



# ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР



9 класс

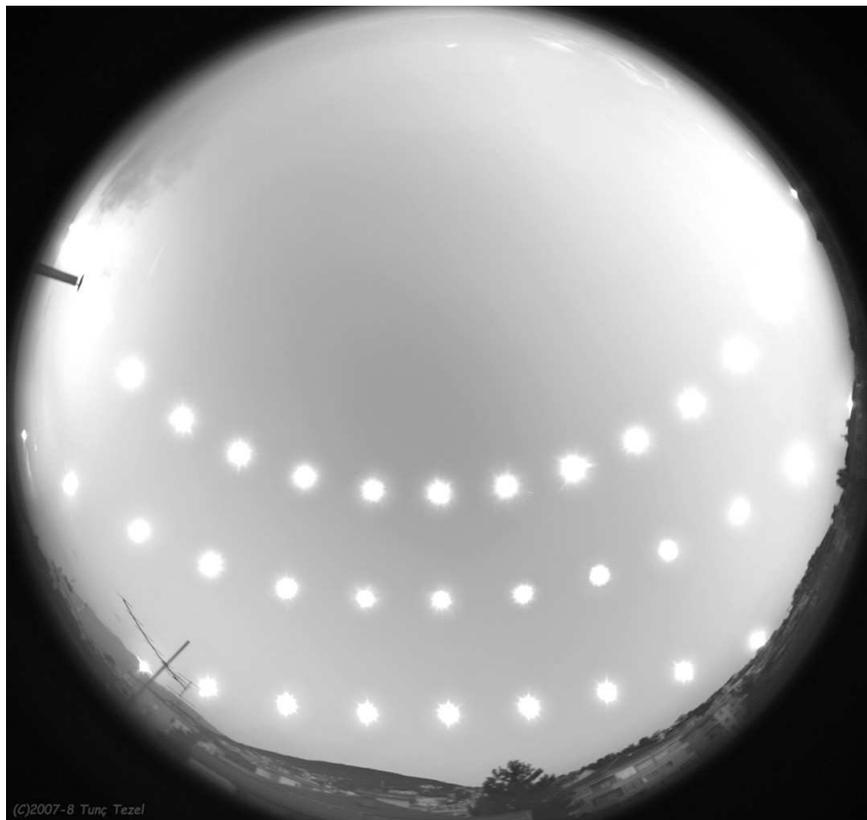


## IX. 1

### СОЛНЕЧНЫЕ ЦЕПОЧКИ

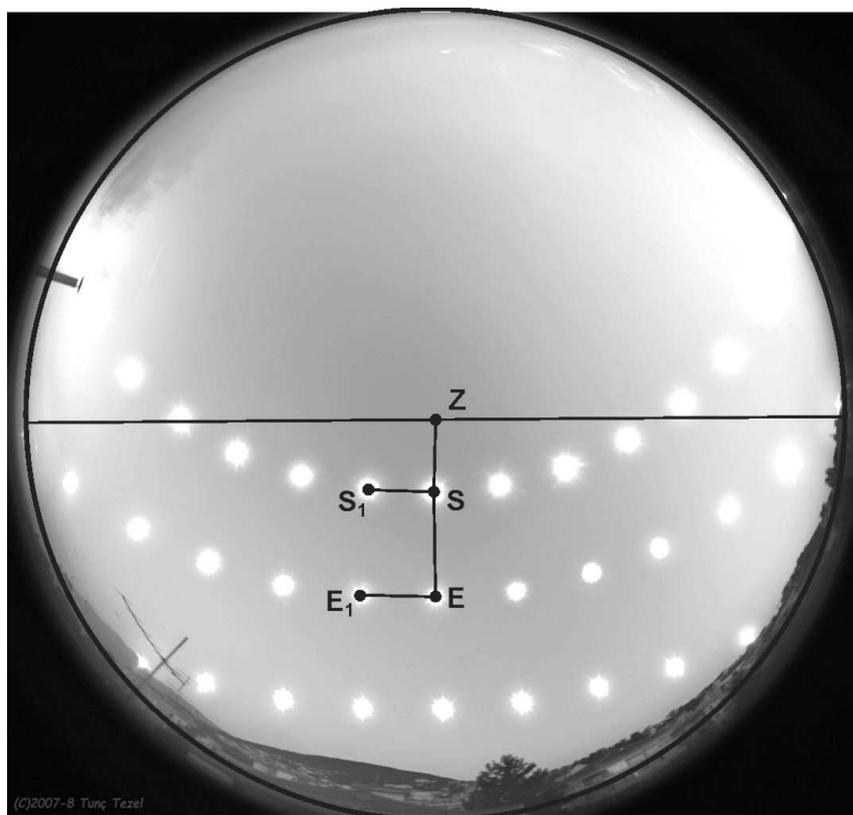
О.С. Угольников

**?** В некотором пункте в северном полушарии Земли производилась съемка неба с Солнцем раз в час в день равноденствия и дни солнцестояний. Получилась предложенная Вам фотография. Масштаб фотографии искажается при удалении от зенита. Определите широту пункта съемки.



**!** Фотография сделана в северном полушарии, во всех трех случаях (оба солнцестояния и равноденствие) верхняя кульминация Солнца происходила с одной (южной) стороны от зенита. Следовательно, наблюдения проводились на широте, большей  $+23.4^\circ$ . Расстояния между полуденными положениями Солнца в равноденствие и оба солнцестояния различаются, это следствие искажения масштаба фотографии при удалении от зенита.

Определить масштаб фотографии вблизи зенита можно несколькими способами, причем точность будет тем лучше, чем ближе к зениту берется «стандарт-



ный» отрезок, соответствующий известной угловой длине. Очевидно, что нижний трек Солнца (зимнее солнцестояние), лежащий у горизонта, использовать нельзя. Можно определить масштаб фото по отрезку  $SE$ , равному углу наклона экватора к эклиптике  $\varepsilon$  ( $23.4^\circ$ ) и по отрезку  $E_1E$  – часовому перемещению Солнца по небу в день равноденствия ( $15^\circ$ ), это не приведет к ошибке определения широты более  $1-2^\circ$ .

Наилучший способ определить масштаб – измерить длину отрезка  $S_1S$ , соответствующего часовому перемещению Солнца в день солнцестояния ( $15^\circ \cos \varepsilon = 13.8^\circ$ ). Этот отрезок находится ближе всего к зениту. Длина отрезка  $ZS$  на фотографии составляет 1.1 от длины отрезка  $S_1S$ , зенитное расстояние Солнца в день летнего солнцестояния  $z$  равно  $15^\circ$ . Широта места равна

$$\varphi = \varepsilon + z \sim 38^\circ.$$

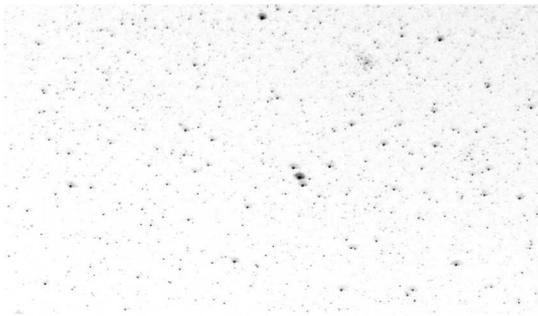
## IX. 2

### МЕТЕОРНОЕ ВЕЩЕСТВО

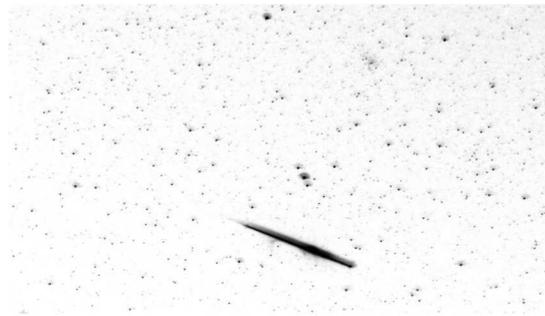
А.М. Татарников

**?** Перед Вами фотографии одной и той же области неба, полученные последовательно с интервалом 30 секунд (автор – С.А. Короткий). На них виден яркий болид из потока Геминиды и разлетающееся после него вещество. Оцените скорость разлета вещества. Метеор наблюдался на высоте  $40^\circ$  над горизонтом и имел блеск  $-3^m$ . При решении задачи вы можете воспользоваться прилагаемой звездной картой этой области неба.

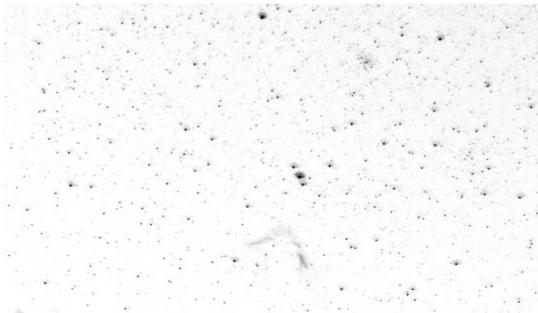
Практический тур – 9 класс



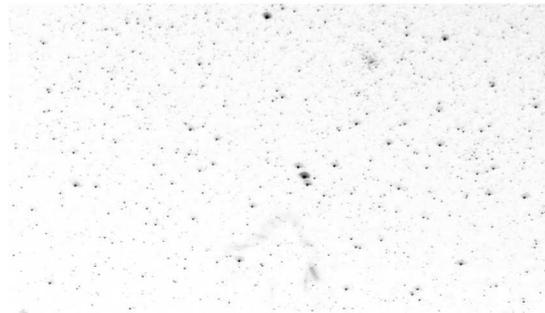
1



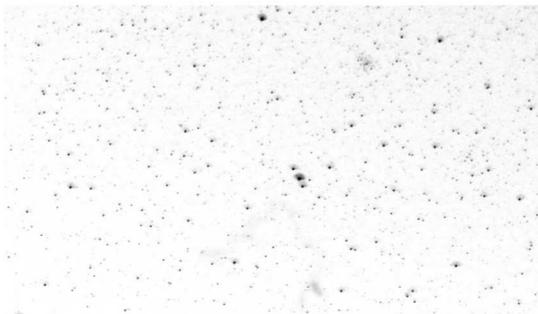
2



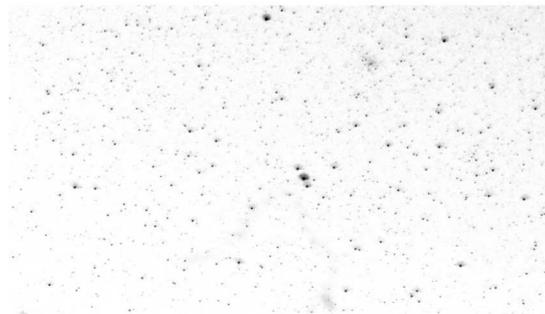
3



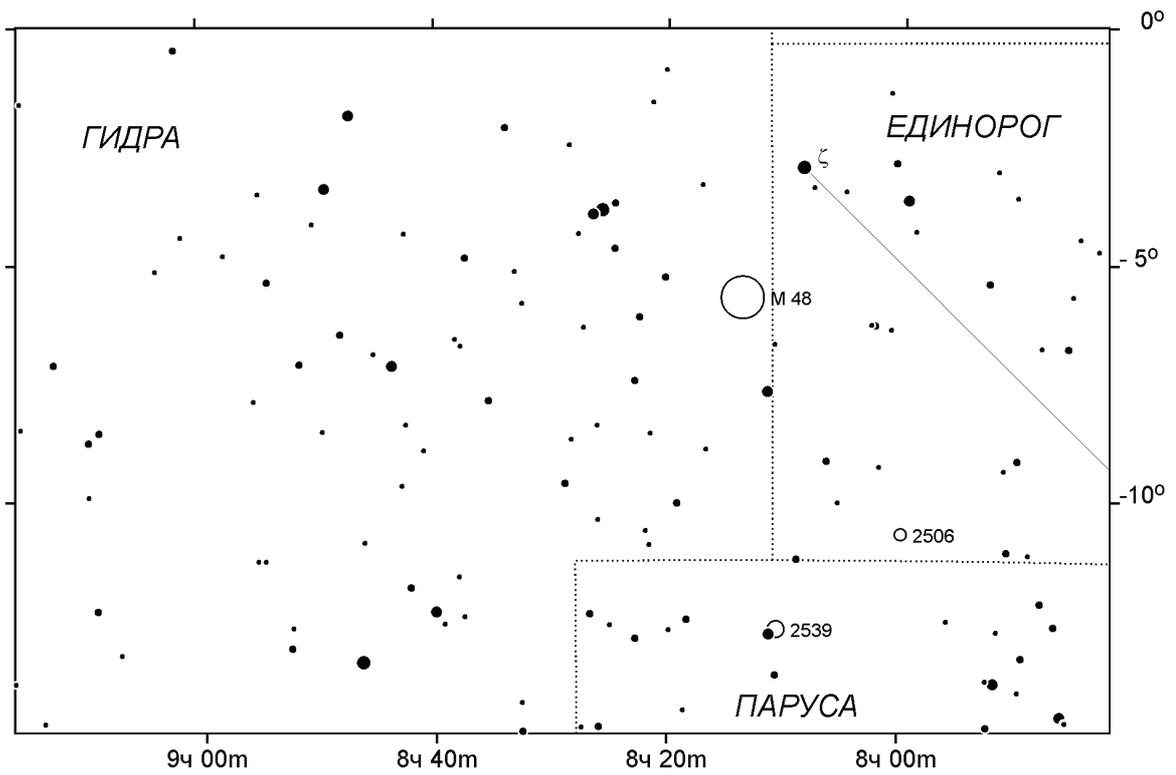
4



5



6



**!** Указанную область неба достаточно легко отождествить по звездной карте, используя яркие звезды созвездий Единорога и Гидры и рассеянное звездное скопление М48, также указанное на карте.

По кадрам 3-6 можно определить центр разлета вещества. Для нахождения скорости возьмем последний кадр и выделим фрагменты свечения, максимально удаленные от центра. Будем считать, что именно эти фрагменты вылетали перпендикулярно лучу зрения. Проведем через них окружность с центром, совпадающим с точкой вылета вещества. По координатной сетке карты можно определить радиус этой окружности на небе  $r$ , он равен  $2^\circ$ .

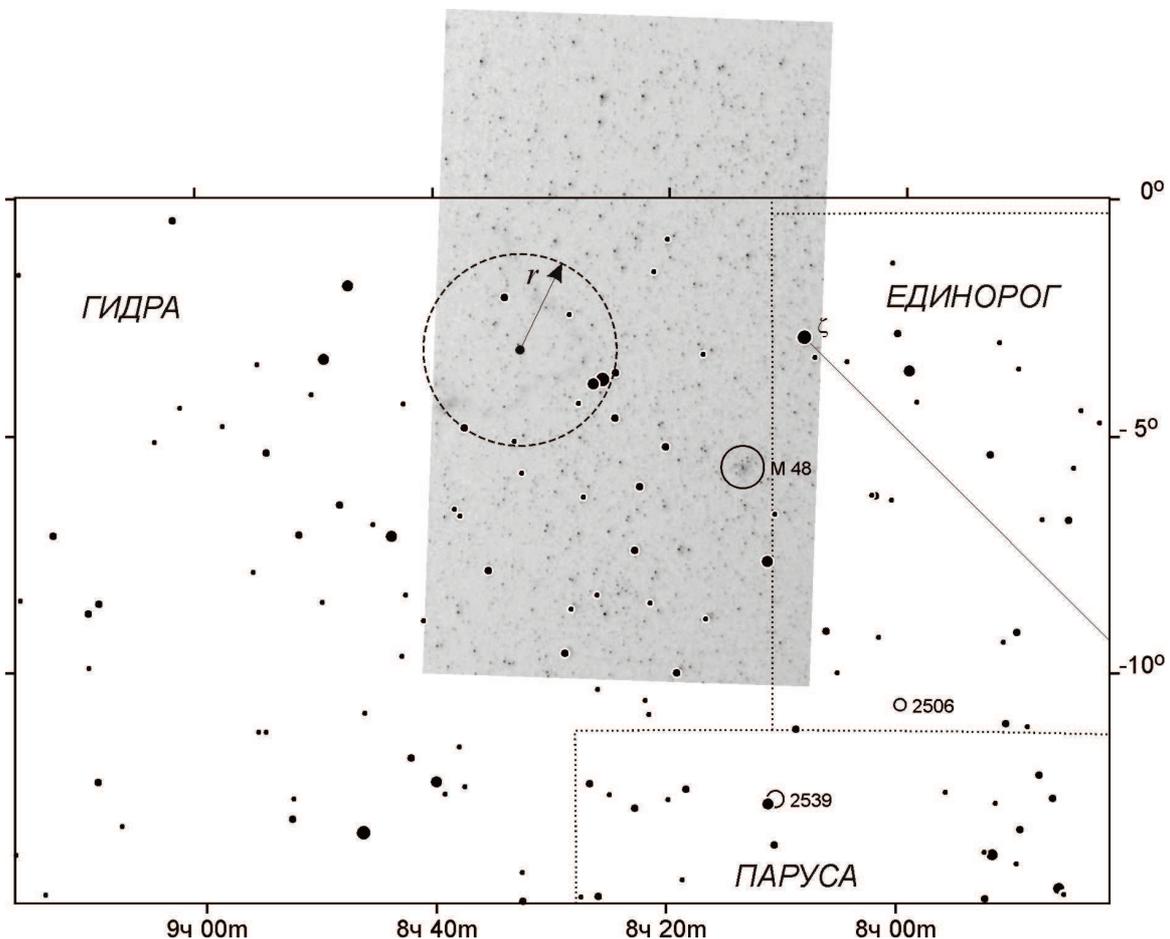
Далее нам нужно определить расстояние до точки вылета. Высоты метеоров  $H$  составляют порядка 100 км. Расстояние равно

$$L = H / \cos h = 130 \text{ км.}$$

Здесь  $h$  – высота метеора над горизонтом. Переводя радиус  $r$  в радианную меру, оцениваем скорость разлета вещества:

$$v = L r / T.$$

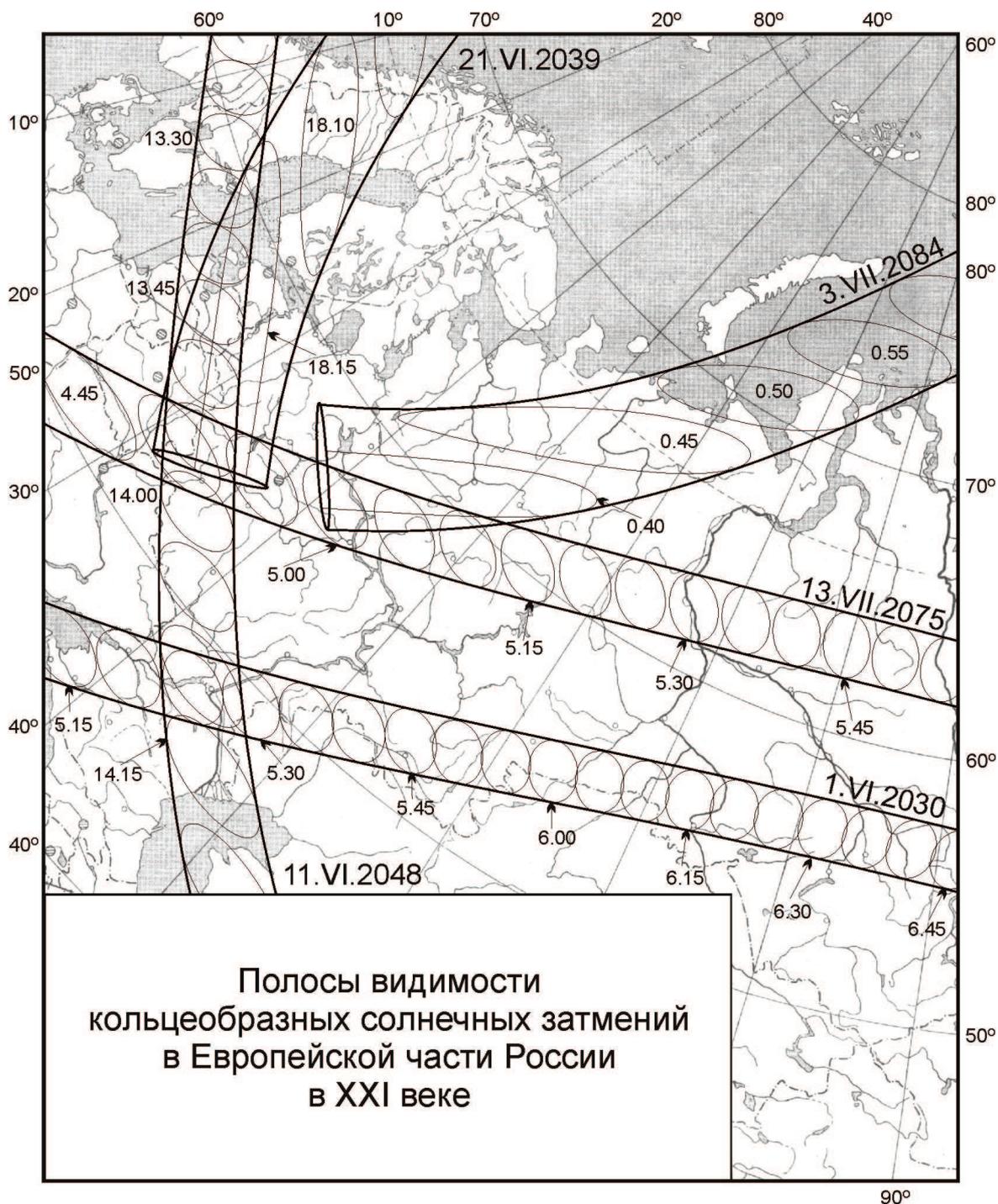
Здесь  $T$  – время между полетом метеора и последней экспозицией (120 секунд). Скорость составляет 40 м/с.



# IX. 3 ПЯТЬ КОЛЕЦ

А.Н. Акинъчиков

**?** Перед вами карта кольцеобразных солнечных затмений, которые будут видны в Европейской части России в XXI веке. Для каждого затмения показана полоса кольцеобразной фазы и область видимости кольцеобразного затмения через каждые 5 минут. Моменты указаны по Всемирному времени. Для каждого из городов России, принимавших Всероссийскую олимпиаду по астрономии в 1994-2013 годах (координаты в таблице), укажите все затмения, которые там будут видны как кольцеобразные. Определите (с точностью до минуты по Всемирному времени) моменты начала, середины и конца кольцеобразной фазы.



## XX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

! Для каждого города можно сделать вывод, попал ли он в полосу видимости того или иного кольцеобразного затмения. Если кольцеобразная фаза видна в указанном городе, то его положение нужно сопоставить с кружками, соответствующими области видимости кольцеобразной фазы через каждые 5 минут. Кружки в двух точках касаются края самой полосы, эти две точки разделяют кружки на дуги, соответствующие началу и окончанию кольцеобразной фазы. При определении длительности кольцеобразной фазы можно обратить внимание, что она составляет ровно 5 минут, если соседние кружки касаются друг друга, и меньше 5 минут, если кружки не пересекают друг друга.

Особенного внимания требуют участки окончания кольцеобразного затмения 21 июня 2039 года и начала кольцеобразного затмения 3 июля 2084 года, когда затмение наблюдается на горизонте. Условия видимости кольцеобразных затмений в указанных городах приведены в таблице:

Город	Широта		Долгота	
	°	'	°	'
Ярославль	57	37	39	53
Рязань	54	37	39	42
Калуга	54	32	36	17
Троицк	55	29	37	19
Белгород	50	36	36	35
Сыктывкар	61	40	50	49
Курск	51	43	36	12
Пушино	54	50	37	37
Саранск	54	11	45	11
Новороссийск	44	44	37	46
Анапа	44	54	37	19
Орел	52	58	36	05

Город	Дата затмения	Начало		Середина		Окончание	
		ч	м	ч	м	ч	м
Ярославль	13 июля 2075	05	00	05	01	05	02
	3 июля 2084	00	39	00	40	00	41
Рязань	13 июля 2075	04	55	04	55	04	55
Калуга	21 июня 2039*	18	15				
	13 июля 2075	04	52	04	54	04	56
Троицк	13 июля 2075	04	54	04	56	04	58
Белгород	11 июня 2048	14	03	14	04	14	05
Сыктывкар	3 июля 2084	00	39	00	40	00	41
Курск	11 июня 2048	13	59	14	01	14	03
Пушино	13 июля 2075	04	53	04	55	04	57
Саранск	—						
Новороссийск	1 июня 2030	05	12	05	14	05	16
Анапа	1 июня 2030	05	12	05	14	05	17
Орел	11 июня 2048	13	57	13	59	14	01

\* Видно только начало кольцеобразного затмения на самом заходе Солнца.