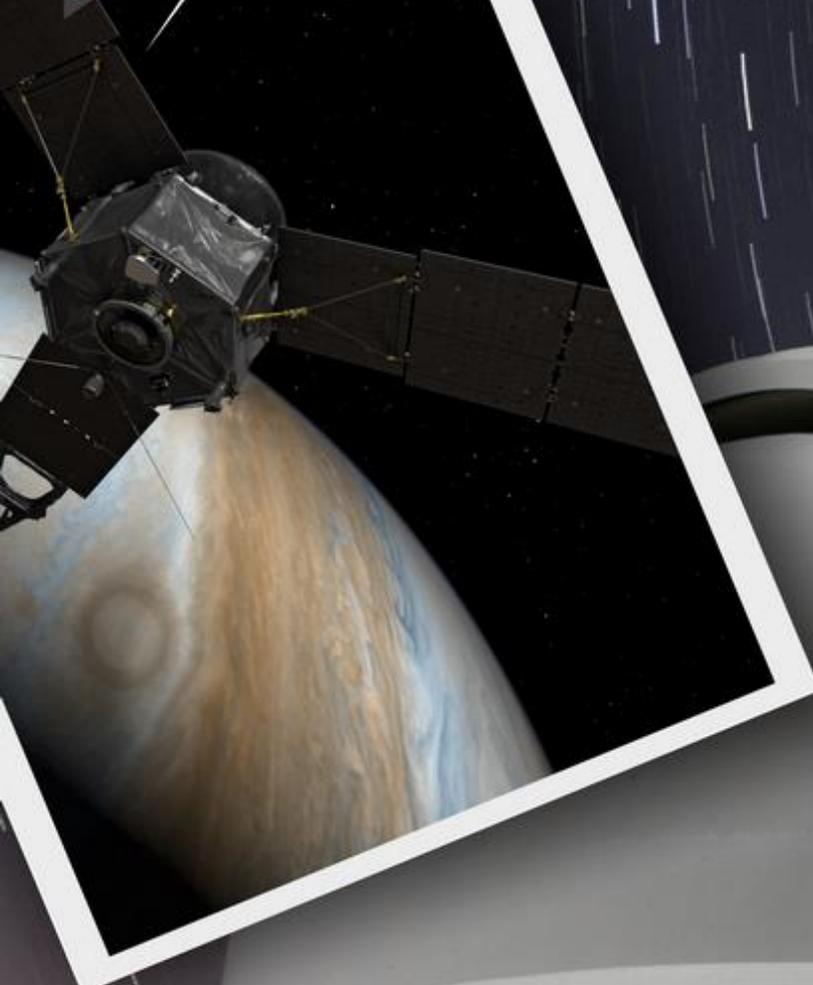


ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

**Обеспечение безопасности  
астрономической обсерватории**

**12'16**  
**декабрь**

В гостях у короля планет - Миссия «Юнона»    Новости астрономии  
Мир астрономии десятилетие назад    Как образуются «сверхсветовые» выбросы  
Небо над нами: декабрь 2016    «Космическая» осознанность    Интервью: Карен Янг



## Книги для любителей астрономии из серии «Астробиблиотека» от 'АстроКА'



Астрономический календарь на 2005 год (архив – 1,3 Мб)  
<http://files.mail.ru/79C92C0B0BB44ED0AAED7036CCB728C5>

Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с полувековой историей  
<http://earth-and-universe.narod.ru>

Астрономический календарь на 2006 год <http://astronet.ru/db/msg/1208871>  
Астрономический календарь на 2007 год <http://astronet.ru/db/msg/1216757>  
Астрономический календарь на 2008 год <http://astronet.ru/db/msg/1223333>  
Астрономический календарь на 2009 год <http://astronet.ru/db/msg/1232691>  
Астрономический календарь на 2010 год <http://astronet.ru/db/msg/1237912>  
Астрономический календарь на 2011 год <http://astronet.ru/db/msg/1250439>  
Астрономический календарь на 2012 год <http://astronet.ru/db/msg/1254282>  
Астрономический календарь на 2013 год <http://astronet.ru/db/msg/1256315>  
Астрономический календарь на 2014 год <http://astronet.ru/db/msg/1283238>  
Астрономический календарь на 2015 год <http://astronet.ru/db/msg/1310876>  
Астрономический календарь на 2016 год <http://www.astronet.ru/db/news/>



Краткий Астрономический календарь на 2016 - 2050 годы <http://astronet.ru/db/msg/1335637>  
Краткий Астрономический календарь на 2051 - 2200 годы <http://astronet.ru/db/msg/1336920>  
Астрономические явления до 2050 года <http://astronet.ru/db/msg/1280744>

Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1211721>  
Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1228001>



Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)  
<http://astronet.ru/db/msg/1236635>

«Астрономическая газета»  
<http://www.astro.websib.ru/astro/AstroGazeta/astrogazeta>  
и [http://urfak.petsru.ru/astronomy\\_archive/](http://urfak.petsru.ru/astronomy_archive/)

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>  
Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>  
Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>  
Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>



Противостояния Марса 2005 - 2012 годы (архив - 2 Мб)  
[http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005\\_2012.zip](http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip)



Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!  
КН на декабрь 2016 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



<http://www.nkj.ru/>



«Астрономический Вестник»  
ИЦ КА-ДАР –  
<http://www.ka-dar.ru/observ>  
e-mail [info@ka-dar.ru](mailto:info@ka-dar.ru)  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-1.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-2-06.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-3-06.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-4-06.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-5.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-6.pdf>

Вселенная. Пространство.  
Время <http://wselennaya.com/>



Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на следующих Интернет-ресурсах:  
<http://www.astronet.ru/db/sect/300000013>  
<http://www.astrogalaxy.ru>  
<http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>  
<http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN> (журнал + все номера КН)  
<http://ivmk.net/lithos-astro.htm>  
<http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=3606936> (все номера)  
ссылки на новые номера - на основных астрофорумах....



## Уважаемые любители астрономии!

*На снежном бархате искрится звездный свет!  
Сияют тайным отблеском мерцаний  
Рои снежинок, хоровод планет  
И метеоры - вестники желаний!*

**Редакция журнала «Небосвод» поздравляет всех любителей астрономии с наступающим 2017 годом и желает ясного неба, успешных наблюдений, новых открытий и новых знаний о Вселенной! «Небосвод» - ваш неизменный спутник в занятиях астрономией в 2017 году!**

Начало зимы радует любителей астрономии самыми продолжительными ночами и великолепием вечернего звездного неба с его многочисленным яркими звездами и созвездиями. Ясная морозная погода делает воздух прозрачным настолько, что в безлунную ночь без посторонней засветки можно отыскать даже те туманности и звездные скопления, которые в другое время года могут оказаться недоступными невооруженному глазу. Но, конечно, первый зимний месяц привлекает не только обилием ярких звезд. В середине декабря максимальной активности достигает мощный метеорный поток Геминиды из созвездия Близнецов. Его часовое число превышает сто метеоров, а радиант находится над горизонтом всю ночь! Самое время загадывать желания на следующий 2017 год, который преподнесет любителям астрономии немало интересных и зрелищных астрономических событий! Достаточно отметить полное солнечное затмение 21 августа, которое будет наблюдаться на территории США. Но для истинных приверженцев звездного неба не бывает ограничений ни по месту, ни по времени наблюдений. Настоящий любитель астрономии всегда найдет для себя место и время для того, чтобы окунуться в бесконечный и загадочный мир планет, комет, астероидов, скоплений, туманностей, галактик, пытаясь заглянуть все дальше и дальше в глубь вселенной! Любители астрономии - счастливые люди, не потому что они часов не наблюдают, а потому что они наблюдают звездное небо - открытую книгу природы! И каждая прочитанная вами страничка безграничного познания мира может быть отражена на страницах вашего журнала! Присылайте в журнал все, что вам кажется интересным и актуальным, и ваши наблюдения увидят новый свет по выходу очередного номера. Ясного неба и успешных наблюдений!

*Искренне Ваш Александр Козловский*

## Содержание

- 4 В гостях у короля планет - Миссия «Юнона»  
Марк Колбин
- 6 Как образуются «сверхсветовые» выбросы  
Антон Горшков
- 8 Рекордные по чувствительности эксперименты LUX и PandaX пока не поймали частицы темной материи  
Игорь Иванов
- 12 Обеспечение безопасности обсерватории  
Сергей Цуканов
- 17 «Космическая» осознанность  
Артур Гайдук
- 19 Интервью: Карен Янг
- 21 Мир астрономии десятилетие назад  
Александр Козловский
- 23 Астрономия на службе у истории или ещё раз о затмении в "Слове о полку Игореве"  
Сергей Беляков
- 26 Небо над нами: Декабрь - 2016  
Александр Козловский

### Обложка: Тутулемма - аналемма с солнечным затмением

Если вы будете выходить из дома каждый день в одно и то же время и фотографировать Солнце, как оно будет перемещаться на этих снимках? Чтобы получить такую последовательность изображений, нужно все тщательно спланировать и приложить много усилий. За год Солнце опишет кривую, имеющую форму восьмерки, которую называют аналеммой. Во время зимнего солнцестояния в северном полушарии Солнце находится в самой нижней точке аналеммы. Если фотографировать аналемму, находясь на разных широтах, то ее фигура будет слегка отличаться. Будут отличаться также аналеммы, снятые в разное время ежедневно. Если спланировать процесс еще тщательнее, на одной из фотографий можно запечатлеть полное солнечное затмение. На этой картинке показана такая аналемма с полным солнечным затмением. Фотографы назвали ее Тутулеммой, от турецкого слова, обозначающего затмение. Последовательность фотографий была получена в Турции начиная с 2005 года. Основной снимок последовательности был сделан во время полной фазы солнечного затмения в турецком городе Сиде 29-го марта 2006 года. Во время полной фазы была видна Венера, ее можно найти на картинке внизу справа. Если вы хотите создать свою тутулемму, заканчивающуюся полным солнечным затмением в августе 2017 года в США, то сейчас самое время начинать.

Авторы и права: Сенк Е. Тезель и Тунк Тезель (Ночной мир)  
Перевод: Д.Ю.Цветков

## Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

Издается с октября 2006 года в серии «Астробиблиотека» (АстроКА)

Гл. редактор, издатель: Козловский А.Н. (<http://moscowaleks.narod.ru> - «Галактика», <http://astrogalaxy.ru> - «Астрогалактика») (созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Редактор: Дёмин Н.И., дизайнер обложки: Н. Кушнир, [offset@list.ru](mailto:offset@list.ru), корректор: С. Беляков

В работе над журналом могут участвовать все желающие ЛА России и СНГ

Е-mail редакции: [nebosvod\\_journal@mail.ru](mailto:nebosvod_journal@mail.ru), веб-ресурс журнала: <http://www.astronet.ru/db/author/11506>

Тема журнала на Астрофоруме - <http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,19722.0.html>

Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://astro.websib.ru>, <http://ka-dar.ru>, <http://astronomy.ru/forum>

Сверстано 30.11.2016

© Небосвод, 2016

## В гостях у короля планет - Миссия «Юнона»



**Запуск миссии и цели**

**5 августа 2011 года** стартовала ракета «Атлас-5», выведшая «Юнону» в космос.

**5 июля 2016 года**, спустя почти 5 лет полёта, аппарат вышел на орбиту Юпитера. Это вторая станция (после «Галилео»), прибывшая к газовому гиганту и вышедшая на его орбиту.

Целью миссии является изучение магнитного и гравитационного поля Юпитера, поиск следов воды и аммиака в атмосфере, проверка гипотезы о наличии железно-каменного ядра у планеты, а также изучение и фотографирование полюсов.

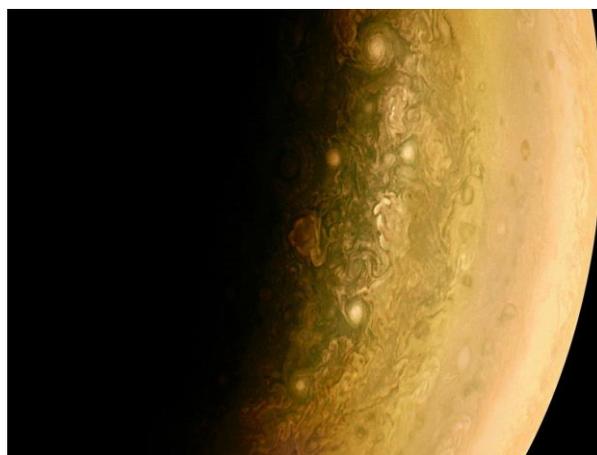


*Крупный план Юпитера с расстояния 703000 км*



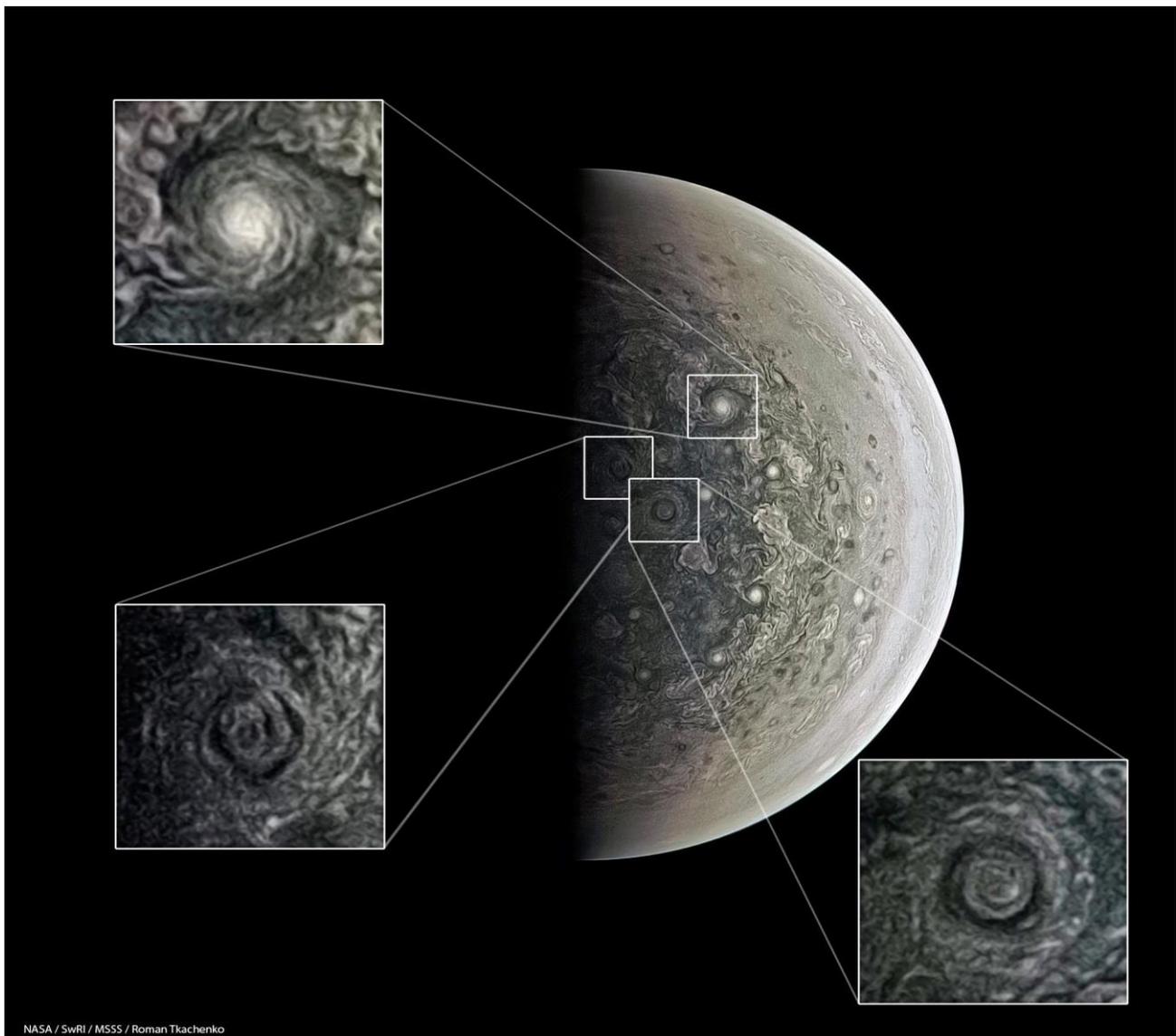
*Северный полюс Юпитера*

Аппарат сделает тридцать семь витков вокруг планеты, каждый длительностью 14 суток. В конце миссии станция «Юнона» закончит своё существование, погрузившись в атмосферу Юпитера, как до неё сделал «Галилео», и как сделает «Кассини», который войдёт в атмосферу Сатурна 15 сентября следующего года.



*Южный полюс Юпитера*

**27 августа 2016 года** станция впервые прошла над южным полюсом гиганта – на высоте 4200 км и сделала первые снимки. Ближайшее сближение запланировано на 11 декабря, до этого аппарат выходил в безопасный режим.



NASA / SwRI / MSSS / Roman Tkachenko

*Циклоны на южном полюсе*

Пока аппарат находился в безопасном режиме, учёные обработали первые данные. Установлено, что у Юпитера нет шестигранных образований на полюсах (гексагонов), как у Сатурна. Но зато обнаружено множество полярных циклонов (как это видно на снимках), некоторые из которых превышают диаметр Земли.

Самое любопытное на данный момент открытие – многослойность Юпитера. Причём каждый слой повторяет структуру облачных полос, которые мы видим на верхних уровнях атмосферы. Некоторые уже шутя сравнивают Юпитер с гигантской луковицей.

Эта многослойность оказалась большим сюрпризом для учёных – такая структура указывает на динамичные процессы, которые поддерживают полосы (пояса) на нижних слоях.

#### Послесловие

Кто знает, какие ещё сюрпризы преподнесёт нам Король планет. А пока ждём 11 декабря и новых снимков с новыми открытиями.



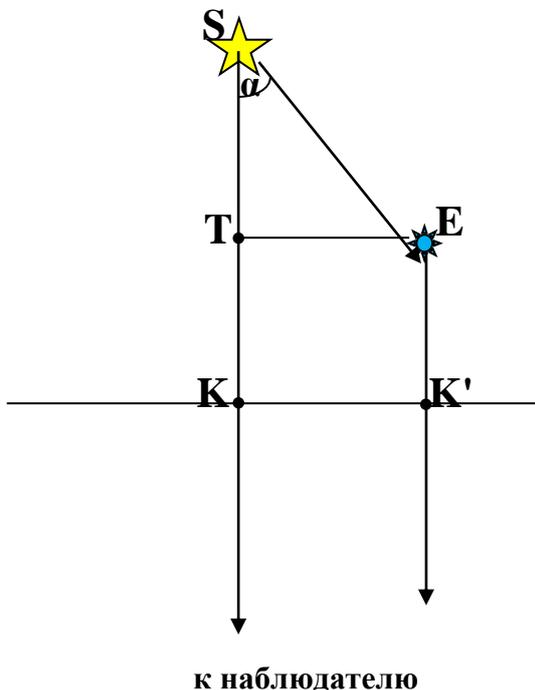
**Марк Колбин, любитель астрономии,  
Казахстан**

Специально для журнала «Небосвод»

## Как образуются «сверхсветовые» выбросы

В 70-х гг. XX века был обнаружен ряд интересных астрофизических источников (активных галактик и квазаров), из центральных областей которых выбрасывались релятивистские струи вещества и плазмы, чьи наблюдаемые скорости, измеренные благодаря применению методов радиоастрономической интерферометрии со сверхдлинными базами, «превышают», как выяснилось, скорость света. Естественно было предположить, что сами радиовыбросы движутся в пространстве с досветовыми скоростями, а их наблюдаемые в картинной плоскости «ультрарелятивистские» скорости (определяемые исходя из известных расстояний до этих источников и угловых перемещений их выбросов с течением времени), являют собой лишь некоторую иллюзию.

Впрочем, еще в 1966 г., т.е. за несколько лет до фактического открытия подобных объектов, возможность наблюдения «сверхсветовых» движений была теоретически обоснована английским астрофизиком Мартином Рисом. Иллюзия «сверхсветового» движения является следствием конечности скорости света, высокой субсветовой пространственной скорости выброса и удачной ориентации вектора этой скорости относительно луча зрения наблюдателя. Иными словами, необходимо, чтобы выброс двигался в сторону наблюдателя с околосветовой скоростью под небольшим углом к лучу зрения.



Попробуем разобраться с физикой этого явления, что будет особенно полезно учащимся старших классов, участвующим в астрономических олимпиадах, а также любителям астрономии, углубленно занимающимся этой наукой.

Пусть у нас имеется некоторый активный источник  $S$  (source), из ядра которого в сторону наблюдателя происходит выброс  $E$  (ejection) с некоторой околосветовой пространственной скоростью  $V$  под углом  $\alpha$  к лучу зрения нашего наблюдателя.

В некоторый начальный момент выброс фиксируется наблюдателем в ядре источника. Спустя определенный интервал времени, свет от начального положения выброса (от источника  $S$ ) проходит в сторону наблюдателя расстояние  $SK=ct$ , достигая некоторой условной картинной плоскости  $KK'$ , перпендикулярной лучу зрения наблюдателя. За это же время сам выброс переместится в пространстве на расстояние  $SE=Vt$ , а от нашей картинной плоскости  $KK'$  его будет отделять расстояние  $EK$ :

$$EK = ct - Vt \cdot \cos \alpha = (c - V \cdot \cos \alpha) \cdot t$$

Дополнительное время  $t'$ , которое потребуется, чтобы свет от нового положения выброса  $E$  достиг картинной плоскости  $KK'$ , составит:

$$t' = \frac{EK'}{c} = \frac{(c - V \cdot \cos \alpha) \cdot t}{c} \quad (1)$$

Именно с такой временной задержкой  $t'$  к наблюдателю (на Землю) и придет сигнал от нового положения выброса по сравнению с сигналом от его первоначального положения. Наблюдаемая же скорость выброса  $V_i$  в картинной плоскости, соответственно, составит:

$$V_i = \frac{TE}{t'} = \frac{Vt \cdot \sin \alpha}{t'}$$

Подставим сюда значение  $t'$  из выражения (1), и предыдущая формула примет вид:

$$V_i = \frac{cVt \cdot \sin \alpha}{(c - V \cdot \cos \alpha) \cdot t} = \frac{cV \cdot \sin \alpha}{c - V \cdot \cos \alpha}$$

Поделив числитель и знаменатель нашего выражения на скорость света  $c$ , получаем оконча-

тельное выражение для наблюдаемой скорости выброса в картинной плоскости:

$$V_i = \frac{V \cdot \sin \alpha}{1 - \frac{V}{c} \cdot \cos \alpha} \quad (2)$$

Теперь читатель сам может убедиться в том, что скорость, например, джета из ядра активной галактики, фиксируемая наблюдателем может восприниматься им, как «сверхсветовая». Допустим, скорость выброса составляет 0,8 скорости света, а вектор этой скорости составляет угол 30° с лучом зрения наблюдателя. Подставив эти значения в полученное нами выражение (2), получим, что наблюдаемая скорость составит порядка 1,3 скорости света.

Попробуем проанализировать выражение (2) с целью определить, при каком значении угла  $\alpha$  между направлением выброса и лучом зрения фиксируемая в картинной плоскости скорость выброса  $V_n$  будет наибольшей.

Надеюсь, что у читателей, владеющих началами математического анализа, это не вызовет больших сложностей. Для этого пространственную скорость выброса  $V$  будем считать постоянной, а  $V_n$  в выражении (2) продифференцируем по  $\alpha$ :

$$\frac{dV_i(\alpha)}{d\alpha} = V \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \left(1 - \frac{V}{c} \cdot \cos \alpha\right) - \frac{V}{c} \cdot \sin^2 \alpha}{\left(1 - \frac{V}{c} \cdot \cos \alpha\right)^2}$$

Проделав несложные преобразования с числителем полученного выражения, в итоге можно прийти к следующей формуле:

$$\frac{dV_i(\alpha)}{d\alpha} = V \cdot \frac{\cos \alpha - \frac{V}{c}}{\left(1 - \frac{V}{c} \cdot \cos \alpha\right)^2} \quad (3)$$

Наша функция  $V_n(\alpha)$  достигает своего экстремума, когда ее первая производная равна нулю, т.е. когда числитель полученного выражения (3) обращается в ноль, а именно при:

$$\cos \alpha = \frac{V}{c}$$

Или при угле  $\alpha$ , равном:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{V}{c}\right) \quad (4)$$

При помощи несложного дополнительного исследования можно показать, что при данном значении угла  $\alpha$  между направлением выброса и лучом

зрения наблюдателя, функция  $V_n(\alpha)$  будет иметь максимум, и, соответственно, а фиксируемая в картинной плоскости скорость выброса  $V_n$  будет наибольшей.

В конце наших изысканий попробуем определить, какую вообще максимальную скорость выброса сможет зафиксировать наблюдатель при заданном значении пространственной скорости  $V$  этого выброса и при наиболее удачной ориентации вектора скорости выброса к лучу зрения. Для этого необходимо подставить значение угла  $\alpha$  из выражения (4) в выражение (2):

$$V_i^{\max} = \frac{V \cdot \sin\left(\arccos\left(\frac{V}{c}\right)\right)}{1 - \frac{V}{c} \cdot \cos\left(\arccos\left(\frac{V}{c}\right)\right)} \quad (5)$$

Здесь нам придется кое-что вспомнить из тригонометрии, а именно, значения функций косинуса и синуса для арккосинуса:

$$\cos\left(\arccos\left(\frac{V}{c}\right)\right) = \frac{V}{c}$$

$$\sin\left(\arccos\left(\frac{V}{c}\right)\right) = \sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}$$

Подставляем их в выражение (5), и после небольших преобразований мы с вами приходим к следующей замечательной формуле:

$$\frac{V_i^{\max}}{V} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

Безразмерная величина в правой части этого выражения называется лоренц-фактором и широко используется в релятивистской кинематике. Чем выше пространственная скорость выброса, тем больше лоренц-фактор.

В пределе, при стремлении скорости выброса к скорости света ( $V \rightarrow c$ ), как это видно из полученного выражения, лоренц-фактор стремится к бесконечности. В случае же реально наблюдаемых астрофизических радиовыбросов, величина лоренц-фактора может достигать порядка десяти.

**Антон Горшков, заведующий астрономической обсерваторией Костромского планетария.**

Специально для журнала «Небосвод»

## Рекордные по чувствительности эксперименты LUX и PandaX пока не поймали частицы темной материи

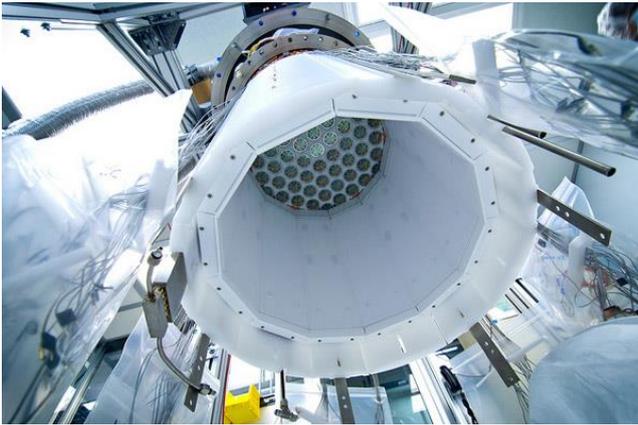


Рис. 1. Рабочая емкость детектора LUX, которая будет заполнена жидким ксеноном. Изображение с сайта [luxdarkmatter.org](http://luxdarkmatter.org)

На прошедшей на днях конференции *Identification of Dark Matter* сразу два крупных коллектива экспериментаторов, LUX и PandaX, представили свои новые данные по прямому поиску частиц темной материи. Несмотря на рекордную чувствительность установок, неуловимые частицы так и не были зарегистрированы. Ограничения сверху на сечение рассеяния улучшены в четыре раза по сравнению с прошлым рекордом, а сами коллаборации готовятся к новым сеансам наблюдений.

### Поиск частиц темной материи: общая перспектива

Поиск частиц темной материи — это одна из критически важных задач фундаментальной физики, задача, в которой схлестнулись два направления современной науки — физика микромира и космология. [Согласно астрономическим наблюдениям](#), во Вселенной помимо звезд, планет, и газопылевых облаков есть много темной материи — вещества, которое мы не видим напрямую ни в каком диапазоне электромагнитного спектра, но которое «сгущается» в галактиках и их скоплениях. Эта материя должна состоять из частиц нового сорта, которым нет места в [Стандартной модели элементарных частиц](#). Но что это за частицы, каковы их массы, из какой теории Новой физики они берутся — до сих пор неизвестно. Мы знаем лишь, что этих частиц в космосе очень много и что Солнечная система, в своем полете по Галактике, чувствует встречный «темный ветер», который проходит сквозь, в том числе, и Землю. Поиск частиц темной материи — это попытка уловить хоть какие-то события рассеяния этих частиц на атомах подземных детекторов.

Перспективы обнаружения частиц темной материи критически зависят от двух параметров: их массы и

сечения их рассеяния на атомах обычного вещества. Оба параметра нам неизвестны и могут лежать в очень широких пределах. Тот факт, что физики пока не поймали частицы темной материи, позволяет лишь установить ограничение сверху на сечение рассеяния для разных масс, но не может полностью исключить ни один диапазон их значений.

В принципе, некоторая помощь может прийти со стороны теории. Теоретики уже разработали сотни моделей Новой физики, в которых находится место и частицам-кандидатам в темную материю. Самые популярные — это так называемые [вимпы](#), гипотетические слабо взаимодействующие тяжелые частицы с массой порядка сотен ГэВ или ТэВ. Однако поскольку ни одна из теорий еще не получила четкого экспериментального подтверждения, их предсказания остаются пока эфемерными.

В результате уже которое десятилетие между теоретиками и экспериментаторами идет своеобразная «игра в прятки». Теоретики предлагают очередные модели Новой физики, в которых предсказывается, что детекторы вот-вот обнаружат темную материю. Экспериментаторы делают очередное героическое усилие, в разы повышают чувствительность своих детекторов — и ничего не находят. Теоретики, приняв во внимание эти данные и результаты, поступающие с коллайдеров, выдвигают улучшенные модели, в которых снова предсказывается возможность частиц темной материи на пределе чувствительности детекторов. Экспериментаторы совершают очередной рывок — но снова ничего не обнаруживают.

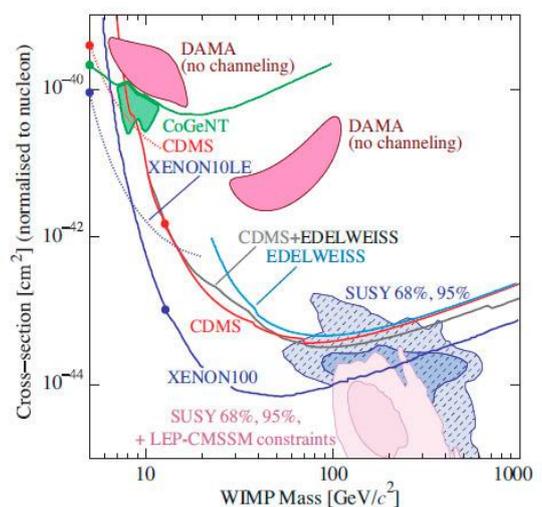


Рис. 2. Сводка по состоянию на 2012 год результатов экспериментов по поиску частиц темной материи в области масс до 1 ТэВ и предсказаний

суперсимметричных моделей. Цветные линии — ограничения сверху на сечение, полученные в экспериментах с отрицательными результатами; яркие пятна — области параметров, на которые указывали эксперименты с положительными результатами; светлые пятна в нижней части диаграммы — теоретические предсказания. Изображение с сайта [pdg.lbl.gov](http://pdg.lbl.gov) (PDF, 250 КБ)

Впрочем, в последнее десятилетие или около того в этой области наблюдалось некоторое воодушевление. Чувствительность детекторов подобралась к области на плоскости параметров, на которую указывало много теоретических конструкций, включая разные версии суперсимметричных моделей — а они у теоретиков всегда в почете. Это область масс в несколько сот ГэВ и сечений рассеяния порядка 1 зептобарна ( $1 \text{ зб} = 10^{-45} \text{ см}^2$ ), см. рис. 2. Новые частицы таких масс как раз ожидалось в преддверии запуска Большого адронного коллайдера и, по счастливому совпадению, именно к этому диапазону наиболее чувствительны детекторы. Поэтому физики надеялись, что еще один рывок экспериментальных технологий позволит наконец-то добраться до заветных неуловимых частиц.

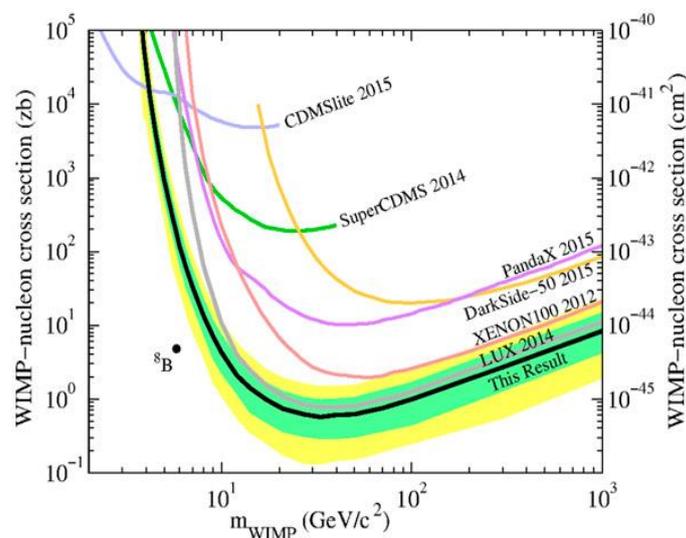
### Последние три года

Чтобы повысить шансы на поимку частиц темной материи, надо взять детектор побольше, поместить его в условия, где нет посторонних сигналов, и долго сидеть и ждать. Поэтому две ключевые характеристики детекторов темной материи — это полная экспозиция (то есть масса чувствительного вещества, помноженная на время; обычно измеряется в кг·днях) и ожидаемый уровень ложноположительных срабатываний (он опирается на экранировку космических лучей, использование сверхчистых материалов, и надежные алгоритмы разделения фоновых и сигнальных событий).

Если десятилетие назад типичные массы составляли килограммы, а темп фоновых процессов оставался довольно большим, то сейчас детекторы работают уже с сотнями кг чувствительного вещества, а количество ложноположительных срабатываний не превышает нескольких в год, а иногда даже опускается до нуля.

За последнее время «вести с фронтов» регулярно появлялись в научно-популярных новостях (см. краткую справку). Из последних обновлений самым существенным было сообщение о первых результатах [эксперимента LUX](#), самого чувствительного из детекторов темной материи с массой до тонны ([Эксперимент LUX пока не обнаружил частицы темной материи](#), «Элементы», 31.10.2013). Эта установка была запущена в середине 2013 года, и за первый сеанс работы чистое наблюдательное время составило 85 дней. Масса рабочего вещества в центральной, самой надежной для анализа области детектора (*fiducial volume*) составила 118 кг, что

дало полную экспозицию 10 тысяч кг·дней. В конце октября, обработав данные этого сеанса работы, физики выдали результат: частиц темной материи по-прежнему не видно, а новое ограничение сверху на сечение взаимодействия по сравнению с предыдущим рекордсменом, экспериментом XENON100, было улучшено в два и более раз.



**Рис. 3.** Ограничение сверху на спин-независимое сечение рассеяния частиц темной материи с массой от 2 до 1000 ГэВ на нуклоне. Кривая LUX 2014 — исходный результат LUX по данным первого сеанса работы в 2013 году; черная жирная линия — результат обновленного анализа тех же данных; зеленая и желтая полосы — области, в которых, как ожидалось на основе моделирования, должна была пройти эта кривая. Прочие цветные линии — результаты других экспериментов по поиску частиц темной материи. График из статьи D. S. Akerib et al., 2016. [Improved Limits on Scattering of Weakly Interacting Massive Particles from Reanalysis of 2013 LUX Data](#)

Интересно, что, хотя [публикация LUX](#) с этими данными вышла еще в начале 2014 года, члены коллаборации продолжали оптимизировать методику обработки данных и оценку фоновых процессов. За прошедшее время они научились еще лучше калибровать детектор (в особенности, с помощью новой методики, использующей бета-распад трития, см.: D. S. Akerib et al., 2016. [Tritium calibration of the LUX dark matter experiment](#)), оптимизировали алгоритм восстановления событий, набрались опыта в понимании фоновых событий, вызванных процессами на стенках рабочего объема. Всё это позволило им улучшить чувствительность детектора примерно на 20% для тяжелых частиц темной материи, и в разы — в области масс ниже 10 ГэВ (рис. 3). Нижняя граница чувствительности сместилась ниже 4 ГэВ, что изначально для ксеноновых детекторов не предполагалось. Статья с окончательным анализом данных 2013 года и уже с экспозицией 14 тысяч кг·дней была опубликована совсем недавно, в апреле этого года (D. S. Akerib et al., 2016. [Improved Limits on Scattering of Weakly Interacting Massive Particles from Reanalysis of 2013 LUX Data](#)).

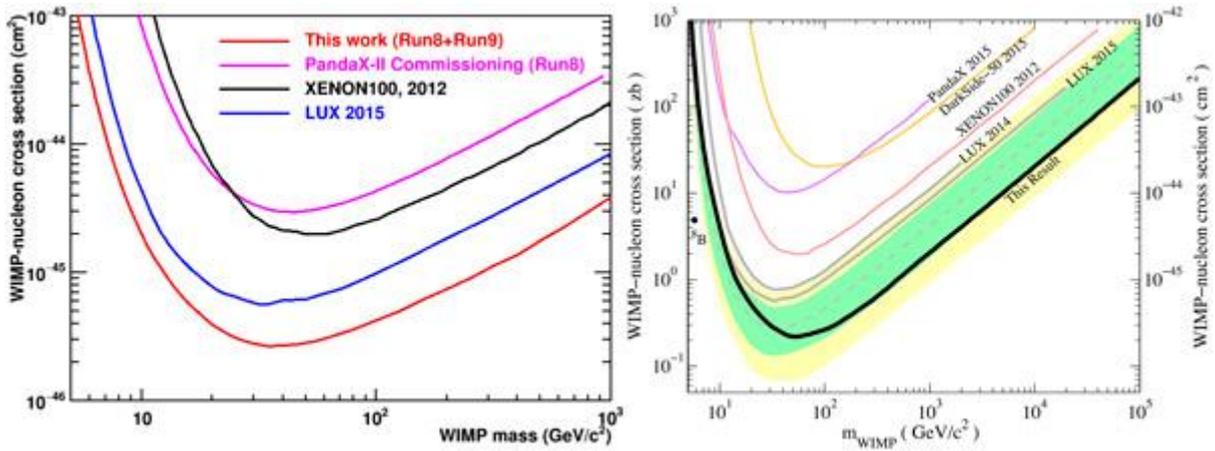


Рис. 4. Новые ограничения сверху на спин-независимое сечение рассеяния по данным первого наблюдательного сеанса PandaX-II (слева) и полного двухлетнего сеанса LUX (справа). Изображения из обсуждаемых презентаций

### Новые результаты

С технической точки зрения, первые результаты LUX продемонстрировали прекрасную работоспособность установки и алгоритмов анализа данных, поэтому оставалось только запастись терпением и продолжать набор данных. Новый сеанс LUX стартовал 11 сентября 2014 года и завершился уже в этом году, 3 мая. Чистое наблюдательное время за этот период составило 332 дня, поскольку время от времени наблюдения перемежались регулярными сеансами калибровки детектора. Объем надежной области детектора был выбран чуть поменьше, что дало массу примерно 100 кг, и полная экспозиция за весь сеанс наблюдений составила 33,5 тысяч кг·дней. Тем не менее, это втрое превысило экспозицию первого сеанса.

Параллельно с этим продолжали строиться, развиваться, и постепенно выходить из тени LUX другие детекторы частиц темной материи. Так, китайский детектор [PandaX](#), также использующий в качестве чувствительного вещества жидкий ксенон, провел в 2014 году первый скромный сеанс работы и установил ограничение сверху, которое тогда еще на порядок уступало результатам LUX. Однако в прошлом году физики существенно нарастили объемы установки, резко снизили фон, и с марта по июнь 2016 года провели новый сеанс набора данных (PandaX-II, Run 9). Благодаря большей, чем у LUX, массе рабочего вещества (полная масса — полтонны, надежная — 300 кг), полная экспозиция PandaX-II за такой короткий период сравнялась с LUX и составила 33,2 тысячи кг·дней.

На конференции [Identification of Dark Matter](#), прошедшей с 18 по 22 июля в Шеффилде, Великобритания, оба коллектива представили предварительные данные со своих последних сеансов работы. Оба детектора зарегистрировали несколько сотен

(PandaX) и тысяч (LUX) событий-кандидатов, однако все они либо демонстрировали характеристики, типичные для распадов радиоизотопов, либо происходили вблизи границ детектора. Из всех событий PandaX только одно прошло все критерии отбора, — и то, оно было на грани допустимого. В случае LUX после отсева фона вообще не осталось ни одного события в сигнальной области. Таким образом, частицы темной материи не были найдены ни в одном из этих рекордных по чувствительности экспериментов.

Отрицательный результат обоих экспериментов позволил установить еще более жесткие ограничения сверху на сечение рассеяния частиц темной материи на нуклонах (рис. 4). Показанные здесь кривые отвечают предположению, что сечение рассеяния не зависит от спина; обе коллаборации обещают в будущем показать ограничения и на спин-зависящие сечения. Эксперимент PandaX-II вдвое улучшил предыдущий результат LUX (рис. 4, слева), однако коллаборация LUX тут же перебила это достижение (рис. 4, справа).

Самое жесткое ограничение было установлено для масс порядка 40–50 ГэВ и составило 0,27 зб для PandaX-II и 0,22 зб для LUX. Для более тяжелых частиц, с массой 200–300 ГэВ, оба эксперимента закрыли сечение выше 1 зб. Если теперь вновь взглянуть на рис. 2, то можно увидеть, что установки PandaX и LUX **вторглись глубоко в область предсказаний суперсимметричных теорий** и принялись безжалостно закрывать существенные куски ожидаемого пространства параметров.

### Планы на ближайшие годы

Что касается планов на будущее, то тут пока остается широкое поле для улучшений. Во-первых, PandaX-II продолжит набор данных и собирается

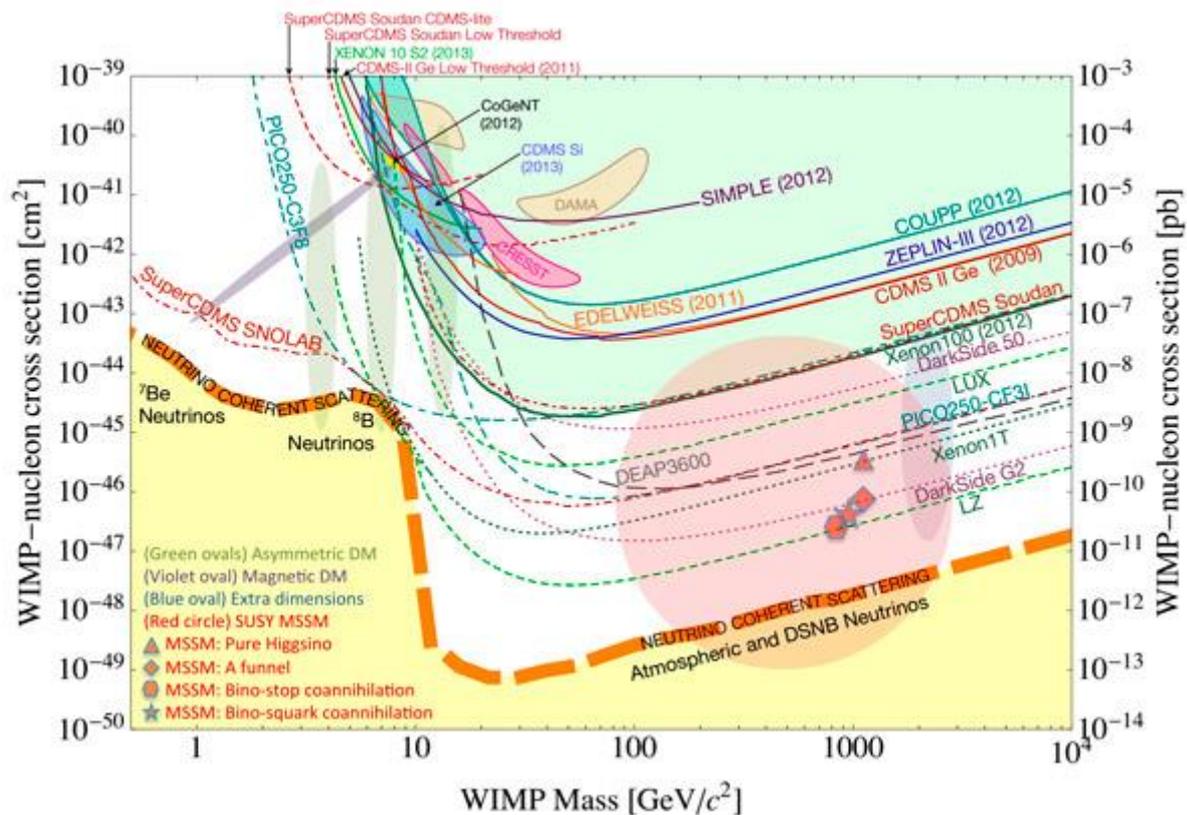


Рис. 5. Достигнутые и планируемые (по состоянию на 2013 год) ограничения сверху на сечение рассеяния частиц темной материи с обычным веществом. Изображение из статьи D. Bauer et al., 2013. [WIMP Dark Matter Direct Detection](#)

увеличить экспозицию в несколько раз. Во-вторых, в марте этого года начал набор данных новый эксперимент [XENONIT](#), тоже ксенонный детектор с массой рабочего вещества в надежном объеме детектора в одну тонну. При таких масштабах физики ожидают к 2018 году спуститься вниз по шкале сечений еще на порядок, вплоть до 0,02 зб, а еще через несколько лет — достичь 0,002 зб. Наконец, хотя эксперимент LUX свою работу завершил, у коллаборации уже имеются планы по существенной модернизации установки (D. S. Akerib et al., 2016. [LUX-ZEPLIN \(LZ\) Conceptual Design Report](#)). [Новый детектор LZ](#) будет содержать аж 10 тонн жидкого ксенона (5 тонн — в надежном объеме детектора), и, когда он вступит в строй в 2020 году, он станет самой чувствительной установкой по поиску тяжелых частиц темной материи.

На рис. 5 приведена сводка достигнутых и ожидаемых ограничений сверху в области масс порядка ГэВ и ТэВ. Видно, что при дальнейшем увеличении экспозиции можно будет усилить нынешние ограничения на 2–3 порядка — дело лишь за техникой. Однако затем на пути к повышению чувствительности встанет более серьезная преграда — когерентное рассеяние нейтрино различного происхождения (солнечных, атмосферных, космических) на атомных ядрах. Регистрация этого рассеяния, конечно, интересна сама по себе, но для задачи поис-

ка частиц темной материи оно будет фоном. Как отличить его от ожидаемого сигнала — сложная и пока не решенная задача. Сейчас она еще не сильно актуальна, но, если в течение следующего десятилетия частиц темной материи по-прежнему не будет видно, эта техническая задача встанет в полный рост.

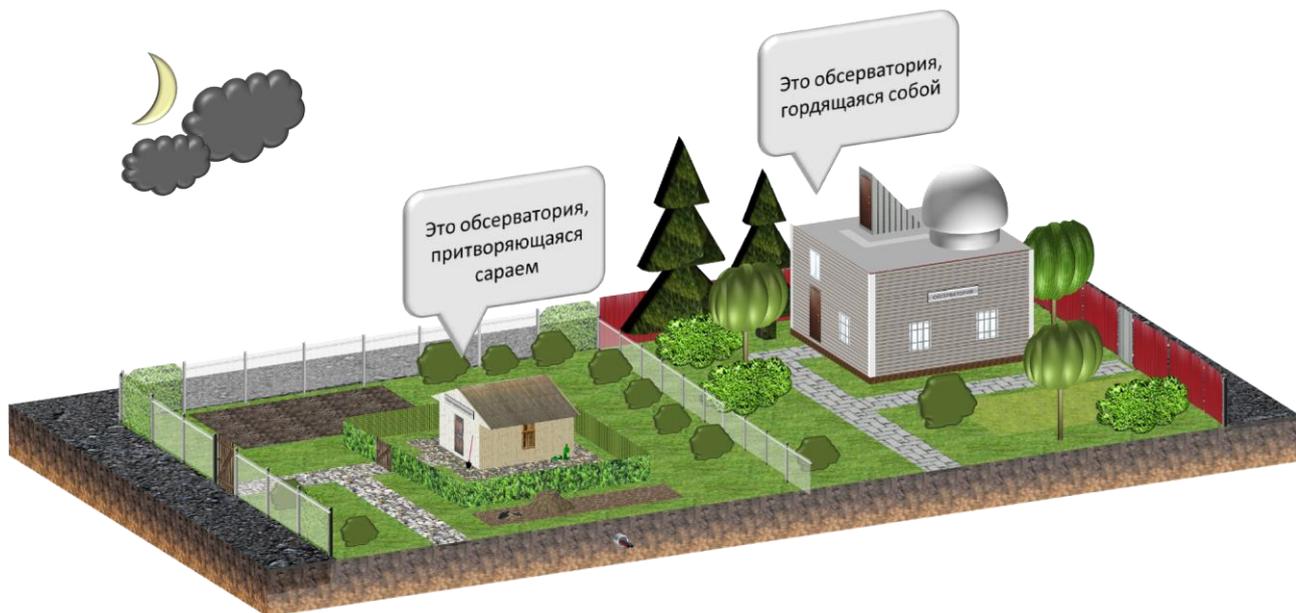
#### Источники:

- 1) Aaron Manalaysay (for the LUX Collaboration), [Dark-matter results from 332 new live days of LUX data](#) // доклад на конференции [Identification of Dark Matter](#) (18–22 июля, Шеффилд, Великобритания), PDF, 14 Мб.
- 2) Xiangdong Ji (for PandaX Collaboration), [First DM Search Result from the PandaX-II 500kg LXe Detector](#) // там же, PDF, 2,6 Мб.

**Игорь Иванов, кандидат физико-математических наук**

Источник: [информационный портал «Элементы»](#).

## Обеспечение безопасности обсерватории



### 1. Цель

Все больше и больше астрономов-любителей строят свои собственные обсерватории, которые нуждаются в обеспечении адекватного уровня безопасности. Обычно люди считают, что взломы и кражи случаются с кем-то другим, что весьма далеко от истины. Цель этой статьи заключается в том, чтобы познакомить любителей астрономии с фундаментальными вопросами обеспечения безопасности и мерами, которые могут быть (и должны быть) использованы для защиты обсерватории и её содержимого.

Безопасность нередко рассматривается как повод для дополнительных расходов с неочевидной окупаемостью. Если присмотреться, то правильно организованная безопасность эффективна и незаметна, а вот её недостаток сразу привлекает наше внимание (и не только наше). Было бы неразумным пожадничать и сэкономить небольшую долю от стоимости дорогостоящего астрономического оборудования ценой его потери от возможной кражи.

Следует сразу оговориться, что предлагаемые меры предназначены в основном для защиты от местных хулиганов или просто вандалов, а также от воров, которые натываются на помещение обсерватории по большей части случайно, не преследуя цели добыть именно астрономическое оборудование.

Против преступников, целенаправленно идущих на кражу телескопов и принадлежностей к ним, предлагаемые меры не слишком эффективны; для борьбы с ними потребуются усиление мер безопасности

до уровня банковского хранилища. Пока целенаправленные кражи не так актуальны для России и

связи с тем, что её рынок подержанного астрономического оборудования слишком мелок – случаи воровства в нашем маленьком сообществе становятся известны быстро, а выгодно продать оборудование несведущим в астрономии тяжеловато.

Помните, что внедрение перечисленных ниже мер *не даёт гарантии* от кражи. Всё предлагаемое лишь *снижает риск* возможных последствий преступления и направлено на то, чтобы вор выбрал себе другую цель, попроще и подступнее.

Нередко комплекс мер безопасности уподобляют т.н. концентрической модели, проще говоря, «луковице». В ней защищаемый объект располагается внутри множества слоёв, обеспечивающих его защиту. Для преодоления всей этой защиты злоумышленнику нужно «почистить всю луковицу». Рассмотрим подробнее три основных уровня безопасности, вложенных по очереди один за другим.

### 2. Общий подход

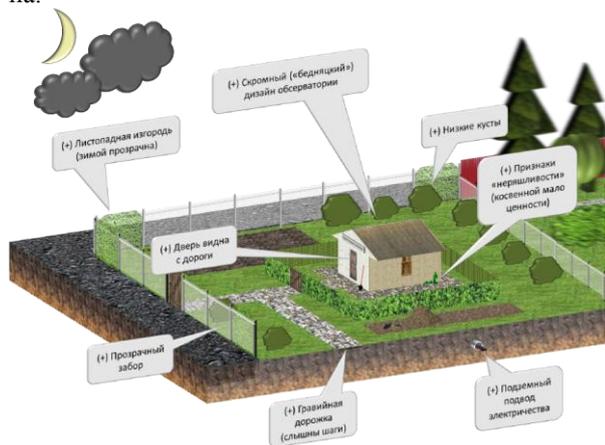
Если посторонним будет трудно узнать, где располагается обсерватория и что в ней находится, то мы снизим общий риск стать объектом кражи (а целенаправленной в особенности).

Быть любителем астрономии означает быть членом астрономического сообщества, в том числе организаций, веб-сайтов или форумов. Многие из любителей активно обсуждают астрономическое оборудо-

вание, публикуют фотографии или же ведут блоги о своей деятельности. Тут следует проявлять определённую осторожность, так как сообщения в интернете видны всем и далеко не все разделяют наше хобби. Вот основные правила, чтобы не стать целью воров, умело пользующихся интернетом:

- Никогда не указывайте в личном профиле на форумах и сайтах свой реальный адрес.
- Уберите из подписи точные GPS-координаты — вместе со списком астрономического оборудования они подскажут злоумышленникам, что и где лежит. Своё географическое положение можно округлить до десятков минут.
- Публикуя фотографии обсерваторий, оборудования и даже неба, помните о том, что GPS-координаты сохраняются в EXIF-данных фотографий. Удалите эти метаданные перед публикацией своих кадров в интернете.
- Сообщайте о своих поездках в отпуск после возвращения с отдыха. Всему миру вовсе не обязательно знать, что хозяин обсерватории в отъезде.
- При регистрации домена обычно просят указать свой реальный адрес. Если обсерватория находится по тому же адресу, то её местоположение становится известным для всех.

Смысл приведенных выше советов состоит в том, чтобы либо свести распространение информации о себе и своём оборудовании к минимуму, либо чтобы разрушить связь между онлайн присутствием и физическим расположением обсерватории и её хозяина.



### 3. Снаружи обсерватории

#### Периметр участка

При постройке обсерватории первым делом берут в расчёт вид звёздного неба, азимут и высоту деревьев и строений и, наконец, внешний вид. Вопросы безопасности при этом обычно отодвигаются на последний план, если вообще хоть как-то принимаются во внимание. Это неидеально, т.к. при их грамотном учёте можно если не отпугнуть потенциальных воров, то, как минимум, сделать их чёрное дело более трудоёмким.

Попытайтесь расположить обсерваторию в таком месте, где подход к ней был бы максимально затруднён. Заборы, живые изгороди, канавы и т.п. — подойдёт всё, что может ограничить подход к охраняемому строению.

Затрудняя подход к обсерватории, позаботьтесь одновременно о том, чтобы обеспечить её хорошую видимость. Преступникам будет сложнее делать своё дело, если они будут открыты чужим взглядам. В идеальном случае обсерватория должна хорошо просматриваться как из дома хозяина, так и соседями и прохожими с дороги. Для этого вокруг обсерватории удалите все растения средней высоты, скрывающие профиль стоящего человека, и замените их невысокими кустами (до 60 см). Кроны деревьев формируйте таким образом, чтобы ветки и листва начинались с высоты 2,5–3 м.

Россияне любят сплошные заборы (сейчас популярен недорогой профнастил), но и преступникам это тоже по душе. За таким забором им можно меньше опасаться, что окружающие увидят их и поднимут тревогу, поэтому по возможности используйте просматриваемую конструкцию забора (не менее 2 м высотой).

#### Конструкция обсерватории

Стены обсерватории выполняют обычно из дерева или из камня, кирпича или бетона. Каменные изделия обеспечивают более надёжную защиту, но не всегда подходят по эстетическим и финансовым соображениям. Толстый деревянный сайдинг или прочная вагонка теоретически позволяют проникнуть в обсерваторию через пролом в стене, но на практике в такой способ слишком затратен и поэтому мало вероятен. При проектировании и строительстве следует учитывать следующее:

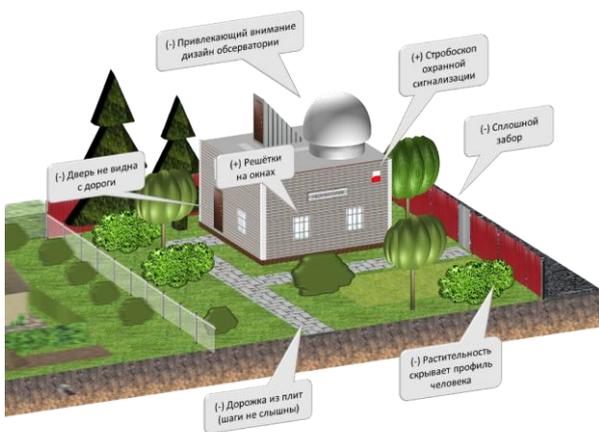
- При использовании деревянной облицовки заранее закрепите под ней прочную металлическую сетку для ограждений или установите металлическую арматуру, пропущенную горизонтально через отверстия в стойках стен.
- Если возможно, постройте внутри помещения дополнительные стены с запираемыми дверями, они создадут ещё одну преграду между входной дверью и самой защищаемой частью обсерватории.
- Эстетически окна смотрятся очень привлекательно. Беда в том, что они создают дополнительные точки проникновения в помещение — установите на окна решётки, защитные плёнки типа «Соларекс» (Llumar) или сделайте их слепыми (с крепкой стеной изнутри). Не полагайтесь на оконные замки.
- По определению астрономическая обсерватория имеет самый большой проём сверху. Купол должен быть сделан таким образом, чтобы его невозможно было поднять или снять со строения. Створки купола должны физически закрепляться, предотвращая их отодвигание снаружи.

- Обсерватории с откатными крышами нужно оснащать шторм-захватами или талрепами по всем четырём углам.

### Внешнее освещение

Внешнее освещение только частично сдерживает преступников и не всегда направляет их на более доступные цели – многое сильно зависит от степени нацеленности злоумышленников на кражу. Источники света могут быть установлены как на самой обсерватории, так поблизости, чтобы освещать подходы к строению (но не саму обсерваторию). При установке внешнего освещения принимайте во внимание следующее:

- Все источники света должны быть подвешены достаточно высоко, чтобы предотвратить их порчу или удаление без использования лестницы.
- Датчики движения должны быть настроены на максимальную дальность, однако так, чтобы снизить количество ложных срабатываний от посторонних движущихся объектов.
- Датчики движения на самой обсерватории следует ориентировать так, чтобы они смотрели на подходы к ней. Углы зрения датчиков должны покрывать все возможные пути подхода, одновременно обеспечивая минимальное число ложных срабатываний.
- Все внешние источники освещения должны иметь единый выключатель, установленный в помещении обсерватории – это позволит отключать их на время наблюдений.
- Не переусердствуйте с использованием внешнего освещения – при нравоучительных беседах с соседями о вреде их световой засветки, ваша ярко освещённая обсерватория будет козырем в их руках.



Видеокамеры

В общественном сознании довольно прочно закрепился тезис о том, что присутствие видеокамер является эффективным средством для отпугивания воров. Однако на практике это не так и их гораздо эффективнее использовать для документирования произошедшей кражи. Рассмотрим отдельно эти две цели применения камер наблюдения.

- *Для отпугивания* – Если камера используется для предотвращения преступления, то она должна быть как можно более на виду. Её следует расположить рядом с источником освещения и оснастить мигающим светодиодом, извещающим о ведущейся видеозаписи. В большинстве случаев даже не требуется использовать настоящую камеру – муляжа на батарейках и знака «Улыбайтесь, ведётся видеонаблюдение» будет вполне достаточно.
- *Для записи доказательств* – Если камеры используются для записи произошедшего, польза от них при расследовании преступления во многом будет зависеть от качества записанного видеопотока. При установке камер обращайте внимание на следующие моменты:
  - Используйте камеры с поддержкой режима «день/ночь» для съёмки в ночное время.
  - Располагайте камеру так, чтобы она записывала лица людей, покидающих обсерваторию с краденым оборудованием. Убедитесь на практике, что внешнее освещение ночью не слепит камеру.
  - Камера может располагаться как внутри обсерватории, так и вне её. В любом случае она должна быть расположена как можно незаметнее.
  - Желательно, чтобы устройство для записи видеопотока располагалось в другом здании в защищённом месте. Для этого можно использовать видеорегистратор или обычный компьютер со специальным программным обеспечением.
  - Беспроводные камеры немного предпочтительнее, т.к. способны передавать сигнал при перерезании подходящего сигнального кабеля.
  - Большинство камер и программное обеспечение для видеорегистрации поддерживают запись при обнаружении движения в нужном участке кадра. Это позволяет записывать только значимые для безопасности события, одновременно экономя дисковое пространство регистратора.

### Внешние кабели

Обсерватория нуждается в электричестве для освещения, работы компьютеров, монтажных работ и т.д. Большинство любительских строений получает электропитание от дома хозяина или, иногда, напрямую от уличной электросети. При проектировании обсерватории придерживайтесь следующих правил:

- Старайтесь прокладывать электрический кабель к обсерватории подземным способом, соблюдая при этом ПУЭ и ГОСТ (на глубине не менее 70 см, желательно в трубе).
- Все низковольтные кабели (компьютерная сеть, телефон, сигнализация) должны быть проло-

жены отдельно от силового кабеля (разделение – не менее 1 м).

- Вводы кабелей в здание должны быть закрыты надёжными крышками, исключаящими их открывание без инструмента.

### *Двери*

Самый очевидный путь для проникновения в строение и выноса оттуда имущества это дверь. Её нужно делать как можно более прочной, желательна, стальной и оснащённой качественными замками. Если невозможно установить тяжёлую железную дверь по эстетическим соображениям, то можно заменить её двумя: с фасада устанавливается деревянная дверь, а позади неё железная решётка.

Используйте 1-2 замка на двери, не более – их большее число убедит злоумышленников, что внутри находится действительно что-то очень ценное. Все винты и шурупы, крепящие замок и дверь, должны выводиться головками внутрь помещения.

Постарайтесь расположить дверь так, чтобы она была хорошо видна с дороги или постоянно живущим соседям – не всякий решится взламывать её у всех на глазах.

Вне зависимости от типа используемой двери, она является последним рубежом защиты обсерватории, поэтому не жалейте средств на её усиление, покупку хороших замков и прочных ригелей.

## **4. Внутри помещения**

### *Охранная сигнализация*

Установка охранной сигнализации не столько повышает риск злоумышленника попасться, сколько привлекает внимание окружающих к совершаемому преступлению. Внешнее освещение может сработать от проходящей кошки, но сработавшая сигнализация означает только одно – кто-то определённо проник *внутрь* помещения. При установке сигнализации необходимо учесть множество факторов, в том числе, где и какие типы датчиков ставить, где разместить центральный блок и клавиатуру ввода пароля и т.п. По этим вопросам лучше всего проконсультироваться с охранной компанией, которая будет вести монтаж сигнализации, или, в простейшем случае при самостоятельном монтаже, прочитать об этом в руководстве пользователя. При проектировании и установке сигнализации держите в уме следующие общие походы:

- Так как обсерватории обычно не отапливаются, всегда проверяйте диапазон рабочих температур датчиков охранной сигнализации.
- Чтобы избежать ложных срабатываний, дверные датчики следует устанавливать на двери, которые не шатаются в коробке.
- Звуковую сирену следует установить на обсерваторию не столько для того, чтобы отпугнуть вора, сколько для того чтобы привлечь внимание к происходящему.

- Если техническая возможность и бюджет позволяет, то используйте сигнализацию с выводом тревожного сигнала в охранную компанию.
- Тем, кто опасается за свою безопасность во время одиночных ночных наблюдений, следует установить тревожную кнопку.
- Если приходится выбирать между звуковой сиреной и выходом тревоги в охранную компанию, выбирайте первое. Громкий звук быстрее отпугнёт вора, а пока прибудет наряд охраны, преступник уже может сбежать, прихватив с собой ваше имущество.
- Звук сирены должен быть достаточно долгим, чтобы надёжно отпугнуть вора и всполошить соседей. Но не бесконечным.

### *Внутри помещения*

Обсерватория для любителя астрономии это его второй «родной дом», это место, которым он может гордиться и где он может отдохнуть, наслаждаясь звёздным небом. Это так и должно быть, но следует помнить, что для воров комфорт создавать совсем не нужно:

- После использования все инструменты, пригодные для разборки телескопа, должны быть убраны из обсерватории или надёжно заперты.
- Где это возможно, замените обычные винты и шурупы с крестовыми и прямыми шлицами на изделия с головками-«секретками» или шлицами типа tamper proof (например, звёздочка со стержнем внутри и т.п.).
- Все ценные вещи должны храниться в запираемых ящиках (лучше всего в металлических). Эти ящики должны быть надёжно прикручены изнутри к полу или стенам помещения.
- Для особо ценных мелких предметов (очки, CCD-камеры, фильтры и т.п.) купите небольшой сейф и прикрутите его несколькими анкерами к полу. Визуальщики оценят прочный ящик для охотничьего оружия для хранения оптической трубы телескопа.
- Установите внутри помещения видеокамеру, чтобы записать изображения вора в момент совершения им преступления (см. выше).

### *Страхование и маркирование*

Если худшее случится, и кража всё-таки произойдёт, то владельцу обсерватории нужно будет делать заявление в полицию. Маловероятно, что полицейские будут рьяно расследовать такое преступление и ретиво искать пропавшее оборудование. Однако даже с учётом этого следует тщательно подготовиться и быть готовым снабдить полицию максимумом информации для поиска пропавшего. Если вы страхуете астрономическое имущество, то вам также понадобятся эти сведения для заполнения заявления на возмещение стоимости украденного. Следующую информацию следует хранить в

надёжном месте – в месте постоянного проживания или в сейфе обсерватории:

- Фотографии – сделайте снимки каждого предмета своего астрономического оборудования. Полицейские всего мира слабо разбираются в номенклатуре астрономического оборудования и вряд ли отличат Гиперион от Наглера. С фотографией в руках они хотя бы поймут, как выглядит то, что следует искать. Кроме того, если на фотографии будете видны вы, то это подтвердит факт, что у вас действительно был похищенный предмет.
- Храните чеки за приобретенное оборудование. Если оно было куплено по интернету, то сохраняйте файлы от магазинов или переписку с частным лицом, у которого был приобретен предмет. Сразу делайте ксерокопии или сканы чеков из магазинов – часто они делаются на термобумаге, которая выцветает за несколько месяцев.
- Ведите список серийных номеров своего оборудования. Нередко эти номера печатаются на чеке, но не всегда. Самое простое – сфотографировать серийный номер.
- Запишите (и сфотографируйте) отличительные признаки своего оборудования как-то царапины, вмятины, метки, доработки, проведенные вами и т.п. Так будет легче доказать, что найденное оборудование принадлежит именно вам.



## 5. Заключение

Кража из обсерватории не менее болезненна для её хозяина, чем кража из его дома или квартиры. Вы точно знаете, что кто-то был без вашего ведома в помещении, копался там в ваших вещах и, конечно, надеется на возврат похищенного. Никогда нельзя знать точно, стали ли вы объектом случайного преступления или оно планировалось заранее, тщательно и продуманно. Ночью вы наверняка будете лежать постели, беспокоясь о звуках около обсерватории – крадётся ли там вновь кто-то или это всего лишь шелест листьев. У вас могут появиться новые страхи за своих детей, играющих в саду, или за близких родственников, остающихся в доме в одиночестве.

Все эти переживания естественны и со временем пройдут. Можно быть уверенным, что воры не вернутся немедленно на место кражи: они знают, что после неё хозяева обычно гипербдительны и подо-

зрительны, и поэтому риск быть пойманным сильно возрастает.

Проведя дни и недели после кражи в продумывании и усилении мер безопасности, вы не только настроите себя на конструктивный лад, но и реально снизите вероятность будущих краж. Если до кражи вы были лёгкой целью, то ваша работа делает обсерваторию более защищённой от проникновения, и, если вор всё-таки вернётся, то новые защитные меры отпугнут его и он предпочтёт перейти к другой цели, полегче.

В конце позвольте привести несколько соображений, которые могут оказаться полезными для жертвы кражи из обсерватории:

- Не приближайтесь к вору. Если вы застали вора во время кражи, то самое разумное это громко поднять тревогу из запертого дома или автомашины и немедленно вызвать полицию.
- Довольно заманчивой кажется идея оснастить свою обсерваторию разными устройствами, которые могут причинить вред здоровью или даже жизни преступника. Делать этого не следует, т.к. если вор или любопытный прохожий получит ранение или увечье, то ответственность за это будете нести именно вы.
- Если вы пострадали от кражи или была всего лишь её попытка, сообщите об этом всем. Такая новость заставит ваших соседей стать бдительнее, члены местного астроклуба возьмут на карандаш информацию об активности астроров, а форумы обсудят запись о происшествии с вами. Чем больше людей проявит бдительность, тем меньше шансов у преступников в будущем.
- Если какое-то оборудование всё-таки было украдено, сообщите астрономическому сообществу о пропавших вещах. Расскажите как можно подробнее об отличительных признаках украденного и не забудьте опубликовать его фотографии. Это затруднит злоумышленникам перепродажу добычи или, на худой конец, сбьёт им цены, снизив прибыль от содеянного.
- При покупке чего-либо с рук в интернете, убедитесь в надёжности продавца. Большинство ЛА хорошо разбирается в используемом оборудовании, и если кто-то продает дорогую монтировку, но не знает для чего она нужна и как она работает, то это наверняка не настоящий её владелец.

*Адаптированный и дополненный перевод с английского статьи Шона Престона (Канада, Онтарио) с [сайта его обсерватории СкайМайнер](#).*

**Сергей Цуканов, любитель астрономии,  
г. Москва**

Специально для журнала «Небосвод»

## «Космическая» осознанность



*«Посмотри на звезды... и ты пропал»  
Чак Паланик*

Любительская астрономия – это поистине уникальное увлечение. Это что-то переходящее за грань земного. И зачастую для нас, астрономов-любителей, это намного больше, чем просто хобби. От этого захватывает дух. Сердце трепещет. Душу наполняют спокойствие и восторженность одновременно. Они образуют какую-то гремящую смесь, которая заставляет задуматься о вещах поистине вселенского масштаба. Каждое наблюдение, каждое соприкосновение с космосом наполняет меня доверху этой смесью. В ней есть все: от вдохновения и трепета до спокойствия и умиротворенности.

С самых древних времен люди были увлечены астрономией и объектами неба, и необъяснимая тяга к космосу и Вселенной вот уже тысячи лет присутствует в душах людей. И эта тяга есть у каждого, я уверен. Не найдется человека, который хоть раз в своей жизни не замирал перед величественной

картиной Млечного Пути или не восторгался видом сгорающего в атмосфере метеора. Это ночное покрывало неба, пускай на миг, но захватывает дыхание даже самого «далекого» от астрономии и космоса человека. Слово «далекий» в этом контексте отнюдь не ругательное, и воспринимать читателю его нужно как разнообразие увлечений и мнений, а также уникальность каждого человека. Все мы, так или иначе, отличаемся друг от друга – мнениями, взглядами, жизнью наконец. Но эта общая черта, эта способность воспринять и, пусть даже не осознавая, впустить в себя величие, энергию Вселенной – есть у каждого.

Но перспективы и влияние на человека астрономии, в том числе любительской, и космоса – отнюдь не только философское. Будущее за космосом. И это будущее уже становится настоящим. Ярким примером является известный миллиардер и предприниматель Илон Маск – владелец и основатель компании SpaceX. Думаю, каждый хоть краем уха, но слышал о его грандиозных планах колонизировать Марс. В одном из интервью глава компаний SpaceX и Tesla

Motors выразился следующим образом: «Я хотел бы умереть на Марсе. Но только не от удара о поверхность». И мне кажется, что Маск добьется-таки желаемого – ведь полет и посадка на Марсе уже не кажутся таким уж невообразимыми мероприятиями.



В наши дни влияние научной фантастики на массы все больше увеличивается. Вообще, писатели-фантасты обладают поистине шедевральным воображением. Ни для кого не секрет, что в произведениях полувековой давности можно найти уже подтвержденные и осуществившиеся факты в нашем, настоящем мире. Наука же движется вперед семимильными шагами, и постулаты, бывшие раньше незыблемыми, смело ставятся под знак вопроса. Чего стоит только нынешнее развитие квантовых теорий.

Человечество ждет будущее космических масштабов, и сейчас не только уровень технологического развития, но и уровень науки, и самого сознания человека ежедневно растет, расширяя рамки наших возможностей. И несмотря на то, что большая часть человечества до сих пор грязнет в посредственности и потреблении, а популяция наша растет и ресурсы уменьшаются, надежда все-таки есть. Ведь с каждым днем таких людей, которые поднимают головы вверх, к звездам, становится больше, чем тех, кто опускает их, поникнув или погрязнув в навязанных ценностях. И это есть начало глобальных изменений.

Поднимая голову к небу, человек поднимает свое сознание на новый уровень. Визуальное ли, научное или просто мысленное погружение в просторы Вселенной, выход за пределы нашего маленького мирка под названием Земля – все это дает человеку главное. И это главное, на мой взгляд – осознанность. Осознание нашего места в бесконечном мире... Осознание того, что, возможно, мы одни в пустоте и темноте пространства-времени... Или же осознание факта, что в этом

бесконечном разнообразии материи мы – одни из миллиона разумных существ. Что среди миллиардов галактик, в которых миллиарды звезд – с большей долей вероятности существует жизнь... В такие моменты приходит ощущение своей ничтожности в этом мире (только представьте себе, если бы теория Мультивселенной действительно была доказана!), и в то же время – ощущение целостности и неразрывной связи со всем сущим.

Все эти мысли и переживания развивают человека. Возносят его, заставляют двигаться вперед и совершать открытия. Жить и исследовать бесконечный мир. И эти же переживания, эта «инъекция осознанности» в виде соприкосновения с космосом – делает человека добрее и спокойнее. Все черствые мысли, злоба и ненависть, войны и узкоколотость – меркнут. Потому что сознание соприкоснулось с чем-то более значимым.

И знаете, ведь это не просто высокие слова или какие-то афоризмы. Это правда. Каждый ощущает это по-своему, соотносит это со своим жизненным опытом. Но каждый – меняется.

И я призываю вас, любители-астрономы, мечтатели и исследователи, к тому, чтобы делиться этим даром, этой «космической» осознанностью. Заражать людей вокруг своим энтузиазмом и возможностью прикоснуться к неизведанным мирам. Позволить людям дотянуться до этих космических высот и ощутить связь с невообразимыми просторами Вселенной!

Ведь малое, что случится с человеком после этого – расширение его зоны комфорта и разнообразие жизни. А вдруг он вдохновится новой идеей? Вдруг впитает в себя не капельку, а сделает целый глоток этой «космической» осознанности? В какой-то степени, каждый из нас в этом случае способен изменить мир вокруг.

Меняйтесь и меняйте мир к лучшему. Чаще мечтайте и обращайтесь свой взор к небу, ибо необъяснимая тяга туда, за грань нашей родной планеты, была, есть и будет у каждого человека – гражданина планеты Земля.

**Артур Гайдук, любитель астрономии,  
г. Астана**

Специально для журнала «Небосвод»

# Интервью

## Карен Янг



**Здравствуйтесь, Карен! Расскажите, пожалуйста, что привело Вас в мир астрономии? С чего началось Ваше увлечение наукой о звёздах?**

Когда мне было девять лет, мне дали детскую книгу о планетах. Я была очарована ею и запомнила все факты, например то, что «Юпитер имеет 12 (!) спутников и у него есть атмосфера из аммиака и метана». Это было около 1962 года.

**Как относятся к Вашему увлечению Ваши родные и близкие, и другие окружающие Вас люди? Стараетесь ли Вы рассказывать о своём хобби или окружающих мало интересует Ваше увлечение наукой? Сталкивались ли Вы позитивом или негативом по отношению к Вашему увлечением?**

Мой муж был астрономом, теперь он на пенсии. Он работал 47 лет в обсерватории Table Mountain Лаборатории реактивного движения (около городка Райтвуд в штате Калифорния), поэтому у нас всегда были общие интересы. Другие люди считают меня научным ботаником (science nerd). Мне это нравится!

**Какие области любительской астрономии Вам интересны больше всего? Или, быть может, не только любительской? Планировали ли Вы когда-либо стать профессиональным астрономом?**

Я изучала астрофизику в университете и преподавала астрономию на уровне колледжа в течение нескольких лет, но никогда не могла работать астрономом, потому что была бы вынуждена уехать, чтобы работать по специальности. У мужа уже

была карьера в Лаборатории реактивного движения. Из-за правил кумовства, я не могла работать в обсерватории, где он работал. Наконец я стала учительницей в средней школе. Я преподавала науку и математику. А два года назад я ушла на пенсию.

**Насколько мне известно, значительное внимание Вы уделяете именно социальной составляющей любительской астрономии – участию в разного рода массовых мероприятиях и слётах астролюбителей, астрономических форумах и т.п. Что для Вас значат эти мероприятия? Это возможность пообщаться? Узнать что-то новое? Или ещё что-то?**

Я заинтересовалась астрономическим форумом «Звездчета» в 2002 году, когда нашла способ совместить мой интерес к астрономии с желанием улучшить знание русского языка. Общение с другими на астрономические темы на русском языке было одновременно приятным и сложным.

**Как Вы можете охарактеризовать состояние любительской астрономии в Соединённых Штатах? Какие сходства и различия Вы можете назвать по сравнению с Россией?**

Я сейчас не участвую в каких-либо астрономических клубах здесь, в Штатах, но я думаю, что астрономы-любители везде очень похожи – мы все любим звездное небо!

**Любите ли Вы наблюдать звёздное небо? Какие объекты и астрономические явления на небе нравятся Вам более всего? Почему, если не секрет?**

Я больше всего ценю темное небо вдали от огней больших городов. Несмотря на то, что я живу в маленьком городке, у нас здесь много людей, которые предпочитают яркое наружное освещение в целях безопасности, так что здесь нет темноты. В тех редких случаях, когда я выезжаю туда, где темное небо, я люблю наблюдать и фотографировать те объекты дип-скай, которые не вижу дома.

**Какие инструменты для наблюдений есть в Вашем распоряжении и где Вы проводите свои наблюдения? Нравится ли Вам проводить «тротуарки» или же Вы предпочитаете общаться с небом в одиночестве?**

В нашей обсерватории во дворе есть рефлектор 250 мм F/4,5 и портативный рефлектор 150 мм F/8. Иногда мы проводим вечера тротуарной астрономии, но в основном я наблюдаю одна или с мужем. Бывает, что мы показываем Луну и планеты нашим родным и друзьям.



**Следите ли Вы за новостями из мира астрономии? Какие достижения или открытия последних лет Вам запомнились более всего?**

В качестве модератора в разделе «Астрокосмоновости» форума астрономии я внимательно слежу за новостями астрономии. Сейчас я больше интересуюсь беспилотными миссиями на планеты и другие объекты Солнечной системы. Продолжаю следить за развитием частных компаний, таких как Space X.

**Есть ли у Вас какая-нибудь астрономическая мечта?**

Когда я была моложе, мечтала стать всемирно известным астрономом, открыть тайны происхождения квазаров или что-то столь же захватывающее!

**Можете немного рассказать о своих хобби, не связанных с астрономией?**

Кроме астрономии, я интересуюсь языками и генеалогией. И, конечно, много времени уделяю своей семье: у нас четверо детей, одиннадцать внуков и трое правнуков.

**Каковы будут Ваши пожелания читателям журнала «Небосвод»?**

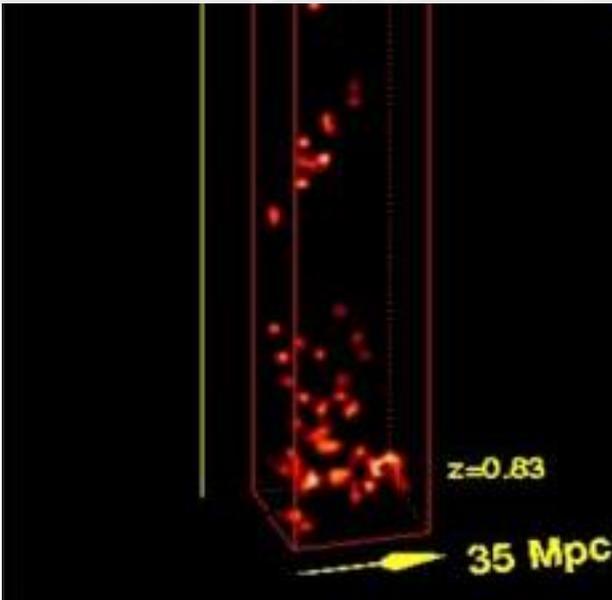
Я надеюсь, что читатели найдут свою нишу в астрономии, что астрономия заинтересует их так, что станет настоящим хобби на всю жизнь.

**Карен Янг, любитель астрономии, США**

Беседовал Николай Дёмин

Специально для журнала «Небосвод»

## Мир астрономии десятилетие назад



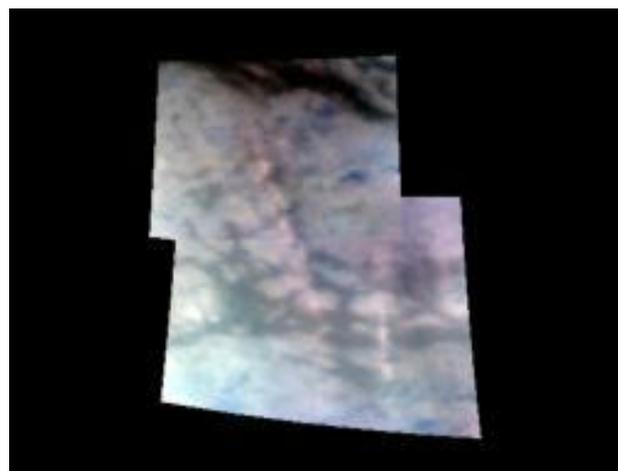
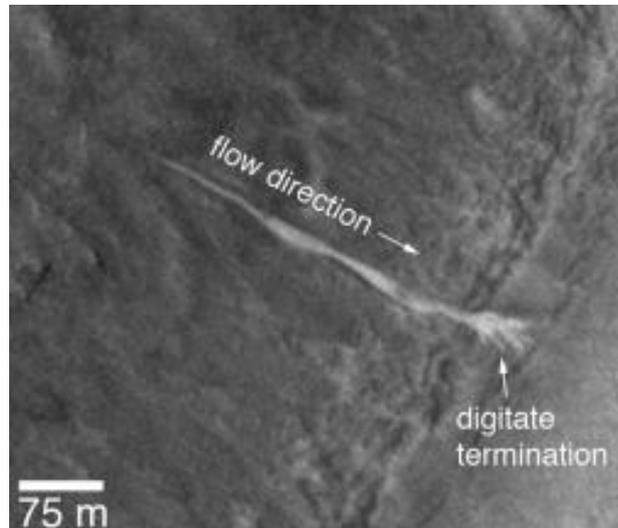
**Что оказывает самое большое влияние на эволюцию галактик? Фото: ESO**

Декабрь 6, 2006 – В свете последних исследований, астрономы допускают, что галактики, которые мы видим сегодня, являются результатом непрерывных столкновений в течение миллиардов лет. Небольшие неправильные галактики, сталкиваясь друг с другом, росли как снежный ком, постепенно превращаясь в величественные спиральные галактики, подобные нашему Млечному Пути. Но чего зависит эволюция галактик: от «пусковых» условий или от галактических катаклизмов? Последнее обследование более чем 6500 галактик на различных расстояниях показывает, что в ранней Вселенной галактики были расположены теснее, что, естественно, образом сказывалось на частых столкновениях. Тем не менее, однозначного вывода об эволюционном пути галактик сделано не было. По-видимому, и ранняя среда и постоянные галактические коллизии сыграли одинаковую роль в эволюции галактик, которое мы видим сегодня.

**Новые следы от потоков воды на Марсе. Фото: NASA/JPL**

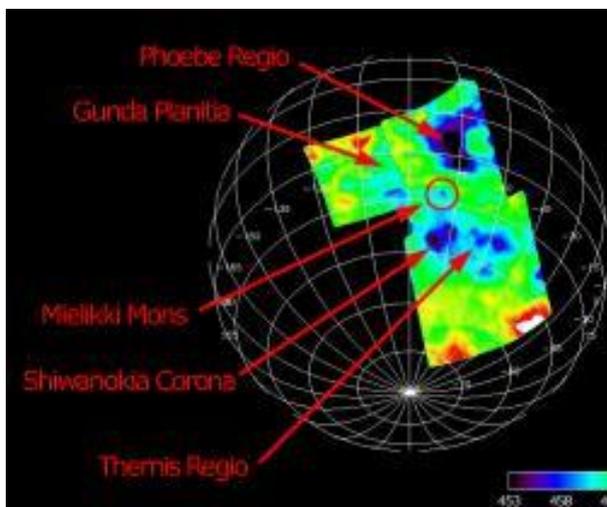
Декабрь 6, 2006 – Снимки, полученные на протяжении всего нахождения на орбите аппарата Mars Global Surveyor, продолжают удивлять исследователей загадочной планеты не только превосходным разрешением, но поразительными находками. Если Вы думаете, что Марс совершенно мертв, то ошибаетесь. Обработав новые снимки, ученые обнаружили на одном из них совсем «свежий» овраг длиной несколько сот метров. Найденная формация образовалась в пределах последних 7 лет! Форма оврага и его русло говорят о том, что всего несколько лет назад здесь бурным потоком протекла вода или другая жидкость (хотя трудно представить

большое количество жидкой воды) протекает под поверхностью планеты, а время от времени вода прорывается наружу и образует такие овраги. Даже если температура окружающей среды во время прорыва ниже нуля, исследователи полагают, что вода, бьющаяся струей из подземного (подмарсианского) источника может течь достаточно долго, чтобы образовать овраг и унести часть грунта и различных обломков вниз по склону холма до того, как окончательно отвердеть.



**Горный массив на Титане. Фото: NASA/JPL/SSI**

Декабрь 12, 2006 – На новых изображениях Титана, полученных аппаратом Cassini, отчетливо виден большой горный массив, длиной около 150 километров. Эти горы не были обнаружены на ранних снимках, и лишь на инфракрасных фотографиях высокого разрешения от 25 октября 2006 года было выявлено убедительное доказательство существования мощного рельефа в данной области. Горы достигают высоты полутора километров, и напоминают собой Уральский хребет, как по форме, так и по высоте. Ученые предполагают, что необычные для Титана геологические образования сформировались из замерзшего грунта, многократно перемежающегося слоями органического материала.



**«Венера-Экспресс» изучает поверхность Венеры. Фото: ESA**

Декабрь 14, 2006 – Увидеть поверхность Венеры сквозь толстый слой мощной атмосферы очень нелегко. Поэтому космический корабль «Венера-Экспресс» ESA был оборудован специальным спектрометром, вобравшим в себя последние достижения науки. Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer (VIRTIS) обеспечивает получение изображения поверхности планеты, фильтруя определенные длины волн электромагнитного диапазона. Спектрометр позволяет космическому кораблю видеть инфракрасные окна, которые появляются в атмосфере планеты. Сквозь эти окна фиксируется тепло, выделенное горячими скалами на поверхности Венеры, которое излучается в космическое пространство, и достигает, в том числе, приемников излучения. Группа специалистов, работающих с VIRTIS, надеется, что, в конечном счете, используя это оборудование, они смогут увидеть недоступные ранее горячие области на поверхности Венеры, которые могли бы быть активными вулканами.



**Фабрика звезд! Фото: Chandra**

Декабрь 18, 2006 – Рентгеновская обсерватория «Чандра» провела исследования окрестностей вновь формирующейся туманности W3, которая, по мнению ученых, сможет стать колыбелью для новорожденных звезд. Туманность расположена на

расстоянии около 6000 световых лет от Земли в рукаве Персея (одной из спиральных ветвей Млечного Пути). W3 - небольшая часть значительно большего молекулярного облака, имеющего обозначение W4. Супероблако (которое никак не помещается на приведенном снимке) имеет внушительный диаметр, достигающий 100 световых лет. Это одна из самых больших фабрик звезд в нашей Галактике. Туманность весьма активна и продолжает расширяться, увеличиваясь в размерах.

**Белый карлик – будущее нашего Солнца. Фото: Mark A. Garlick**



Декабрь 22, 2006 – Астрономы обнаружили кольцо богатого металлами газа, окружающего сравнительно близкую звезду (белый карлик), которая поможет точнее узнать о будущем нашей собственной Солнечной системы. Белый карлик имеет обозначение SDSS1228+1040 и расположен на расстоянии 463 световых лет от Земли в созвездии Девы. Астрономы предполагают, что эта звезда принадлежала к главной последовательности (на диаграмме Герцшпрунга-Рессела), подобно нашему Солнцу. Но звездная фаза жизни ее закончилась, она сжалась и стала белым карликом около 100 миллионов лет тому назад.

Наблюдатели из университета Warwick проанализировали излучение SDSS1228+1040, и обнаружили, что оно показывает наличие дополнительных металлов, «наложенных» поверх основного спектра. В число найденных металлов входят железо, магний и кальций, которые концентрируются в кольце вокруг звезды шириной около 800000 километров. Причиной образования кольца является, по-видимому, довольно большой объект, подобный астероиду, который «заблудился» и подошел слишком близко к звезде. Последняя не заставила себя долго ждать, и разорвала планетоид мощными гравитационными приливными усилиями. Кольцо обломков постепенно испарялось под излучением от белого карлика, и вскоре превратилось только в газ. Этот сценарий предполагает, как может выглядеть наша Солнечная система через 5 - 8 миллиардов лет, после того, как Солнце, испытывая недостаток топлива, расширится до красного гиганта, а затем сожмется до белого карлика. Поглотив внутренние планеты в своем начальном расширении, Солнце будет «закусывать» оставшимися астероидами в течение миллиардов лет.

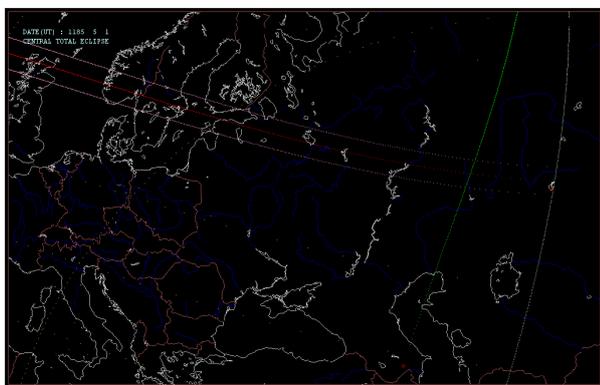
**Александр Козловский, журнал «Небосвод»**

*Перевод текстов осуществлялся в 2005 году с любезного разрешения Фразера Кейна (Fraser Cain) из Канады – автора сайта «Вселенная Сегодня» (Universe Today)*  
<http://www.universetoday.com>

## Астрономия на службе у истории или ещё раз о затмении в "Слове о полку Игореве"



Казалось бы, «Слово о полку Игореве», этот памятник древнерусской литературы, прекрасный образец эпической поэзии, изучен вдоль и поперек: великое множество переводов и переложений, горы исследовательских работ, кучи сломанных копий о значениях каждого слова, каждой буквы... Ни у кого нет сомнений, что описанное в «Слове» солнечное затмение, которое князь Игорь Святославич видел в начале своего неудачного похода на половцев, случилось 1 мая 1185 года. Полоса полного затмения прошла через Финский залив, Новгород и далее вдоль Волги через Кострому до Урала.



Карта затмения 1 мая 1185 года

Именно полным затмением описывают летописи, созданные в северной Руси, например Новгородская первая летопись. На Руси южной, там, где шел Игорь со своей дружиной, затмение было вечерним и частным, с фазой около 0,8. Об этом сообщает Ипатьевская летопись под годом 6693 (1185): «Идуцим же им к Дону рекы, в год вечерний, Игорь же воззрев на небо и виде солнце стоя-

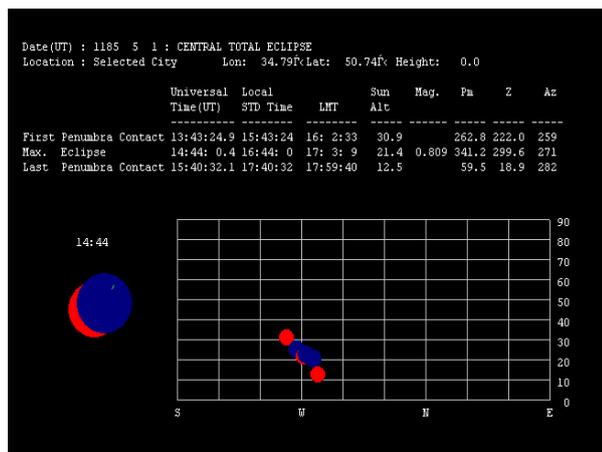
ще яко месяц». В тексте «Слова» говорится просто о затмении, без упоминания фазы, и причем дважды: «Тогда Игорь възре на светлое солнце и виде отъ него тьмою вся своя воя прикрыты» и «Солнце ему тьмою путь заступаше». Вроде все ясно и понятно, астрономия вполне согласуется с историей и подтверждает ее.

Однако, как оказывается, не все согласны с тем, что «Слово» было написано в конце XII века. Некоторые ученые полагают, что события, описанные в памятнике, происходили гораздо раньше, с другим князем Игорем, сыном Рюрика, в веке десятом, а в конце двенадцатого века на фоне похода Игоря Святославича древний текст был переработан. О древности текста говорят, по мнению некоторых лингвистов, ранние формы слов, которые через двести лет были уже иными.

Н.Н. Ерофеева в книге «Дело о полку Игореве» рассматривает эту позицию и пытается доказать ее на основе лингвистического анализа. Но, кроме того, она призывает на помощь и астрономию. Давайте поподробнее рассмотрим астрономическую аргументацию и выводы Ерофеевой.

Книга в 125 страниц была опубликована в 1997 году в московском издательстве «Самиздат». В части II «Алогизмы, связанные с солнечным затмением», автор, сравнивая текст «Слова» с другим памятником древнерусской литературы, «Задонщиной», в котором рассказывается о Куликовской битве, и опираясь на работы современных исследователей, приходит к выводу, что «удвоение» затмения в «Слове» вовсе не случайно, возникло не от перепутанных листов и фрагментов рукописи, как считали А.И. Соболевский и Б.А. Рыбаков, а соот-

ветствует реальности. И затмения эти произошли на 260 лет раньше общепринятой даты. Но обо всем по порядку.



Местные условия видимости затмения 1 мая 1185 года

Так, Ерофеева, ссылаясь на знаменитую книгу Д.О. Святского «Астрономические явления в русских летописях с научно-критической точки зрения» (Пг., 1915 г., с. 12 – книга переиздана под редакцией и с комментариями М.Л. Городецкого в 2007 г.), утверждает на с. 78, что «1 мая 1185 г. затмение происходило не поздно вечером, а днем; в «Слове» же описание затмения переходит в описание зловецкой ночи». Но в книге Святского есть канон затмений, составленный М.А. Вильевым. Там по специальной таблице часового угла солнца в момент наибольшей фазы затмения можно определить его время. Для нашего затмения угол указан в 72 градуса, что соответствует 16 часам 48 минутам смоленского времени (близкое к московскому). Современные расчеты дают приблизительно то же время (16 ч. 44 м.). Солнце в этот момент находилось для князя Игоря строго на западе. То есть затмение было явно вечерним, наступала ночь. В данном случае Ерофеева выдвигает ошибочное утверждение.

Оставляя в стороне дальнейшие текстологические сопоставления «Слова» и «Задонщины», рассмотрим следующие утверждения Ерофеевой. Так, основываясь на приморской топонимии текста памятника, где упоминаются Сурож, Корсунь, Тьмутарокань, автор считает, что описанное в «Слове» погружение в море двух солнц и само основное затмение являются описанием по сути одного солнечного затмения, наблюдавшегося на побережье Черного и Азовского морей. «Эти характеристики, – пишет Ерофеева, – не соответствуют характеристикам затмения 1185 г., прошедшего полосой по северным областям Руси днем<sup>14</sup> (рис. 3), зато в точности отвечает характеристикам одного из 5 затмений 922 г., попадающего в интервал: 920 г. (каким Ипатьевская летопись датирует поход Игоря Рюриковича на печенег) – 923 г. (каким Мазуринская летопись датирует битву на Калке). Это затмение произошло 27 июня<sup>15</sup> и в районе Керчи наблюдалось в 19 ч. 30 мин.<sup>16</sup>, а это значит, что участники битвы, происходившей неподалеку, могли воочию видеть, как

затмившееся солнце погружается в море». Разберем эту цитату из Ерофеевой более подробно.

Во-первых, повторное утверждение о затмении 1185 года как дневном в корне ошибочно. Здесь ссылка 14 вновь отсылает нас к книге Д. Святского, а на «рис. 3» в книге Ерофеевой приводится карта полосы затмения, взятая с небольшими изменениями из той же книги Святского.

Во-вторых, в 922 году произошло четыре, а не пять солнечных затмений: 1 января – частное, видимое в Антарктиде; 29 мая – частное, видимое в южной части Индийского океана, 27 июня – частное, видимое в Арктике и в северной части Евразии; 21 ноября – частное, видимое в северной Атлантике, Западной Европе и на востоке Северной Америки. Следующее случилось 18 мая 923 года и было видно в кольцеобразной фазе в Южной Америке и южной части Атлантического океана. Расчеты проведены согласно очень точной астрономической программе EmapWin 3.20.

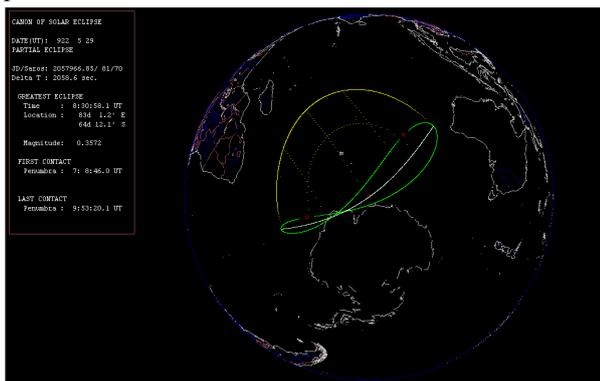
Ссылка 15 отсылает нас к устаревшему «Канону затмений» Опольцера (1887 г., с. 204). Однако у Опольцера своеобразные карты затмений и по ним очень трудно вычислить местные условия времени и тем более определить местную фазу. Современные вычисления показывают, что в Керчи, да и на территории остальной южной Руси, затмение не наблюдалось вообще. Закатное затмение в чрезвычайно малой фазе было видно только к северу от линии Будапешт – Минск – Москва – Кострома. Хотя время затмения Ерофеевой указано приблизительно верно. Это время, согласно ссылке 16, Ерофеевой рассчитал зеленоградский астролог А.В. Богданов. Расчеты Богданова, как пишет Ерофеева, отличаются от указанных в «Каноне» Опольцера. А вот среди сотрудников Московского планетария автору не удалось найти того, кто согласился бы рассчитать географию частных солнечных затмений в 922 году. Сложно сказать, чем пользовался Богданов, табличными эфемеридами или астрологическими компьютерными программами середины 1990-х годов, но по ним местные условия затмения узнать никак нельзя.



Карта затмения 27 июня 922 года

Ерофеева делает вывод: «...Фрагмент, рассказывающий о третьем дне битвы в момент затмения, принадлежит не тексту XII в. о походе Игоря Святославича в 1185 г. в район Северного

Донца, а его первоисточнику, который повествовал о поражении Игорева полка на Калке-Каяле у моря в момент затмения, которое произошло на закате» и относит события к 922 году. Анализ затмений показывает, что выводы Ерофеевой не верны и полностью опровергаются астрономическими расчетами.



Карта затмения 29 мая 922 года

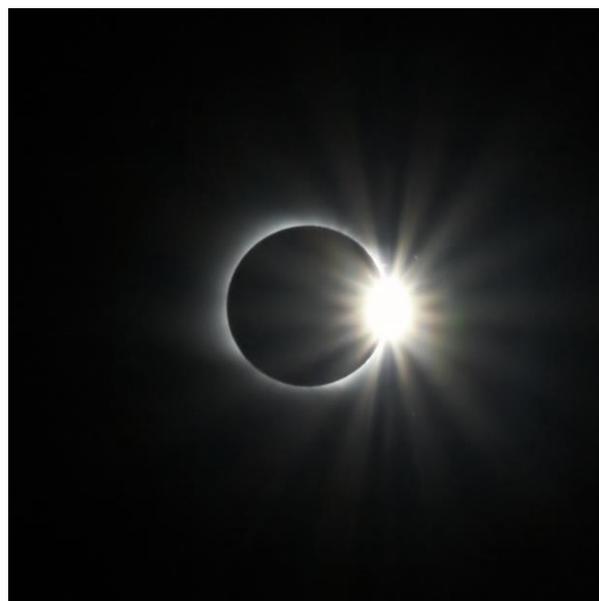
Но пойдём дальше. Ерофеева пишет, что «в контексте событий 922 г. получает объяснение парадокс двух затмений» (с. 83). И чуть ниже: «Меньше чем за месяц до этого (вечернего) затмения произошло еще одно (29 мая)<sup>17</sup>, которое наблюдалось утром, в частности в Киеве – в 9 ч. 30 мин. Так что герои битвы 922 г. на Калке, которых вечернее затмение 27 июня застало на поле брани, могли за месяц до этого (29 мая) отправиться в поход именно в тот момент, когда «солнце ему тьмою путь заступаше»».

Ссылка 17 вновь указывает на «Канон» Опольцера (с. 204). Но мы уже показали современными расчетами, что 29 мая 922 года произошло частное солнечное затмение с максимальной фазой 0,36, видимое в южной части Индийского океана и у берегов Антарктиды. На территории Руси, в Киеве ли, на Донце или на Черном море, затмение не могло наблюдаться в принципе, хотя по восточноевропейскому времени оно действительно было утренним.

Красивый итог Ерофеевой, что «...текст о походе Игоря Рюриковича на печенег, завершившийся битвой на Калке / Каяле, должен был иметь уникальную композиционную структуру. В нем два затмения должны были обрамлять рассказ о самом походе. Основная часть текста должна была начинаться с описания утреннего затмения при выступлении в поход и завершаться зловещей картиной затмения солнца, погружающегося в море в момент поражения», к сожалению, не имеет под собой никакого основания.

Реальная астрономическая ситуация 922 года полностью опровергает построения Ерофеевой. А в ближайшее к 922 году время, с 918 по 928 год включительно, на территории южной Руси, там, где прославились своими походами оба князя Игоря, никаких сколько-нибудь заметных для наблюдателя солнечных затмений не было. Поэтому искать вариант датировки Игорева затмения в тот период бессмысленно.

В конце части II Ерофеева пишет: «Таким образом, в противовес гипотезе о случайной путанице листов, происшедшей в известном списке “Слова”, мы выдвигаем гипотезу о преднамеренной переделке компилятором XII в. описаний двух затмений 922 г. в одно затмение 1185 г., с чем автор “Слова” справился не очень удачно, сохранив в новом тексте следы старой композиционной структуры. Так что, и основной аргумент защитников первичности (подлинности) “Слова” – затмение – оказывается весьма шатким аргументом». Но мы видим, что все попытки автора обосновать свою гипотезу «древнего» слоя в тексте «Слова», опираясь на астрономические аргументы, не выдерживают критики и не состоятельны. Может быть, в тексте памятника и есть какие-то более древние слои и слова – оставим эту тему лингвистам и филологам. А вот астрономия утверждает однозначно: события, описанные в «Слове о полку Игореве», относятся только к 1185 году и ни к какому иному. Сторонники подлинности текста могут не сомневаться – астрономические расчеты подтверждают традиционную датировку.



Ерофеевой простительны такие заблуждения. Она в то время не могла воспользоваться общедоступными астрономическими программами, позволяющими в несколько секунд определить условия видимости затмений в любой точке земного шара для любого года, – их тогда просто не существовало. А вот если бы по просьбе Ерофеевой сотрудники Московского планетария все же сделали расчеты, тогда, возможно, книга «Дело о полку Игореве» выглядела бы по-другому, без астрономических «доказательств» древности и компилятивности «Слова». Но тогда не была бы написана эта статья...

**Сергей Беляков,**  
любитель астрономии, г. Иваново

Специально для журнала «Небосвод»



### Избранные астрономические события месяца (время московское = UT + 3 часа)

1 декабря - покрытие астероидом 5191 1990 VO3 на 1 секунду звезды HIP20948 (6,9 $m$ ) из созвездия Тельца (Гиалды) при видимости в Сибири, Казахстане и на юге России,  
3 декабря - долгопериодическая переменная звезда R Волопаса близ максимума блеска (6 $m$ ),  
6 декабря - покрытие Луной ( $\Phi = 0,44$ ) планеты Нептун при видимости в Западной Европе и Северной Америке,  
6 декабря - долгопериодическая переменная звезда R Возничего близ максимума блеска (6,5 $m$ ),  
7 декабря - Луна в фазе первой четверти,  
8 декабря - максимум действия Моноцеротиды ( $ZHR = 2$ ) из созвездия Единорога,  
10 декабря - Сатурн в соединении с Солнцем,  
10 декабря - Меркурий достигает восточной (вечерней) элонгации 21 градус,  
12 декабря - Луна в перигее,  
13 декабря - максимум действия метеорного потока Геминиды ( $ZHR = 120$ ) из созвездия Близнецов,  
13 декабря - покрытие Луной ( $\Phi = 0,98$ ) звезды Альдебаран при видимости в Западной Европе и Северной Америке,  
14 декабря - полнолуние,  
18 декабря - покрытие Луной ( $\Phi = 0,72$ ) звезды Регул при видимости в Австралии и Антарктиде,  
19 декабря - Меркурий в стоянии с переходом к попятному движению,

20 декабря - покрытие астероидом Lancelot (2041) на 1 секунду звезды HIP664 (6,2 $m$ ) из созвездия Рыб при видимости в Мурманской области,  
21 декабря - Луна в фазе последней четверти,  
21 декабря - зимнее солнцестояние,  
23 декабря - максимум действия метеорного потока Урсиды ( $ZHR = 10$ ) из созвездия Малой Медведицы,  
24 декабря - покрытие астероидом Zerbinetta (693) на 6 секунд звезды TYC2924-01451-1 (8,1 $m$ ) из созвездия Возничего при видимости на Европейской части страны,  
25 декабря - Луна в апогее,  
28 декабря - Меркурий в нижнем соединении с Солнцем,  
29 декабря - новолуние,  
29 декабря - Уран в стоянии с переходом к прямому движению,  
30 декабря - долгопериодическая переменная звезда V Гончих Псов близ максимума блеска (6 $m$ ).

Обзорное путешествие по небу декабря в журнале «Небосвод».

Солнце до 18 декабря движется по созвездию Змееносца, а затем переходит в созвездие Стрельца. Склонение центрального светила к 21 декабря в 13 часов по московскому времени достигает минимума (23,5 градуса к югу от небесного экватора), поэтому продолжительность дня в северном полуша-

рии Земли минимальна. В начале месяца она составляет 7 часов 23 минуты, 22 декабря составляет 6 часов 56 минут, а к концу описываемого периода увеличивается до 7 часов 02 минут. Приведенные выше данные по продолжительности дня справедливы для городов на широты Москвы, где полуденная высота Солнца почти весь месяц придерживается значения 10 градусов. Наблюдать центральное светило можно весь день, но **нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно обязательно (!) проводить с применением солнечного фильтра.** (Рекомендации по наблюдению Солнца имеются в [журнале «Небосвод»](#)).

**Луна начнет движение** по зимнему небу в созвездии Змееносца при фазе новолуния близ Меркурия и Юпитера, и в этот же день перейдет в созвездие Стрельца. Увеличив фазу до 0,17, молодой месяц 3 декабря перейдет в созвездие Козерога, пройдя севернее Венеры. Здесь лунный серп, украшающий вечернее небо, проведет два дня, сблизившись 5 декабря с Марсом, и перейдет в созвездие Водолея. В эти дни Луна наращивает высоту над горизонтом, постепенно удаляясь от яркой Венеры. В созвездии Водолея 7 декабря Луна примет фазу первой четверти, покрыв очередной раз Нептун. В созвездии Рыб Луна вступит 8 декабря при фазе около 0,6, а 10 декабря сблизится с Ураном при фазе 0,75. Зайдя 11 декабря в созвездие Кита, лунный овал перейдет в созвездие Овна, где пробудет до 12 декабря, перейдя в созвездие Тельца при фазе 0,94. Здесь 13 декабря в очередной раз произойдет покрытие Альдебарана Луной при фазе 0,98 (видимость в Западной Европе и Северной Америке), а затем яркий лунный диск продолжит путь до созвездия Ориона, в котором побывает 14 декабря в фазе полнолуния. В эти дни ночное светило находится на наибольшей высоте над горизонтом. В созвездии Близнецов Луна проведет с 14 по 16 декабря, а затем перейдет в созвездие Рака. Здесь лунный овал пробудет до 17 декабря, вступив затем в созвездие Льва при фазе около 0,8. Пройдя южнее Регула, ночное светило продолжит движение по просторам созвездия Льва до 20 декабря, когда достигнет созвездия Девы, приняв фазу последней четверти. 23 декабря стареющий месяц при фазе около 0,3 будет красоваться на утреннем небе близ Юпитера и Спика, а 24 декабря перейдет в созвездие Весов при фазе 0,23. 26 декабря Луна посетит созвездие Скорпиона при фазе менее 0,1, перейдя затем в созвездие Змееносца. Сблизившись здесь с Сатурном утром 28 декабря, тонкий серп перейдет в созвездие Стрельца, где примет фазу новолуния 29 декабря. 31 декабря самый тонкий вечерний серп достигнет созвездия Козерога, где и закончит свой путь по декабрьскому небу и по небу 2016 года.

**Меркурий** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца, 19 декабря меняя

движение на попятное. Планета находится на вечернем небе, а видимость ее в середине декабря достигает получаса в средних широтах страны. 10 декабря Меркурий достигает максимальной восточной элонгации 21 градус, а затем быстрая планета начинает сближение с Солнцем, и к завершающей неделе месяца исчезает в лучах заходящего Солнца, 28 декабря проходя нижнее соединение с Солнцем. Видимый диаметр быстрой планеты в течение месяца изменяется от 5 до 10 угловых секунд при уменьшающемся блеске от -0,5m до +5m. Фаза уменьшается от 0,85 до 0,0, т.е. Меркурий при наблюдении в телескоп имеет вид овала, превращающегося к середине месяца в полудиск, а затем в серп. В мае 2016 года Меркурий прошел по диску Солнца, а следующее прохождение состоится 11 ноября 2019 года.

**Венера** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца до 7 декабря, когда перейдет в созвездие Водолея (близ M75), где проведет остаток описываемого периода. Вечерняя Звезда постепенно увеличивает угловое удаление к востоку от Солнца, и к концу месяца элонгация Венеры достигнет 47 градусов. При таком расстоянии от дневного светила Венеру можно наблюдать невооруженным глазом даже в полуденное время. Планета видна на вечернем небе у юго-западного горизонта (видимость до 4 часов на фоне сумеречного неба). Видимый диаметр Венеры увеличивается от 17" до 22", а фаза уменьшается от 0,68 до 0,57 при блеске ярче -4,5m. В телескоп наблюдается овал, изменяющийся почти до полудиска к концу месяца.

**Марс** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Козерога, 15 декабря переходя в созвездие Водолея. Планета наблюдается в вечернее время над юго-западным горизонтом около четырех часов. Блеск планеты снижается от +0,6m до +0,9m, а видимый диаметр уменьшается от 6,5" до 5,7". Марс постепенно удаляется от Земли, а следующая возможность увидеть планету вблизи противостояния появится в 2018 году. Детали на поверхности планеты (крупные) визуально можно наблюдать в инструмент с диаметром объектива от 60 мм, и, кроме этого, фотографическим способом с последующей обработкой на компьютере.

**Юпитер** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Девы. Газовый гигант наблюдается на утреннем и ночном небе, быстро увеличивая продолжительность видимости от четырех часов в начале месяца до семи часов к концу описываемого периода. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы увеличивается от 33" до 35,5" при блеске около -1,7m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимо-

сти можно наблюдать тени от спутников на диске планеты. Сведения о конфигурациях спутников - в данном КН.

**Сатурн** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Змееносца. В начале месяца планета не видна, т.к. находится близ соединения с Солнцем, которое пройдет 10 декабря. Но уже в третьей декаде декабря окольцованную планету можно будет найти в лучах утренней зари над юго-восточным горизонтом, а к концу месяца и года ее видимость увеличится почти до часа. Блеск планеты составляет около +0,5m при видимом диаметре, имеющим значение около 15". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также некоторые другие наиболее яркие спутники. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 40x16" при наклоне к наблюдателю 26 градусов.

**Уран** (5,9m, 3,4") перемещается попятно по созвездию Рыб (близ звезды дзета Psc с блеском 5,2m), 29 декабря достигая стояния и меняя движение на прямое. Планета видна большую часть ночи, а наблюдать ее лучше всего до полуночи. Уран, вращающийся «на боку», легко обнаруживается при помощи бинокля и поисковых карт, а разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно увидеть в периоды новолуний на темном чистом небе, и такая возможность представится в начале и в конце месяца. Спутники Урана имеют блеск слабее 13m.

**Нептун** (7,9m, 2,3") движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея близ звезды лямбда Aqr (3,7m). Планета видна на ночном и вечернем небе. Для поисков планеты понадобится бинокль и звездные карты из [Астрономического календаря на 2016 год](#), а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). В самом конце месяца с Нептуном тесно сблизится Марс. Фотографическим путем Нептун можно запечатлеть самым простым фотоаппаратом (даже неподвижным) с выдержкой снимка около 10 секунд. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

**Из комет**, видимых в декабре с территории нашей страны, расчетный блеск около 12m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: P/Honda-Mrkos-Pajdusakova (45P) и Johnson (C/2015 V2). Комета P/Honda-Mrkos-Pajdusakova (45P) перемещается по созвездиям Стрельца и Козерога. Блеск кометы за месяц быстро увеличивается от 12m до 7m. Небесная странница Johnson (C/2015 V2) движется по созвездиям Гончих Псов и Волопаса, увеличивая блеск от 12m до 11m. Подробные сведения о других кометах месяца (с детальными картами и прогнозами блеска) имеются на сайте

<http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://cometbase.net/>.

**Среди астероидов** самыми яркими в декабре будут Веста (6,6m), Церера (8,1m), а также Мельпомена (8,8m). Веста движется по созвездию Рака, а Церера и Мельпомена - по созвездию Кита. Карты путей этих и других астероидов (комет) даны в приложении к КН (файл mapkn122016.pdf). Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

**Из относительно ярких долгопериодических переменных звезд** (наблюдаемых с территории России и СНГ) максимума блеска в этом месяце по данным AAVSO достигнут: **R LYN** (7,9m) 1 декабря, **R BOO** (7,2m) 3 декабря, **U UMI** (8,2m) 4 декабря, **R AUR** (7,7m) 6 декабря, **U SER** (8,5m) 7 декабря, **X CAM** (8,1m) 11 декабря, **RU NYA** (8,4m) 12 декабря, **Z CET** (8,9m) 13 декабря, **W AQR** (8,9m) 14 декабря, **T ERI** (8,0m) 17 декабря, **R CET** (8,1m) 19 декабря, **R CAM** (8,3m) 21 декабря, **R COL** (8,9m) 26 декабря, **R ARI** (8,2m) 30 декабря, **V CVN** (6,8m) 30 декабря, **U VIR** (8,2m) 31 декабря. Больше сведений на <http://www.aavso.org/>.

**Среди основных метеорных потоков** 8 декабря в максимуме действия окажутся Моноцеротиды (ZHR= 2) из созвездия Единорога. Луна в период максимума этого потока близка к первой четверти и будет помехой для наблюдений в первую половину ночи. 13 декабря максимума действия достигнут Геминиды (ZHR= 120) из созвездия Близнецов. Луна, в фазе близкой к полнолунию, будет сильной помехой в наблюдениях. 23 декабря в 09 часов по всемирному времени максимума достигнут Урсиды (ZHR= 10) из созвездия Малой Медведицы. Луна, в фазе близкой к последней четверти, помешает подсчету метеоров во второй половине ночи. Подробнее на <http://www.imo.net>

Другие сведения о явлениях в [АК 2016](#).

**Оперативные сведения о небесных телах и явлениях** имеются, например, на [Астрофоруме](#) и на форуме [Старлаб](#).

**Ясного неба и успешных наблюдений!**

Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты видимых путей по небесной сфере имеются в [Календаре наблюдателя № 12 за 2016 год](#).

**Александр Козловский,**

редактор и издатель журнала «Небосвод»

[Ресурс журнала](#)

# Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

# К Д А Р

ОБСЕРВАТОРИЯ

Сделайте шаг к науке  
вместе с нами!

# АСТРОФЕСТ

Два стрельца



Наедине  
с  
Космосом

сайт для любителей астрономии и наблюдателей дип-скай объектов...

astro.websib.ru

REALSKY  
Астрономический online-журнал

[Помощь](#) | [Соглашение](#) | [На связи](#) | [Карта сайта](#)

ТЕЛЕСКОПЫ - НАША ПРОФЕССИЯ

# Звездочет

(495) 729-09-25, 505-50-04

Офис продаж: Москва, Тихвинский переулок д.7, стр.1 ([карта](#))

[О НАС](#) [КОНТАКТЫ](#) [КАК КУПИТЬ И ОПЛАТИТЬ](#) [ДОСТАВКА](#) [ГАРАНТИЯ](#)

бв

# большая вселенная

# AstroКОТ

Планетарий  
Кабинет

Новости \_\_\_\_\_  
Софт \_\_\_\_\_  
Приложения \_\_\_\_\_  
Форум \_\_\_\_\_  
Контакты \_\_\_\_\_

## Как оформить подписку на бесплатный астрономический журнал «Небосвод»

Подписку можно оформить в двух вариантах: печатном (принтерном) и электронном. На печатный вариант могут подписаться любители астрономии, у которых нет Интернета (или иной возможности получить журнал) прислав обычное почтовое письмо на адрес редакции: 461675, Россия, Оренбургская область, Северный район, с. Камышлинка, Козловскому Александру Николаевичу

На этот же адрес можно присылать рукописные и отпечатанные на принтере материалы для публикации. Рукописи и печатные материалы не возвращаются, поэтому присылайте копии, если Вам нужен оригинал.

На электронный вариант в формате pdf можно подписаться (запросить все предыдущие номера) по e-mail редакции журнала [nebosvod\\_journal@mail.ru](mailto:nebosvod_journal@mail.ru) Тема сообщения - «Подписка на журнал «Небосвод».

Все номера можно скачать по ссылкам на 2 стр. обложки



# Тутулемма: аналемма с солнечным затмением

