

## Программа наблюдений полного лунного затмения 27 июля 2018 г.

### Предварительный этап (в течение ночей 25 и 26 июля):

Съемка Луны и стандартной звезды во всех спектральных диапазонах (фотометрических полосах), в которых будут производиться наблюдения. Цель – выбор оптимальной экспозиции для полной Луны  $T$  и стандарта  $T_s$ . При 16-битном отсчете сигнала (максимум – 65535) оптимальная экспозиция соответствует максимальным отсчетам на уровне 20000 – 30000.

Важное замечание: вследствие оптических свойств лунного грунта диск Луны за 1-2 суток до затмения имеет существенно меньшую яркость, чем непосредственно в ночь затмения (перед ним или после него). Разница составляет примерно 0.8m (в 2 раза) для ночи 25-26 июля и 0.4m (в 1.4 раза) для ночи 26-27 июля. Поэтому оптимальная экспозиция для Луны в эти ночи составляет  $2T$  и  $1.4T$  соответственно, и в начале наблюдений ночи затмения экспозиция должна быть уменьшена до  $T$ , иначе возможно перенакопление сигнала.

Выбор фотометрического стандарта: оптимальный вариант – звезда  $\sigma$  Козерога ( $5.3^m$ , координаты на эпоху 2000.0:  $\alpha=20^h19^m.4$ ,  $\delta=-19^\circ07'$ ). Эта звезда во время затмения будет примерно на одной высоте над горизонтом с Луной и имеет подходящий спектральный класс (K3). Использовать в качестве стандарта Марс, расположенный существенно ниже, имеет смысл только при низкой чувствительности камеры, малом фокусном расстоянии и высокой прозрачности атмосферы.

### Основной этап (ночь 27-28 июля):

В зависимости от пункта наблюдения, время нахождения Луны на достаточной высоте над горизонтом может быть ограничено. Предлагаемая программа рассчитана на идеальные условия (Луна высоко над горизонтом все время, ясная погода), в случае ограничения она выполняется частично. Программа рассчитана на фотометрические наблюдения с возможностью быстрой смены фильтров и наведения на стандарт, в противном случае она корректируется (см. далее).

Во время полной фазы экспозиция зависит от спектрального диапазона. В таблице они приведены для стандартных полос BVRI, в случае иных полос нужно брать близкую по длине волны. Поверхностная яркость Луны в полной фазе плохо предсказуема, и значения экспозиции необходимо корректировать с учетом реальных измерений. **Необходимо четко убедиться в отсутствии эффектов перенакопления сигнала на любом этапе!** При использовании экспозиций больше 10 секунд необходимо гидирование по участку Луны.

## Программа фотометрических наблюдений

№ эт.	Время (UT)	Объект	Экспозиция
1	17.00 – 17.15	Луна	$T$
2	17.20 – 17.35	Стандарт	$T_s$
3	17.40 – 18.20	Луна	$T$
4	18.25 – 18.40	Стандарт	$T_s$
5	18.45 – 18.55	Луна	$2T$
6	19.00 – 19.15	Стандарт	$T_s$
7	19.20 – 19.40	Луна	500T (диап. B, V); 200T (диап. R, I).

8	19.40 – 19.55	Луна	2000T (диап. B, V); 500T (диап. R, I)
9	19.55 – 20.10	Луна	5000T (диап. B, V); 2000T (диап. R, I)
10	20.15 – 20.25	Стандарт	T <sub>s</sub>
11	20.30 – 20.45	Луна	5000T (диап. B, V); 2000T (диап. R, I)
12	20.45 – 21.00	Луна	2000T (диап. B, V); 500T (диап. R, I)
13	21.00 – 21.20	Луна	500T (диап. B, V); 200T (диап. R, I).
14	21.25 – 21.40	Стандарт	T <sub>s</sub>
15	21.45 – 21.55	Луна	2T
16	22.00 – 22.15	Стандарт	T <sub>s</sub>
17	22.20 – 23.00	Луна	T
18	23.05 – 23.20	Стандарт	T <sub>s</sub>
19	23.25 – 23.45	Луна	T
20	23.50 – 00.05	Стандарт	T <sub>s</sub>
21	00.10 до оконч.	Луна	T

В случае больших экспозиций или трудностей с быстрым перенаведением из программы исключаются: этап 5 (измерения стандарта 6 и 8 совмещаются), этап 10 (в течение всей полной фазы ведутся только измерения Луны) и этап 15 (измерения стандарта 14 и 16 совмещаются).

В случае использования широкоугольной фотометрии при возможности совместить в одном поле зрения Луну в полной фазе затмения и стандарт – это необходимо сделать. Вне полной фазы это не требуется, так как съемка Луны и стандарта будет производиться с разными экспозициями.

При фотометрии в нескольких цветовых полосах каждый из этапов должен включать себя не менее 1-2 измерений в каждой цветовой полосе.

#### Требования к ПЗС-фотометрии Луны:

1. RAW-формат без какой-либо обработки;
2. 16-битные измерения (максимальный отсчет – 65535).
3. Вся Луна должна помещаться в кадр, если это невозможно – все южное полушарие Луны должно поместиться в кадр;
4. Размер диска Луны в изображении – не менее 500 px в диаметре;
5. Известные спектральные кривые всех используемых светофильтров;
6. При использовании цветных (RGB) матриц – установка фильтра, блокирующего ИК-излучение (IR-cut).

#### **Программа спектроскопических наблюдений**

Спектроскопия производится для одного участка поверхности Луны по мере его движения через тень (по диаметру), а также вне затмения. Участок помечен на рисунке ниже, при необходимости возможно составление таблиц с его горизонтальными и экваториальными координатами в пункте наблюдения на эпоху 2000.0 или равноденствия даты, с учетом или без учета рефракции. При возможности цель спектрографа ориентируется вдоль пути Луны

(позиционный угол от направления на север  $81^\circ$ ). **Необходимо точное наведение в указанный элемент поверхности Луны!**

№ эт.	Время (UT)	Объект	Экспозиция
1	начало – 17.48	Луна	T
2	17.53 – 18.08	Стандарт	$T_s$
3	18.13 – 18.52	Луна	2T
4	18.57 – 19.12	Стандарт	$T_s$
5	19.17 – 21.27	Луна	500-2000T (оптика); 200-800T (ИК), коррекция по ходу
6	21.32 – 21.47	Стандарт	$T_s$
7	21.52 – 22.31	Луна	2T
8	22.36 – 22.51	Стандарт	$T_s$
9	22.56 – 23.14	Луна	T
10	23.19 – 23.34	Стандарт	$T_s$
11	23.39 - оконч	Луна	T

При длительных экспозициях или трудностях с быстрым перенаведением из программы исключаются этапы 3 (измерения стандарта 2 и 4 совмещаются), этап 7 (измерения стандарта 6 и 8 совмещаются) и этап 10 (измерения Луны 9 и 11 совмещаются). Наиболее простой вариант программы спектральных измерений приводится на рисунке, однако оптимальной является полная программа в соответствии с таблицей.

