

Отчёт группы «Астрономия» по выполненной работе в ЭЭРЛ-2010

Поставленные цели

- ✓ Определение координат места наблюдения (географические широта и долгота);
- ✓ Определение магнитного склонения местности;
- ✓ Наблюдение солнечных пятен;
- ✓ Наблюдение метеоров;
- ✓ Работа с телескопом и наблюдения основных объектов доступных для наблюдения во время ЭЭ2010.

I. Решение задачи “Робинзона Крузо” (определение географических координат местности по Солнцу)

В программу научной деятельности группы «Астрономия» была включена работа по определению географических координат местности по астрономическим объектам. Главная цель данной работы – научиться определять географическую широту и долготу, при помощи наблюдений за Солнцем.

1. Для определения широты воспользовались формулой

$$H_{\max} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

Где,

H_{\max} – максимальная высота солнца над горизонтом, φ – широта места наблюдений, δ – склонение Солнца в данный момент (угловое расстояние от Солнца до небесного экватора). (Рис. 1)

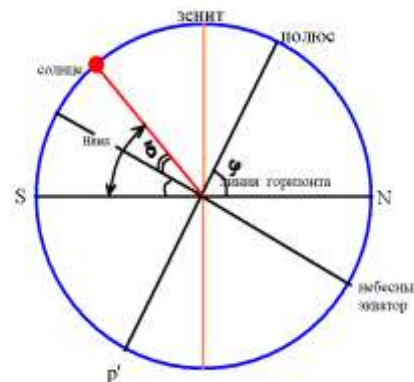


Рис.1. Небесная сфера (к определению широты местности).

Тогда,

$$\varphi = 90^\circ - H_{\max} + \delta$$

Значение склонения узнаётся в табличных данных Одесского Астрономического Календаря за 2010 год. Максимальная высота Солнца определяется по наблюдениям.

2. Для определения долготы воспользовались формулой

$$\Delta t = 24^h \frac{\lambda}{360}$$

где,

Δt – разность времени наступления солнечного полудня в данной местности и на гринвичском меридиане (момент верхней кульминации Солнца в Гринвиче, выраженный в местном времени), λ – долгота места наблюдений.

Тогда,

$$\lambda = \frac{360^\circ}{24^h} \Delta t = \frac{\Delta t}{4}$$

Δt при этом измеряется в минутах.

Для вычисления долготы этим методом также необходимо знать часовой пояс места нахождения и иметь точные часы.

Для определения максимальной высоты Солнца и момента наступления полудня (момент, когда высота Солнца максимальна) использовали секстант.

Так - как в местах стоянок экспедиции математический горизонт был не виден из-за природных препятствий (лес, горы), то использовался метод определения высоты Солнца, по отраженному изображению. В секстанте соединялись лучи, идущие прямо от Солнца и его отражением в плоскости поверхности земли (рис.2).

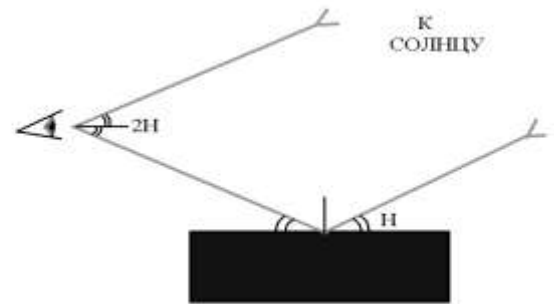


Рис. 2. Измерение двойной высоты Солнца.

Таким образом, измерялась двойная высота Солнца над горизонтом, из которой собственно высоту Солнца в момент верхней кульминации можно получить путем простого деления на 2.

В работе были задействованы три человека – один совмещал изображения Солнца в секстанте, другой каждые две минуты, начиная с 12:30, снимал показания прибора, третий записывал.

Данные измерения проводились на днёвке 3 июля на берегу реки **Мукши**, между селами **Гуменцы** и **Приворотье Второе**.

По полученным данным построен график (рис. 3) изменения двойной высоты Солнца со временем, по которому видно, что максимальная высота Солнца 3 июля составила $64^\circ 23'$ и наблюдалась в 13:20. Склонение Солнца на данный момент $\delta = 22^\circ 57'$.

геогр. широта $\varphi = 48^\circ 34'$

геогр. долгота $\lambda = 26^\circ 30'$

В компьютерной программе **Starcalc** для этих координат был построен график теоретической высоты Солнца над горизонтом (рис. 3)

По данным топографической карты Украины координаты стоянки

такие: $\varphi = 48^{\circ}47'$; $\lambda = 26^{\circ}38'$.

Ошибка в определении координат в линейных масштабах составляет 24 км. по широте и 15 км. по долготе.

Столь большие расхождения результатов связаны с неблагоприятными погодными условиями во время работы с секстантом и, как следствие, малым количеством измерений. Была переменная облачность, что затрудняло определять двойную высоту Солнца каждые 2 минуты.

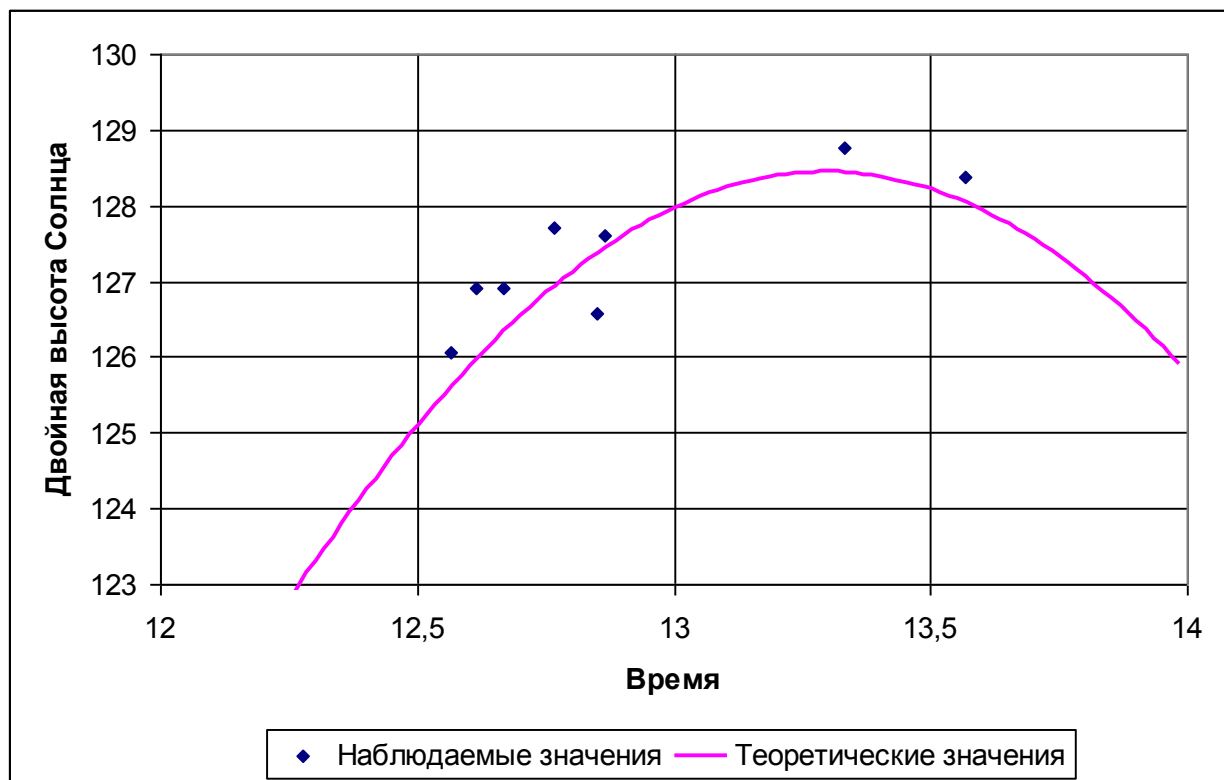


Рис. 3 Двойная высота Солнца (3 июля 2010)

II. Наблюдения Солнца

Программа наблюдений Солнца включала в себя ежедневные зарисовки изображения Солнца, подсчёт числа солнечных пятен и их групп, расчёт числа Вольфа, определение степени солнечной активности по полученным данным, оценку скорости вращения Солнца, систематизацию собранного материала и получение научных выводов из проделанной работы.

Солнечная активность - совокупность явлений, периодически возникающих в солнечной атмосфере. Проявления солнечной активности тесно связаны с магнитными свойствами солнечной плазмы.

Зарисовки Солнца проводились на дневках утром и вечером. Для этого с помощью теодолита на заготовленный шаблон проецировалось изображение Солнца ($\varnothing=57$ мм). Затем зарисовывались положения пятен, их

вид и размеры. При этом шаблон держался перпендикулярно солнечным лучам.

Степень солнечной активности определялась по количеству пятен, т. к. их наличие и обуславливает беспокойное состояние нашего светила. Для количественной оценки уровня активности Солнца применялся самый простой метод – определение чисел Вольфа. Числа Вольфа (W) пропорциональны сумме полного числа пятен, наблюдаемых в данный момент на Солнце, и удесятерённого числа групп, которые они образуют:

$$W = 10N + M$$

Где, N – число групп пятен; M – количество отдельных пятен.

В период проведения экспедиции наблюдалось только одно пятно. Поэтому число Вольфа оставалось константой, и было равно $W = 10 \cdot 1 + 1 = 11$.

За время наблюдений было отмечено 3 положения одного пятна (2 и 3 июля). Ниже на рисунке приведен оригинал зарисовок этого пятна (Рис.4).

Для анализа были взяты положения, которые были получены в течение одного дня. Это 3 июля в 9:26 и в 17:00.

Применяя методику, описанную в приложениях (см. ниже), мы определили, что широта этого пятна составляет $\varphi = 12^\circ$. Угловая скорость верхних слоев атмосферы Солнца на данной широте оказалась равна:

$$\omega = \alpha / \Delta t = 4/454 = 0.008811 \text{ [градусов в минуту]} = 12.6876 \text{ [градусов в сутки]}$$

Откуда легко получить что период обращения Солнца $T = 28.375$ [суток]

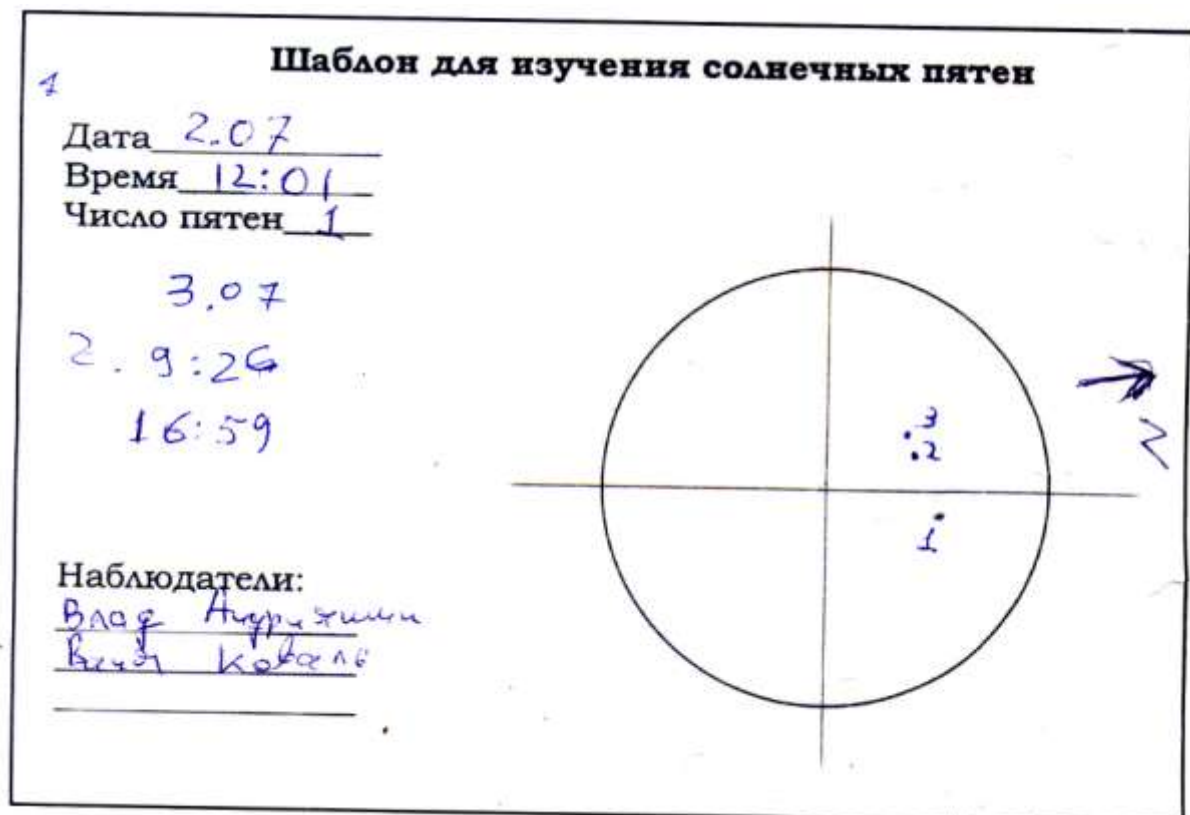


Рис.4 Зарисовки положения солнечного пятна (2-3 июля 2010)

III. Определение магнитного склонения местности

Классической задачей группы «Астрономия», является определение магнитного склонения местности по полуденной линии. Угол между геодезическим меридианом данной точки и ее магнитным меридианом, направленным на север, называется склонением магнитной стрелки или магнитным склонением. Магнитное склонение считается положительным, если северный конец магнитной стрелки отклонен к востоку от геодезического меридиана (восточное склонение), и отрицательным, если он отклонен к западу (западное склонение).

Работа, по определению склонения, проводилась двумя способами. Данные методы основываются на принципе, который говорит о том что, Солнце в момент верхней кульминации, точно находится на юге (для северного полушария) и таким образом оно определяет геодезический меридиан местности.

1. **С помощью теодолита.** Определялось направление на Солнце в полдень при помощи теодолита. Для этого, параллельно с работой по определению географических координат, один человек в момент верхней кульминации, определял по изображению Солнца в теодолите, точное направление на него. Далее, при помощи компаса, находилось направление на магнитный полюс Земли и сопоставлялось с направлением на географический. Угол между этими направлениями и есть магнитное склонение.

2. **По длине тени.** Данный способ является, крайне, приближенным, но всё же, годится, если нет под рукой специальных приборов (секстант, теодолит и др.)

Работу проводил один человек, измеряя каждые 3 минуты длину тени от карандаша. В момент верхней кульминации Солнца, тень имеет самую короткую длину, и она показывает полуденную линию для данной местности.

Далее, магнитное склонение находилось также, как и в способе №1, по разнице углов между направлением магнитной стрелки компаса с этой линией.

Получены следующие результаты.

При помощи теодолита $\delta = +3^{\circ}30' \pm 30'$

Согласно генштабовской карте, на данной местности магнитное склонение $\delta = +3^{\circ}31'$.

IV. Наблюдение метеоров

Одной из задач группы, было, ознакомиться с методикой организации наблюдений метеоров. На период проведения экспедиции (30 июня – 10 июля) не было ни одного активного метеорного потока, поэтому целью изучения стали спорадические метеоры (метеоры которые не принадлежат ни одному потоку, и попадают в земную атмосферу случайным образом).

В наблюдениях участвовала вся группа. Каждый участник, на протяжении одного часа, смотрел на свою область неба и вёл счет метеоров, которых он увидел. Помимо простого счёта, определялись такие параметры, как - яркость, скорость, направление. Далее они все наносились на карту звёздного неба.

Наблюдения проводились с 23:00 до 0:20. В табл. 1 приведены характеристики замеченных метеоров.

Таблица 1.

Номер	Время	Характеристики (яркость, скорость)	Район полета (созвездие)
1	23:17	ср. ярк., быстр.	Дракон
2	23:02	тусклый, быстрый	Дракон
3	23:24	тусклый, быстрый	Козерог
4	23:27	тусклый, ср. скорость	Лири
5	23:03	ср. яркость, быстрый	Дракон
6	23:32	очень яркий, быстрый	Лири
7	23:32	яркий, быстрый	Андромеда
8	23:32	тусклый, ср. скорость	Большая Медведица
9	23:41	тусклый, быстрый	Малая Медведица
10	23:42	ср. яркость, ср. скорость	Малая Медведица
11	23:47	ср. яркость, быстрый	Волпас
12	23:48	яркий, быстрый	Лири
13	23:52	ср. яркость, быстрый	Дракон
14	23:53	ср. яркость, быстрый	Лебедь
15	23:54	ср. яркость, быстрый	Лири
16	23:57	яркий, быстрый	Большая Медведица
17	00:02	ср. яркость, ср. скорость	Дракон
18	00:02	ср. яркость, быстрый	Большая Медведица
19	00:02	тусклый, быстрый	Лебедь
20	00:02	ср. яркость, ср. скорость	Малая Медведица
21	00:06	яркий, быстрый	Андромеда
22	00:01	ср. яркость, быстрый	Лири
23	00:11	яркий, быстрый	Большая Медведица
24	00:16	ср. яркость, ср. скорость	Большая Медведица

Приложения

План определения скорости вращения Солнца

1. Перерисовываем положения выбранного пятна или группы пятен с двух шаблонов на заготовленную окружность радиусом R (рис. 1);

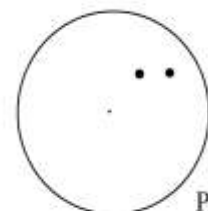


Рис. 1

2. Проводим через отмеченные точки прямую. Это солнечная параллель, на которой находятся данные пятна (рис. 2)

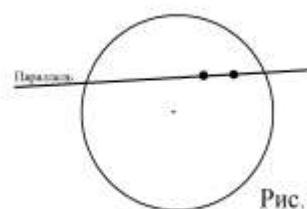


Рис. 2

3. Проводим через заранее отмеченный центр окружности прямую, перпендикулярную имеющейся параллели с пятнами. Это ось вращения Солнца (рис. 3)

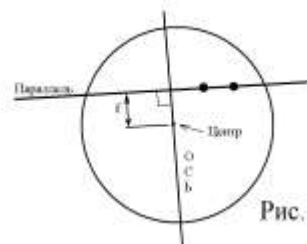


Рис. 3

4. Измеряем расстояние от центра окружности до параллели f . Находим отношение $f / R = \sin \varphi \Rightarrow \varphi = \arcsin (f / R)$, φ – широта пятна. Именно на этой широте мы и измеряем скорость вращения Солнца (рис. 4)

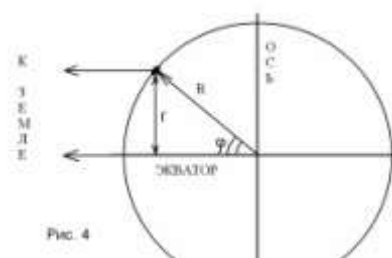


Рис. 4

5. Измеряем длину изучаемой параллели L и расстояние от нарисованной оси до отмеченных положений пятен X_1 и X_2 (рис. 5). Тогда: $\cos \alpha_1 = 2 * X_1 / L$; $\cos \alpha_2 = 2 * X_2 / L$. Если оба положения по одну сторону от оси (рис. 6 и 7), то угловое смещение пятна α равно: $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$, если по разные, то: $\alpha = 180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2)$

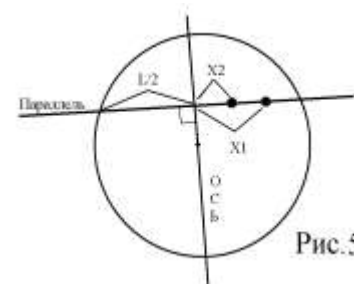


Рис. 5

6. Определяем интервал времени между наблюдениями $\Delta t = 1440 * N + (\tau_2 - \tau_1)$ [минут]

Где, N – число суток между наблюдениями,
 τ_1, τ_2 – время наблюдений [мин].

7. Угловая скорость рассчитывается по формуле:

$$\omega = \alpha / \Delta t$$

Линейную скорость определяем так:

$$V = \Delta D / \Delta t = (2 * \pi * R * \alpha) / 360^\circ * \Delta t = (\pi * \omega * R) / 180^\circ.$$

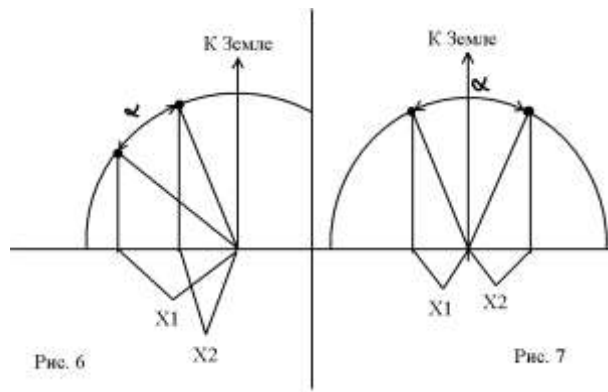


Рис. 6

Рис. 7