц, в которых значения указанной величины расписаны на каждый день года (они составляются ежегодно, либо для каждого дня берутся усредненные значения по разным годам, т. е. уже не в смысле «среднего Солнца»), возможен и иной способ определения S_0 , который пригоден для расчетов в образовательных целях при выполнении ЛР. В этом случае можно применить следующую формулу:

$$S_0(t) = (t - t_0)s_0/T + s_0\theta(t_0 - t). \quad (1)$$

где $s_0 = 24^h$, $\theta(x)$ – функция Хевисайда, $T = 365,2422$ суток – продолжительность тропического года, t – время (номер суток года, начиная с 1 января), t_0 соответствует 23 сентября, $t_0 = 266$ суток в обычный год, $t_0 = 267$ суток в високосный год. Если же вместо t_0 взять t_1 , что соответствует 21 марта, то $t_1 = 80$ суток в обычный год, $t_1 = 81$ сутки в високосный год. Тогда вместо (1) можно записать:

$$S_0(t) = (t - t_1)s_0/T + 12^h - s_0\theta(t - t_1 - T/2). \quad (2)$$

Значение S_0 , определенное по формулам (1) и (2), в действительности соответствуют либо тем суткам года, для которых выполнен расчет, либо суткам, отличающимся от предполагаемых на одну-две единицы. Расхождение (как и при вычислении склонения и прямого восхождения Солнца) связано с високосными днями и с неравномерной скоростью движения Земли по орбите вокруг Солнца (важно, что эксцентриситет орбиты Земли невелик, поэтому малы и отклонения скорости от среднего значения).

Достоинство первого способа состоит прежде всего в том, что он показывает, что синусоидальный закон для S_0 , строго говоря, не выполняется. Достоинство второго способа состоит в первую очередь в том, что он способствует пониманию главной причины в изменении S_0 во времени (без поправок, обусловленных другими факторами, которые можно отнести ко второстепенным).

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

О СПОСОБАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКЛОНЕНИЯ И ПРЯМОГО ВОСХОЖДЕНИЯ СОЛНЦА В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ

В некоторых лабораторных работах (ЛР), предусмотренных учебной программой по астрономии, присутствуют задания, при выполнении которых требуется знать склонение δ_S (а иногда и прямое восхождение α_S) Солнца. Несмотря на то что ежегодно составляются справочные таблицы, в которых значения указанных величин расписаны на каждый день года (либо средние значения за четырехлетний цикл), возможен и иной способ определения этих величин, вполне пригодный для расчетов в образовательных целях при выполнении ЛР. В этом случае можно применить следующие формулы:

$$\delta_S(t) = \delta_{max} \sin(2\pi(t - t_0)/T), \quad (1)$$

$$\alpha_S(t) = 2\pi(t - t_0)/T + \alpha_0\theta(t_0 - t). \quad (2)$$

где $\delta_{max} = 23^\circ 26'$ – максимальное значение $|\delta_S|$, $\alpha_0 = 24^h$, $\theta(x)$ – функция Хевисайда, $T = 365,2422$ суток – продолжительность тропического года, t – время (номер суток года, начиная с 1 января), t_0 соответствует 21 марта, $t_0 = 80$ суток в обычный год, $t_0 = 81$ сутки в високосный год. Объединяя (1) и (2), можно записать:

$$\delta_S(t) = \delta_{max} \sin(\alpha_S(t)). \quad (3)$$

Значения δ_S и α_S , определенные таким способом, в действительности соответствуют либо тем суткам года, для которых выполнен расчет, либо соседним суткам. Расхождение связано с неравномерной скоростью движения Земли по орбите вокруг Солнца (при этом важно, что эксцентриситет орбиты Земли невелик, поэтому малы и отклонения скорости от среднего значения), а также отклонениями, связанными с високосными днями.

Достоинство первого способа заключается прежде всего в том, что он показывает, что синусоидальный закон для δ_S , строго говоря, не выполняется. Достоинство второго способа заключается в первую очередь в том, что он способствует пониманию главной причины в изменении δ_S и α_S во времени (без поправок, обусловленных другими факторами, которые называются второстепенными).

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЫСОТЫ ЗВЕЗД В КУЛЬМИНАЦИИ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ

В одной из лабораторных работ (ЛР), предусмотренных учебными программами по астрономии, есть задание следующего содержания. *Определите, к какому типу относится звезда, соответствующая Вашему варианту, в городе, соответствующем Вашему варианту, с точки зрения ее положения по отношению к горизонту в верхней и нижней кульминации (невосходящей, незаходящей, восходяще-заходящей). Склонение звезды δ и географическая широта города φ считаются известными.*

Процесс выполнения данного задания можно разделить на три этапа. 1. Определяем высоту звезды h_H в нижней кульминации (НК). 2. Определяем высоту звезды h_B в верхней кульминации (ВК). 3. Делаем вывод.

Здесь возможны следующие замечания. 1. Первый и второй этапы можно выполнять в любой последовательности. 2. Их можно выполнять как с помощью небесного глобуса (НГ), так и на основе расчетных формул.

Содержание первого и второго этапов приводится в таблице 1, возможные сочетания результатов первого и второго этапов рассмотрены в таблице 2.

Таблица 1 – Содержание первого и второго этапов

Этап	С помощью НГ, на который следует предварительно нанести звезду	По формулам
1	Вращением НГ визуально определяем положение звезды, соответствующее НК	$h_H = \varphi + \delta - 90^\circ$, если $\varphi > 0^\circ$; $h_H = -\varphi - \delta - 90^\circ$, если $\varphi < 0^\circ$
2	Вращением НГ визуально определяем положение звезды, соответствующее ВК	$h_B = 90^\circ + \varphi - \delta$, если ВК к северу от зенита; $h_B = 90^\circ - \varphi + \delta$, если ВК к югу от зенита

Таблица 2 – Выводы на основе сочетаний результатов выполнения первого и второго этапов

Положение звезды	В ВК ниже плоскости математического горизонта (ПМГ) ($h_B < 0$)	В ВК выше ПМГ ($h_B > 0$)
В НК ниже ПМГ ($h_H < 0$)	Звезда невосходящая	Звезда восходяще-заходящая
В НК выше ПМГ ($h_H > 0$)	Такого не бывает, допущена ошибка при выполнении задания	Звезда незаходящая

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЫСОТЫ СОЛНЦА В КУЛЬМИНАЦИИ
В ЗАДАННЫЙ ДЕНЬ ГОДА**

В одной из лабораторных работ (ЛР), предусмотренных учебными программами по астрономии, есть задание следующего содержания. *Определите минимальную (h_{min}) и максимальную (h_{max}) высоту Солнца в заданный день в заданном городе (в соответствии с вариантом). Географическая широта города (φ) считается известной.*

Сходство и различия данного задания (А) с заданием (Б) по определению типа звезды (невосходящая (НВ), незаходящая (НЗ), восходяще-заходящая (ВЗ)) отмечены ниже в таблице 1. Этапы выполнения задания А перечислены в таблице 2.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика двух заданий

Задание	Определение максимальной и минимальной высоты	Меняется ли склонение	Особенность вопроса о типе светила (НВ, НЗ, ВЗ) при наблюдении в заданной местности
А	Требуется	Да, существенно (в течение года)	Так как при наблюдении из любого места поверхности Земли Солнце бывает выше и ниже горизонта, с этой точки зрения Солнце является ВЗ светилом везде; если к ВЗ светилам относить только те, которые восходят и заходят в течение суток, то в полярных широтах Солнце в определенные периоды относится также к НЗ и НВ светилам
Б	Требуется	Как правило, нет (в течение веков)	Звезда стабильно принадлежит к одному из трех типов (за исключением экватора, где все звезды относятся к типу ВЗ)

Таблица 2 – Этапы выполнения задания А

Этап	Содержание	Пояснение
1	Определяем склонение Солнца δ_s	По справочным таблицам или по приближенной формуле (приводится в инструкциях к другим ЛР)
2	Находим h_{max} и h_{min}	1) а) $h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta_s$, если $\delta_s < \varphi$; б) $h_{max} = 90^\circ$, если $\delta_s = \varphi$; в) $h_{max} = 90^\circ + \varphi - \delta_s$, если $\delta_s > \varphi$; 2) $h_{min} = \varphi + \delta_s - 90^\circ$

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗВЕЗД НА НЕБЕ
В ЗАДАННОЕ ВРЕМЯ СУТОК В ЗАДАННЫЙ ДЕНЬ ГОДА
В ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАДАНИЯХ ПО АСТРОНОМИИ**

В соответствии с учебной программой по астрономии в одной из лабораторных работ (ЛР) есть следующее задание. *С помощью подвижной карты звездного неба (ПКЗН) и накладного круга (НК) опишите расположение созвездий и наиболее ярких звезд в 2 часа и 22 часа белорусского времени в заданный день года (в соответствии с Вашим вариантом) в текущем году.*

Процесс выполнения задания можно разбить на следующие шаги.

1. В соответствии с условием задания определяем истинное значение астрономического времени в Бресте в требуемый момент, учитывая разницу между астрономическим и поясным временем, а также возможный переход на летнее время (в соответствии с днем года). 2. Подписанный на НК час наблюдения (значение этого часа найдено в п. 1) располагаем напротив заданной даты, указанной на ПКЗН, и тогда в вырезе НК будет располагаться часть небесной сферы, расположенная над плоскостью математического горизонта. 3. С учетом положения точек севера, юга, запада, востока на НК, определяем, в какой части небесной сферы (северо-восточной, юго-восточной, юго-западной, северо-западной) какие созвездия и наиболее яркие звезды расположены.

Данное задание можно распространить и на произвольный город (по вариантам), но при этом: а) следует знать о возможном различии между поясным временем и временем, употребляемым в данном городе в соответствии с местными законами; б) не следует рассматривать те города, в которых возможны полярные или белые ночи (в смысле сплошных гражданских сумерек); в) следует учесть, что ПКЗН, используемая для Бреста, пригодна только для городов, расположенных в умеренных и высоких широтах северного полушария, а вырез в НК зависит от широты.

Проверку результатов выполнения может осуществлять не только преподаватель, но и сами студенты (в качестве самоконтроля), в том числе с использованием интернет-ресурсов и специализированного программного обеспечения. Существует мнение, что в будущем при выполнении подобных заданий требования к умению работать с ПКЗН будут заменены на требования к умению работать с соответствующими интернет-ресурсами и специализированным программным обеспечением.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ

ОБ ОЦЕНКЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ РЕЛИКТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ

Учебной программой по астрономии для студентов специальности «Физика и информатика» предполагается выполнение лабораторных работ. В одной из таких работ присутствует задание следующего содержания. *Определите длину волны λ , соответствующую максимуму реликтового излучения [1, с. 122] N млн лет назад (N соответствует Вашему варианту) в предположении, что указанная длина волны увеличивается пропорционально времени (ξ – коэффициент пропорциональности; в настоящее время длина волны, соответствующая максимуму этого излучения, равна $\lambda_0 = 1,9$ мм. Постоянная Хаббла $H_0 = 75$ км/(с·Мпк).*

Выполнение задания можно разделить на два этапа (таблица). При этом t – время, прошедшее, в соответствии с теорией Большого взрыва, от упомянутого события до настоящего момента.

Таблица – Этапы выполнения задания

Этап	Блок-схема	Пояснения
1. Нахождение ξ		Значение ξ студенты должны рассчитать самостоятельно. При расчетах на этапе 1 следует в H_0 перевести Мпк в км, а секунды – в годы (тогда на этапе 2 берем t в годах); если на этапе 1 не перевести секунды в годы, то на этапе 2 надо переводить t в секунды или секунды переводить в годы в ξ
2. Непосредственное нахождение λ		Делаем подстановки и выполняем расчет

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**СРАВНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИ ПЕРВЫХ ГИПОТЕЗ
ПРОИСХОЖДЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

Учебные программы школьного и вузовского курсов астрономии предусматривают, в частности, изучение темы «Космогония». В рамках этой темы представляет интерес сравнение первых гипотез происхождения Солнечной системы (Solar system; SS), получивших развитие в XVII–XVIII вв., а также более подробное сравнение этапов формирования SS в рамках самой поздней из этих гипотез. Для этой цели на основе сведений из [1, с. 115] составлены таблицы 1 и 2.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика ранних гипотез происхождения SS

Годы	Авторы	Из чего возникла SS	Какие объекты где образовались	Учет вращения первичной газопылевой туманности
1644	Декарт	Из облака газа и пыли	<i>Вопрос не ставился</i>	Нет
1749, 1755	Кант, Бюффон	Из облака газа и пыли	Солнце – в центре облака, планеты – на периферии	Нет
1796	Лаплас	Из облака газа и пыли	Солнце – в центре облака, планеты – на периферии	Да (подробности см. в таблице 2)

Таблица 2 – Два этапа в истории развития SS в рамках гипотезы Лапласа

	Первый этап	Второй этап
Центробежная сила	При сжатии облака растет быстрее силы тяжести	
	Меньше силы тяжести	Больше силы тяжести
Ротационная неустойчивость	Не возникает	Возникает
Форма туманности	Близка к сфере или эллипсоиду вращения	Сплюснутая (чечевица)
Отделение вещества	Нет	Да (с экватора)
Образование планет	Еще не происходит	Из выделяемого вещества образуются кольца, которые затем конденсируются в планеты

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ**СРАВНЕНИЕ КОСМОГОНИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ
КАНТА – ЛАПЛАСА И ДЖИНСА**

В учебных программах школьного и вузовского курсов астрономии присутствует, в частности, тема «Космогония». При изучении этой темы представляет интерес сравнительная характеристика гипотез происхождения Солнечной системы, предложенных Джинсом, а также Кантом и Лапласом. Для этой цели на основе сведений из [1, с. 115] составлена таблица, предложенная ниже.

Таблица – Сравнение гипотез Канта – Лапласа и Джинса

	Гипотеза Канта – Лапласа	Гипотеза Джинса
1. Время выдвигения	Вторая половина XVIII в.	Начало XX в.
2.1. Из чего образовалось Солнце	Из газопылевой туманности	Из газопылевой туманности
2.2.1. Планеты образовались	из газопылевой туманности	из вещества Солнца
2.2.2. Это произошло после конденсации вещества	выделившегося с экватора газопылевой туманности	вырванного из Солнца пролетающей мимо другой звездой
3. Трудности гипотезы	Нельзя объяснить, почему в Солнечной системе 98 % момента количества движения принадлежит планетам и только 2 % – Солнцу	1) Вероятность близкого прохождения одной звезды около другой близка к нулю; 2) удельный угловой момент вещества, выброшенного из Солнца, не может превышать угловой момент проходящей рядом звезды (в этом случае скорость звезды относительно Солнца должна быть около 5000 км/с, хотя параболическая скорости в Галактике равна 300 км/с); 3) повышенное (по сравнению с Солнцем) содержание дейтерия и лития на планетах означает, что планетное вещество отделилось от Солнца еще до начала ядерных реакций

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ**О РАСЧЕТЕ ПОЛУОСЕЙ АБЕРРАЦИОННЫХ ЭЛЛИПСОВ
ЗВЕЗД В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ**

В одной из лабораторных работ (ЛР), предусмотренных учебной программой по дисциплине «Астрономия», есть задание следующего содержания. *Рассчитайте полуоси абберационного эллипса звезды, соответствующей Вашему варианту. Склонение звезды δ и ее прямое восхождение α считаются известными.*

Таблица – Пояснения к выполнению задания

Полуось	Как находится	Пояснения
Большая	$a = 20'',50$	Расчеты выполнять не нужно, поскольку указанная величина постоянна и одинакова для всех звезд
Малая	$b = 20'',50 \sin \beta$, где β – эклиптическая широта звезды	а) Находим $\sin \beta$ (подробности см. ниже после таблицы); б) умножаем результат на $20'',50$

Процесс расчета $\sin \beta$ можно разделить на следующие шаги.

1. Записываем формулы сферической тригонометрии

$$\sin \delta = \sin \beta \cos \varepsilon + \cos \beta \sin \varepsilon \sin \lambda, \quad (1)$$

$$\cos \delta \sin \alpha = -\sin \varepsilon \sin \beta + \cos \varepsilon \cos \beta \sin \lambda. \quad (2)$$

где β – эклиптическая долгота звезды, $\varepsilon = 23^\circ 26'$ – угол наклона эклиптики к небесному экватору (смысл остальных величин в (1) и (2) был приведен ранее).

2. Исключаем $\sin \lambda$ из системы уравнений (1) и (2), в результате чего получаем одно уравнение (при сдаче ЛР нужно продемонстрировать преподавателю умение это делать).

3. Преобразуем уравнение, полученное на предыдущем шаге, к простому виду, позволяющему выразить $\sin \beta$ через тригонометрические функции от известных величин α , δ , ε (при сдаче ЛР нужно продемонстрировать преподавателю умение это делать).

4. Подставляем в формулу, полученную на предыдущем шаге, значения α , δ , ε . При вычислении нужно помнить о связи между градусной, часовой и радианной мерами углов.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ**О РАСЧЕТЕ РАДИУС-ВЕКТОРА И ИСТИННОЙ АНОМАЛИИ
В СЛУЧАЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ ОРБИТЫ
В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ**

Учебная программа дисциплины «Астрономия» для студентов специальности «Физика и информатика» предусматривает, в частности, выполнение лабораторных работ, связанных с вычислением радиус-вектора r и истинной аномалии θ небесных тел (НТ) Солнечной системы (СС). До 2017 г. не было примеров НТ, движущихся в пределах СС по гиперболической траектории. Теперь таким примером является астероид Оумуамуа, в связи с чем можно предложить следующее задание. *Рассчитайте θ и абсолютную величину r астероида Оумуамуа в заданный день текущего года t , если известны перигелийное расстояние $q = 0,2553$ а.е., дата прохождения через перигелий $t_0 = 09.09.2017$ и эксцентриситет $e = 1,1995$. Возмущения со стороны других тел не учитывайте.*

Процесс выполнения задания можно разделить на четыре этапа, которые указаны ниже в таблице. При этом использованы обозначения: $T_0 = 1$ год (тропический), $a_0 = 1$ а.е.

Таблица – Последовательность этапов выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснения
1.1	Нахождение промежутка времени Δt между заданным днем текущего года и t_0	$\Delta t = t - t_0$
1.2	Нахождение значения вспомогательной переменной ξ	Решаем численно трансцендентное уравнение $e \operatorname{sh} \xi - \xi = \frac{2\pi \Delta t}{T_0} \left(\frac{a_0(e-1)}{q} \right)^{3/2}$, где Δt берем из предыдущего этапа
2.1	Нахождение r	Находим непосредственно по формуле $r = q(e \operatorname{ch} \xi - 1)/(e - 1)$, где ξ берем из предыдущего этапа
2.2	Нахождение θ	Выражаем из уравнения $\operatorname{tg} \theta = \frac{\sqrt{e^2 - 1} \operatorname{sh} \xi}{e - \operatorname{ch} \xi}$ (непосредственную формулу нужно получить самостоятельно); ξ берем из этапа 1.2

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ**О РАСЧЕТЕ РАДИУС-ВЕКТОРА И ИСТИННОЙ АНОМАЛИИ
В СЛУЧАЕ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ОРБИТЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТАХ ПО АСТРОНОМИИ**

Учебная программа дисциплины «Астрономия» для студентов специальности «Физика и информатика» предусматривает, в частности, выполнение лабораторных работ, в одной из которых присутствует следующее задание. *Рассчитайте абсолютную величину радиус-вектора r и истинную аномалию θ кометы, соответствующей Вашему варианту, в заданный день текущего года t , если для кометы известны перигелийное расстояние q и дата прохождения через перигелий t_0 . Возмущения со стороны других тел не учитывайте.*

Процесс выполнения задания можно разделить на четыре этапа (таблица). Первые два этапа – подготовительные, так как искомые величины при этом еще не вычисляются (они находятся на двух остальных этапах). При этом использованы обозначения: $T_0 = 1$ год (тропический), $a_0 = 1$ а.е.

Таблица – Последовательность этапов выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснения
1.1	Нахождение промежутка времени Δt между заданным днем текущего года и датой прохождения через перигелий	$\Delta t = t - t_0$
1.2	Нахождение значения вспомогательной переменной η	Решаем кубическое уравнение (численно или по формулам Кардано) $\frac{\eta^3}{3} + \eta = \frac{\sqrt{2\pi\Delta t}}{T_0} \left(\frac{a_0}{q}\right)^{3/2}$, где Δt берем из предыдущего этапа
2.1	Нахождение r	Находим непосредственно по формуле $r = q(1 + \eta^2)$, где η берем из предыдущего этапа
2.2	Нахождение θ	Выражаем из уравнения $\eta = tg(\theta/2)$ (непосредственную формулу требуется получить самостоятельно); при этом η берем из этапа 1.2

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ**О РАСЧЕТЕ РАДИУС-ВЕКТОРА И ИСТИННОЙ АНОМАЛИИ
В СЛУЧАЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ОРБИТЫ**

В соответствии с учебной программой дисциплины «Астрономия» в одной из лабораторных работ присутствует следующее задание. *Рассчитайте абсолютную величину радиус-вектора r и истинную аномалию θ небесного тела (НТ) Солнечной системы, соответствующего Вашему варианту, в заданный день текущего года t , если для НТ известны большая полуось a , эксцентриситет орбиты e , дата прохождения через перигелий t_0 . Возмущения со стороны других тел не учитывайте.*

Процесс выполнения задания можно разделить на пять этапов (таблица). Первые три этапа являются подготовительными, поскольку искомые величины при этом еще не вычисляются (они находятся на двух заключительных этапах). При этом использованы обозначения: $T_0 = 1$ год (тропический), $a_0 = 1$ а.е. На каждом из этапов величины, не указанные в пояснениях и в содержании, следует искать либо в условии, либо среди двух только что указанных. Для проверки правильности ответов на этапах 1.2, 1.3 и 2.1 требуется следить за тем, чтобы значения всех трех углов (M , E , θ) одновременно находились либо в пределах от 0 до π , либо в пределах от π до 2π .

Таблица – Последовательность этапов выполнения задания

Этап	Содержание	Пояснения
1.1	Находим период обращения НТ T	T легко найти из уравнения, выражающего третий закон Кеплера: $T^2/T_0^2 = a^2/a_0^2$
1.2	Находим среднюю аномалию M	Находим непосредственно по формуле $M = 2\pi(t - t_0)/T$, где T берем из предыдущего этапа
1.3	Находим эксцентриситетную аномалию E	Решаем численно трансцендентное уравнение Кеплера $M = E - e \sin E$, где M берем из предыдущего этапа
2.1	Находим r	Находим непосредственно по формуле $r = a(1 - e \cos E)$, где E берем из предыдущего этапа.
2.2	Находим θ	Выражаем из уравнения $\operatorname{tg}(\theta/2) = \sqrt{(1+e)/(1-e)} \operatorname{tg}(E/2)$ или $\operatorname{tg} \theta = 2\sqrt{1-e^2} \sin E / (\cos E - e)$ (формулы для θ нужно получить самостоятельно); E берем из этапа 1.3

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ АЗИМУТОВ И ЗЕНИТНЫХ РАССТОЯНИЙ ЗВЕЗД В МОМЕНТЫ ВОСХОДА И ЗАХОДА СОЛНЦА

В одной из лабораторных работ (ЛР), предусмотренных учебной программой по дисциплине «Астрономия» для студентов специальности «Физика и информатика», есть задание следующего содержания. *Найдите зенитное расстояние z и азимут A звезды, соответствующей Вашему варианту, в моменты восхода и захода Солнца в городе, соответствующем Вашему варианту, в заданный день года. Широта города φ , склонение звезды δ и ее прямое восхождение $\tilde{\alpha}$ известны.*

Этапы выполнения задания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы выполнения задания и их пояснение

Этап	Содержание	Пояснения
1	Находим склонение δ_s и прямое восхождение α_s Солнца	Из справочных таблиц (в соответствии с заданным днем года) или по приближенной расчетной формуле (дается в указаниях к другим ЛР)
2	Переводим в радианы величины, данные в условии и найденные на этапе 1	Учитываем, что 2π рад = $360^\circ = 24^h$
3	Находим значение часового угла Солнца t_s в моменты восхода и захода без учета рефракции	а) $t_s = \pm \arccos(-\operatorname{tg} \delta_s \operatorname{tg} \varphi)$, где δ_s и берется из этапа 1, φ – из условия; б) для перевода t_s в часы используем соотношения из этапа 2; в) к значению со знаком «-» прибавляем 24^h и получаем часовой угол восхода $t_{s(B)}$, а значение со знаком «+» соответствует часовому углу захода $t_{s(3)}$
4	Находим значения звездного времени (s_B и s_3) в моменты восхода и захода Солнца соответственно	$s_B = \alpha_s + t_{s(B)}$, $s_3 = \alpha_s + t_{s(3)}$, где α_s берется из этапа 1, а $t_{s(B)}$ и $t_{s(3)}$ – из этапа 3
5	Находим значения часового угла звезды (t_B и t_3) в моменты восхода и захода Солнца соответственно	$t_B = s_B - \tilde{\alpha}$, $t_3 = s_3 - \tilde{\alpha}$, где $\tilde{\alpha}$ берется из условия, а s_B и s_3 – из этапа 4
6	Находим z и A	Используем формулы (1)–(3), приведенные ниже после таблицы 1, а также таблицу 2 (для нахождения A)

На этапе 6 в таблице 1 используются формулы [1, с. 8; 2, с. 63]

$$z = \frac{180^\circ}{\pi} \arccos(\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t), \quad (1)$$

$$\cos A = \frac{-\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t}{\sin z}, \quad (2)$$

$$\sin A = \frac{\cos \delta \sin t}{\sin z}, \quad (3)$$

где вместо t подставляются значения t_B и t_3 , найденные на этапе 5 в таблице 1. Значение z , подставляемое в (2) и (3), берется после его вычисления по формуле (1). Значение A выбирается в зависимости от полученных сочетаний знаков $\cos A$ и $\sin A$ в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Выбор значения A в зависимости от значений $\cos A$ и $\sin A$

	$\cos A > 0$	$\cos A < 0$
$\sin A > 0$	$0 < A < 90^\circ$	$90^\circ < A < 180^\circ$
$\sin A < 0$	$270^\circ < A < 360^\circ$	$180^\circ < A < 270^\circ$

Кроме того, последовательность выполнения этапов 3–5 можно изобразить в виде блок-схемы на рисунке, где тонкие стрелки соответствуют подстановкам, белые – следствиям. Видно, что одна и та же общая формула, связывающая звездное время s , часовой угол t и прямое восхождение α , является исходной для четырех других формул.

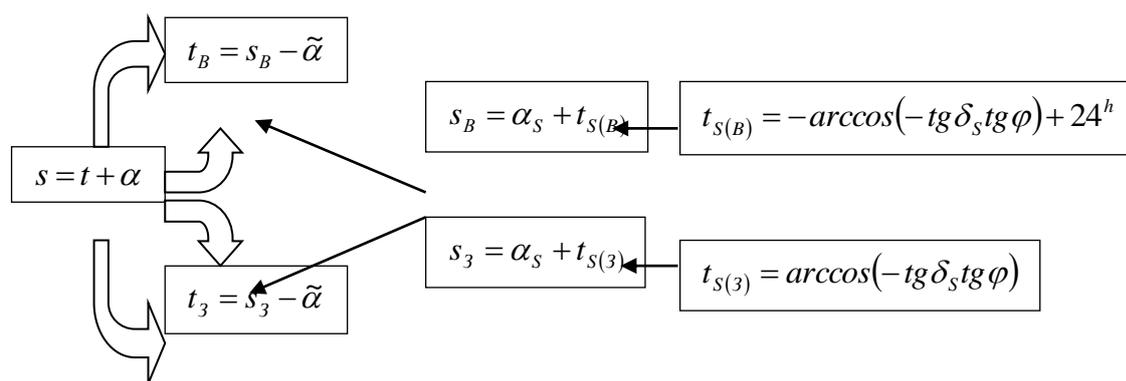


Рисунок – Блок-схема последовательности выполнения этапов 3–5

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. *Астрономия : учеб. пособие* / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.
2. *Курс общей астрономии* / П. И. Бакулин [и др.]. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1977. – 544 с.

УДК 37.016:52

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗЕНИТНЫХ РАССТОЯНИЙ ЗВЕЗД
В КУЛЬМИНАЦИЯХ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ
ПО АСТРОНОМИИ**

В одной из лабораторных работ, предусмотренных учебной программой по дисциплине «Астрономия» для студентов специальности «Физика и информатика», есть задание следующего содержания. *Найдите зенитное расстояние, на котором проходит через верхнюю и нижнюю кульминации звезда, соответствующая Вашему варианту, в городе, соответствующем Вашему варианту. Склонение звезды δ и географическая широта города φ считаются известными. Рефракцию не учитывайте, а в случае нахождения звезды вблизи плоскости математического горизонта считайте, что наблюдения ведутся на открытой местности.*

Процесс выполнения данного задания можно разделить на два этапа, содержание которых обсуждается в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание первого и второго этапов (без подробностей)

Этап	Содержание	Пояснение
1	Находим высоту звезды h в верхней кульминации (h_{BK}) и нижней кульминации (h_{HK}); формулы требуется вывести самостоятельно путем геометрических построений (подробности см. ниже после таблицы)	Если $h > 0$, то звезда выше плоскости математического горизонта, она видна; если $h < 0$, то звезда ниже плоскости математического горизонта, она не видна
2	Находим зенитное расстояние звезды z в верхней и нижней кульминации по формуле $z = 90^\circ - h$	Если $h > 0$, то $z < 90^\circ$; если $h < 0$, то $z > 90^\circ$

Теперь некоторые сведения из таблицы 1 изложим более подробно. Геометрические построения с целью нахождения h в верхней и нижней кульминации (на первом этапе) можно разделить на следующие шаги.

А. Проводим отвесную линию ZZ' (вертикально) [1, с. 4; 2, с. 18] и полуденную линию $NS \perp ZZ'$ (горизонтально) [1, с. 5; 2, с. 19], что выглядит одинаково и для северного, и для южного полушарий; указанные линии пересекаются в точке O – центре небесной сферы.

Б. Проводим ось мира PP' [1, с. 5; 2, с. 19] в соответствии с теоремой о высоте северного полюса мира над плоскостью математического гори-

зонта; таким образом, в северном полушарии выше плоскости математического горизонта над точкой N находится P , в южном полушарии выше этой плоскости над точкой S находится P' ; независимо от того, в каком полушарии находится город, P ближе к N , P' ближе к S .

В. Проводим небесный экватор $QQ' \perp PP'$; пересечение с PP' происходит в точке O , точка Q находится над плоскостью математического горизонта, точка Q' – под этой плоскостью.

Г. Проводим суточную параллель [1, с. 5; 2, с. 19] звезды параллельно QQ' . При этом делаем различие между случаями, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты расположения СП по отношению к небесному экватору

Полушарие	$\delta > 0$	$\delta < 0$	$\delta = 0$
Северное	Суточная параллель выше QQ'	Суточная параллель ниже QQ'	Суточная параллель совпадает с QQ'
Южное	Суточная параллель ниже QQ'	Суточная параллель выше QQ'	

Расстояние между QQ' и суточной параллелью определяем из следующих соображений. Если M_1 – положение звезды в верхней кульминации, а M_2 – положение той же звезды в нижней кульминации, то $|\angle QOM_1| = |\angle Q'OM_2| = |\delta|$.

Д. В соответствии с заданными значениями φ и δ определяем $h_{BK} = h(M_1)$, $h_{HK} = h(M_2)$. Если M_1 выше плоскости математического горизонта, то $h(M_1) > 0$ (иначе $h(M_1) < 0$). Для M_2 рассуждения аналогичны.

Структурирование процесса выполнения задания имеет сходство с концепцией нисходящего программирования.

Необходимость столь подробного объяснения обусловлена тенденцией к снижению уровня математической подготовки студентов (в том числе по геометрии) в последние годы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. *Астрономия : учеб. пособие* / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.
2. Кононович, Э. В. *Общий курс астрономии : учеб. пособие* / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова. – 2-е изд., испр. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 544 с.

УДК 539.171

А. И. СЕРЫЙ, А. П. СУЛИМ

О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОВЕДЕНИЕ УРАВНЕНИЯ БЕТА-РАВНОВЕСИЯ КРАЙНЕ ВЫРОЖДЕННОГО ЭЛЕКТРОННО-НУКЛОННОГО ВЕЩЕСТВА

При исследовании решения уравнения бета-равновесия крайне вырожденного электронно-нуклонного вещества было выяснено, что основное влияние на его поведение (по сравнению с обменной и корреляционной кулоновской энергиями) оказывают: а) учет ядерного взаимодействия между нуклонами; б) учет кора (отталкивания нуклонов на малых расстояниях r) при выборе модельного потенциала; в) способ усреднения потенциала по r . Соответствующие результаты оформлены в таблице.

Таблица – Поведение уравнения бета-равновесия при учете различных факторов

Учет ядерного взаимодействия между нуклонами	Есть ли точка поворота у первой ветви решения (максимальное значение концентрации протонов и электронов n_p)	Появляется ли вторая ветвь решения (при плотностях порядка ядерных)
1. Не учитывается (модель идеальных газов)	Нет, рост n_p и концентрации нейтронов n_n не ограничен	Нет
2. Учитывается (потенциал Риды с заменой r на $n_p^{-1/3}$; экспоненциальный потенциал без кора с усреднением по r)	Да ($n_p \sim 10^{31} \text{ см}^{-3}$), далее при $n_p \rightarrow 0$ $n_n \sim 10^{36} \text{ см}^{-3}$ [1, с. 130–132]	Нет
3. Учитывается (псевдопотенциал Ферми, потенциал Риды с усреднением по r)	Да ($n_p \sim 10^{31} \text{ см}^{-3}$), далее при $n_p \rightarrow 0$ $n_n \sim 10^{36} \text{ см}^{-3}$	Да ($n_p \sim n_n \sim 10^{38} \text{ см}^{-3}$) [1, с. 130–132]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серый, А. И. Об уравнении бета-равновесия электронно-нуклонной системы при высоких плотностях / А. И. Серый, А. П. Сулим // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов. Респ. науч.-практ. конф., Брест, 23–24 апр. 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Басика. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 130–132.

СОДЕРЖАНИЕ

Демидчик А. В. Астрономическая тематика на почтовых марках СССР 1950–1970-х годов	3
Кац П. Б. Задачи на применение уточненного третьего закона Кеплера.....	6
Кац П. Б. Примеры астрономических задач по теоретической механике ...	7
Серый А. И. К вопросу о равенстве между длиной тени и высотой предмета в астрономический полдень	9
Серый А. И. К вопросу о светимостях и путях образования белых карликов	10
Серый А. И. К вопросу о формулировке теоремы о высоте полюса мира в курсе астрономии.....	11
Серый А. И. К методике преподавания темы «Астероиды» в курсе астрономии	12
Серый А. И. О балансе между давлением сверхплотного вещества и гравитацией в некоторых типах астрофизических объектов	13
Серый А. И. О вычислении целого числа тропических лет в лабораторных работах по астрономии	14
Серый А. И. О нахождении высоты Луны в верхней кульминации в лабораторных работах по астрономии.....	15
Серый А. И. О нахождении изменения видимой звездной величины удаляющейся звезды в лабораторных работах по астрономии.....	16
Серый А. И. О нахождении момента верхней кульминации звезды по поясному времени в лабораторных работах по астрономии	17
Серый А. И. О нахождении первой космической скорости в заданном населенном пункте	18
Серый А. И. О разновидностях разрушений в астрофизических объектах.....	19
Серый А. И. О способах запоминания направления вращения небесной сферы в курсе астрономии.....	20
Серый А. И. О способах определения звездного времени в среднюю гринвичскую полночь	21
Серый А. И. О способах определения склонения и прямого восхождения Солнца в лабораторных работах по астрономии.....	22
Серый А. И. Об определении высоты звезд в кульминации в лабораторных работах по астрономии.....	23
Серый А. И. Об определении высоты Солнца в кульминации в заданный день года.....	24
Серый А. И. Об определении расположения звезд на небе в заданное время суток в заданный день года в лабораторных заданиях по астрономии	25

Серый А. И. Об оценке длины волны реликтового излучения в лабораторных работах по астрономии.....	26
Серый А. И. Сравнение исторически первых гипотез происхождения Солнечной системы.....	27
Серый А. И. Сравнение космогонических гипотез Канта – Лапласа и Джинса.....	28
Серый А. И., Серая З. Н. О расчете полуосей абберационных эллипсов звезд в лабораторных работах по астрономии	29
Серый А. И., Серая З. Н. О расчете радиус-вектора и истинной аномалии в случае гиперболической орбиты в лабораторных работах по астрономии.....	30
Серый А. И., Серая З. Н. О расчете радиус-вектора и истинной аномалии в случае параболической орбиты в лабораторных работах по астрономии.....	31
Серый А. И., Серая З. Н. О расчете радиус-вектора и истинной аномалии в случае эллиптической орбиты.....	32
Серый А. И., Серая З. Н. Об определении азимутов и зенитных расстояний звезд в моменты восхода и захода Солнца.....	33
Серый А. И., Серая З. Н. Об определении зенитных расстояний звезд в кульминациях в лабораторных работах по астрономии	35
Серый А. И., Сулим А. П. О факторах, влияющих на поведение уравнения бета-равновесия крайне вырожденного электронно-нуклонного вещества	37

Научное издание

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В АСТРОФИЗИКЕ И АСТРОНОМИИ

Сборник материалов семинара

Подписано в печать 20.07.2022. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Ризография. Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,33.

Тираж 15 экз. Заказ № 222.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/55 от 14.10.2013.

224016, Брест, Мицкевича, 28.