

Кафедра общей и теоретической физики

Д. Яхимович¹

Определение угловых диаметров небесных тел и угловых расстояний между ними с использованием метода дрейфа

(научно-исследовательская работа)

Аннотация

В настоящей работе разработана новая методика определения угловых диаметров классических планет и угловых расстояний между небесными объектами, основанная на методе дрейфа. Решена задача об определении угловой скорости видимого движения объекта по небосводу. Строго обоснована ошибочность распространённого мнения об ограниченности приближённой формулы для данного параметра при больших δ . Решена задача об определении расстояния до классических планет. Новая методика была апробирована с использованием данных наблюдений Юпитера, Сатурна, Марса разных лет. При этом использовался лишь один феноменологический параметр – линейный экваториальный диаметр планеты. Полученные значения угловых диаметров и расстояний уверенно согласуются с соответствующими значениями, генерируемыми известными компьютерными программами *Orbits 3.0*, *RedShift 3*.

Комментарии: работа выполнена под научным руководством старшего преподавателя кафедры общей и теоретической физики СамГУ, к.ф.-м.н., Филиппова Ю.П.² и представлена на Самарской областной конференции научно-исследовательских работ школьников в 2008 г.



Работа выставлена на **ASTRODROME**: 23.01.2008

¹E-mail:

²E-mail:yuphil@ssu.samara.ru

Оглавление

Введение	3
1 Теоретические основы сферической астрономии и фундаментальной астрометрии	7
1.1 Основные задачи сферической астрономии и фундаментальной астрометрии	7
1.2 Небесная сфера: ее основные точки, линии и круги	11
1.3 Сферические системы координат	15
1.4 Сферический треугольник. Основные формулы сферической тригонометрии	18
1.5 Параллактический треугольник. Перевод систем координат . .	22
2 Расчет угловых параметров небесных тел	24
2.1 Метод дрейфа в определении угловых параметров	24
2.2 Определение угловой скорости видимого движения небесного объекта	28
2.3 Зависимость угловой скорости видимого движения объекта от его склонения	29
2.4 Зависимость времени дрейфа планеты от условий наблюдения .	31
2.5 Определение расстояния до классических планет	34
2.6 Вычисление ошибок определяемых величин	35
3 Обработка данных эксперимента. Численный анализ результатов	38
3.1 Основные инструменты эксперимента и их характеристики . . .	38
3.2 Результаты и анализ	40
Заключение	46
Литература	48
Приложения	50
А. Обработка данных эксперимента	50

Введение

Актуальность работы. Исследование природы космических объектов – важная составляющая современного этапа развития человеческого общества. Многие государства мира (Россия, США, Япония, Италия, Китай и др.) тратят десятки миллионов и даже миллиардов долларов в год на изучение околоземного пространства и далекого космоса.

Уже сегодня десятки космических аппаратов, созданных человеком, побывали на других телах Солнечной системы (Луна, Эрос, Марс, Титан). На околоземных орбитах вращаются спутники-лаборатории и спутники-обсерватории. В горах Чили и на Гавайских островах создаются самые мощные и большие телескопы, синхронно управляемые суперкомпьютерами.

Изучение природы окружающего Землю пространства необходимо потому, что человечеству необходимо знать: 1) что происходило в далеком прошлом (Каким образом возникла Вселенная? Что происходило на ранних этапах ее развития? Почему образовалась именно такая Солнечная система?); 2) на какой стадии развития находится наша Солнечная система, Галактика, Вселенная (Есть ли звезды, похожие на наше Солнце, и планеты вокруг таких звезд? Есть ли жизнь (хотя бы примитивная) на других телах Солнечной системы и планетах других звезд?); 3) что, скорее всего, ожидает Солнце в ближайшем и далеком будущем (Сколько лет еще будет жить Земля? Когда потухнет Солнце? Что будет с нашей Галактикой, например, через пять миллиардов лет? И будет ли когда-нибудь конец существования Вселенной?)

На многие вопросы мы уже можем дать утвердительные ответы, но еще больше вопросов остается пока без ответа.

Среди прочих *астрофизика звезд* и *физика Солнечной системы* являются самыми приоритетными направлениями в современной астрономии.

В рамках первого направления изучают строение, физические свойства и химический состав звезд, в том числе и тех, которые подобны Солнцу [1]. Изучая другие звезды, уже сегодня мы уверенно можем сказать о будущем Солнца, его основных стадиях эволюции и даже смерти, но, самое главное, – о влиянии изменений в природе Солнца на земную жизнь.

Второй раздел изучает природу тел Солнечной системы: планет, астероидов, комет, космической пыли [1]. Природа данных объектов во многом схожа

с природой нашей планеты. Но есть и существенные различия. Изучая эти тела, мы можем сказать о прошлом Солнечной системы и, в частности, Земли и даже о ее наиболее вероятном будущем, о возможной опасности, подстерегающей Землю со стороны этих тел (астероидно-кометная опасность).

Космос является весьма "сложным организмом". Здесь происходит много различных событий, протекает большое разнообразие процессов, которые невозможно отследить и детально изучить даже всеми обсерваториями мира и космическими аппаратами. К таким событиям относятся: появление метеоров и болидов, появление новых комет, столкновение астероидов, падение астероидов и комет на Солнце, классические планеты и их спутники, взрыв новых и сверхновых звезд.

В связи с такой "ускользаемостью" этих явлений от астрономов-профессионалов весьма важный вклад в изучение космоса вносят наблюдения астрономов-любителей. Например: значительная часть всех открытий комет за последние 30 лет принадлежит астрономам-любителям (их имена присваиваются кометам) [2]; до сих пор лучшими исследователями метеорных потоков и болидов являются астрономы-любители [3]. Таким образом, любительская астрономия дополняет данные профессионалов, иногда их уточняет или даже приносит новые данные.

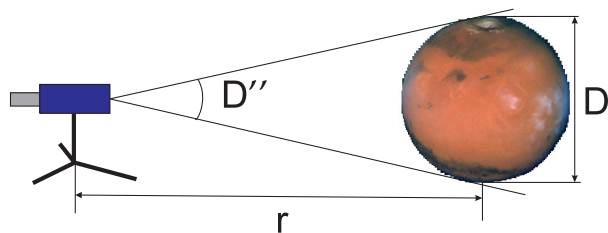


Рис. 1: к определению углового диаметра планеты D'' .

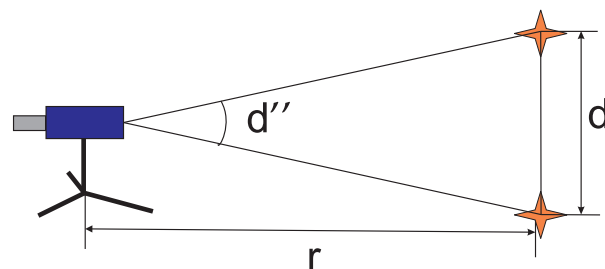


Рис. 2: к определению углового расстояния d'' между компонентами двойной звезды.

В экспериментальном исследовании физических свойств планет, астероидов, комет и двойных звезд в рамках указанных направлений астрономии является весьма важным определение их *угловых диаметров* и *угловых расстояний* между ними (см. рис. 1-2)³. Так, с помощью данных угловых диаметров планет можно определить их линейные диаметры, а по последним – их среднюю массовую плотность (при известной массе). По угловому расстоянию между компонентами двойной звезды можно определить соответствующее линейное расстояние (при известном расстоянии до звезды), а с использованием последнего – массы этих компонент.

Точное измерение угловых параметров является весьма непростой задачей. Для ее решения необходимо, как минимум, специальное угломерное устройство – *микрометр*, жестко вмонтированный в окулярную часть телескопа [4].

³Данные параметры являются объектами исследования настоящей работы.

Таковыми инструментами обладают, как правило, лишь научные обсерватории. Заводские инструменты астрономов-любителей, как правило, не оснащаются такими устройствами. Сделать это устройство самому и вмонтировать его самостоятельно в тело заводского телескопа – весьма рискованное и даже плачевное предприятие.

Естественным образом возникает вопрос: «А можно ли решить проблему определения угловых параметров без этого устройства, с использованием лишь самых простых инструментов астронома-любителя?» Ответ – да. Данные параметры можно определить с помощью метода «дрейфа» [5]. Однако, данный метод преимущественно используется лишь для получения грубой оценки некоторых угловых масштабов [6, 7]. На сегодняшний день в литературе, доступной для широкого круга читателей, не представлен детально разработанный математический аппарат метода «дрейфа». Мы полагаем, что данный метод следует подвергнуть доработке, что позволит увеличить точность определения D'' , d'' и позволит его использовать наравне с микрометрическими методами⁴.

В связи со сказанным главной целью настоящей работы является построение последовательной, завершенной методики определения угловых параметров небесных тел (основанной на методе «дрейфа») по данным экспериментальных наблюдений дисков планет и двойных звезд.

Согласно сформулированной цели основными задачами настоящей работы являются следующие положения:

1. Расчет углового диаметра видимого диска планеты и его ошибки определения.
2. Расчет углового расстояния между компонентами двойной звезды и его ошибки определения.
3. Обработка данных наблюдений дисков планет (Марс, Юпитер, Сатурн), полученных Филипповым Ю.П. в 1999-2003гг.
4. Определение расстояний до этих объектов по данным наблюдений. Проведение сравнительного анализа с результатами компьютерных программ RedShift3, Orbits3.0.

Побочной задачей настоящей научно-исследовательской работы является освоение нами следующего программного обеспечения: системы аналитических вычислений Mathematica5.0; текстового процессора Miktex+WinEdt5.3; программ-просмотрщиков GhostScript+GSView 4.8; программы для создания и обработки векторной графики Corel Draw 12. Мы используем пробные, ознакомительные версии этих программных продуктов.

Основными методами решения поставленных задач являются:

⁴В этом мы видим предмет настоящих исследований.

1. Метод «дрейфа», основанный на суточном вращении небесной сферы.
2. Методы сферической астрономии, фундаментальной астрометрии и плоской геометрии Евклида.

Данная работа имеет следующую структуру.

В **первой главе** представлены элементы сферической астрономии и фундаментальной астрометрии.

Во **второй главе** подробно представлены решения поставленных теоретических задач (1-ой, 2-ой и 4-ой) и их анализ.

В **третьей главе** представлены данные экспериментальных наблюдений дисков Марса, Юпитера, Сатурна. Представлен их алгоритм обработки и численные результаты.

Резюме по проделанной работе представлено в **заключении**. Финальная часть работы содержит список использованных источников и приложение.