



# АСТРОНОМИЯ В КАРЕЛИИ

№ 11 (48)  
ноябрь 2015 года



На правах приложения к *Астрономической газете*

Издание астрономического клуба ПетрГУ «Астерион»



**АРТЁМ  
НОВИЧОНОК**  
г. Петрозаводск

## ЯРКИЙ БОЛИД НАД ПЕТРОЗАВОДСКОМ

15 февраля 2013 года ярчайший болид пронёсся в небе над Челябинском. Большой массив данных о нём был получен благодаря видеорегистраторам автовладельцев, которые оказались случайными свидетелями удивительного события. Записи камер наружного наблюдения и видеорегистраторов помогут получить немало информации и о болиде, который наблюдался вечером 28 октября 2015 г. над Петрозаводском.

Многие жители столицы Карелии стали свидетелями его полёта, также болид зафиксировали несколько камер наружного наблюдения, установленные интернет-провайдерами «Ситилинк» и «Сампо» в Петрозаводске и в Кондопоге. Кроме того, в нашем распоряжении есть несколько видеозаписей с автомобильных видеорегистраторов.

Благодаря этим данным установлено, что болид появился на нашем небе в 21:55 МСК. Он наблюдался на протяжении по крайней мере двух секунд, после чего постепенно угасающий яркий след даже в условиях сильной городской засветки был виден ещё несколько секунд. Яркость объекта была сравнима с яркостью полной Луны (вероятно, в несколько раз слабее), а высота над горизонтом – лишь около 10° (что свидетельствует о значительной физической удалённости события).

В настоящее время мы проводим комплексные исследования описанного болида, описания результатов этой работы обязательно будут представлены на страницах



Вечер 2 октября 2015 года

© Р. Катаев



Вечер 6 октября 2015 года

© Р. Катаев



Вечер 7 октября 2015 года

© Р. Катаев



Болид в Петрозаводске (площадь Кирова)

© Компания «Ситилинк»



## ВЛАДИМИР РОМАНОВ

г. Петрозаводск

### ФАЗОВЫЕ УГЛЫ И ФАЗЫ

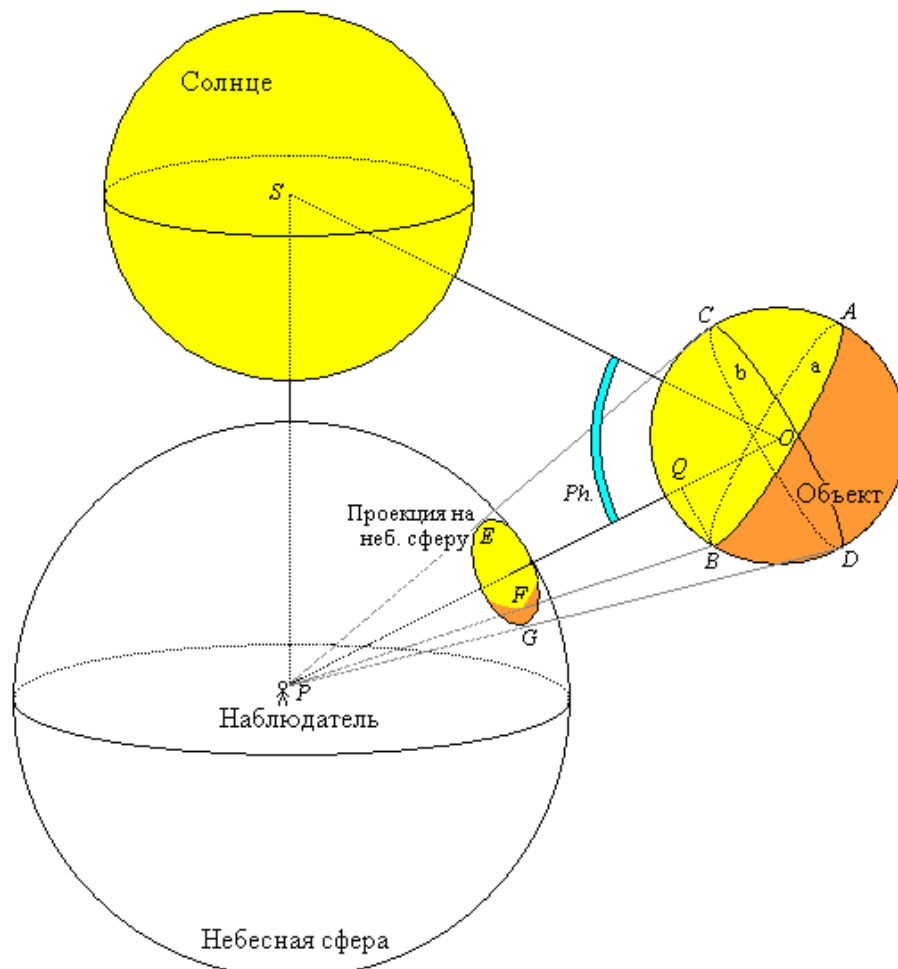
Поверхность любого объекта в Солнечной системе можно разделить на две стороны. Одна из них обращена в сторону Солнца и является освещаемой Солнцем в данный момент времени. Другая сторона обращена в сторону от Солнца и является не освещаемой Солнцем в данный момент времени. Поверхность объекта можно разделить на две стороны и по другому принципу. Одна из этих сторон обращена в сторону наблюдателя (находящегося, например, на Земле) и является видимой им в данный момент времени. Другая сторона обращена в сторону от наблюдателя и является невидимой им в данный момент времени. Важно отметить следующее: в общем случае сторона объекта, видимая наблюдателем, может содержать и часть освещенной стороны, и часть неосвещенной стороны. Таким образом, наблюдатель видит объект частично освещенным.

Любой объект (небесное тело), находящийся далеко от наблюдателя, воспринимается им спроецированным на некую воображаемую сферу (небесную сферу), в центре которой он сам находится. Если наблюдатель видит объект частично освещенным, на небесную сферу проецируются как освещенная часть видимой стороны объекта, так и неосвещенная часть видимой стороны объекта. Размеры объектов, проецированных на небесную сферу, выражаются в угловых единицах. Отношение углового диаметра освещенной части объекта к угловому диаметру всего объекта называется видимой фазой объекта.

Фазовым углом является угол «наблюдатель» – «объект» – «Солнце». Выведем связь фазы и фазового угла некоторого объекта. Для этого нам понадобится рисунок.

На данном рисунке:  $P$  – наблюдатель,  $O$  – объект (центр),  $S$  – Солнце (центр). Угол  $\angle POS = Ph.$  – фазовый угол. Круг  $a$  перпендикулярен линии  $SO$ ;  $AB$  перпендикулярен  $SO$ . Круг  $b$  перпендикулярен линии  $PO$  и разделяет объект на две другие части: поверхность одной из них видима наблюдателем, а поверхность другой невидима наблюдателем. Диаметр  $CD$  проходит через круг  $a$  и лежит в одной плоскости с линией  $SO$ ;  $AB$  перпендикулярен  $SO$ . Круг  $b$  перпендикулярен линии  $PO$  и разделяет объект на две другие части: поверхность одной из них видима наблюдателем, а поверхность другой невидима наблюдателем. Диаметр  $CD$  проходит через круг  $b$  и лежит в одной плоскости с линией  $PO$ ;  $CD$  перпендикулярен  $PO$ . Так как линии  $SO$  и  $PO$ , в свою очередь, тоже лежат в одной плоскости, то и диаметры  $AB$  и  $CD$  будут лежать в этой же плоскости.

Точка  $E$  – точка пересечения линии  $PC$  с небесной сферой. Точка  $F$  – точка пересечения линии  $PB$  с небесной сферой. Точка  $G$  – точка пересечения линии  $PD$  с небесной сферой. Дуга  $EF$  – угловой диаметр освещенной части объекта, а дуга  $EG$  – уг-



### Фазовый угол и фаза

ловой диаметр всего объекта, поэтому видимая фаза объекта  $\phi = EF_{bogen}/EG_{bogen}$ . Очевидно, что угловая величина дуги  $EF$  равна углу  $\angle EPF$ , а угловая величина дуги  $EG$  равна углу  $\angle EPB$ , поэтому фазу можно выразить так:  $\phi = \angle EPF/\angle EPB$ . Очевидно, что  $\angle EPF = \angle LCPB$ , а  $\angle EPB = \angle LCPD$ , поэтому  $\phi = \angle LCPB/\angle LCPD$ . В свою очередь, угол  $\angle LCPB$  можно выразить как сумму  $\angle LCPB = \angle LCPO + \angle OPB$ , а угол  $\angle LCPD$  равен  $\angle LCPD = \angle LCPO + \angle OPD = 2\angle LCPO$  (потому что  $\angle LCPO = \angle OPD$ ), тогда фаза будет выражена так:  $\phi = \angle LCPB/\angle LCPD = (\angle LCPO + \angle OPB)/2\angle LCPO$ . Осталось найти углы  $\angle OPB$  и  $\angle LCPO$ .

Если опустить перпендикуляр из точки  $B$  на линию  $PO$ , то его длина будет составлять  $BQ = OB \sin(\angle POB) = r_o \sin(\angle POB)$  (где  $r_o$  – радиус объекта). В свою очередь,  $\angle POB = \angle SOB - \angle SOP = 90 - Ph.$ , тогда  $BQ = r_o \sin(90 - Ph.) = r_o \cos(Ph.)$ . Расстояние от точки  $O$  до основания перпендикуляра  $BQ$  будет равно  $OQ = OB \cos(\angle POB) = r_o \cos(90 - Ph.) = r_o \sin(Ph.)$ . Расстояние  $OP$  (от наблюдателя до центра объекта) обозначим буквой  $\Delta$ , тогда расстояние от наблюдателя до основания перпендикуляра  $BQ$  равняется  $\Delta - OQ$ . И тогда  $\angle OPB$  выразится следующим образом:  $\angle OPB = \arctg(BQ/(\Delta - OQ)) = \arctg((r_o \cos(Ph.))/(\Delta - r_o \sin(Ph.)))$

Угол  $\angle LCPO$  выразить проще:  $\angle LCPO = \arctg(CO/PO) = \arctg(r_o/\Delta)$ . Таким образом, видимая фаза объекта выражается

следующим образом:

$$\phi = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\angle OPB}{\angle LCPO} \right) = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\arctg((r_o \cos(Ph.))/(\Delta - r_o \sin(Ph.)))}{\arctg(r_o/\Delta)} \right) = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\arctg(((r_o/\Delta) \cos(Ph.))/(1 - (r_o/\Delta) \sin(Ph.)))}{\arctg(r_o/\Delta)} \right)$$

Далее учтем, что, как правило,  $\Delta \gg r_o$ . Обозначим  $r_o/\Delta = k$  и вычислим предел:

$$\lim_{k \rightarrow 0} \left( \frac{\arctg((k \cos(Ph.))/(1 - k \sin(Ph.)))}{\arctg(k)} \right) = \lim_{k \rightarrow 0} \left( \frac{(k \cos(Ph.))/(1 - k \sin(Ph.))}{k} \right) = \lim_{k \rightarrow 0} \left( \frac{\cos(Ph.)}{1 - k \sin(Ph.)} \right) = \cos(Ph.)$$

Тогда соотношение между наблюдаемой фазой объекта и фазовым углом:

$$\phi = \frac{1 + \cos(Ph.)}{2} = \cos^2(Ph./2)$$

### Задачи

1) Период обращения Луны вокруг Земли (сидерический месяц) равен 655.7 часа. Период обращения Земли вокруг Солнца составляет 8765.8 часа. Какую фазу будет иметь Луна в «возрасте» 48 часов?

2) Как известно, у внутренних планет Солнечной системы наблюдаются фазы, как у Луны. А наблюдаются ли фазы у внешних планет? Полученное нами соотношение не содержит на это запрета. Определите, какая минимальная фаза может наблюдаться у Юпитера? Радиус его орбиты примите равным 5.2 а.е.



**АРТЁМ  
НОВИЧОНОК**  
г. Петрозаводск

**C/2013 X1 (PANSTARRS):  
ЯРКАЯ КОМЕТА БУДУЩЕГО ЛЕТА**

Комета **C/2013 X1 (PANSTARRS)** была обнаружена 4 декабря 2013 года на обзоре неба PANSTARRS (Гавайские острова, США), когда имела яркость около  $19^m$ , крошечную кому диаметром 6" (35 тыс. км) и коротенький хвостик длиной 2". К концу 2014 года комета достигла яркости  $16^m$ , и мы начали её ПЗС-наблюдения. Первую попытку визуальных наблюдений кометы я предпринял 22 августа в полях под Пухтой, однако ничего не удалось увидеть (комета слабее  $13.3^m$ ). Фотографическое наблюдение, произведённое спустя сутки в Кончезере, засвидетельствовало блеск  $13.9$  Tri-G. Наконец, 7 октября, в периоды локального ослабления мощного полярного сияния, я сумел увидеть C/2013 X1 впервые как объект с блеском около 12 зв. вел. Наблюдения от 3-4 ноября показали, что яркость хвостатой странницы выросла до  $11.3...11.4^m$ , при этом она хорошо видна с помощью 20-см рефлектора, демонстрируя небольшую ( $1.1'-1.2'$ , что соответствует 90 тыс. км) округлую, умеренно сконденсированную ( $DC=4$ ) и очень опрятную кому.

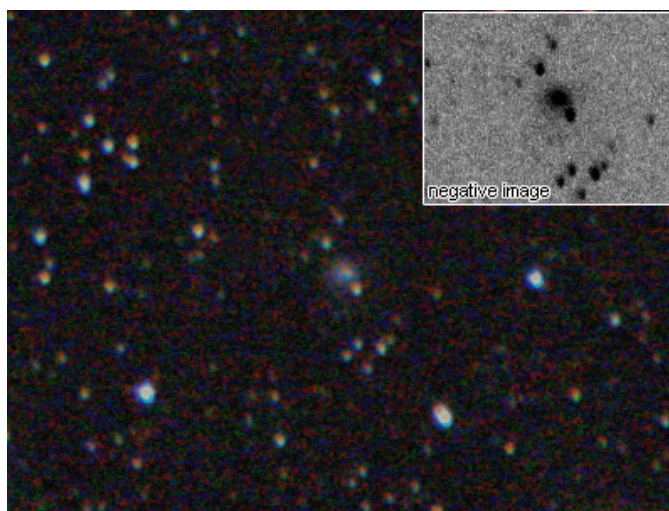
В карельских широтах комета будет иметь неплохие условия видимости вплоть до первой половины февраля следующего года, двигаясь по созвездиям Персея, Андромеды, Пегаса и Рыб. К концу этого периода хвостатая гостья должна увеличить свою яркость примерно до  $10^m$  (точнее, практически всё увеличение произойдёт до начала декабря этого года, т.к. после C/2013 X1 локально будет отдаляться от нашей планеты и, несмотря на приближение к Солнцу, вряд ли увеличит свою видимую яркость; локальное сближение кометы и Земли на 1.5 а.е. произойдёт в начале декабря, после чего к началу марта следующего года расстояние достигнет 2.4 а.е., а затем вновь начнёт сокращаться). Стоит добавить, что с февраля следующего года C/2013 X1 уже никогда не будет видна в Карелии. Со второй половины февраля и до середины апреля хвостатая странница будет недоступна для наблюдений из-за малой элонгации; 20 апреля 2016 года она пройдёт перигелий на расстоянии 1.3 а.е. от Солнца. Яркость будет снова заметно расти с весны 2016 года и достигнет максимума около  $7^m$  спустя два месяца после перигелия, в середине июня 2016 года, когда C/2013 X1 сближится с Землёй на 0.64 а.е. Близ максимума, в первой половине июня, C/2013 X1 можно будет наблюдать низко над горизонтом на юге России.

**P.S.** К концу ноября блеск C/2013 X1 достиг  $10^m$ , в результате чего комета вплотную приблизилась по яркости к C/2014 S2. После наблюдений в начале месяца я, однако, не смог провести их в ноябре ещё раз из-за кошмара нескончаемой пасмурной погоды, который опустился на Петрозаводск на несколько недель. Надеемся на то, что в декабре мы снова сможем видеть над собой яркое звёздное небо.

Главной хвостатой странницей предстоящего месяца, бесспорно, станет **C/2013 US<sub>10</sub> (Catalina)**, которая стала вновь наблюдаться после соединения во второй половине ноября. При блеске около  $6^m$  она будет всё выше подниматься на утреннем небе, наблюдаясь в созвездиях Девы и Волопаса. Комета будет лёгким объектом для биноклярных наблюдений, визуально можно видеть также её пылевой хвост. Наличие второго хвоста, газового, сделает C/2013 US<sub>10</sub> очень благодатным объектом для астрофотографии.

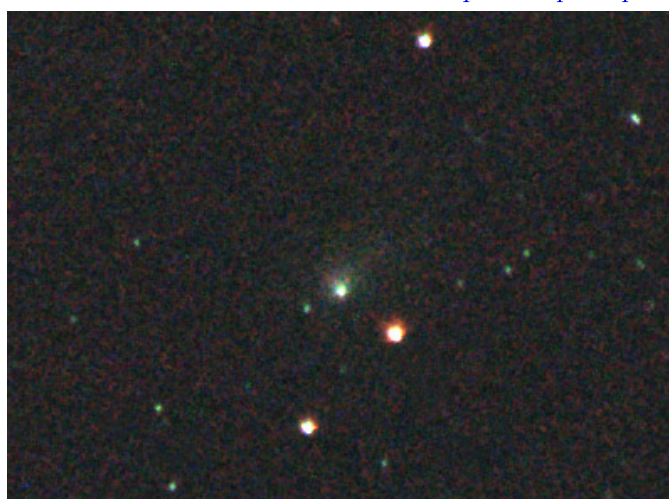
Среди других комет прежде всего стоит отметить **C/2013 X1 (PANSTARRS)** и **C/2014 S2 (PANSTARRS)**, которые имеют блеск около  $10^m$ . Первая из них, C/2014 S2, в декабре проходит перигелий, двигаясь в созвездии Дракона, а вторая видна по вечерам в Андромеде, Рыбах и Пегасе, причём условия видимости медленно ухудшаются. Летом 2016 года C/2013 X1 достигнет яркости около  $7^m$ , но будет иметь плохие условия видимости для наблюдателей России.

Ещё две хвостатых странницы будут иметь яркость на уровне  $13^m$  — **C/2014 W2 (PANSTARRS)** и **67P/Churyumov-Gerasimenko**.



Comet C/2013 X1 (PANSTARRS) 2015 Nov. 03.85 UT  
m1=10.6: Dia.=81.9'  
Nikon D5200 + 55-300 mm lens (246 mm used)  
© A. Novichonok & T. Prystavski Total exp.: 6\*30 sec 3.3"/px ISO: 2500  
Konchzero (Karelia, Russia)  
Green zone of light pollution (Bortle sky class = 4.5)

*Снимок, сделанный мной с фотоаппаратом Nikon D5200, отлично характеризует визуальный внешний вид кометы C/2013 X1 в любительский телескоп среднего размера*



*Комета C/2014 S2 (PANSTARRS) при блеске около  $9.5^m$  была самой яркой в ноябре. Снимок сделан 3 ноября с фотоаппаратом Nikon D5200, обработка Т. Приставского*

**КАЛЕНДАРЬ**



Метеоры потока Геминиды и полярное сияние 14 декабря 2014 года

© N. Zeller



**АРТЁМ  
НОВИЧОНОК**  
г. Петрозаводск

## НЕБО ДЕКАБРЯ

Ясные, морозные зимние вечера могут предоставить нам прекрасную возможность для проведения астрономических наблюдений. Наша планета пройдёт точку зимнего солнцестояния 21 декабря – это самый короткий день в северном полушарии

### Видимость планет в декабре

Планета	Вечер	1 пол. ночи	2 пол. ночи	Утро
Меркурий	+	-	-	-
Венера	-	-	-	+
Марс	-	-	+	+
Юпитер	-	-	+	+
Сатурн	-	-	-	+
Уран	+	+	-	-
Нептун	+	+	-	-

### Сближения Луны с планетами и яркими звёздами в декабре

Дата (время)	Планета/звезда	Фаза Луны	Расстояние
04 (07:21)	Юпитер (-1.8 <sup>m</sup> )	0.42	2°25'
06 (04:13)	Марс (1.5 <sup>m</sup> )	0.25	44'
07 (08:43)	Венера (-4.2 <sup>m</sup> )	0.16	4°54'
29 (23:03)	Регул (1.4 <sup>m</sup> )	0.80	3°21'

### Покрывания звёзд (до 5<sup>m</sup>) и планет Луной в декабре (Петрозаводск)

Дата	Звезда	Фаза Луны	Начало	Окончание	Высота в начале/конце
23	θ <sup>1</sup> Tau (3.8 <sup>m</sup> )	0.96	18:20	19:09	23°/29°
23	θ <sup>2</sup> Tau (3.4 <sup>m</sup> )	0.96	18:32	18:58	25°/27°
23	75 Tau (3.4 <sup>m</sup> )	0.96	18:37	19:02	25°/28°
23	SAO 93975 (4.8 <sup>m</sup> )	0.96	19:11	20:13	29°/35°
<b>23</b>	<b>α Tau (0.9<sup>m</sup>)</b>	<b>0.96</b>	<b>21:48</b>	<b>22:55</b>	<b>42°/45°</b>
23	111 Tau (5.0 <sup>m</sup> )	0.99	17:03	17:55	9°/15°

Земли. В этот день на широте Петрозаводска дневное светило поднимется над горизонтом лишь на 4.5°.

В течение декабря наблюдатели смогут увидеть все планеты Солнечной системы, причём самое интересное будет, как и в прошлые месяцы, происходить на утреннем небе, когда наблюдаются **Юпитер, Марс и Венера**. В конце месяца к ним добавится **Сатурн**, который расположится очень низко над горизонтом. **Меркурий, Нептун и Уран** будут наблюдаться по вечерам.

**Астероиды** ярче 10<sup>m</sup>, доступные для наблюдений в декабре: (4) Веста, (15) Эвномия, (16) Психея, (27) Эвтерпа, (29) Амфитрита, (39) Летиция, (192) Навсикая, (230) Афаманта.

Комета **C/2013 US<sub>10</sub> (Catalina)** видна на утреннем небе с биноклями при блеске 6<sup>m</sup> (см. стр. 3).

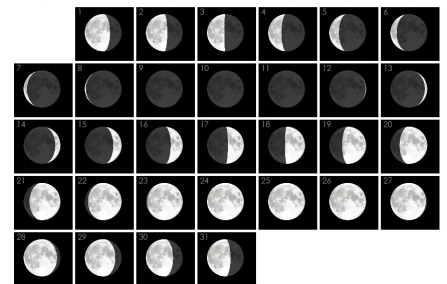
Традиционно одним из главных астрономических событий декабря является максимум метеорного потока **Геминиды**, который, согласно расчётам Международной метеорной организации, придёт на 21 ч. 14 декабря. В ночи близ максимальной активности потока (ZHR ~ 100 метеоров) Луна будет наблюдаться по вече-

- Основные события**
- 9.** Комета C/2014 S2 (PANSTARRS) в перигелии
  - 9.** Астероид (16) Психея в противостоянии (9.4<sup>m</sup>)
  - 14.** Максимум метеорного потока Геминиды
  - 18.** Венера (-4.2<sup>m</sup>) в соединении со звездой α Весов (2.8<sup>m</sup>, расстояние 1°55')
  - 21.** Зимнее солнцестояние
  - 23.** Луна в Гиадах (с покрытием нескольких звёзд скопления)
  - 23.** Покрывание Альдебарана Луной
  - 24.** Марс (1.4<sup>m</sup>) в соединении со Спикой (1.0<sup>m</sup>, расстояние 3°32')
  - 24.** Астероид (27) Эвтерпа в противостоянии (8.4<sup>m</sup>)

рам в виде узкого серпа, поэтому практически не мешает наблюдениям. Радиант потока (точка, из которой как будто появляются все его метеоры) расположен в созвездии Близнецов и будет достигать полезной высоты над горизонтом начиная с позднего вечера.

*Примечание.* Для всех событий указано московское время UTC+3 (если не отмечено иное).

### Фазы Луны в декабре



© К. Гришин

### «Астрономия в Карелии»

На правах приложения к  
Астрономической газете  
№11 (48), ноябрь 2015 г.

**Гл. редактор:** А. Новичонко  
artnovich@inbox.ru

**Редколлегия:** Н. Скорикова  
Н. Орехова, Е. Новичонко

**Корректоры:** Д. Белова,  
С. Плакса, И. Новичонко

**Тираж** – 100 экз.

По вопросам подписки (бумажной или электронной) обращайтесь по адресу электронной почты, указанному выше.

Наша группа в контакте:  
<http://vk.com/asterionclub>

0+