

Кафедра общей и теоретической физики

Серпуховитов Андрей¹

Определение моментов восхода и захода небесного тела и периода его видимости с использованием данных двух измерений его горизонтальных координат

(научно-исследовательская работа)

Аннотация

В настоящей работе разработан новый алгоритм определения часовых углов, азимутов и моментов времени восхода и захода небесного тела за горизонт, момента верхней кульминации и периода видимости небесного тела над горизонтом по данным двух измерений горизонтальных координат объекта. На основе нового алгоритма построена компьютерная программа `ClockAngleFinder` [2008] в рамках универсальной системы аналитических вычислений `Mathematica`, которая позволяет обрабатывать данные наблюдений и вычислять все искомые величины, погрешности их определения, с учетом эффекта атмосферной рефракции. Данная программа обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с известной программой `RedShift`. Выполнен численный анализ полученных результатов с использованием данных измерений высоты Юпитера и значений его склонения. Полученные результаты приведены в посильное сравнение с результатами, полученными с помощью программы `RedShift`. Наблюдается уверенное согласование результатов.

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 итоговой научно-практической конференции учащихся Самарской областной физико-математической школы в 2009 г.



Работа выставлена на **ASTRODROME**: 23.03.2009

¹E-mail:

²E-mail:yuphil@ssu.samara.ru

Оглавление

Введение	3
1 Элементы сферической астрономии и фундаментальной астрономии	6
1.1 Небесная сфера: ее основные точки, линии и круги	6
1.2 Системы небесных координат	10
1.3 Сферический треугольник. Основные формулы сферической тригонометрии	13
1.4 Параллактический треугольник. Перевод систем координат . .	15
1.5 Вращение небесной сферы. Восход, заход и кульминация светил	16
2 Расчет основных параметров работы	19
2.1 Определение часового угла и азимута произвольного положения небесного тела	19
2.2 Определение часового угла, азимута точек восхода и захода и периода видимости объекта	21
2.3 Определение моментов восхода и захода небесного тела на указанную дату	22
2.4 Вычисление ошибок определяемых величин	22
3 Обработка данных эксперимента. Численный анализ результатов	25
3.1 Основные инструменты эксперимента и их характеристики . . .	25
3.2 Результаты и анализ	27
Заключение	35
Литература	37
Приложения	38
А. Обработка данных эксперимента	38

Введение

Актуальность работы. Изучение природы космических объектов и процессов является неотъемлемой составляющей современного этапа развития человеческого общества. Необходимость в изучении космоса сегодня уже ни у кого не вызывает сомнений. 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.

Прошло более 45 лет с момента, когда человек впервые покорил космическое пространство. Сегодня на околоземных орбитах вращаются тысячи спутников различного назначения, в том числе, предназначенные для научных исследований. Уже десятки космических аппаратов, созданных человеком, побывали на других телах Солнечной системы (Луна, Эрос, Марс, Титан) [1].

Но, по-прежнему, как и во времена Г. Галилея основным источником информации о космических объектах и процессах являются *наблюдения*. Это обусловлено как большой удаленностью объектов исследования от Земли, так и сложностью процессов, протекающих в космических системах и, как следствие, невозможностью их воссоздания в лабораторных условиях. Например, человек до сих пор не смог воссоздать в лабораторных условиях цепные процессы термоядерного синтеза, являющиеся основным источником энергии звезд. Поэтому нам остается только исследовать эти процессы в естественных лабораториях – звездах.

Любое целенаправленное наблюдение – это серьезное и очень ответственное мероприятие, к которому исследователи космоса заблаговременно и планомерно готовятся. Традиционно, такие наблюдения проводятся в ночное время суток (за исключением наблюдений Солнца, Луны, Венеры в дневное время суток), продолжительность которых может достигать нескольких часов. За это время, как правило, исследователи успевают пронаблюдать несколько объектов, выполнить измерения и получить ценные данные.

Эффективность наблюдений и выполненной исследователем работы зависит от того, насколько правильно и целесообразно составлен главный план наблюдений – *программа исследований*. Составление программы наблюдений, в общем случае, не простая задача, поскольку это связано с учетом многих факторов. Основными факторами, играющими главную роль в построении

программы, являются 1) промежуток времени, который отводится на наблюдения; 2) время года и погодные условия на момент наблюдений; 3) возможности инструментов, используемых в наблюдениях; 4) особенности географического положения места наблюдений; 5) количество исследуемых объектов, 6) особенности их физической природы и местоположения на звездном небе и др. Важно отметить, что если первые пять факторов исследователь еще как-то может поменять в пользу предстоящих наблюдений, то изменить последний фактор не представляется возможным.

При построении программы наблюдений возникает принципиальная необходимость в определении моментов времени и азимутов восхода и захода исследуемых объектов и периода их видимости над горизонтом. Кроме того, при проведении каких-либо измерений важно знать момент верхней кульминации небесного тела. Именно в этом положении изображение объекта наименее искажено влиянием рефракции и эффектами поглощения и рассеяния света в атмосфере Земли.

Конечно, эта задача легко решается в научно-исследовательских центрах и специальных обсерваториях, оснащенных современным специализированным программным обеспечением и большими базами данных по космическим объектам. Однако, эта проблема становится весьма острой и актуальной в случае, когда наблюдения проводят астрономы-любители. Следует напомнить, что эта категория исследователей до сих пор вносят немалый вклад в развитие астрономии-науки [2, 3].

К сожалению, астрономы-любители, не всегда обладают такой информацией. И получить ее из надежных источников не всегда возможно. Например, в конце октября 2007 года произошло очень редкое космическое явление – внезапное увеличение яркости в сотни тысяч раз тусклой кометы 17P/Holmes. Данная комета стало доступна наблюдениям не только в любительские телескопы, но даже невооруженным глазом. Однако, поскольку до вспышки данный объект был очень тусклым и не мог наблюдаться большинством астрономов-любителей, то информации о комете до вспышки и в первые дни вспышки в средствах массовой информации оказалось недостаточным. Многие астрономы-любители продолжительное время оставались в неведении относительно экваториальных координат и периода видимости кометы над горизонтом.

В связи со сказанным главной целью настоящей работы разработка алгоритма определения часовых углов, азимутов и моментов времени восхода и захода небесного тела за горизонт, момента верхней кульминации и периода видимости небесного тела над горизонтом по данным двух измерений горизонтальных координат объекта. Компьютеризация полученного алгоритма.

Согласно сформулированной цели основными задачами данной работы яв-

ляются следующие основные положения:

1. Расчет часового угла небесного тела как функции его горизонтальных координат и астрономической широты места наблюдения с учетом поправки на эффект атмосферной рефракции.

2. Вычисление часового угла и азимута точек восхода и захода небесного тела за горизонт, а также соответствующих моментов времени с учетом поправки на эффект атмосферной рефракции. Определение момента верхней кульминации и периода видимости объекта над горизонтом.

3. Оценка моментов восхода и захода небесного тела в другие дни ближайших месяцев по результатам наблюдений на определенную дату.

4. Адаптация полученного алгоритма к машинным кодам системы аналитических исчислений *Mathematica*. Обработка данных для Юпитера с использованием новой программы. Анализ численных результатов и сравнение с данными программы *RedShift*.

Основными методами решения поставленных задач являются: методы сферической астрономии, фундаментальной астрометрии и плоской геометрии Евклида, а также приемы алгебраических преобразований математических выражений.

Данная работа имеет следующую структуру.

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

Во **второй главе** подробно представлены решения поставленных теоретических задач и их анализ.

В **третьей главе** представлены данные экспериментальных наблюдений Юпитера и представлены численные результаты их обработки. Выполнен сравнительный анализ полученных результатов с результатами программы *RedShift*.

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