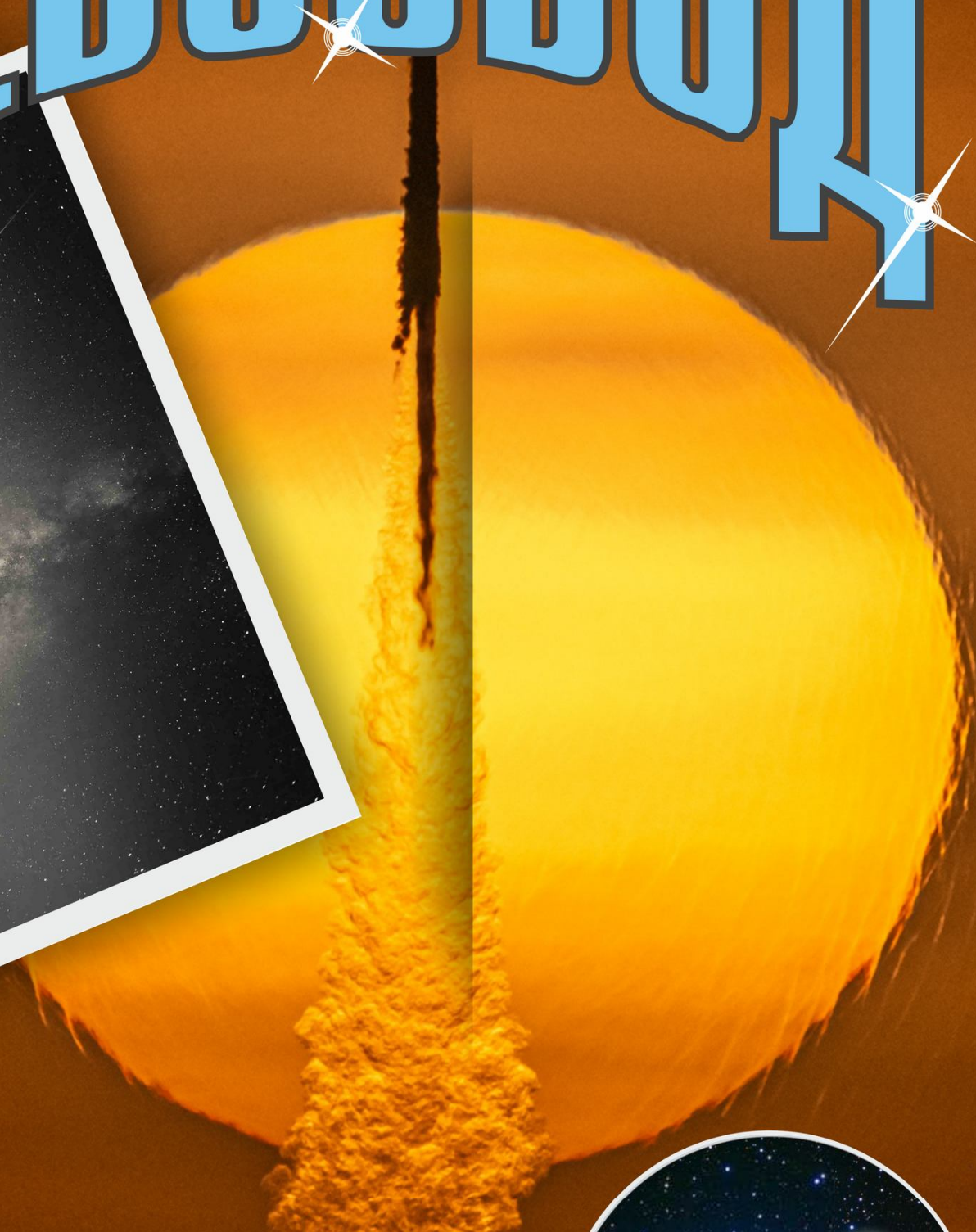


ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

## Определение размеров кометы 103P/Hartley

11'20  
ноябрь



Небесный курьер (новости астрономии)    Астрономический календарь  
Позднедевонское вымирание могло быть спровоцировано взрывом сверхновой  
Фотографии кометы C/2020 F3 (NEOWISE)    Небо над нами: ноябрь - 2020

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



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

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://astronet.ru/db/msg/1334887>  
 Астрономический календарь на 2017 год <http://astronet.ru/db/msg/1360173>  
 Астрономический календарь на 2019 год <http://astronet.ru/db/msg/1364103>

Астрономический календарь на 2020 год <http://www.astronet.ru/db/msg/1364099>

Астрономический календарь - справочник <http://www.astronet.ru/db/msg/1374768>

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>

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 ноябрь 2020 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



<http://astronet.ru>



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



НАУКА И ЖИЗНЬ



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



<http://www.vokruzsveda.ru>



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>

ссылки на новые номера - на <http://astronomy.ru/forum>



## Уважаемые любители астрономии!

В ноябре 2020 года, как это бывает каждый год в средних широтах нашей страны, погода не позволяет проводить полноценных и качественных наблюдений. Облачность, дождь и снег являются обычными атрибутами и дневного и ночного времени большую часть месяца. Но те ясные ночи, которые редко предоставляет ноябрь, можно использовать для астрономических наблюдений. Тем не менее, весь ноябрь можно подводить итоги летних и осенних наблюдений, формируя их в удобный для использования документ. Эти наблюдения также можно свести воедино для написания статьи, которой можно поделиться со всеми другими любителями астрономии, в частности, и на страницах журнала «Небосвод». Освободившееся время ноябрьских вечеров, конечно, можно использовать для чтения астрономической литературы и для постройки своего инструмента для наблюдений звездного неба. Кто-то может писать свои собственные программы по астрономии, кто-то проводить обработку своих снимков, накопленных за сезон летних наблюдений. У кого-то есть талант писать стихи о вселенной, у кого-то способность описывать лирическое настроение при наблюдениях звездного неба. Все эти и другие занятия астрономией каждого из вас, уважаемые любители астрономии, могут быть достойны освещения на страницах журнала «Небосвод». Пишите о том, что вам просто интересно в астрономии, чем можете поделиться со своими соратниками по увлечению любимой наукой. Благодаря вам журнал будет и дальше выходить в свет и привлекать молодое поколение к занятиям астрономией. Тем более, что «Небосвод» перешагнул четырнадцатилетний рубеж, а это самый замечательный возраст для занятий астрономией, когда все познается активно и с энтузиазмом. [Журнал «Небосвод»](#) всегда будет помогать вам в занятиях любимой наукой.

*Ясного неба и успешных наблюдений!*

*Искренне Ваш Александр Козловский*

## Содержание

- 4 **Небесный курьер (новости астрономии)**  
**Позднедевонское вымирание могло быть спровоцировано взрывом сверхновой**  
*Владислав Стрекопытов*
- 7 **Комета C/2020 F3 (NEOWISE)**  
**в Иваново**  
*Сергей Беляков*
- 8 **Определение размеров кометы 103P - Hartley**  
*Ольга Бирюкова (рук. Олег Тучин)*
- 11 **Русский астрономический календарь**  
*С. М. Пономарев*
- 20 **Методы увеличения масштаба изображения в любительской лунно-планетной астрофотографии**  
*Антон Горшков*
- 26 **Небо над нами: НОЯБРЬ - 2020**  
*Александр Козловский*

**Обложка: Море холода**

<http://www.astronet.ru/db/apod.html>

Море Холода находится на крайнем севере Луны, оно светлее, чем большинство темных, ровных лунных морей. Оно протянулось вдоль этого пейзажа, запечатлевшего северную полярную область хорошо знакомого видимого с Земли полушария на растущей Луне. Левее центра картинка находится кратер Платон диаметром 95 километров с темным дном. Освещенные Солнцем вершины лунных Альп видны ниже и правее Платона, между более южным морем Дождей и морем Холода. Хорошо заметная прямая полоса, проходящая через горы – лунная Альпийская долина. Долина соединяет море Дождей и море Холода, ее длина – около 160 километров, а ширина – до 10 километров.

Авторы и права: [Мэтт Смит](#)

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») сайты созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Обложка: **Н. Демин**, корректор **С. Беляков** [stgal@mail.ru](mailto:stgal@mail.ru) (на этот адрес можно присылать статьи)

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

Веб-ресурс журнала: <http://www.astronet.ru/db/author/11506>, почта журнала: [stgal@mail.ru](mailto:stgal@mail.ru)

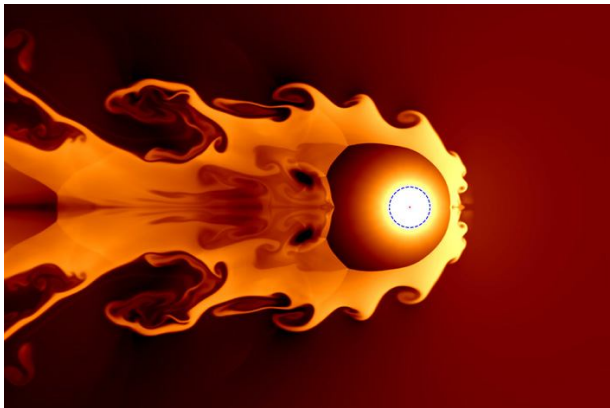
Тема журнала на Астрофоруме - <http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,19722.0.html>

Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://astro.websib.ru>, <http://ivmk.net/lithos-astro.htm>

Сверстано 12.10.2020

© *Небосвод*, 2020

### Позднедевонское вымирание могло быть спровоцировано взрывом сверхновой



*Рис. 1. Компьютерное моделирование направленного потока от взрыва сверхновой, сталкивающегося с солнечным ветром. Из-за этого гелиосфера деформируется. Красная точка — Солнце, пунктиром показана орбита Земли. Изображение из популярного синопсиса к обсуждаемой статье в *Proceedings of the National Academy of Sciences**

За всю историю Земли не раз происходили массовые вымирания, во время которых большая доля таксонов исчезала за короткое по геологическим меркам время. На фанерозой пришлось пять крупных массовых вымираний и около 20 менее значительных. Основные гипотезы об их причинах — вулканические явления планетарного масштаба или импактные события. Американские ученые выдвинули гипотезу, согласно которой причиной позднедевонского массового вымирания (одного из крупных) был взрыв сверхновой на расстоянии около 65 световых лет от Земли. Авторы исследования обосновали с помощью расчетов, что космические лучи от этого события могли быть достаточно сильными, чтобы разрушить озоновый слой Земли и вызвать долговременное радиационное повреждение форм жизни, вызвав кризис биоразнообразия. Такая гипотеза о причине девонского вымирания в научной литературе приводится впервые.

Позднедевонское вымирание отличается от других массовых вымираний прежде всего тем, что оно было растянутым во времени. Сокращение биоразнообразия продолжалось в течение всего фаменского века (372,2–358,9 млн лет назад) — последнего века девонского периода. Разные исследователи выделяют до семи отдельных событий, но два основных эпизода вымирания — событие Келлвассера на границе франского и фаменского веков 374,5 млн лет назад, и событие Хангенберга, произошедшее 359 млн лет назад в

самом конце девона, на рубеже с каменноугольным периодом — отмечаются всеми.

С первым эпизодом был связан упадок морских видов. Отложения этого периода по всему миру представлены черными сланцами, образующимися в бескислородной восстановительной среде. Поэтому в качестве причины события Келлвассера обычно приводят аноксию океана (см. *anoxic event*) — критическое снижение содержания кислорода в воде.

Кроме того, в пограничных отложениях франского и фаменского веков во многих местах планеты фиксируется так называемая «ртутная аномалия» — аномальные всплески содержания ртути, которые считаются надежным свидетельством масштабных вулканических событий (G. Racki, 2020. A volcanic scenario for the Frasnian–Famennian major biotic crisis and other Late Devonian global changes: More answers than questions?). В частности, именно в это время происходили массовые извержения в Вилуйской вулканической провинции в Восточной Сибири — одной из крупных магматических провинций палеозоя (подробнее о крупных магматических провинциях см. новость В крупных магматических провинциях могло быть два источника магмы, «Элементы», 18.04.2018).

Второй эпизод — событие Хангенберга — характеризовался резким сокращением наземных видов животных и растений. Особенно оно сказалось на позвоночных: на рубеже девонского и каменноугольного периодов вымерло 50% отрядов и более 96% видов этого подтипа.

В целом позднедевонское вымирание было даже более сокрушительным, чем знаменитое мел-палеогеновое, при котором с лица Земли исчезли все нептичьи динозавры. Но внятного объяснения его причин не удастся привести именно в силу того, что оно было не одномоментным, а происходило на протяжении длительного времени.

В мае 2020 года в журнале *Science Advances* появилась статья британских ученых из Саутгемптонского университета, в которой они сообщили о результатах изучения трех непрерывных разрезов озерных отложений верхнего девона — нижнего карбона в Восточной Гренландии.

Хорошо сохранившиеся разрезы наземных отложений, обычно подверженных эрозии, — большая редкость, а особенно те, в которых фиксируется граница между периодами. В Восточной Гренландии полный разрез сохранился, потому что в позднем девоне — раннем карбоне здесь было крупное озеро, на дне которого непрерывно накапливались осадочные отложения,

толщ которых мощностью от 2 до 4 м ученые проследили на расстояние 75 км.

Проведенные палинологические исследования показали, что в слоях, относящихся по времени ко второму эпизоду позднедевонского вымирания, пыльца и споры наземных растений деформированы, имеют множество дефектов формы и скульптурных отростков, обладают более темной окраской, а среди спор присутствует большое количество тетрад (рис. 2).

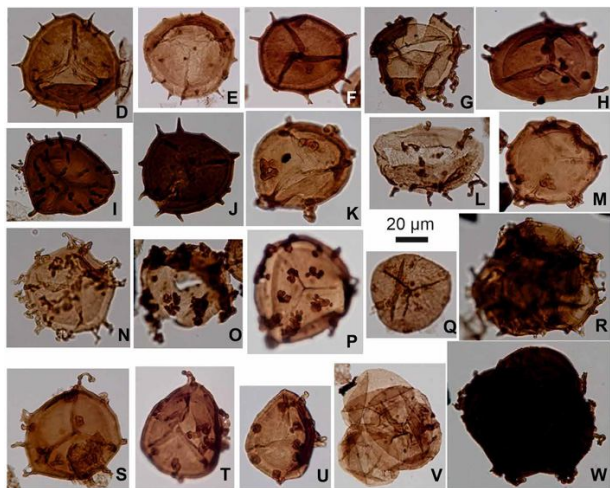


Рис. 2. Нормальные и деформированные образцы спор *Grandispora cornuta* из верхнедевонских озерных отложений Восточной Гренландии: D, E — нормальные образцы; F–H — образцы с уменьшенным количеством шипов и их неравномерным расположением; I, J — образцы с повышенной пигментацией; K–P — деформированные; Q — изолированное внутреннее тело без оболочки и шипов; R, V, W — тетрады, в том числе с сильной пигментацией; S–U — неправильные слипшиеся образования. Изображение из обсуждаемой статьи в *Science Advances*

Подобные повреждения, по мнению авторов, возникают при воздействии на растения ультрафиолетового излучения средней длины — так называемых УФ-В лучей. Обычно эта часть солнечного излучения задерживается атмосферой Земли, а до поверхности доходит только длинноволновой ультрафиолет ближнего диапазона — УФ-А, безопасный для живых существ.

Отсюда исследователи делают вывод о том, что на рубеже девона и карбона имело место нарушение защитного озонового слоя, что и вызвало упадок наземных биосообществ. В статье отмечается, что в отложениях турнейского века (первого века каменноугольного периода) остатки крупных растений практически полностью отсутствуют, а восстановление их начинается только в визейском веке, спустя 10 млн лет (рис. 3).

Похожие деформации пыльцы и образование тетрад спор палеоботаники отмечали и для других массовых вымираний — пермского и триасово-юрского. Обычно их интерпретировали как следствие воздействия на растения вредных вулканических газов в период извержений в

крупных магматических провинциях. Но в пограничных отложениях девона и карбона аномалии ртути отсутствуют, а значит вулканы тут ни при чем. В то же время, состав отложений указывает на то, что к концу девонского периода произошло общее потепление климата.

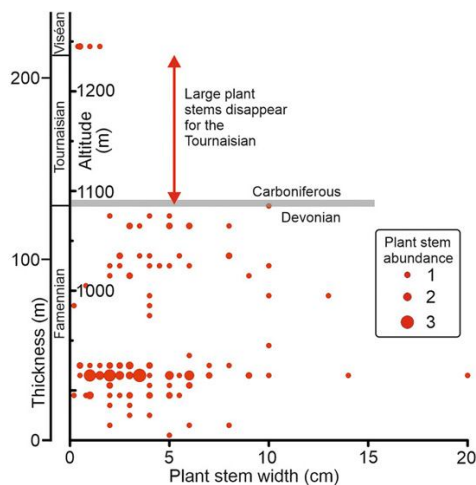


Рис. 3. Обилие растительных находок (1-2-3) в разрезе фаменского яруса девона, турнейского и нижней части визейского ярусов карбона. По горизонтали — толщина стеблей ископаемых растений, по вертикали — мощность отложений и их абсолютная отметка в разрезе. Серой полосой показан интервал, в котором полностью отсутствуют растительные остатки, красными стрелками — слои, в которых отсутствуют остатки крупных растений. Изображение из обсуждаемой статьи в *Science Advances*

Авторы статьи высказывают предположение, что из-за увеличения температур у поверхности Земли усилилась атмосферная конвекция и в стратосферу, где находится озоновый слой, стало поступать больше водяного пара. Этот пар участвовал в каталитических реакциях преобразования неорганических соединений хлора (в первую очередь HCl и ClON<sub>2</sub>O) в ClO — свободные радикалы, разрушающие озон. Такой же механизм действовал и для соединений брома.

То, что после конвективной закачки воды в нижнюю стратосферу в ней появляются свободные радикалы хлора и брома и уменьшается содержание озона, подтверждено наблюдениями и моделированием (J. G. Anderson et al., 2017. Stratospheric ozone over the United States in summer linked to observations of convection and temperature via chlorine and bromine catalysis). Однако, этот эффект обычно кратковременный, так как поступающий в стратосферу водяной пар подвергается фотолизу, а ClO превращается обратно в HCl и ClON<sub>2</sub>O примерно через неделю. А так называемые конвективные штормы происходят не постоянно, а лишь эпизодически, и только в весенне-летний период.

К тому же вертикальный диапазон подобных процессов ограничен нижними слоями стратосферы — 12–18 км над уровнем моря, а стратосферный озон в основном сосредоточен на высоте от 20 до 30

км, то есть большая часть озонового слоя при таком сценарии остается незатронутой. Более того, эффект конвективного усиления обычно ограничен географическими границами. К примеру, регулярно появляющаяся и исчезающая озоновая дыра над Антарктидой, через которую к поверхности Земли проникают УФ-В лучи, пока никак не повлияла на состояние экосистем.

В работе, которая недавно была опубликована в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*, американские ученые из Иллинойского университета во главе с профессором астрономии и физики Брайаном Филдсом (Brian Fields) предположили, что долгосрочное истощение озонового слоя в конце девонского периода было связано с какой-то космической причиной.

Авторы провели расчеты, которые показали, что ни удары метеоритов, ни солнечные вспышки, ни слияния нейтронных звезд с образованием килоновых, ни гамма-всплески не могли дать такой эффект. Для этого было необходимо длительное воздействие, характерное только для взрывов сверхновых.

Результаты моделирования подтвердили, что катастрофическое разрушение стратосферного озона, способное вызвать нарушения, зафиксированные в ископаемых растениях в конце девонского периода, могло быть вызвано действием ионизирующего излучения от взрыва сверхновой.

Предположение о том, что взрывы сверхновых могут быть причиной массовых вымираний, было высказано еще в 1950-х годах. Сверхновые распространяют в космос пучки ионизирующих фотонов — ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи. При определенной интенсивности, по мнению ученых, они могут истощить озоновый слой. Сначала «дальность поражения» оценивали в 25–50 световых лет, но сейчас авторы показали расчетным путем, что объект излучения может находиться и дальше — до 65 световых лет, а поток заряженных частиц от взрыва сверхновой может «омывать» Землю в течение 100 тысяч лет. То есть, в отличие от эпизодического, сезонного и географически ограниченного истощения озонового слоя, вызванного усилением атмосферной конвекции, последствия взрыва сверхновой будут долгоживущими и глобальными.

Ископаемые свидетельства говорят о том, что снижение биоразнообразия на границе девона длилось на протяжении 300 тысяч лет — сначала появились дефекты спор и пыльцы и потеря их разнообразия, за которыми последовал упадок и исчезновение многих видов растений и животных, включая протодеревья, пластинокожих рыб, трилобитов, аммонитов, конодонтов, хитинозойных (см. Chitinozoan) и акритархов. По мнению авторов, это может свидетельствовать о нескольких катастрофических событиях (то есть, возможно, что в те времена в Галактических окрестностях Солнца последовательно произошло несколько взрывов сверхновых).

То, что потоки энергии и вещества, выброшенные при взрывах сверхновых, периодически достигают Земли, подтверждено находками космогенного радиоизотопа железа-60 в отложениях возрастом 6–8 и 2–3 млн лет (A. Wallner et al., 2016. Recent near-Earth supernovae probed by global deposition of interstellar radioactive  $^{60}\text{Fe}$ ).

Железо-60 не образуется на Земле или в Солнечной системе — оно формируется именно при взрывах сверхновых. К сожалению, этот радиоизотоп нельзя использовать для доказательства предложенной авторами исследования гипотезы массового вымирания, произошедшего 359 млн лет назад, потому что период полураспада железа-60 составляет всего 2,6 млн лет.

Больше для этого подходят другие изотопы — плутоний-244 и самарий-146, также не образующиеся на Земле, а попадающие на ее поверхность с потоками вещества сверхновых, но которые, в отличие от железа-60, обладают более длинными периодами полураспада. Если хоть один из этих изотопов будет найден в отложениях верхнего девона, можно будет считать гипотезу доказанной, отмечают ее авторы.

Кстати, совсем недавно в еще одной статье, опубликованной в том же журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*, геохимики, изучавшие керны глубоководных скважин, пробуренных в Индийском океане, сообщили, что все отложения последних 33 тысяч лет обогащены изотопом железа-60, правда концентрации его не такие высокие, как должны быть при взрыве сверхновых. К тому же они одинаковые во всех изученных слоях.

Авторы считают, что 33 тысячи лет назад Солнечная система влетела в газово-пылевое облако, образовавшееся на месте недавнего взрыва сверхновой, в котором еще сохранились атомы железа-60, и находится в нем до сих пор. И все это время космогенный изотоп железа равномерно оседает на поверхность Земли и других планет Солнечной системы. Найден он был и в образцах лунного грунта, доставленного на Землю.

#### Источники:

- 1) Brian D. Fields, Adrian L. Melott, John Ellis, Adrienne F. Ertel, Brian J. Fry, Bruce S. Lieberman, Zhenghai Liu, Jesse A. Miller, Brian C. Thomas. Supernova triggers for end-Devonian extinctions // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. DOI: 10.1073/pnas.2013774117.
- 2) John E. A. Marshall, Jon Lakin, Ian Troth, Sarah M. Wallace-Johnson. UV-B radiation was the Devonian-Carboniferous boundary terrestrial extinction kill mechanism // *Science Advances*. 2020. DOI: 10.1126/sciadv.aba0768.
- 3) A. Wallner, J. Feige, L. K. Fifield, M. B. Froehlich, R. Golser, M. A. C. Hotchkis, D. Koll, G. Leckenby, M. Martschini, S. Merchel, S. Panjkov, S. Pavetich, G. Rugel, S. G. Tims.  $^{60}\text{Fe}$  deposition during the late Pleistocene and the Holocene echoes past supernova activity // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. DOI: 10.1073/pnas.1916769117.

**Владислав Стрекопытов**

[https://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/5272006/Vladislav\\_Strekopytov](https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272006/Vladislav_Strekopytov)

## Фотографии кометы (NEOWISE) C/2020 F3



выдержка не более секунды при высоких ISO). Но все равно результат, на мой взгляд, получился неплохим, тем более что съемка велась с рук, без штатива.

Первый кадр был сделан в с. Дунилово Ивановской области 10 июля в 23 ч 59 м. Параметры съемки: выдержка 1 с, диафрагма 5,6, чувствительность 3200. В эту ночь наблюдались также серебристые облака, на фото почти не проявленные.

Второй кадр был сделан в Иванове 12 июля в 23 ч 24 м. Параметры съемки: выдержка 1/5 с, диафрагма 5,6, чувствительность 6400. Комета была видна сквозь довольно яркие серебристые облака. Прекрасно различались ядро и кома, а также неоднородности хвоста кометы.

Комета C/2020 F3 NEOWISE стала одной из самых ярких и доступных для наблюдения невооруженным глазом комет последнего времени. Неудивительно, что среди как профессионалов, так и любителей астрономии, да и просто обывателей, комета стала своеобразной «фотозвездой». Сотни снимков наводнили интернет и астрономические форумы, сделанные разной фототехникой, разного уровня проработки. Да, иногда снимки на профессиональную камеру восхищают деталями: четко видимые хвосты кометы, отчетливо различимый цвет комы, ядро. Однако невооруженным глазом все это мало различимо, дорогая техника есть не у всех, а запечатлеть яркое астрономическое событие 2020 года очень хочется. И тут выручает техника любительского или начального уровня, которая дает на фотографиях именно тот результат, который обычно виден глазами.

Я наблюдал комету NEOWISE невооруженным глазом в июле 2020 года, тогда же делал и снимки на Canon PowerShot SX50 HS (ультразвук). У фотоаппарата есть свои достоинства (50х оптика и 200х цифра) и недостатки (кипение и



**Сергей Беляков, любитель астрономии**

город Иваново

## Определение размеров кометы 103P – Hartley

ГБНОУ СО «САМАРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ»

НАУЧНАЯ РАБОТА

*Выполнил: ученица 9Б класса Бирюкова Ольга*

### Введение

В кометах обычно различают ядро, голову и хвост. Фотометристы обычно понимают под ядром центральное звёздообразное сгущение, иногда наблюдаемое в кометах. В физике комет обычно считают ядром кометы то твёрдое тело, которое является источником пылевых и газовых частиц, образующих видимые формы комет.

Голова кометы представляет собой видимую атмосферу кометы, окружающую ядро. Иногда голова является бесформенной туманной массой, иногда же имеет более или менее ясно выраженную структуру.

Хвост кометы образуется истечением, берущим начало в ядре или в голове и под влиянием отталкивающих сил Солнца более или менее резко поворачивающимися в сторону, противоположную Солнцу. [1]

Комета была открыта американцем Малкольмом Хартли 15 марта 1986 года на базе обсерватории Сайдинг Спринг в Австралии, при помощи 124-сантиметрового телескопа Шмидта.

Осенью 2010 года на ночном небе Земли комета достигла звездной величины +5 — ее можно было увидеть невооруженным глазом.

Масса 103P – Hartley или Хартли-2 оценивается в  $3.0 \times 10^{11}$  килограмм — около 300 миллионов тонн.

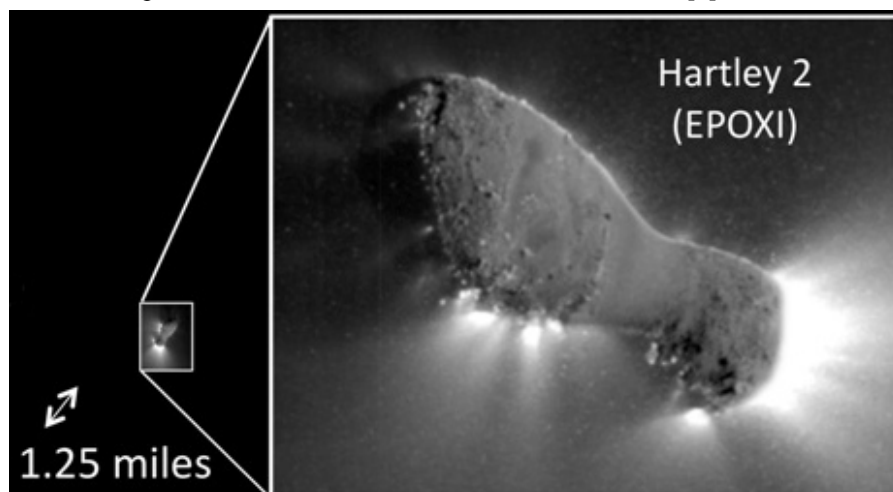
Хартли-2 принадлежит к короткопериодическим кометам — полный облет по траектории вокруг Солнца она делает за 6 лет и 5 месяцев. Однако он может меняться.

Хартли-2 относится к семейству Юпитера — группе комет, точка максимального удаления от Солнца у которых находится в пределах влияния Юпитера. Гравитационная хватка газового гиганта то забрасывает комету дальше орбиты, то, наоборот, притягивает — колебания составляют десятки миллионов километров! Вокруг собственной оси комета вращается за 18 часов. Интересно, что комета вращается сразу по двум осям — приблизительно по длине и ширине.

Хартли-2 состоит в основном из замерзшей воды с примесями углеводородов и «сухого льда» — твердой формы CO<sub>2</sub>, углекислого газа. Во время постепенного подхода кометы к перигелию, точке максимального сближения с Солнцем, они начинают активно испаряться. Из толщи ядра — твердой части кометы — вырываются джеты, потоки разогретых газов.

Пыль, мелкие камни да ионизированные газы — все они создают большое облако вокруг Хартли-2, именуемое комой. От нее также протягивается кометный хвост. Он всегда прячется от Солнца за ядром кометы — его сносит давление частиц света. Модель этого явления можно наблюдать, погрузив комок глины в быстрый поток воды. Как ни перемещай глину, следы от нее будут идти строго по течению — точно так же ведет себя хвост кометы.

Со времен открытия, Хартли-2 приближалась к Земле еще несколько раз. Самым продуктивным для исследований стал пролет мимо Земли в 2010 году — тогда комету взяли в прицел лучшие телескопы, и ее даже сумел сфотографировать космический зонд! [2]



### Характеристики орбиты [3]

Афелий: 5, 87 а.е.  
 Перигелий: 1, 05 а.е.  
 Большая полуось: 3, 46 а.е.  
 Эксцентриситет орбиты: 0, 694  
 Период обращения: 6, 46 года  
 Наклонение орбиты: 13, 6°

Предыдущий перигелий: 17 мая 2004

Дата прохождения через перигелий: 28 октября 2010

Рис. 1. Размеры ядра кометы



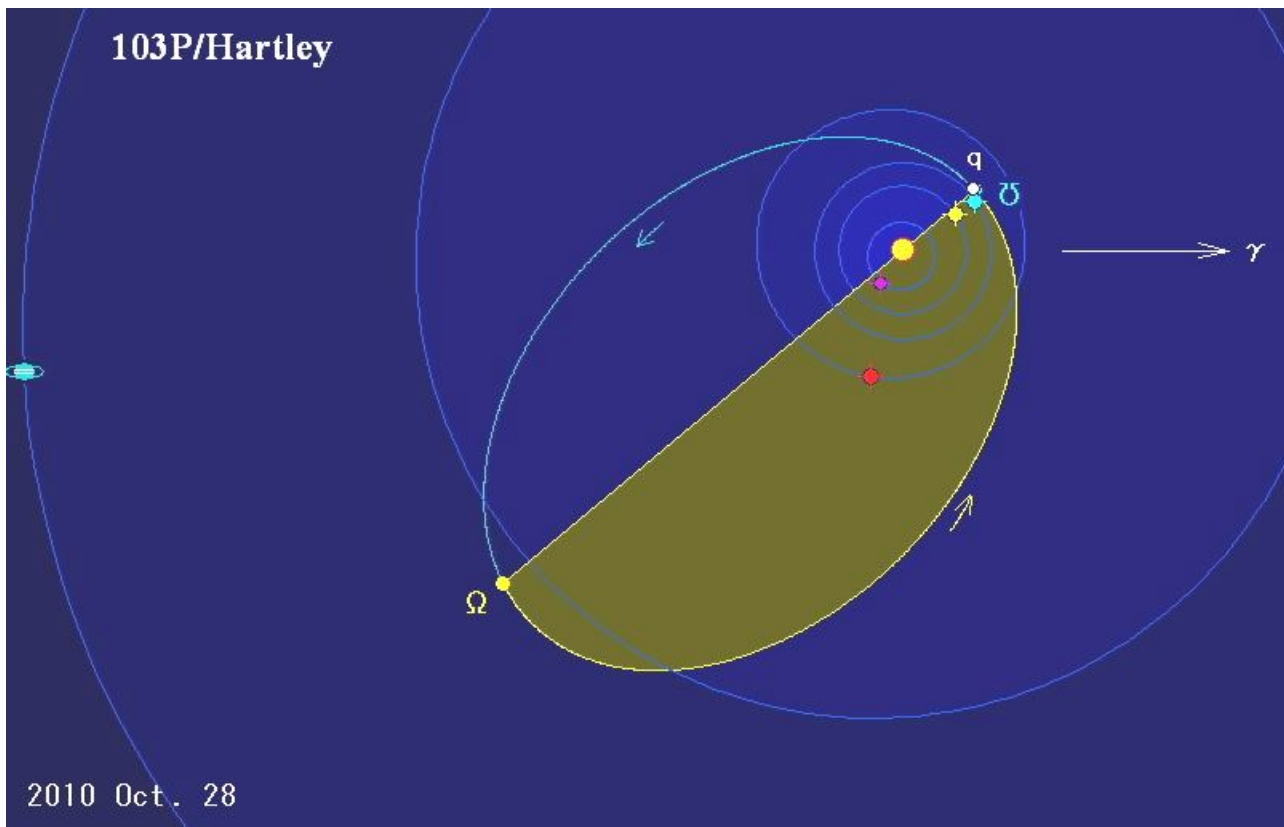


Рис. 3. Орбита кометы [5]

Таблица 1. Расстояния до кометы в дни наблюдений [6]

Дата	Элонгация (°)	Расстояние до Земли (а.е.)	Расстояние до Солнца (а.е.)
28.09.2010	124	0.2070	1.1304
12.10.2010	117	0.1613	1.0819
14.10.2010	116	0.1592	1.0775
15.10.2010	116	0.1587	1.0756
16.10.2010	115	0.1584	1.0738
29.10.2010	110	0.1806	1.0672
15.11.2010	111	0.2499	1.1038

### Наблюдения

Наблюдения проводились на Гавайском телескопе Фолкеса. Масштаб изображения: 1024 пикселей = 4'6.

Таблица 2. Даты наблюдений кометы

Дата	Фильтр	Экспозиция (сек)	Наблюдатель
03.09.2010	R	30	Wiltshire Astronomical Society
28.09.2010	B, V, R	10	UKAPP
12.10.2010	V, r	5, 7, 10	Ivybridge Community College
14.10.2010	r	5	Wiltshire Astronomical Society
15.10.2010	r, i, R, V, B	5, 7, 8, 10	Wiltshire Astronomical Society UKAPP Clifton High School
16.10.2010	i, RGB	5	FT Team Herstmonceux Megacycles
29.10.2010	RGB	5	Wiltshire Astronomical Society
15.11.2010	R, B, V, u	10	Astronomical observatory and Planetarium

### Результаты обработки наблюдений

Для определения изменения диаметра кометы были выбраны только изображения, полученные в фильтре R с экспозицией 5 сек. Их было получено наибольшее количество и составило 5 дней. А также обрабатывались 10 секундные изображения 2 крайних дат. Все измерения выполнены с помощью программы IRIS [7]

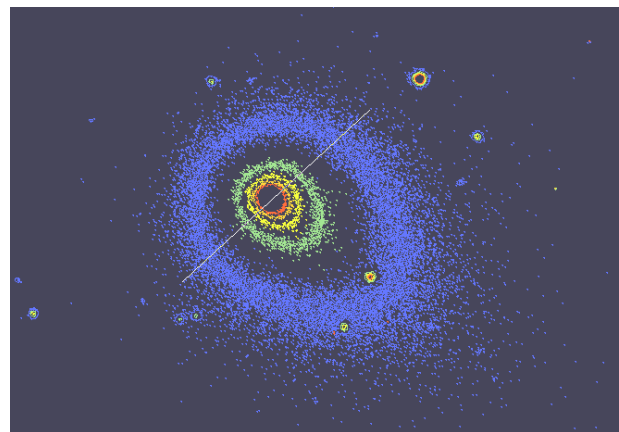


Рис. 4. Метод изофот для определения диаметра головы и хвоста кометы

Таблица 3. Размеры кометы, полученные в фильтре R, с экспозицией 5 сек

Дата	Диаметр головы (pix)	Длина хвоста (pix)
12.10.2010	310	370
14.10.2010	370	510
15.10.2010	320	450
16.10.2010	250	350
29.10.2010	430	880

Таблица 4. Размеры кометы, полученные в фильтре R, с экспозицией 10 сек

Дата	Диаметр головы (pix)	Длина хвоста (pix)
28.09.2010	330	450
15.11.2010	390	570

В таблицах 3 и 4 приведены динамика изменения относительных размеров головы и хвоста кометы. К сожалению, невозможно оценить реальные размеры головы и хвоста кометы, так как в максимально чувствительном режиме программы IRIS выясняется, что размеры кометы превышают поле кадра. Таким образом, приведенные данные относятся к наиболее ярким частям кометы.

Таблица 5. Изменение размеров головы кометы в зависимости от расстояния [6]

Дата	Элонгация (°)	Расстояние до Земли (а.е.)	Расстояние до Солнца (а.е.)	Диаметр головы (pix)	Диаметр головы (")	Длина хвоста (pix)	Длина хвоста (")
28.09.2010	124	0.2070	1.1304	330	89	480	129
12.10.2010	117	0.1613	1.0819	460	124	560	151
14.10.2010	116	0.1592	1.0775	560	151	690	186
15.10.2010	116	0.1587	1.0756	560	151	650	175
16.10.2010	115	0.1584	1.0738	440	119	560	151
29.10.2010	110	0.1806	1.0672	430	116	880	237
15.11.2010	111	0.2499	1.1038	580	156	700	189

Зная расстояние до кометы (Таблица 1) определим ее истинные размеры по формуле:

$$R = D \sin p [8], \text{ или } R = D \cdot p / 206265, \text{ где}$$

R – линейный диаметр в км;

D – расстояние до кометы;

p – угловой диаметр кометы в секундах дуги.

Таблица 5. Линейные размеры кометы

Дата	Элонгация (°)	Расстояние до Земли (а.е.)	Расстояние до Солнца (а.е.)	Диаметр головы (км)	Длина хвоста (км)
28.09.2010	124	0.2070	1.1304	13362	19367
12.10.2010	117	0.1613	1.0819	14506	17665
14.10.2010	116	0.1592	1.0775	17435	21476
15.10.2010	116	0.1587	1.0756	17380	20143
16.10.2010	115	0.1584	1.0738	13671	17348
29.10.2010	110	0.1806	1.0672	15194	31044
15.11.2010	111	0.2499	1.1038	28275	34256

Таблица 6. Размеры кометы 29.10.2010

Фильтр	Диаметр головы (pix)	Длина хвоста (pix)
B	90	100
V	100	130
R	360	650

Из таблицы 6 видно, что наибольшие размеры кометы просматриваются в фильтре R.

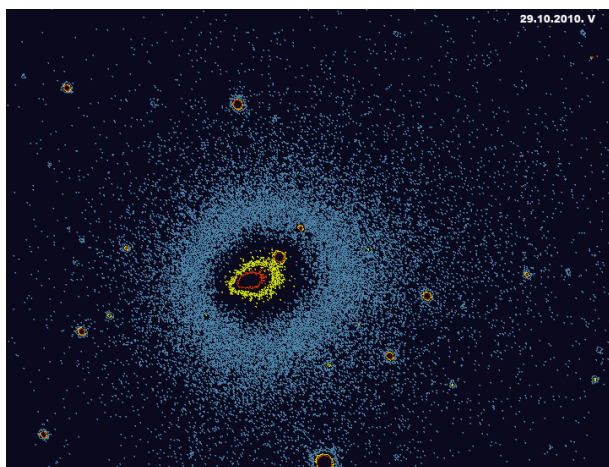


Рис. 5. Изофоты кометы 29.10.2010 в фильтре B.

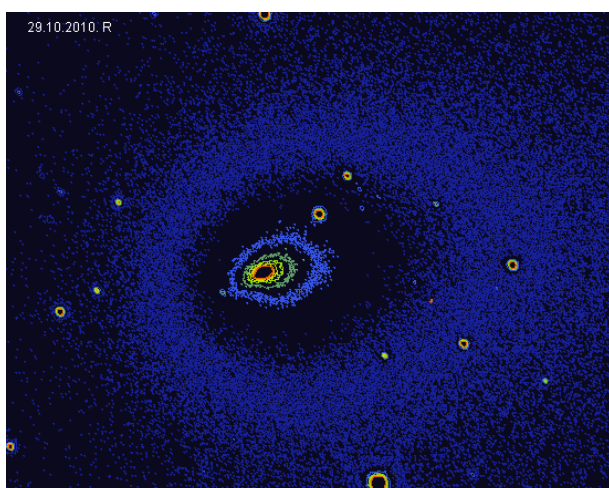


Рис. 6. Изофоты кометы 29.10.2010 в фильтре R

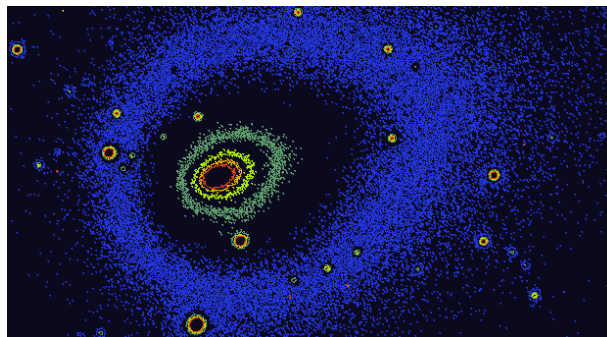


Рис. 7. Изофоты кометы 15.11.2010 в фильтре R

На рис. 2 и 3 хорошо видно, что голова кометы слегка деформирована, в то время как 15 ноября она принимает вполне правильную форму.

Таблица 7. Соотношение размеров головы кометы и хвоста

Дата	Диаметр головы (pix)	Длина хвоста (pix)	Отношение
03.09.2010	140	240	1.7
15.11.2010	360	510	1.4

## Заключение

Получены линейные размеры кометы. На 5-секундных изображениях максимальный диаметр головы кометы наблюдался 14.10.2009 и составил 17435 км, а длина хвоста 29.10.2009 прослеживалась до 31044 км. По 10-секундным снимкам 15.11.2010 диаметр головы был 28275 км, а протяжённость хвоста – 34256 км. Сравнивая эти данные с ранее изученными кометами 17P/Holmes, у которой диаметр составлял 2338676 км [9] и C/2006W3 Christensen имеющей протяжённость 973751 км [10] можно сделать вывод, что 103P – Hartley сравнительно небольшая по размерам комета. 103P – Hartley имеет наибольший диаметр в фильтре R, в то время как у C/2006W3 Christensen максимальный размер прослеживается в фильтре B, а у 17P/Holmes в фильтре V. Исследуя изофоты кометы вблизи перигелия, замечено, что передняя часть головы слегка деформирована, хотя по мере удаления её форма начинает принимать вполне правильный вид. Отмечается также, что длина хвоста кометы до прохождения перигелия была значительно больше, чем после прохождения её вблизи Солнца.

## Используемые источники

1. О. В. Добровольский. Нестационарные процессы в кометах и солнечная активность. 1961 г.
2. <http://spacegid.com/kometa-103p-hartli-ili-hartli-2.html>
3. <http://mirznanii.com/a/315661/kometa-103pkhartli>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/103P/Хартли>
5. <http://www.csc.eps.harvard.edu/103P/index.html>
6. Свободное программное обеспечение для получения карт неба <https://www.ap-i.net/skychart/ru/start>
7. IRIS <http://www.astrosurf.com/buil>
8. Е. П. Левитан. Астрономия. Учебник для 11 класса. 1998 г.
9. <http://tutchin.narod.ru/astramat/17p.htm>
10. <http://tutchin.narod.ru/astramat/c2006.htm>

**Ольга Бирюкова, (рук. Олег Тучин)**

ГБНОУ СО «САМАРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ»

<http://tutchin.narod.ru/astramat/index.htm>

## РУССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

### РУССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ – САМЫЙ МАССОВЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЕЖЕГОДНИК В РОССИИ

В 2020 году исполняется 125 лет с момента появления в России астрономического ежегодника с изначальным названием «Русский астрономический календарь» (с 1935 года – просто «Астрономический календарь», АК). Среди российских астрономических ежегодников АК стал самым массовым изданием, известность которого перешагнула границы России. История этого уникального издания, продолжающегося и в настоящее время, представлена в данной публикации.

Следует отметить, что астрономические календари (или более точное название: астрономические ежегодники), содержащие эфемериды Солнца, Луны, планет, а также сведения об астрономических явлениях на год или несколько лет вперед, всегда были необходимы не только в астрономии, но и в навигации, картографии и т.д. Поэтому создание астрономических ежегодников было всегда одной из основных задач теоретической астрономии. Имена Птолемея, Улугбека, Региомонтана, Коперника и Кеплера были известны не только по их теоретическим исследованиям, но и благодаря новым эфемеридам, кото-рые создавались либо с их непосредственным участием, либо на основе предложенных ими теорий. В зависимости от того, для каких целей создается ежегодник, его содержание и точность данных могут быть различными. Как правило, встречаются астрономические, морские и авиационные ежегодники. Есть ежегодники, содержание которых соответствует запросам любителей астрономии. К ним и относится АК, который изначально создавался в первую очередь как ежегодник для любителей астрономии.

Разумеется, за столь долгий период существования у АК неоднократно менялись авторский коллектив и редакционная коллегия. Однако основная идея, определяющая содержание АК, заложенная его первым редактором С.В. Щербаковым, сохранилась до настоящего времени.

По его воспоминаниям (АК на 1919 г.) можно подробно проследить все этапы рождения АК от появления самой идеи создания до выхода его первого выпуска.

В 1888 г. в Нижнем Новгороде появилось научное общество, Нижегородский кружок любителей физики и астрономии (НКЛФА), ставшее первым в России и вторым в мире (после Французского астрономического общества К. Фламариона) объединением астрономов, как любителей, так и тех, кто профессионально занимается этой наукой. Одним из направлений деятельности НКЛФА с

момента его возникновения являлось оповещение о предстоящих астрономических явлениях. Вначале это делалось путем публикаций сообщений в местных газетах «Губернские ведомости» и «Волгарь».

*«Вскоре, однако, пришлось на деле убедиться, что газета, не дающая иллюстраций, – неподходящий орган для той популяризации астрономии, которая интересует нас, – ощущалась необходимость хотя бы часть работы перенести на страницы иллюстративного журнала. И вот мы устраиваемся в журнале «Наука и жизнь», ... издававшемся в Москве врачом М.Н. Голубовским», – вспоминает С.В. Щербаков.*



С.В. Щербаков

Первое сообщение «Предстоящее противостояние Марса» было напечатано в июле 1892 г. (№ 29), а с ноября в журнале был создан постоянный раздел «Краткие астрономические вести», просуществовавший до 1894 г. Большую помощь в подготовке «Вестей» оказывал иногородний член НКЛФА известный астроном К.Д. Покровский.

С 1893 г. журнал стал постоянно запаздывать с выпуском, и «Вести» стали выходить с месячным опозданием. Это вынудило правление НКЛФА переместить их издание в другой журнал – «Научное обозрение», который издавался в С.-Петербурге М.М. Филипповым.

Для того чтобы избежать возможных задержек в публикации «астрономических вестей», связанных с необходимостью пересылки корректуры из Петербурга в Нижний Новгород, в результате переписки С.В. Щербакова с М.М. Филипповым возник проект – опубликовать справочные сведения по астрономии сразу на весь год в одной книжке.

Эту книжку под названием «Астрономический календарь» планировалось издать в качестве приложения к журналу «Научное обозрение».

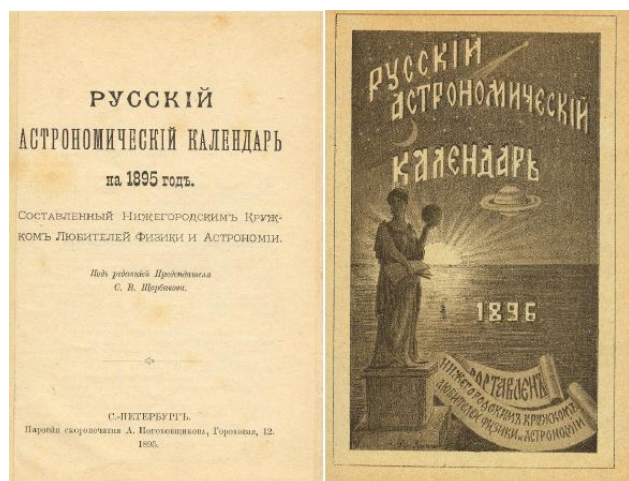
В предисловии к первому изданию АК отмечено: *«Астрономический календарь, составленный при обществе «Нижегородский кружок любителей физики и астрономии» ... имеет своей задачей дать краткое руководство к наблюдениям на 1895 г. для обширного круга любителей Астрономии... Издание календаря является первым опытом в России. Поэтому, не ограничиваясь простым определением встречающихся терминов и кратким описанием предметов наблюдения, составители календаря сочли необходимым приложить в конце ряд связных статей и очерков, вводящих читателей в круг тех понятий, сознательное усвоение которых существенно необходимо для каждого начинающего наблюдателя».*

Материалы для АК на 1895 г. были подготовлены членами НКЛФА И.И. Шенроком, Е.А. Андросовым, М.А. Касаткиным, А.А. Михайловым, К.Д. Покровским, С.В. Щербаковым. В содержании календаря помимо астрономических сведений на каждый месяц имелись данные постоянного характера и практический отдел (астрономические трубы, приемы наблюдений, ориентировка на небе), а также список литературы для любителя астрономии.

По оценке С.В. Щербакова, первое издание АК оказалось неудачным. Несмотря на то, что сам Щербаков провел все рождественские каникулы в Петербурге, наблюдая за набором и занимаясь корректурой, календарь не попал к новогоднему выпуску журнала, как это предполагалось, и был получен только в начале февраля.

В текстах и таблицах календаря оказалось такое количество опечаток, что правление НКЛФА даже сделало попытку приостановить распространение календаря подписчикам.

Однако на собрании НКЛФА 20.03.1895 г. при обсуждении вопроса «О русском астрономическом календаре» было решено продолжить издание календаря, для этого «войти в согласие по изданию Р.А.К. с одной из известных фирм, или же издать календарь на собственные средства, с каковою целью открыть между членами подписку».



Первый и второй выпуски Русского астрономического календаря

Для подготовки материалов календаря при кружке было сформировано вычислительное бюро под руководством И.И. Шенрока. Рисунок для обложки был заказан нижегородскому художнику В.А. Ликину, изобразившему на нем музу астрономии Уранию на фоне звездного неба и планету Сатурн – эмблему НКЛФА. Для выбора формата календаря и расположения таблиц был пересмотрен целый ряд иностранных астрономических ежегодников. В качестве образца был выбран бельгийский ежегодник *Annuaire*, однако содержание эфемеридной части календаря определялось самостоятельно.

Календарь на 1896 г. имел шесть отделов. Первый – содержал сведения на 1896 г. и «Справочник наблюдателя». В отличие от предыдущего издания, где все моменты астрономических явлений приводились для Пулковского меридиана, в АК на 1896 г. все моменты даются по московскому времени, а восходы и заходы Солнца, Луны и планет – для трех городов: С.-Петербург, Москва и Екатеринодар. Остальные пять разделов содержали сведения постоянного характера, включая некоторые задачи практической и сферической астрономии. В качестве приложения к календарю была подготовлена подвижная карта звездного неба и карта затмения Солнца на 28 июля 1896 г. Содержание календаря и расположение материала оказалось настолько удачным, что по структуре оставалось в том же виде до 1903 г.

Издание АК на 1896 г. было передано московскому издателю К.И. Тихомирову, с которым было заключено соглашение на коммерческой основе. Определилась и стоимость календаря (75 коп.). В издательстве Тихомирова было опубликовано три издания АК – с 1896 по 1898 г. Уже после первого издания календарь получил широкую известность и был рекомендован «...Ученым комитетом Министерства народного просвещения для фундаментальных и ученических библиотек старшего возраста средних учебных заведений», а также «...Главным Начальником военно-учебных заведений для приобретения в фундаментальные библиотеки Кадетских корпусов и Военных училищ».

Однако когда оказалось, что календарь пользуется спросом, К.И. Тихомиров предложил новые условия, ущемляющие финансовые интересы НКЛФА (до этого весь доход от публикации рекламных объявлений в АК оставался у НКЛФА). Поэтому постановлением общего собрания НКЛФА от 24 марта 1898 г. было решено взять издание целиком на себя. Необходимые средства для этого готовы были представить некоторые члены кружка, а типография Г.Н. Казачкова на ул. Большая Покровская в доме Приспешникова предоставляла льготы по оплате бумаги и работ и не требовала никакой предоплаты. Следует отметить, что до 1918 г. издание Русского астрономического календаря не встречало никаких денежных затруднений. Оно не только самоокупалось, но и позволило кружку поправить свое финансовое положение. Кроме того, помимо частных пожертвований на издание, кружок получил небольшую сумму (300–400 р.) от X, XI и XII съездов естествоиспытателей и врачей, а также от педагогических съездов. По словам С.В. Щербакова,

*«подобные знаки внимания съездов имели для нас и моральное значение как высококомпетентное признание заслуг издания».*

Но, пожалуй, самое высокое удовлетворение кружок получил в 1900 г., когда С.В. Щербаков, поехавший в Париж на Всемирную выставку, представил там Русский астрономический календарь. Календарь был отмечен большой серебряной медалью!



Второе издание Постоянной части мало отличалось от первого. В нем была проведена некоторая перегруппировка материала и введена самостоятельная нумерация отделов. Третье же издание было значительно переработано и дополнено, имело почти в два раза больший объем, содержало большое количество чертежей и рисунков.



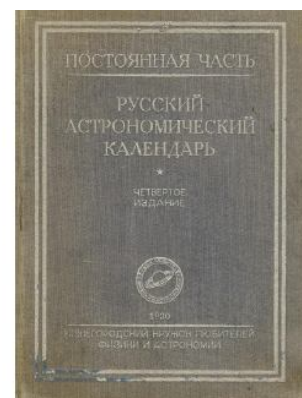
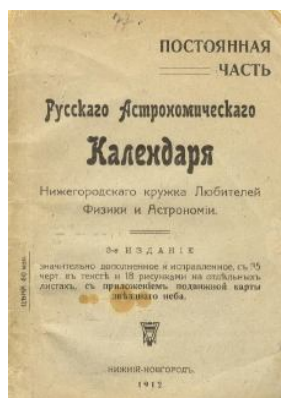
*Постоянная часть РАК, первое издание Юбилейный – 10-й выпуск РАК*

С.В. Щербаков оставался редактором АК до 1906 г., до своего отъезда из Нижнего Новгорода. Вспоминая об этом, он пишет: *«Из 12 лет издания самым интересным периодом были первые 8–9 лет, когда круг сотрудников расширялся привлечением иногородних, когда стали сотрудничать и видные деятели науки и высшей школы; издание разрасталось и упрочивалось. В этот период и шум политической борьбы, разрешившийся потом первой революцией, еще не мешал планомерной работе, как это случилось несколько позднее».*

Действительно, состав сотрудников календаря постоянно рос и обновлялся. Так, за первое десятилетие издания он возрос с 6 до 22 человек. В него вошли (помимо указанных ранее) известные астрономы С.Н. Блажко, Р.Ф. Фогель, В.К. Цераский, С.П. Глазенап; члены кружка В.В. Адрианов, П.А. Оленин, В.М. Воинов, И.А. Соколов, В.В. Мурашев, В.В. Татаринов, М.Н. Алексеева, Н.Н. Алексеев, П.П. Горячий, В.Т. Ласицкий, Е.С. Томашевич, Н.И. Тупылева, В.И. Ларионов.

Учитывая просьбы и пожелания подписчиков календаря, редколлегия расширяет раздел «Успехи астрономии», публикует статьи с изложением методов решения отдельных задач астрономии. Все это приводит к увеличению объема АК. Поэтому начиная с АК на 1902 г. календарь делится на два выпуска: Переменную часть, содержащую 1-й отдел и приложения, и Постоянную часть, содержащую с 2-го по 6-й отделы (т.е. описание Солнечной системы, объяснение терминов, инструкции к наблюдениям, практические задачи и т. д.).

В дальнейшем публикуется только переменная часть календаря. Постоянная же часть, превратившись фактически в самостоятельный справочник по астрономии, выходила в 1907 г. (2-е издание), 1912 г. (3-е издание), 1930 г. (4-е издание), 1962 г. (5-е издание), 1973 г. (6-е издание); последнее, 7-е издание вышло в 1981 г.



*Третье и четвертое издания постоянной части РАК*

Последнее издание Постоянной части, опубликованное непосредственно НКЛФА, вышло в 1930 г. под редакцией членов кружка М.А. Борчева и Г.Г. Горяинова. В его подготовке приняли участие М.А. Касаткин, А.В. Виноградов, Б.В. Кукаркин, В.С. Лазаревский, М.Е. Набоков и Н.Д. Работнов.

Таким образом, можно отметить, что за первую четверть века своего существования Русский астрономический календарь получил широкую известность не только среди любителей астрономии, но и у профессиональных астрономов. Он был рекомендован в качестве учебного пособия средних, военных и технических учебных заведений, использовался штабом русской армии в период Русско-японской войны.

Не имея в своем распоряжении больших средств, НКЛФА мог издавать книгу очень скромного вида (с 1903 г. изменился рисунок обложки, календарь приобрел более строгий внешний вид), тем не менее популярность АК росла. Тираж 2200 экз. расходился практически полностью. В архивах НКЛФА имеются тысячи писем с заявками на календарь от организаций (в основном учебных заведений и книжных магазинов) и частных лиц самых

различных слоев населения и самого различного уровня образования.

Общая редакция календаря осуществлялась до 1906 г. С.В. Щербаковым, с 1906 г. по 1912 г. – В.В. Адриановым (ставшим председателем НКЛФА взамен уехавшего в г. Калугу С.В. Щербакова), с 1913 г. по 1917 г. – В.В. Татариновым, в 1918 г. – И.С. Костаревым.

Выпуск АК стал для НКЛФА тем основным делом, вокруг которого сплотился его коллектив. Следует учесть, что отсутствие в то время каких-либо вычислительных средств заставляло начинать работу над очередным изданием календаря еще до того, как выйдет из печати предыдущее. Появление очередного выпуска АК в кружке отмечалось как праздник. Поэтому можно понять ту тревогу и растерянность, которую испытали сотрудники АК в период революций 1917 г. «Непомерно растущая дороговизна печатания календаря ... поставила перед Правлением грозный вопрос: печатать или нет 24 выпуск Календаря на 1918 г.», – говорилось в обращении правления НКЛФА «К читателям Русского астрономического календаря».

Чтобы выпустить календарь на 1918 г., правление было вынуждено принять меры к уплотнению и сокращению печатного материала и тиража АК. Календарь на 1918 г. содержал 127 страниц вместо 200. Помогли субсидия в 1500 руб. от Министерства народного просвещения, пожертвования от частных лиц, а также снижение процента комиссионных за продажу АК, на которое согласился книжный магазин Н.П. Карбасникова.

Еще больше проблем было с публикацией юбилейного 25-го издания календаря. Тем не менее АК на 1919 г. удалось издать, и 18 мая 1919 г. состоялось торжественное заседание НКЛФА в честь 25-го выпуска Русского астрономического календаря. К сожалению, с этого момента начался тяжелый период в жизни НКЛФА.



25-й выпуск РАК

Уже 22 мая 1919 г. было реквизировано помещение кружка. Всю вычислительную работу по календарю приходилось делать дома. Деньги на издание, обещанные научным отделом Наркомпроса, получены не были. Отсутствовали заграничные ежегодники, служившие источником данных для АК.

*«В конце 1919 года для нас стало очевидным, что денег мы не получим. Я думаю, что нетрудно представить себе то состояние духа, в котором находились старые работники Кружка, ... у нас было такое настроение, как будто мы похоронили своего дорогого товарища. Вы только подумайте, что ежегодно мы были заняты одной определенной работой, в этом же году мы работали над составлением календаря, и вдруг в декабре месяце у нас нет обычной маленькой серенькой книжки, и надежды на появление этой книжки тоже нет. Это для нас был сильный удар... Дело доходило до того, что мы, старые работники, при встречах друг с другом говорили, о чем угодно, о картофеле, дровах и т.д., а о календаре мы молчали, нам было неловко, нам было как-то грустно говорить, хотя душа об этом болела и даже очень. Эти события сделали то, что жизнь нашего Кружка, если не умерла, то почти остановилась...»* – писал секретарь НКЛФА Г.Г. Горяинов.

Указанные трудности вынудили приостановить издание АК. Поэтому не вышли в свет календари на 1920, 1921, 1922 годы.

В 1922 г. ситуация изменилась в лучшую сторону. Кружок получил возможность занять свое помещение. Сотрудник Нижегородской радиолоборатории профессор В.П. Вологдин, вернувшись из заграничной командировки, привез Astr. Jahrbuch на 1923 г. III Всероссийский съезд Ассоциации физиков, проходивший в сентябре 1922 г. в Нижнем Новгороде, а еще ранее I съезд любителей мироведения и II съезд ВАСИИ в своих резолюциях отметили необходимость публикации АК. Было получено извещение от Главнауки за № 6027: «Редакционная Коллегия научной литературы при Академическом Центре Н.К.П., рассмотрев Ваше ходатайство об издании Рус. Астр. Календаря, постановила: признать печатание этого Календаря – его постоянной и переменной части – крайне важным».

После обращения кружка в различные инстанции удалось уговорить Губернский отдел народного образования взять часть расходов по изданию на себя. Бумагу для календаря предоставила Нижегородская радиолоборатория. Заказ разместили в типографии «Нижполиграф» на ул. Варварке, согласившейся выполнить заказ без предоплаты. Выкупить заказ у типографии согласился Нижегородский отдел Госиздата (зав. Савельев).

В результате удалось не только выпустить АК на 1923 г. и 2-е издание звездной карты, но и начать работу по публикации постоянной части календаря. АК на 1923 г. был выпущен под редакцией Г.Г. Горяинова и И.С. Костарева. Подготовка материалов осуществлялась С.В. Натансоном, В.С. Лазаревским, Л.И. Цеханович, М.Е. Набоковым и др. В «Приложении» были опубликованы статьи Г.А. Тихова, К.Л. Баева, Н.М. Ляпина. К сожалению, не смог прислать свою обычную статью об успехах

астрономии К.Д. Покровский. Содержание таблиц АК и их расположение было несколько изменено по сравнению с предыдущими изданиями и приобрело практически современный вид. С выпуском XXVI издание календаря продолжилось и не прерывалось до сих пор.

С 1923 по 1937 г. редактором календаря являлся Г.Г. Горяинов. Достаточно посмотреть выпуски календаря за этот период, чтобы убедиться, что постоянно совершенствовалось содержание календаря, менялся стиль и число статей в приложениях, в соответствии с изменениями требований читателей. Появились статьи зарубежных авторов из Маунт-Вилсоновской, Гарвардской, Лундской и ряда других обсерваторий.



РАК 1923 и 1924 г.

В отзыве Государственного ученого совета от 16 марта 1925 г. говорится: «В течение уже 28 лет Календарь является незаменимым пособием для русских наблюдателей и школ. Можно с уверенностью сказать, что издание много способствовало развитию русской науки. Научность календаря обеспечивается составом его сотрудников. Ввиду широкого интереса трудовых масс к астрономии, потребностей школы, а также кадров любителей необходимо издание календаря обеспечить средствами, субсидируя его в достаточной мере».

Начиная с АК на 1931 г. календарь издается НКЛФА совместно с Нижегородским краевым издательством. А позднее, в связи с переименованием Нижнего Новгорода в Горький (1932 г.) и преобразованием НКЛФА в Горьковское астрономо-геодезическое общество (ГАГО), а затем в Горьковское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества, издание полностью переходит к Горьковскому областному издательству. В 1935 г. из названия календаря убирается слово «Русский», и он приобретает свое современное название «Астрономический календарь».

В связи со смертью Г.Г. Горяинова в 1937 г., редакторами АК становятся М.А. Борчев и А.В. Виноградов. После ареста М.А. Борчева, последовавшего в 1938 г., редактором АК становится профессор К.К. Дубровский.

На долю Дубровского, возглавившего с 1937 г. Горьковское астрономо-геодезическое общество (ГАГО), выпал нелегкий труд быть редактором АК в военные и первые послевоенные годы. Учитывая просьбы о присылке календаря из различных частей Красной армии, как от командного состава, так и

рядовых бойцов, он вводит в отделе эфемерид АК подробные объяснения к употреблению таблиц, а также публикует из номера в номер различные номограммы, позволяющие графически решать многие астрономические задачи.

Так как в военные годы многие члены ГАГО находились на фронте (например, В.С. Лазаревский и С.Н. Паршин), то к работе по подготовке материалов календаря привлекались студенты Горьковского университета. Большую помощь в этот период оказали А.М. Гжицкий и И.Д. Жонголович (сотрудники Астрономического института АН СССР), снабжая редколлегию материалами из «Астрономического Ежегодника». Свои статьи для приложений АК присылали А.А. Михайлов, Д.Я. Мартынов, Н.Н. Парийский, В.В. Шаронов, Н.А. Сытинская и другие.

В 1947 г., отмечая выход 50-го издания АК и указывая на «выдающуюся роль и исключительную энергию и инициативу К.К. Дубровского как редактора Календаря», ЦС ВАГО признает дело ежегодных выпусков календаря «весьма важным для подготовки астрономических кадров нашего социалистического отечества»



Последнее издание РАК под старым названием

В конце 40-х и начале 50-х годов К.К. Дубровский, увлекшись идеей создания в Горьком широтной станции, стал уделять меньше времени календарю. Это отрицательным образом сказалось на его издании. Резко упал тираж – до 1500 экз. Кроме того, Горьковское областное издательство не обеспечивало своевременного выхода АК в свет. К этому времени в связи с возросшей активностью деятельности ВАГО потребность в АК резко возросла. Поэтому ЦС ВАГО принял решение о переносе издания в Москву и заключил договор с

Государственным издательством технико-теоретической литературы «Гостехиздат». Выпуск АК на 1952 г. был осуществлен уже в Москве.



Последнее издание АК, выпущенное в г. Горьком

Так закончился первый нижегородский период в истории Астрономического календаря. К.К. Дубровский оставался редактором АК до 1953 г. «В целях дальнейшего улучшения содержания календаря» ЦС ВАГО 26 марта 1953 г. образовал редакционную коллегию в составе: П.И. Бакулин (отв. редактор), К.К. Дубровский (зам. отв. ред.), А.Г. Масевич, П.П. Паренаго, П.И. Попов.

В 1956 г. в связи со смертью К.К. Дубровского в редколлегию входит С.Г. Кулагин (секретарь, а затем председатель Горьковского отделения ВАГО), с 1959 г. – М.М. Дагаев, а в 1960 г. – Н.Е. Курочкин. В 1966 г. вместо А.Г. Масевич в состав редколлегии входит профессор В.В. Радзиевский, а в 1974 г. она дополняется Ю.Н. Ефремовым и (1975 г.) А.В. Бугаевским и Н.Б. Перовой. В этом составе редколлегия работала до 1980 г., когда в связи со смертью П.И. Бакулина ответственным редактором становится М.М. Дагаев. Он возглавляет редколлегию вплоть до 1987 г. В этот период (1985 г.) в состав редколлегии входят Э.В. Кононович и В.М. Чаругин. В 1987 г. ответственным редактором АК назначается Д.Н. Пономарев.

В течение всего «московского» периода структура календаря сохранялась в традиционном стиле, но постоянно вносились небольшие изменения и дополнения

Стали более подробными эфемериды и описания к ним, появились (с 1959 г.) обзоры по космическим

исследованиям и хронология запусков искусственных небесных тел. В приложениях АК продолжали печататься статьи научно-исследовательского характера, обзоры, хронологии, инструкции для наблюдений астрономических явлений. С 1989 г. введены таблицы «Средние места звезд». В лучшую сторону изменился и внешний вид календаря. Астрономический календарь становится серьезным научным изданием. Растет круг его читателей не только среди любителей астрономии, но и профессионалов.



АК 1972 и 1986 г.

Сформировался авторский коллектив эфемеридной части календаря, и, хотя он постоянно обновлялся, соблюдался принцип преемственности работы. Традиционно почти половину авторского коллектива составляли члены Нижегородского кружка любителей физики и астрономии. Некоторые из них много лет сотрудничали с редколлегией АК (Е.Г. Демидович, С.М. Пономарев и др.).

Авторами статей в приложениях АК были многие известные астрономы. Выше уже упоминались некоторые имена, к ним можно добавить Б.В. Кукаркина, И.С. Астаповича, Л.А. Кулика, Э.Р. Мустеля, А.Б. Северного, С.А. Каплана, В.В. Федынского, Ю.Н. Липского, В.В. Подобеда, Б.А. Воронцова-Вельяминова, В.П. Щеглова, Р.С. Гневьшевой, В.В. Бронштэна, А.М. Черепашука, К.И. Чурюмова, А.В. Засова, Ф.Ю. Зигеля, П.Г. Кули-ковского, Л.В. Ксанфомалити, С.И. Селешникова, К.А. Порцевского, Ф. Хойла, А. Сендиджа и др. Кроме того, нельзя не упомянуть Ю.Г. Переля и А.И. Еремееву, ведущих на протяжении ряда лет раздел «Памятные даты». С момента издания АК в Москве тираж календаря возрастал и достиг в 1988 г. 80 000 экз.

К сожалению, в 90-е годы XX века ситуация изменилась в худшую сторону. Период, получивший название «перестройка», приведший к распаду СССР и целому ряду экономических проблем, оказался очень сложным для научных обществ России, в том числе и для Астрономо-геодезического общества. Прекратили существование многие его отделения. Другие, в том числе и Нижегородское отделение, получили юридическую самостоятельность. Все это привело к тому, что в 2001 г. общественная организация, объединявшая астрономов и геодезистов (как



профессионалов, так и любителей) в масштабах целой страны, прекратила свое существование.

Для Астрономического календаря это был период тяжелых испытаний. Издательство «Наука» стало испытывать серьезные финансовые затруднения, что привело в итоге к его реорганизации. Все сложнее становился поиск средств для издания АК. Резко упал его тираж (с 80 тыс. в 1988 г. до 10 тыс. в 1993 г.). К середине 90-х годов выпуск календаря стал постоянно задерживаться.

Автор данной статьи, будучи членом редакционной коллегии АК, неоднократно предлагал изменить подход к изданию ежегодника. В частности, предлагалось сменить издательство и привлечь средства меценатов. Однако эти предложения были отклонены ответственным редактором Д.Н. Пономаревым. В конце 1994 г., когда стало ясно, что очередное – юбилейное издание АК на 1995 г. – находится под угрозой, Нижегородским кружком любителей физики и астрономии было предложено издать календарь в Нижнем Новгороде. Финансировать это издание были готовы Нижегородская ярмарка и Нижегородский планетарий. Однако и на этот раз согласие не было получено.



На внеочередном заседании правления НКЛФА было принято решение срочно подготовить силами нижегородцев альтернативное издание АК. Был сформирован авторский коллектив. В него вошли: А.В. Артемьев, С.П. Золина, С.М. Пономарев, И.В. Пономарева, А.П. Порошин, А.М. Шутов. Эфемеридная часть АК была подготовлена на основе электронной версии Астрономического ежегодника, полученного от Института теоретической астрономии РАН. Данные по периодическим кометам были представлены К.И. Чурюмовым (Киев). Материалы по метеорным потокам подготовили А.И. Грищенко, А.С. Левина, В.В. Мартыненко (Симферополь). Была разработана новая структура календаря, значительно отличающаяся от той, что была в московском издании.

Новое издание АК было ориентировано в первую очередь на любителей астрономии и преподавателей. Для удобства пользования все материалы эфемеридной части были разбиты по месяцам. Каждый месяц начинался с описания основных астрономических явлений и заканчивался картами участков звездного неба, видимых на широте 56°в полночь. Учитывая, что с момента последнего издания постоянной части АК прошло 14

лет, было решено включить в календарь и сведения постоянного характера. Кроме того, календарь содержал иллюстрации в виде фрагментов карт атласа звездного неба Я. Гевелия. Ввиду спешности подготовки издания в АК на 1995 г. не были включены приложения и статьи. Поэтому объем календаря составил всего 150 страниц.

Московское издание АК 1995 г. с некоторым опозданием, но все же увидело свет. Однако уже в 1996 г. нижегородский АК оказался единственным изданием не только в России, но и для большинства стран СНГ. Впервые Астрономический календарь был издан в полноцветной обложке, на которой было помещено изображение одного из первых АК 1896 г. Так начинался второй нижегородский период в издании АК.

Казалось бы, инициатива НКЛФА, в очередной раз продемонстрировавшего астрономическому сообществу свои возможности, должна была встретить одобрение и поддержку со стороны, в первую очередь, московских коллег. Однако реакция оказалась совершенно противоположной. В то время как редколлегия нижегородского издания АК была буквально «завалена» заявками на его очередной выпуск, единственной, пожалуй, «положительной» реакцией москвичей явилась заметка в одном из номеров журнала «Звездочет», который только что начал издаваться. В этой небольшой заметке с нескрываемой иронией говорилось о появлении «нового» астрономического календаря, представлявшего, по мнению автора, урезанную копию московского издания (!).



К 1997 г. НКЛФА совместно с кафедрой астрономии Нижегородского государственного педагогического университета и Нижегородским планетарием выпустил очередное издание календаря. Оформление и содержание календаря оказалось очень удачным. Был значительно увеличен объем постоянной части, появился раздел приложений с новостями и памятные даты астрономии и космонавтики. АК быстро разошелся по подписчикам и, что немаловажно, принес НКЛФА небольшие средства, дающие возможность дальнейшего финансирования следующих изданий. Весьма любопытной оказалась реакция правления АГО и редколлегии московского издания на успех нижегородского АК. На одном из заседаний, где обсуждалась сложившаяся ситуация с изданием АК, основными виновниками задержки выпуска календаря были названы нижегородцы (!), которые

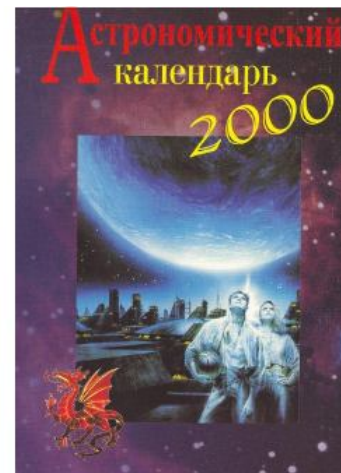
якобы присылали материалы с большим опозданием и большим количеством ошибок. В результате был назначен новый редактор АК – А.П. Гуляев, а все нижегородцы из состава редколлегии и из числа авторов были исключены! Очередной 100-й выпуск московского издания АК впервые вышел без участия Нижнего Новгорода. Оценить это иначе, нежели как наказание за инициативу, просто нельзя! Кстати сказать, об этом решении нижегородцы даже не были извещены.

К сожалению, на этом сюрпризы не закончились. Нижегородскую редколлегию АК поджидали еще две неприятности. После того как был подготовлен к печати АК на 1998 г., частный издатель, у которого печатались предыдущие выпуски календаря, неожиданно скрылся вместе со всеми материалами и деньгами, которые уже были внесены за издание. Редакционной коллегии пришлось потратить немало усилий, чтобы восстановить оригинал-макет, найти средства для публикации календаря и новое издательство. В результате время было потеряно, АК-1998 вышел с большим опозданием, очень малым тиражом и без постоянной части. При этом пострадали и уже налаженные связи с подписчиками.

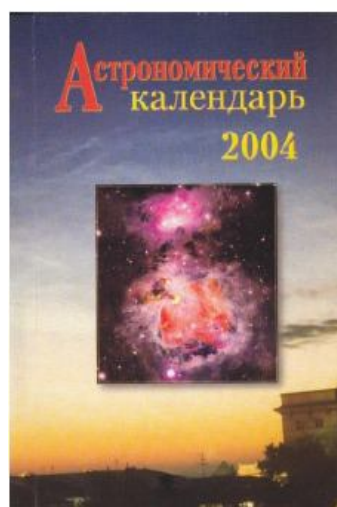
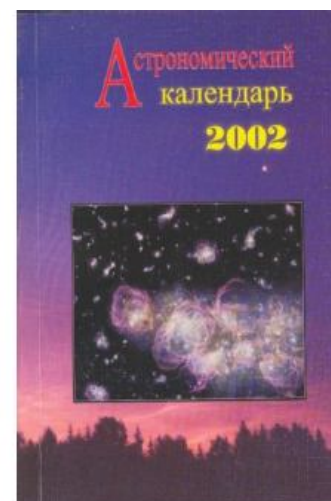
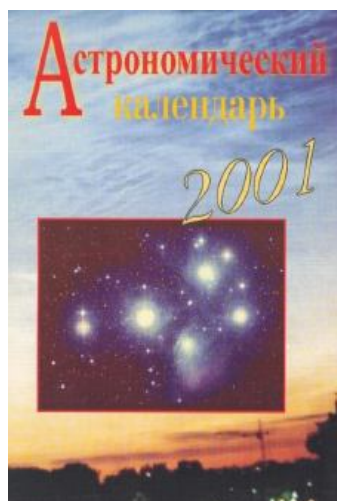
Второй крупной неприятностью оказались события августа 1998 г., связанные с дефолтом национальной валюты. Все средства, собранные на очередное издание АК, превратились в ничто. АК на 1999 г. удалось выпустить только благодаря помощи руководства Нижегородского государственного педагогического университета (НГПУ), в издательстве которого календарь был отпечатан. Как и в предыдущем издании, в АК-1999 не было постоянной части. Пришлось также отказаться и от полноцветной обложки.

Учитывая сложившуюся ситуацию, редколлегия АК приложила все усилия к тому, чтобы как-то исправить положение. К счастью, удалось заручиться финансовой поддержкой ЗАО «Нижегородские информационные сети», НГПУ и Нижегородского планетария. Небольшая финансовая помощь была получена от международного астрономического общества «АстроО». Свои статьи для раздела приложений прислали А.В. Засов и Г.А. Полтавец (Москва). Удалось собрать достаточно большое количество предварительных заявок на АК-2000. Результат превзошел все ожидания. Календарь вышел на хорошей бумаге в прекрасной полноцветной обложке. Правление НКЛФА установило стоимость календаря ниже его себестоимости с тем расчетом, чтобы он был доступен любителям астрономии с невысоким уровнем достатка.

В дальнейшем практика привлечения спонсорских средств на издание АК была продолжена. Календари на последующие годы выходили как издания со сложившейся структурой, интересным содержанием, в красочной обложке. Авторский коллектив календаря пополнился молодыми сотрудниками: А.К. Киселевым, Л.Н. Пичугиной, М.Ю. Ховричевым, М.Л. Ховричевой (ныне сотрудниками Пулковской обсерватории) и др. Расширился и круг читателей. Среди подписчиков на АК были граждане Украины, Грузии, Молдовы и многих городов России.



Астрономический календарь очень изменился по сравнению с его предыдущими выпусками. Однако традиции, заложенные его первыми авторами – членами НКЛФА, продолжают бережно храниться. Московское издание АК (собственно, с 2002 г. оно перестало быть московским, а стало петербургским) также продолжало выходить. За прошедшее время в нем сменилось три редактора. После смерти А.П. Гуляева редколлегию возглавил К.В. Куимов. После передачи издания в С.-Петербург его редактором стал В.К. Абалакин, а с 2004 г. – И.И. Канаев.



Таким образом, в России стали выходить два самостоятельных издания АК. Оба они берут свое начало от Русского астрономического календаря

НКЛФА, продолжая его более чем вековую историю. Казалось бы, этому обстоятельству можно только радоваться. Ведь цель обоих изданий – обеспечить необходимыми данными в первую очередь любителей астрономии. А взаимная поддержка, несомненно, могла бы помочь наиболее эффективному достижению данной цели, особенно в условиях развала существовавшей в советские времена отлаженной системы издательства и распространения печатной продукции.



Обложки выпусков АК 2006–2011 гг.

Кстати сказать, в начале XX в. в России также выходило несколько изданий астрономических календарей. Кроме НКЛФА свои календари издавали Русское астрономическое общество, Московское общество любителей астрономии, Одесская астрономическая обсерватория и др.. Во времена СССР свой АК издавали Латвия и Эстония.

Однако, как показала практика, инициатива нижегородцев, возобновивших выпуск АК, вызвала негативную реакцию коллег из столичного издания. Так, в московском издании АК на 1998 г. было отмечено, что появившийся «новый» календарь ни в коем случае не стоит путать с «настоящим» (!?). О том, что АК начал выходить именно в Нижнем Новгороде, было как-то забыто. К счастью, забыто не совсем. В статье С.С. Смирнова «На волжских и невских берегах» в первом петербургском издании АК на 2002 год отмечается, что календарь издавался в Нижнем Новгороде – Горьком более полувека. Кроме того, АК продолжает украшать гордая надпись: «**Основан в 1895 г. Нижегородским кружком любителей физики и астрономии**».

В 2012 г. по не зависящим от авторов обстоятельствам АК на очередной год издать не удалось. Выпуск календаря был прерван и возобновился в 2017 г.

Решение о возобновлении его выпуска принято благодаря инициативе ректора Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Евгения Владимировича Чупрунова. С данного момента календарь издается за средства университета и на его базе. По-прежнему в его издании принимают участие члены Нижегородского кружка любителей физики и астрономии и сотрудники Нижегородского планетария.



АК на 2018 г. Издательство ННГУ

**С. М. Пономарев,**  
доцент физического факультета ННГУ

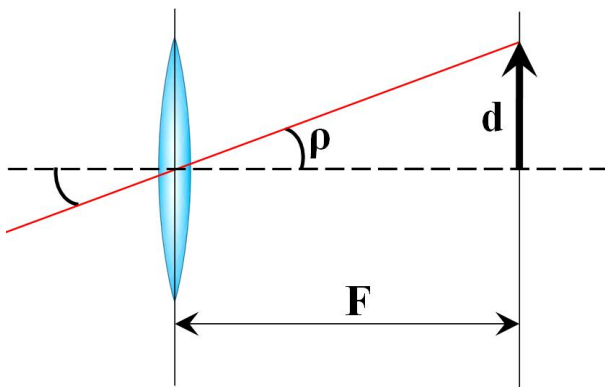
Источник: Астрономический календарь на 2020 год ННГУ  
[http://www.unn.ru/site/images/docs/science/astrocalendar\\_2020.pdf](http://www.unn.ru/site/images/docs/science/astrocalendar_2020.pdf)

## Увеличение масштаба изображения в астрофотографии

### Методы увеличения масштаба изображения в любительской лунно-планетной астрофотографии

Планеты, как известно, обладают относительно небольшими угловыми размерами, не превышающими в лучшем случае нескольких десятков угловых секунд. Лишь у достаточно крупной Венеры, которая вблизи своего нижнего соединения может ближе любых других планет находиться от Земли, угловые размеры в это время составляют почти целую угловую минуту, что, тем не менее, более чем в тридцать раз меньше угловых размеров Луны или Солнца. У гиганта Юпитера угловые размеры в противостоянии достигают порядка 47", а у Сатурна вместе с его огромной системой колец угловой поперечник составляет чуть более 40". При этом сам сатурнианский диск имеет угловой диаметр всего 18". Угловой размер небольшого Меркурия лишь вблизи нижнего соединения, когда планета практически не наблюдаема, может несколько превышать 10". У Марса только в эпоху его т.н. Великих противостояний, которые происходят раз в 15 или 17 лет, угловой поперечник достигает 25". Что касается далеких и холодных Урана и Нептуна, то их угловые размеры вообще составляют всего 2" и 4", соответственно.

Ясно, что объекты с такими небольшими угловыми размерами будут давать в фокальной плоскости объектива типичного любительского телескопа изображения очень малых размеров, которые можно легко определить из следующего рисунка.



Здесь  $F$  – фокусное расстояние объектива телескопа,  $\rho$  – угловой поперечник объекта, а  $d$  – линейные размеры этого объекта в фокальной плоскости телескопа.

Как уже было замечено, в астрономии мы, как правило, имеем дело с объектами, угловые размеры которых очень невелики. Поэтому в этом случае можно уйти от использования таких

тригонометрических функций, как синус и тангенс, и использовать более простое и удобное радианное измерение углов. Тогда линейные размеры объекта, как это видно из рисунка, будут равны:

$$d = F \cdot \rho$$

Если угловой поперечник измерять не в радианах, а в угловых секундах, то предыдущая формула примет вид:

$$d = \frac{F \cdot \rho''}{206265''}$$

Таким образом, линейные размеры изображения объекта напрямую зависят от фокусного расстояния телескопа. Несложно посчитать, что линейные размеры изображения, например, Марса (в период его Великого противостояния) в фокальной плоскости объектива телескопа с фокусным расстоянием, допустим, в 1 метр составят всего 0,12 мм. В итоге мы получим очень маленькую «картинку», а отдельные мелкие и близкие друг к другу детали изображения объекта могут буквально «провалиться» в несколько соседних пикселей и оставаться, таким образом, неразрешенными, особенно когда для съемки используется матрица с крупным размером пикселя. При этом оптические параметры телескопа (апертура, степень коррекции aberrаций оптики и качество ее юстировки), а также атмосферные условия наблюдений могли бы вполне позволить «разделить» эти детали изображения. То же самое относится и к съемке Луны, когда нам требуется получить не общую картинку нашего спутника, а изображение отдельных небольших образований на его поверхности.

В этом случае, как обычно говорят, необходимо увеличить масштаб изображения. В практической астрономии под масштабом изображения понимается количество угловых единиц, приходящихся на единицу длины линейного поля зрения (единицу длины фокальной плоскости) телескопа. Если объект с угловым размером  $\rho$  имеет в фокальной плоскости объектива телескопа линейные размеры  $d$ , то масштаб изображения, в соответствии с данным выше определением, будет равен:

$$\mu = \frac{\rho}{d}$$

С учетом второй формулы, масштаб изображения как функция фокусного расстояния телескопа выразится следующим образом:

$$\mu = \frac{206265''}{F}$$

В результате масштаб изображения телескопа с фокусным расстоянием, например, в 1 метр

составит 206 "/mm. Как можно заметить из полученной формулы, чем больше фокусное расстояние телескопа, тем меньше угловых единиц приходится на единицу линейного поля зрения телескопа. Поэтому, когда нам требуется получить более крупное изображение объекта путем «увеличения» фокусного расстояния телескопа, то в соответствии с данным определением, правильнее говорить не об увеличении, а об уменьшении масштаба изображения.

В любительской астрофотографии существует несколько основных способов изменения масштабов изображения с целью получения более крупной «картинки» объекта по сравнению с тем, что имело бы место при съемке просто в прямом фокусе объектива телескопа.

Одним из таких методов является съемка при помощи фотокамеры со штатным объективом прямо через установленный на телескопе окуляр. Здесь, главное, надежно и точно зафиксировать камеру перед окуляром телескопа, чтобы оптические оси камеры и телескопа совпали между собой, образовав, таким образом, некую единую общую ось. Для этих целей современный рынок любительских астротоваров даже предлагает специальные крепления, позволяющие неподвижно зафиксировать у окуляра телескопа небольшую фотокамеру.



Подобные адаптеры с одной стороны, как правило, имеют обхватный держатель, позволяющий закрепить всю эту конструкцию на задней части трубы телескопа или же непосредственно на окуляре. С другой стороны адаптер оснащен специальной площадкой для крепления фотокамеры при помощи стандартного винта, какие обычно используются на фотоштативах. Адаптер имеет три степени свободы для некоторого смещения камеры в различных направлениях. Смещение вдоль оси телескопа позволяет установить фотокамеру таким образом, чтобы ее объектив размещался непосредственно за глазной линзой окуляра. Смещения по горизонтали и вертикали, осуществляемые при помощи специальных микрометрических винтов, позволяют совместить между собой оптические оси камеры и телескопа.

При таком виде съемки телескоп при помощи фокусера переводится в афокальный «режим», когда передний фокус окуляра совмещается с задним фокусом объектива телескопа. При этом лучи от каждой точки изображения, построенного объективом телескопа, выходят из окуляра

параллельным пучком. Изображение же объекта на матрице камеры формируется ее штатным объективом, который в этом случае фокусируется «на бесконечность». Линейные размеры изображения на матрице камеры будут зависеть от фокусного расстояния объектива самой камеры, а также от увеличения, даваемого телескопом. Сделать оценку эквивалентного фокусного расстояния такой системы можно из следующих соображений. Когда мы визуально наблюдаем в телескоп, например, некоторую планету, то видим ее под углом, большим ее реального углового размера во столько раз, во сколько раз увеличивает данный телескоп. Соответственно, во столько же раз возрастают линейные размеры изображения этой планеты на сетчатке глаза. По аналогии, для установленной за окуляром телескопа камеры объект «предстает» с угловыми размерами, равными его реальному угловому поперечнику, умноженными на увеличение телескопа  $\Gamma^x$ , которое, в свою очередь, определяется отношением фокусного расстояния объектива телескопа к фокусному расстоянию установленного на нем окуляра. Применим первую формулу для этого случая и для случая съемки в прямом фокусе телескопа, после чего сравним полученные выражения для линейного размера изображения объекта в обоих случаях. Т.к. линейные размеры изображения объекта прямо пропорциональны фокусному расстоянию оптической системы ( $d-F$ ), то в итоге эквивалентное фокусное расстояние для рассматриваемого случая составит:

$$F_{\text{эkv}} = \frac{F \cdot F_{\text{cam}}}{f} = F_{\text{cam}} \cdot \Gamma^x$$

где  $F$  – фокусное расстояние объектива телескопа,  $F_{\text{cam}}$  – фокусное расстояние объектива камеры, а  $f$  – фокусное расстояние установленного на телескопе окуляра.

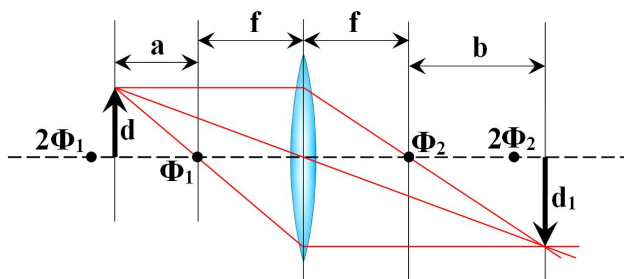
Как видно из полученной формулы, эквивалентное фокусное расстояние такой оптической системы будет равно фокусному расстоянию объектива камеры, умноженному на увеличение телескопа. Или же оно равно фокусному расстоянию объектива телескопа, умноженному на увеличение, которое давал бы с этим окуляром «телескоп», фокусное расстояние объектива которого было бы равно фокусному расстоянию объектива камеры. Также можно заметить, что для того, чтобы полученное эквивалентное фокусное расстояние превышало фокусное расстояние объектива телескопа, фокусное расстояние объектива камеры должно быть больше фокусного расстояния установленного на телескопе окуляра.

Одним из главных недостатков такого вида съемки является большое количество оптических поверхностей (это и линзы окуляра, и линзы объектива камеры), приводящее к значительным переотражениям, рассеиваниям и поглощению света. Кроме того, как сам окуляр, так и объектив камеры могут вносить в конечное изображение свои aberrации. Все это в конечном итоге не самым лучшим способом сказывается на контрасте и качестве «картинки», получаемой подобной оптической системой.

Следующим способом получения более «крупной картинке» объекта является метод окулярной проекции. С этим методом, так или иначе, сталкивались многие любители астрономии, которые даже никогда не занимались астрофотографией, но которые когда-либо наблюдали Солнце при помощи т.н. солнечного экрана. Для этого при помощи фокуса окуляра немного выдвигается в сторону «от объектива телескопа» по сравнению с его привычным положением для визуальных наблюдений (когда передний фокус окуляра совпадает с фокусом объектива телескопа). При этом на белом листе бумаги, установленном на некотором расстоянии от глазной линзы окуляра, мы можем видеть заметно увеличенное изображение диска Солнца.

Итак, в методе окулярной проекции сам окуляр чуть отодвигается от объектива телескопа, чтобы фокус последнего располагался между передним фокусом окуляра и его удвоенным передним фокусным расстоянием. В этом случае, как известно из геометрической оптики, с противоположной стороны от окуляра на расстоянии, превышающем его удвоенное фокусное расстояние, строится действительное, перевернутое и, главное, увеличенное изображение того, что, в свою очередь, было построено объективом телескопа в его фокальной плоскости. Иными словами, предметом для линз окуляра служит изображение объекта, построенное объективом телескопа.

Рассчитать эквивалентное фокусное расстояние телескопа с окулярной камерой можно из следующих простых геометрических построений. Для этого схематично изобразим окуляр (окулярную камеру) в виде одиночной положительной (собирающей) линзы.



Здесь  $d$  – линейные размеры изображения объекта, построенного объективом телескопа в его фокальной плоскости,  $d_1$  – линейные размеры изображения объекта, построенные окулярной камерой,  $f$  – фокусное расстояние окулярной камеры,  $a$  – расстояние от переднего фокуса окулярной камеры до фокуса объектива телескопа (до изображения объекта, построенного объективом телескопа),  $b$  – расстояние от заднего фокуса окулярной камеры до приемника изображения (до изображения, построенного окулярной камерой),  $\Phi_1$  – точка переднего фокуса окулярной камеры,  $2\Phi_1$  – точка удвоенного переднего фокусного расстояния окулярной камеры,  $\Phi_2$  – точка заднего фокуса окулярной камеры,  $2\Phi_2$  – точка удвоенного заднего фокусного расстояния окулярной камеры.

Из получившихся на схеме подобных прямоугольных треугольников будут справедливы следующие равенства:

$$\frac{d_1}{d} = \frac{f}{a} = \frac{b}{f}$$

Опять же в силу того, что линейные размеры изображения объекта прямо пропорциональны фокусному расстоянию оптической системы ( $d \sim F$ ), эквивалентное фокусное расстояние при съемке с окулярной камерой будет равно:

$$F_{\text{экв}} = \frac{F \cdot f}{a} = \frac{F \cdot b}{f} = \Gamma^x \cdot b$$

где  $F$  – фокусное расстояние объектива телескопа,  $\Gamma^x$  – увеличение, которое давал бы телескоп с окуляром, фокусное расстояние которого было бы равно фокусному расстоянию объектива окулярной камеры.

Таким образом, эквивалентное фокусное расстояние подобной оптической системы будет зависеть не только от фокусных расстояний объектива телескопа и окулярной камеры, но и от расстояния между фокусом объектива телескопа и передним фокусом окуляра, или же от расстояния между задним фокусом окуляра и приемником изображения (т.к. оба эти расстояния геометрически взаимосвязаны между собой). Чем ближе фокальная плоскость объектива телескопа располагается к переднему фокусу окуляра, оставаясь при этом между ним и передним удвоенным фокусным расстоянием окуляра, тем больший линейный размер имеет конечное изображение объекта, получающееся с другой стороны от окуляра, и тем дальше от последнего расположено это изображение (приемник изображения требуется дальше отодвигать от объектива окулярной камеры). Подобный принцип, кстати, используется во всех проекционных аппаратах.

Как видно из полученной формулы, эквивалентное фокусное расстояние при съемке с окулярной камерой можно еще определить как произведение расстояния от заднего фокуса окулярной камеры до приемника изображения на то увеличение, которое давал бы телескоп с окуляром, фокусное расстояние которого было бы равно фокусному расстоянию объектива окулярной камеры.

В прошлые времена многие любители самостоятельно делали окулярные камеры, в качестве оптики для которых обычно брались объективы от микроскопов. Сейчас для такого вида съемки на рынке астротоваров можно приобрести различные специальные аксессуары. Во-первых, можно купить специальный адаптер для съемки в окулярной проекции. Такой адаптер представляет собой специальную металлическую пустотелую втулку, внутри которой можно разместить практически любой окуляр, имеющий размер посадочной «юбки» 1,25", и зафиксировать его там специальным винтом, который вкручивается в адаптер с его наружной стороны. С внешней стороны такого адаптера имеется втулка все с той же посадкой под 1,25", чтобы данный девайс можно было установить в фокусер телескопа, а с другой стороны адаптер имеет наружную Т-резьбу для крепления камеры. Часто такие адаптеры имеют более сложную конструкцию, состоящую из двух втулок, одна из которых может в некоторых

пределах плавно перемещаться внутри другой. Это дает возможность изменять расстояние от установленного в адаптере окуляра до камеры (приемника изображения), тем самым варьируя получаемым масштабом изображения.



Во-вторых, можно приобрести т.н. проекционные окуляры, специально сделанные под данный вид съемки, но которые в то же время можно использовать и просто для визуальных наблюдений. Оптика таких окуляров, как правило, обладает более качественной коррекцией полевых (внеосевых) aberrаций, а со стороны глазной линзы таких окуляров имеется наружная Т-резьба для крепления камеры.



Третьим методом получения более «крупной картинки» в любительской астрофотографии является применение для этой цели т.н. линзы Барлоу. В настоящее время это наиболее распространенный способ, используемый большинством астрофотографов при съемке планет и Луны, поэтому здесь мы более подробно остановимся на теории этого метода. Линза Барлоу представляет собой отрицательную (рассеивающую) линзу или склейку линз, устанавливаемую в предфокальном положении оптического тракта телескопа, т.е. между объективом телескопа и его фокусом, заметно ближе к последнему. Линза Барлоу уменьшает величину сходимости лучей, фокусируемых объективом телескопа, в результате чего увеличивается эквивалентное фокусное расстояние телескопа.



Линзы Барлоу применяются не только при астрофотосъемке, но для визуальных наблюдений, чтобы с одним и тем же окуляром можно было получить большее увеличение. Для фотосъемки с линзой Барлоу можно использовать как специализированные любительские астрокамеры с посадкой 1,25", которые просто вставляются в окулярную втулку линзы Барлоу, так и зеркальные фотокамеры. Для крепления зеркальной камеры линзы Барлоу имеют на своем фланце внешнюю Т-резьбу.

Каждая серийно выпускаемая линза Барлоу имеет на своем корпусе обозначение, показывающее ее кратность, т.е. во сколько раз она «повышает» фокусное расстояние объектива телескопа, и соответственным образом изменяет масштаб изображения. Наиболее распространены 2-х и 3-кратные линзы Барлоу, но выпускаются также и линзы большей, и даже переменной кратности, о чем мы в дальнейшем упомянем.

Вообще, эквивалентное фокусное расстояние телескопа с линзой Барлоу будет зависеть как от фокусных расстояний объектива телескопа и линзы Барлоу, так и от расстояния между ними. Пусть имеются две линзы с фокусными расстояниями  $f_1$  и  $f_2$ , расстояние между которыми равно  $L$ . Тогда, как известно, эквивалентное фокусное расстояние этой системы линз будет равно:

$$f_{\text{ЭКВ}} = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - L}$$

В таком случае эквивалентное фокусное расстояние телескопа с линзой Барлоу (фокусное расстояние которой берется, как известно, со знаком «минус»!!!) определится следующим образом:

$$F_{\text{ЭКВ}} = \frac{F \cdot |f|}{L + |f| - F}$$

где  $F$  – фокусное расстояние объектива телескопа,  $|f|$  – модуль фокусного расстояния линзы Барлоу,  $L$  – расстояние между объективом телескопа и линзой Барлоу.

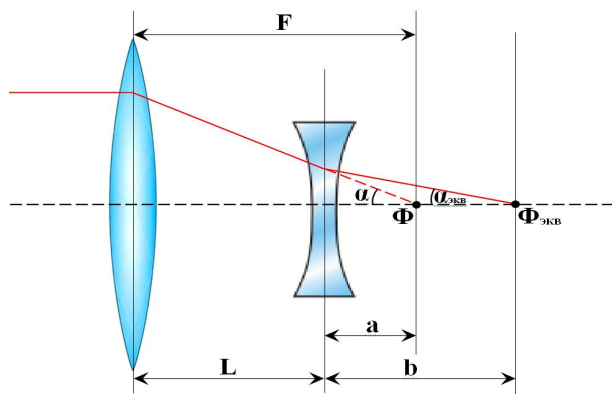
Увеличение же линзы Барлоу тогда можно определить следующим образом:

$$\Gamma^x = \frac{F_{\text{ЭКВ}}}{F} = \frac{|f|}{L + |f| - F} \quad (1)$$

Тут сразу следует отметить, что расстояние  $L$  достаточно однозначно может быть определено только для случаев, например, телескопа-рефрактора, рефлектора системы Ньютона или рефлектора с одиночным (только главным) зеркалом. Для телескопов с вторичным оптическим элементом (телескопов типа Кассегрена, Ричи-

Кретьена, катадиоптриков с вторичными зеркалами и т.д.) все более сложно. В этих случаях сам объектив состоит из двух силовых оптических элементов, разнесенных друг от друга на заметное расстояние. Поэтому здесь сначала рассчитываются положения главных плоскостей такой оптической системы, после чего от задней главной плоскости уже и должно отсчитываться расстояние до линзы Барлоу.

Установим связь увеличения линзы Барлоу с расстоянием между ней и фокусом объектива телескопа. Для этого схематично изобразим ход в телескопе с линзой Барлоу осевого луча, который до попадания в объектив телескопа шел на некотором небольшом расстоянии от оптической оси последнего. Объектив телескопа условно обозначим собирающей линзой, а линзу Барлоу, соответственно, рассеивающим оптическим элементом.



Здесь  $L$  – расстояние между объективом телескопа и линзой Барлоу,  $\Phi$  – точка фокуса объектива телескопа,  $\Phi_{\text{экв}}$  – точка эквивалентного фокуса системы «объектив телескопа–линза Барлоу»,  $F$  – фокусное расстояние объектива телескопа,  $a$  – расстояние от линзы Барлоу до фокуса объектива телескопа,  $b$  – расстояние от линзы Барлоу до эквивалентного фокуса системы «объектив телескопа–линза Барлоу» (до приемника изображения),  $\alpha$  – угол между осевым лучом и оптической осью телескопа в отсутствии линзы Барлоу,  $\alpha_{\text{экв}}$  – угол между осевым лучом и оптической осью телескопа при установленной линзе Барлоу.

Как видно из полученного рисунка, фокусное расстояние объектива телескопа можно представить как:

$$F = L + a$$

С учетом этого равенства выражение (1) примет вид:

$$\Gamma^x = \frac{F_{\text{экв}}}{F} = \frac{|f|}{|f| - a}$$

Из полученной формулы следует, что чем дальше мы будем отодвигать линзу Барлоу от фокуса объектива телескопа в сторону самого объектива, тем большее увеличение будет давать линза Барлоу. Когда расстояние между линзой Барлоу и фокусом объектива телескопа станет равным модулю фокусного расстояния самой линзы Барлоу, знаменатель в последнем выражении обратится в ноль, а эквивалентное фокусное расстояние системы «телескоп–линза Барлоу»,

соответственно, станет равным «бесконечности», т.е. мы получим афокальную оптическую систему. В этом случае задние фокусы объектива телескопа и линзы Барлоу совпадут между собой, и у нас будет не что иное, как телескоп Галилея.

Теперь установим связь увеличения линзы Барлоу с расстоянием между ней и приемником изображения. В условиях параксиального приближения оптики, очевидно, что угол  $\alpha$  будет мал и обратно пропорционален фокусному расстоянию:  $\alpha \sim 1/F$ . Тогда для увеличения линзы Барлоу можно записать следующее равенство:

$$\Gamma^x = \frac{F_{\text{экв}}}{F} = \frac{\alpha}{\alpha_{\text{экв}}}$$

Из рисунка, а также с учетом малости углов  $\alpha$  и  $\alpha_{\text{экв}}$ , также будет справедливым равенство:

$$\frac{\alpha}{\alpha_{\text{экв}}} = \frac{b}{a} = \frac{b}{F - L}$$

Тогда из последних двух равенств будет вытекать выражение:

$$\Gamma^x = \frac{b}{F - L}$$

Если теперь расстояние между объективом телескопа и линзой Барлоу  $L$  выразить из равенства (1), а затем подставить в наше последнее выражение, то после элементарных преобразований в итоге получим:

$$\Gamma^x = \frac{b + |f|}{|f|}$$

Как можно заметить из полученной формулы, кратность линзы Барлоу можно повысить путем увеличения расстояния между ней и приемником изображения (или окуляром при визуальных наблюдениях). При этом, как это было отмечено раньше, саму линзу Барлоу одновременно потребуется чуть ближе сдвинуть в сторону объектива телескопа.

На практике для получения большей кратности линзы Барлоу можно просто выточить пустотелые втулки соответствующего диаметра и имеющие различную длину (под разные увеличения). Такие втулки, получившие название «разгонных», одним своим концом вставляются в посадочное гнездо корпуса линзы Барлоу, а с другой стороны такой втулки в нее устанавливается камера или окуляр. Иногда в продаже можно найти линзы Барлоу переменной кратности, в комплект которых уже входит готовый набор таких втулок строго определенной длины, и на которые нанесена соответствующая маркировка. Также есть в продаже и просто готовые отдельные разгонные втулки.



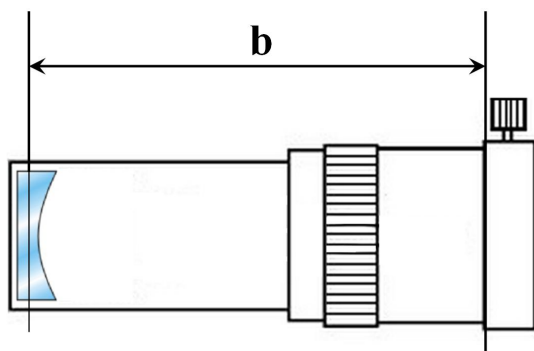


В полученных формулах у нас везде фигурирует фокусное расстояние линзы Барлоу (или модуль этого фокусного расстояния), которое обычно неизвестно, т.к. на всех серийно выпускаемых линзах Барлоу указывается лишь ее кратность. Выразим из последнего выражения модуль фокусного расстояния линзы Барлоу:

$$|f| = \frac{b}{\Gamma_0 - 1}$$

здесь  $\Gamma_0$  – номинальная кратность линзы Барлоу, которая указана на ее корпусе, а  $b$  – это уже знакомое нам расстояние от линзового блока Барлоу до приемника изображения (до эквивалентного фокуса).

Расстояние  $b$  изначально неизвестно, но его можно измерить, например, линейкой как отрезок от линзового блока Барлоу до опорного торца окулярной втулки линзы Барлоу.



Когда измерено расстояние  $b$ , при помощи последней формулы можно вычислить модуль фокусного расстояния линзы Барлоу, что в свою очередь, позволит подобрать длину разгонных втулок для получения заданных увеличений.

Пусть нам требуется получить увеличение  $\Gamma_1$  с линзой Барлоу, имеющей номинальное увеличение  $\Gamma_0$ , т.е. необходимо вычислить соответствующую длину  $d$  разгонной втулки. Для этого представим последнее выражение в виде:

$$|f| = \frac{b}{\Gamma_0 - 1} = \frac{b + d}{\Gamma_1 - 1}$$

Осталось только выразить из полученного равенства длину  $d$  разгонной втулки:

$$d = b \cdot \frac{\Gamma_1 - \Gamma_0}{\Gamma_0 - 1} = |f| \cdot (\Gamma_1 - \Gamma_0)$$

Возможна и обратная задача, когда имеется некоторая разгонная втулка длиной  $d$ , и требуется найти увеличение, которое даст линза Барлоу с данной втулкой. Для этого из последнего равенства выразим увеличение  $\Gamma_1$ :

$$\Gamma_1 = \Gamma_0 + \frac{d \cdot (\Gamma_0 - 1)}{b} = \Gamma_0 + \frac{d}{|f|}$$

Наконец, еще одним способом «повышения» фокусного расстояния телескопа является использование т.н. телеэкстендеров, которые представляют собой оптический блок особой конструкции.



По сравнению с линзами Барлоу, в телеэкстендерах лучше скомпенсированы внесосевые (полевые) aberrации, а также достигнуто более ровное и плоское поле изображения. Также важным отличием от линзы Барлоу или окулярной камеры является то, что при изменении расстояния приемника изображения от оптического блока телеэкстендера, масштаб изображения не изменяется. Поэтому каждый телеэкстендер всегда дает строго определенное увеличение, которое уже никак не изменить. Кратность телеэкстендера указывается на его корпусе специальной маркировкой. Телеэкстендеры, как и линзы Барлоу, могут применяться не только в астрофотографии, но и при визуальных наблюдениях, когда с одним и тем же окуляром требуется получить большее увеличение. Телеэкстендеры производятся как в формате 1,25", так и с размером посадочной втулки 2" для широкоугольных окуляров.

В заключение скажем пару слов о времени экспозиции. Если для протяженного («не звездного») объекта (планеты, Луны и т.д.) мы подобрали определенную оптимальную выдержку  $t_0$ , то после «повышения» фокусного расстояния телескопа одним из вышерассмотренных способов, время экспозиции соответствующим образом потребуется увеличить до некоторого значения  $t_1$ . Это вполне логично, т.к. линейные размеры изображения объекта, как мы вначале выяснили, изменяются пропорционально фокусному расстоянию телескопа. Площадь же изображения объекта, соответственно, окажется пропорциональной квадрату фокусного расстояния телескопа. Объектив телескопа собирает от объекта в обоих случаях один и тот же поток света, который во втором случае «распределяется» по большей площади изображения объекта. Исходя из этого, нетрудно прийти к следующему выражению для времени экспозиции:

$$t_1 = t_0 \cdot \left( \frac{F_{\text{ЭКВ}}}{F} \right)^2 = t_0 \cdot \Gamma^2$$

Таким образом, первоначальную выдержку надо умножить на квадрат «увеличения» фокусного расстояния телескопа. Возможно, финальное время экспозиции потребуется еще немного увеличить, т.к. здесь мы не учитывали виньетирование и дополнительные светопотери на поглощение, рассеяние и отражения в линзовом блоке окулярной камеры, линзы Барлоу или телеэкстендера.

#### Горшков Антон,

заведующий обсерваторией Костромского планетария // сотрудник международной астрономической обсерватории «пик Терскол» // младший научный сотрудник ИНАСАН



### Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 ноября - Луна ( $\Phi = 1,0$ ) проходит южнее Урана,

2 ноября - Луна ( $\Phi = 0,96$ -) проходит южнее Плеяд,

3 ноября - покрытие на 8 секунд звезды HIP 31816 (7,6m) из созвездия Возничего астероидом (519) при видимости от Байкала до Балтики,

3 ноября - Луна ( $\Phi = 0,94$ -) проходит севернее Гиад и Альдебарана,

3 ноября - покрытие Луной ( $\Phi = 0,90$ -) звезды йота Тельца (4,6m) при видимости на Севере России,

3 ноября Меркурий в стоянии с переходом к прямому движению,

4 ноября - Луна ( $\Phi = 0,90$ -) в восходящем узле своей орбиты,

5 ноября - Луна ( $\Phi = 0,76$ -) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,

6 ноября - долгопериодическая переменная звезда RS Весов близ максимума блеска (6,5m),

6 ноября - покрытие Луной ( $\Phi = 0,75$ -) звезды омега Близнецов (5,2m) при видимости на Европейской части России,

7 ноября - покрытие Луной ( $\Phi = 0,57$ -) звезды гамма Рака (4,7m) при видимости на большей части России,

7 ноября - Луна ( $\Phi = 0,58$ -) проходит севернее звездного скопления Ясли (M44),

8 ноября - Луна в фазе последней четверти,

9 ноября - долгопериодическая переменная звезда Т Голубя близ максимума блеска (6,5m),

9 ноября - Луна ( $\Phi = 0,4$ -) проходит севернее Регула,

10 ноября - Меркурий в западной (утренней) элонгации 19 градусов,

12 ноября - долгопериодическая переменная звезда X Единорога близ максимума блеска (6,5m),

12 ноября - Луна ( $\Phi = 0,08$ -) проходит севернее Венеры,

13 ноября - Луна ( $\Phi = 0,07$ -) проходит севернее Спика,

13 ноября - Луна ( $\Phi = 0,03$ -) проходит севернее Меркурия,

14 ноября - Луна ( $\Phi = 0,01-$ ) в перигее своей орбиты на расстоянии 357841 км от центра Земли,

15 ноября - новолуние,

15 ноября - Марс в стоянии с переходом к прямому движению,

16 ноября - Луна ( $\Phi = 0,02+$ ) проходит севернее Антареса,

17 ноября - Луна ( $\Phi = 0,05+$ ) в нисходящем узле своей орбиты,

17 ноября - максимум действия метеорного потока Леониды ( $ZHR = 20$ ),

18 ноября - Луна ( $\Phi = 0,14+$ ) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,

19 ноября - Луна ( $\Phi = 0,23+$ ) близ Юпитера и Сатурна,

20 ноября - долгопериодическая переменная звезда R Кассиопеи близ максимума блеска (6m),

22 ноября - Луна в фазе первой четверти,

23 ноября - Луна ( $\Phi = 0,63+$ ) проходит южнее Нептуна,

24 ноября - долгопериодическая переменная звезда R Зайца близ максимума блеска (6m),

25 ноября - долгопериодическая переменная звезда X Змееносца близ максимума блеска (6m),

25 ноября - Луна ( $\Phi = 0,82+$ ) близ Марса,

25 ноября - долгопериодическая переменная звезда T Кассиопеи близ максимума блеска (6,5m),

26 ноября - покрытие Луной ( $\Phi = 0,88+$ ) звезды ню Рыб (4,5m) при видимости на большей части России,

27 ноября - Луна ( $\Phi = 0,90+$ ) в апогее своей орбиты на расстоянии 405892 км от центра Земли,

27 ноября - Луна ( $\Phi = 0,93+$ ) проходит южнее Урана,

29 ноября - Нептун в стоянии с переходом к прямому движению,

30 ноября - полнолуние,

30 ноября - полутеневое затмение Луны,

30 ноября - Луна ( $\Phi = 1,0$ ) проходит севернее Гиад и Альдебарана.

**Солнце**, двигаясь по созвездию Весов, 23 ноября пересечет границу созвездия Скорпиона, а 29 ноября войдет в созвездие Змееносца. Склонение центрального светила к концу ноября достигает 21,5 градуса к югу от небесного экватора, поэтому продолжительность дня в северном полушарии Земли близка к минимальной. В начале месяца она составляет 9 часов 12 минут, а к концу описываемого периода уменьшается до 7,5 часов, принимая значение всего на полчаса больше минимальной продолжительности дня. Эти данные справедливы для широты Москвы, где полуденная высота Солнца за месяц уменьшится с 19 до 12 градусов. Наблюдать центральное светило можно весь день. **Но нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно проводить обязательно (!) с применением солнечного**

**фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» <http://astronet.ru/db/msg/1222232>).

**Луна начнет движение** по ноябрьскому небу в созвездии Овна близ планеты Уран в фазе близкой полнолуния. Перейдя в первый день месяца в созвездие Тельца, Луна 2 ноября пройдет южнее Плеяд, достигнув к концу этого дня звездного скопления Гиады. 3 ноября ночное светило пройдет севернее звезды Альдебаран, уменьшив фазу до 0,95-. 4 ноября Луна достигнет созвездия Близнецов, уменьшив фазу до 0,84-. Здесь ночное светило достигнет максимального положительного склонения и будет наблюдаться в ночные часы высоко над горизонтом. Затем лунный овал устремится к созвездию Рака, которого достигнет 7 ноября, уменьшив фазу до 0,65-. В этот день Луна при фазе около 0,58- пройдет севернее звездного скопления Ясли (M44) и астероида Евномия. 8 ноября ночное светило примет фазу последней четверти и перейдет в созвездие Льва ( $\Phi = 0,49-$ ). 9 ноября лунный серп ( $\Phi = 0,40-$ ) пройдет севернее Регула, а затем севернее Весты. 11 ноября старый месяц перейдет в созвездие Девы при фазе 0,23-, где 13 ноября при фазе 0,07- пройдет севернее Спики (близ Меркурия и Венеры). 14 ноября тонкий старый месяц ( $\Phi = 0,02-$ ) перейдет в созвездие Весов, где 15 ноября примет фазу новолуния. В этот же день молодой месяц перейдет в созвездие Скорпиона при фазе менее 0,01+. В созвездии Змееносца лунный серп войдет 16 ноября при фазе 0,01+. Здесь Луна пройдет севернее Антареса при фазе 0,02+, устремившись к созвездию Стрельца, куда войдет 17 ноября при фазе 0,07+. Здесь 19 ноября Луна пройдет южнее Юпитера и Сатурна при фазе 0,23+, наблюдаясь низко над горизонтом на вечернем небе. В этот же день лунный серп перейдет в созвездие Козерога и пробудет здесь до 21 ноября. Созвездия Водолея Луна достигнет 22 ноября при фазе 0,45+, приняв в этот же день фазу первой четверти. 23 ноября пройдет южнее Нептуна при фазе 0,63+, а на следующий день перейдет в созвездие Рыб, увеличив фазу до 0,7+. 25 ноября Луна будет находиться в созвездии Кита, а 26 ноября снова перейдет в созвездие Рыб ( $\Phi = 0,85+$ ), находясь близ Марса. 27 ноября почти полная Луна еще раз посетит созвездие Кита при фазе более 0,9+, и в этот же день перейдет в созвездие Овна (близ Урана). Здесь Луна пробудет до 29 ноября, когда перейдет в созвездие Тельца. 30 ноября ночное светило примет фазу полнолуния, находясь близ Плеяд, Гиад и Альдебарана и заканчивая свой путь по осеннему небу.

**Большие планеты Солнечной системы.**

**Меркурий** перемещается в одном направлении с Солнцем (с 3 ноября) по созвездию Девы, 16 ноября переходя в созвездие Весов. 10 ноября Меркурий достигнет максимальной западной (утренней) элонгация 19 градусов, после чего угловое расстояние от Солнца начнет уменьшаться до 11 градусов к концу месяца. Меркурий наблюдается на утреннем небе, поднимаясь достаточно высоко над горизонтом. Видимый диаметр Меркурия за месяц медленно уменьшается от 9 до 5 угловых секунд при блеске, который увеличивается от 1m до -0,7m. Фаза планеты постепенно увеличивается от 0,15 до 0,95. Это означает, что при наблюдении в телескоп

Меркурий будет иметь вид небольшого серпа, переходящего в полудиск, а затем - в овал.

**Венера** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Девы, 27 ноября переходя в созвездие Весов. Планета наблюдается на утреннем небе, уменьшая угловое расстояние от центрального светила от 34 до 28 градусов к концу ноября. Венеры можно наблюдать невооруженным глазом на дневном небе (в первой половине дня). 12 ноября около планеты будет находиться Луна, что облегчит поиск Венеры в дневное время. Видимый диаметр Венеры за месяц уменьшится от 13" до 12", а фаза увеличится от 0,8 до 0,9 при блеске, около -4m. В телескоп планета видна в виде небольшого белого овала без деталей.

**Марс** перемещается по созвездию Рыб попятно, 15 ноября меняя движение на прямое. Планета видна всю ночь достаточно высоко над южным горизонтом в виде яркой звезды с блеском, уменьшающемся за месяц от -2m до -1m. Видимый диаметр загадочной планеты в течение ноября уменьшится от 20 до 14,5 секунд дуги. В телескоп наблюдается небольшой диск, на поверхности которого можно различить многие детали и полярную шапку. Методы фотографии с последующей обработкой на компьютере дадут более детальный результат по сравнению с визуальными наблюдениями.

**Юпитер** перемещается по созвездию Стрельца в одном направлении с Солнцем. Газовый гигант наблюдается первую половину ночи невысоко над южным горизонтом. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы уменьшается от 37" до 34,5" до при блеске около -2m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности Юпитера видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимости можно наблюдать тени от спутников на диске планеты, а также различные конфигурации спутников.

**Сатурн** перемещается по созвездию Стрельца в одном направлении с Солнцем. Наблюдается окольцованная планета первую половину ночи невысоко над южным горизонтом. Блеск планеты придерживается значения +0,6m при видимом диаметре 16,5 - 16". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 40x15" при наклоне к наблюдателю 22 градуса.

**Уран** (6m, 3,5") перемещается попятно по созвездию Овна южнее звезды альфа этого созвездия. Планета видна всю ночь, т.к. находится около противостояния с Солнцем. Разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно наблюдать в периоды новолуний на темном чистом небе. Блеск спутников Урана слабее 13m.

**Нептун** (8m, 2,4") движется попятно по созвездию Водолея близ звезды фи Aqr (4,2m). Планета наблюдается всю ночь, т.к. находится около противостояния с Солнцем. Для поисков самой

далекой планеты Солнечной системы понадобится бинокль и звездные карты в [Астрономическом календаре на 2020 год](#), а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Фотографическим путем Нептун можно запечатлеть самым простым фотоаппаратом с выдержкой снимка около 10 секунд. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

**Из комет месяца**, видимых с территории нашей страны, расчетный блеск около 10m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: NEOWISE (C/2020 P1) и ATLAS (C/2020 M3). Первая при максимальном расчетном блеске около 7,5m движется по созвездию Волопаса. Вторая перемещается по созвездиям Ориона и Тельца при максимальном расчетном блеске около 8,5m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://195.209.248.207/>

**Среди астероидов** месяца самым ярким будет Веста (7,8m), которая движется по созвездию Льва. Близка к этому блеску также Флора. 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: S Гидры 7,8m - 1 ноября, U Змеи 8,5m - 5 ноября, RS Весов 7,5m - 6 ноября, T Голубя 7,5m - 9 ноября, X Единорога 7,4m - 12 ноября, X Жирафа 8,1m - 13 ноября, W Рака 8,2m - 14 ноября, R Тельца 8,6m - 17 ноября, S Ориона 8,4m - 17 ноября, RY Змееносца 8,2m - 18 ноября, R Кассиопеи 7,0m - 20 ноября, Z Стрельца 8,6m - 21 ноября, X Водолея 8,3m - 21 ноября, T Жирафа 8,0m - 24 ноября, R Зайца 6,8m - 24 ноября, Y Персея 8,4m - 25 ноября, X Змееносца 6,8 - 25 ноября, RZ Персея 8,8m - 26 ноября, T Кассиопеи 7,9m - 27 ноября. Больше сведений на <http://www.aavso.org/>

**Среди основных метеорных потоков** 12 ноября максимума действия достигнут Северные Тауриды (ZHR= 5) из созвездия Тельца. 17 ноября максимальным числом метеоров будут обладать Леониды (ZHR= 20). 21 ноября в максимуме действия окажутся альфа-Моноцеротиды (ZHR= 5 и более) из созвездия Единорога. Луна в период максимума первого и второго потоков близка к новолунию, а третьего потока - к фазе первой четверти, поэтому лучшими условиями для наблюдений будут обладать Северные Тауриды и Леониды. Из других основных потоков активны Южные Тауриды из созвездия Тельца. Подробнее на <http://www.imo.net>  
*Другие сведения о явлениях года имеются в АК\_2020 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1364099>*

#### **Ясного неба и успешных наблюдений!**

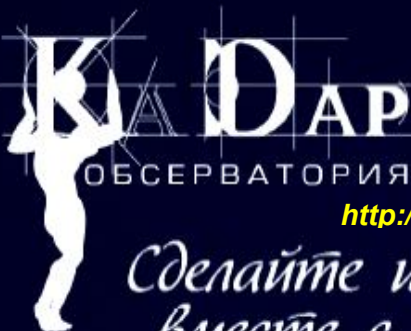
**Оперативные сведения о небесных телах и явлениях** всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php>  
Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 11 на 2020 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

**Александр Козловский, журнал «Небосвод»**

# Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР  
ОБСЕРВАТОРИЯ

<http://www.ka-dar.ru/observ>

Сделайте шаг к науке  
вместе с нами!

**Астрономический календарь на 2020 год**

<http://www.astronet.ru/db/msg/1364099>

Главная любительская обсерватория России  
всегда готова предоставить свои телескопы  
любителям астрономии!



# АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца



<http://shvedun.ru>



<http://www.astro.websib.ru>

[astro.websib.ru](http://astro.websib.ru)



<http://астрономия.рф/>

# Астрономия .РФ

Общероссийский астрономический портал

ТЕЛЕСКОПЫ - НАША ПРОФЕССИЯ

## Звездочет

<http://astronom.ru>

(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

**Море Холода**

**Небосвод 11 - 2020**