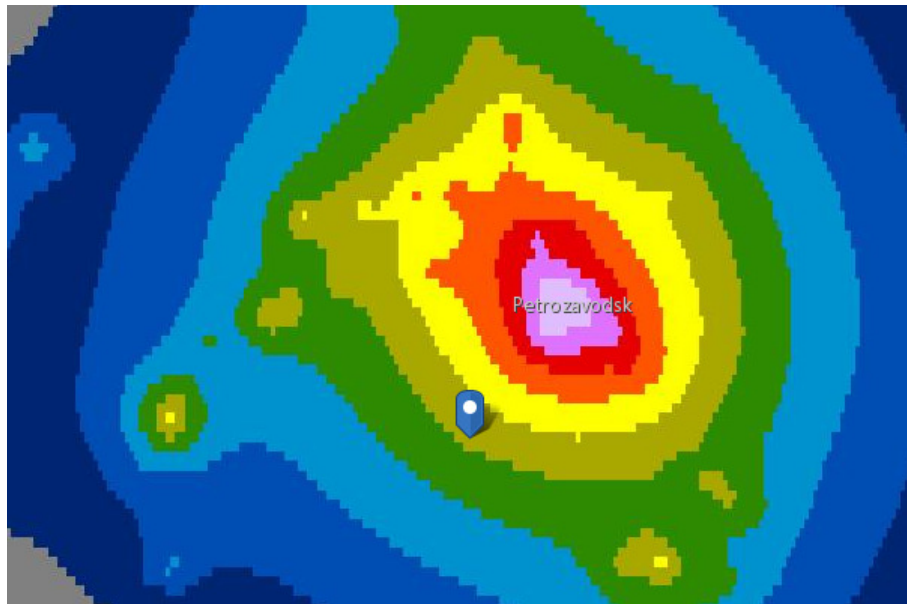




ПОД СЕВЕРНЫМ НЕБОМ

№1 (60)
июль 2016 года

Газета для любителей астрономии



НОВАЯ КАРТА ЗАСВЕТКИ

В настоящее время постоянно растущее световое загрязнение влияет на деятельность практически каждого любителя астрономии. Поэтому карты засветки – один из первостепенных атрибутов, используемых при планировании астрономических наблюдений. Такие карты, однако, имеют свойство довольно быстро устаревать: растут города (расширяя зону своего светового влияния), активнее подсвечиваются небольшие населённые пункты, открываются новые промышленные объекты и т.д. В связи с этим отличным подарком для любителей астрономии стал новый электронный атлас засветки, опубликованный в начале июня этого года [1; 2]. На рисунке выше – скриншот из него (на котором отмечен один из ближайших выездных наблюдательных пунктов астрономического клуба «Астерион» – местечко Лососинное под Петрозаводском).

Новый атлас несколько отличается от предыдущей версии 2006 года. В нём сохранена шкала изменения зон засветки от белой (наиболее неблагоприятной) к чёрной (отсутствие засветки), но самих зон, градаций стало больше. Например, между белой и красной дополнительно появились розовая и пурпурная зона, а синяя зона вместо двух градаций получила три. Несколько смещены и границы зон: так, оранжевая зона в атласе 2006 года соответствует красной в текущем, а собственно оранжевая на свежей карте соответствует тёмной оранжевой на карте 2006 года.

Тема светового загрязнения, безусловно, должна быть рассмотрена подробнее. Мы постараемся сделать тематические публикации в ближайших выпусках нашего издания.

Артём Новичонок

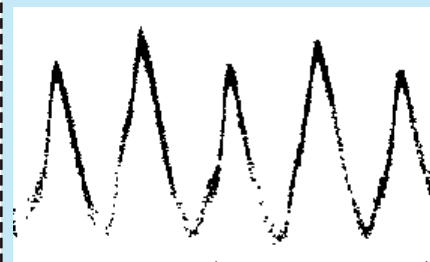
Ссылки:

1. Falchi F. et al. 2016. The new world atlas of artificial sky brightness. *Science Advances*. <http://advances.sciencemag.org/content/2/6/e1600377.full>
2. <http://cires.colorado.edu/artificial-sky>

В НОМЕРЕ:

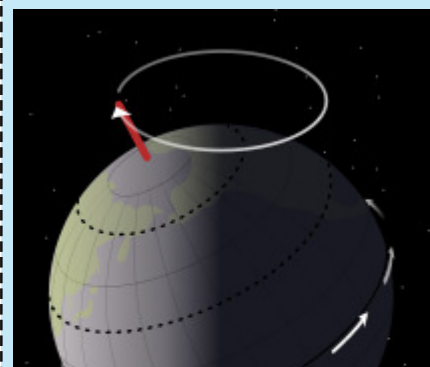
Артём Килин
Мириды с изменяющимся периодом. Часть 2.

стр. 3



Владимир Романов
Астрономические задачи: прецессия

стр. 5



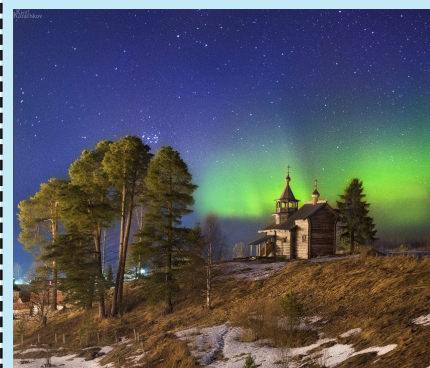
Артём Новичонок
Водяной лёд на поверхности ядра кометы

67P/Чурюмова-Герасименко

стр. 7

Кирилл Казачков
Астрофото: музыка полярных сияний

стр. 8



МИРИДЫ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПЕРИОДАМИ

Яркие мириды – одни из самых известных и наиболее доступных для любительских наблюдений переменных звёзд. История регулярных наблюдений некоторых мирид насчитывает несколько столетий. Кажется бы, о них должно быть известно уже всё. Но это не совсем так. Один из вопросов – характер изменения периода пульсаций этих переменных звёзд. Мы публикуем здесь продолжение перевода статьи про этот феномен, опубликованной на сайте AAVSO – Американской ассоциации наблюдателей переменных звёзд. Первая часть материала была размещена в «Астрономической газете», №6 (59) за 2013 год.

Автор текста статьи:



**МЭТЬЮ
ТЕМПЛТОН**
г. Дедхем (США)

Автор перевода:

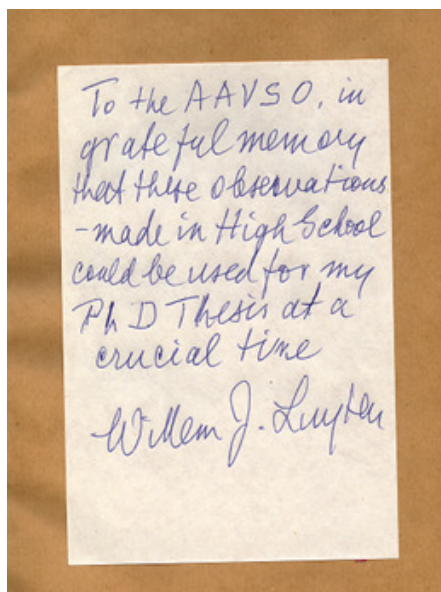


**АРТЁМ
КИЛИН**
г. Томск

**История наблюдений
изменения периода**

Мириды известны с конца XVI века. Даже до того, как механизм изменений их блеска стал понятен, было известно, что эти изменения носят почти периодический характер: циклы колебаний яркости повторяются с периодом в среднем несколько сотен дней. Также было известно, что мириды не являются строго периодическими, что их кривые блеска в каждом колебательном цикле немного отличаются как пе-

Записка с благодарностью от Люйтена, вложенная в копию его диссертации, которая хранится в AAVSO



риодом, так и формой от соседних циклов. Одним из первых исследователей этого феномена был американский астроном Сет Чендлер, который изучал изменения периода R Гидры в 1882 году. Чендлер предположил, что эти изменения носят периодический характер. После Чендлера еще несколько астрономов пытались взяться за изучение этой же звезды, среди них Людендорф, Нейланд, Хатвиг и Тёрнер. В 1921 году другой выпускник Гарварда, Виллем Люйтен, исследовал фотометрические характеристики R Орла и других подобных звёзд в своей диссертации «Наблюдения переменных звёзд» («Observations of Variable Stars»). Он заметил, что постепенное сокращение периода кажется более реалистичным с точки зрения физики, чем циклическое изменение или внезапный скачок. (Люйтен подчеркнул в тексте диссертации, что это его предположение было основано больше на интуиции, чем на имеющихся доказательствах).

Статья Артура Стэнли Эддингтона и Ставроса Плакидиса, вышедшая в 1929 году, а также последующие статьи Плакидиса, были посвящены как вариациям периода, так и статистическому анализу этих вариаций. В конце 1930-х годов Теодор Стерн и Леон Кэмпбелл применили многие из этих идей к большому



Американский астроном Сет Чендлер исследовал мириду R Гидры и предположил, что изменения её периода носят циклический характер

объему данных, накопленному AAVSO в Гарварде. В своей работе Стерн и Кэмпбелл представили строгий статистический метод для систематического поиска изменений периода. Он не гарантировал успеха, в частности потому, что изменения периода становятся очевидными только после десятилетий наблюдений, но заложил надежную основу для наблюдений изменения периода.

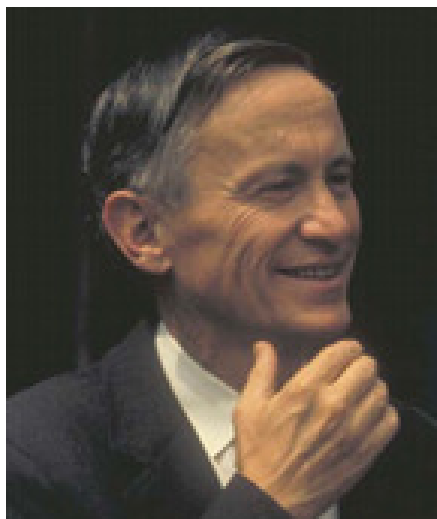
Наблюдения встречаются с теорией: понимание происходящего

Наблюдательные данные являются строительными блоками знаний, основой понимания, но сами по себе они не значат ничего. Важно, чтобы интерпретация данных была основана на принципах фундаментальной физики. Когда мы пытаемся понять, что именно мы наблюдаем, мы должны начать с интерпретации наблюдаемого феномена в соответствии с известными нам физическими законами. Также важно понимать, что сами данные могут оказаться неполными, либо потому, что наблюдать феномен может быть слишком сложно, либо если необходимые технологии еще не изобретены. Это замечание особенно справедливо для звёзд, так

как: а) мы не можем проводить прямые эксперименты с ними, и б) их фундаментальные эволюционные изменения занимают огромные промежутки времени, превышающие продолжительность человеческой жизни и даже тысяч человеческих жизней.

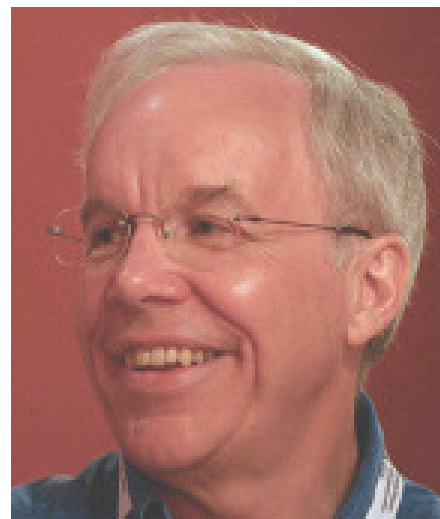
Множество открытий в звёздной астрономии было сделано в XX веке, возможно, самым крупным из них было открытие того, что энергия звёзд вырабатывается в результате термоядерных реакций в их недрах. Один из величайших прорывов в понимании физики звёзд случился во второй половине XX века, и связан он был не с наблюдениями, а с появлением компьютеров, которые позволили нам строить структурные модели гигантских раскалённых газовых шаров, основанные на фундаментальных физических принципах и удовлетворяющие наблюдательным данным. Благодаря таким моделям мы можем переместиться во времени и понять, что делает звёзды такими, какими мы их видим сейчас.

Математика для расчета звёздной структуры была разработана еще в XIX-XX веках, однако только появление компьютеров позволило нам создавать гораздо более сложные математические модели звёзд, чем те, которые можно было бы создать «на бумаге», и рассчитать изменение состояния звёзд с течением



Мартин Шварцшильд

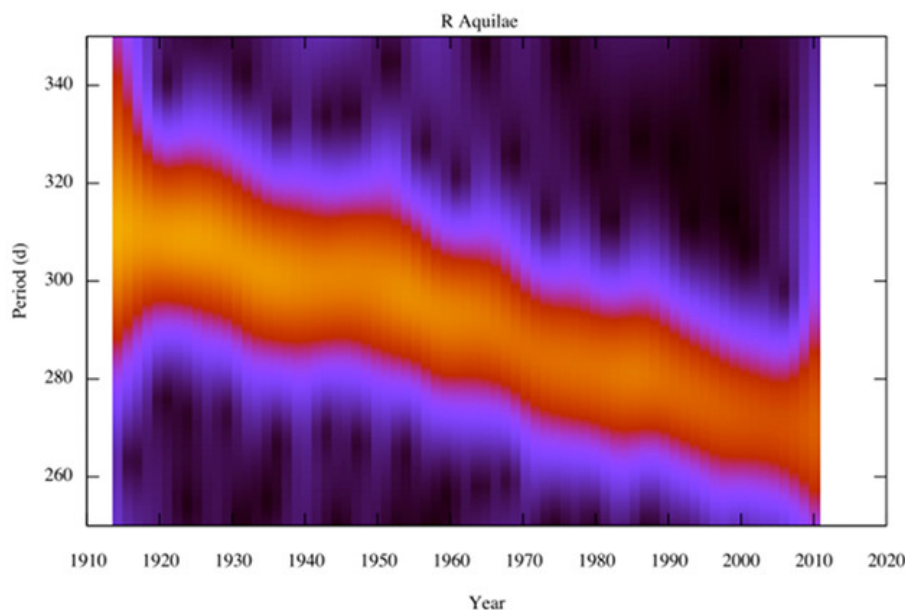
времени. К середине 1960-х годов были более или менее прояснены процессы, управляющие эволюцией звёзд от стадии первоначального сжатия до стадии красного гиганта, и исследователи стали тестировать модели применительно к различным ситуациям, встречающимся в реальности. Звёзды разных масс, состава и возраста становились объектами для специалистов по моделированию, помогая проверить точность используемых моделей. Например, в 1961 году, Ричард Харм и Мартин Шварцшильд (на фото выше), представили статью, подробно описывающую, что происходит в ядре красного гиганта с вырожденным гелиевым ядром, на границе которого, в слоевом ис-



Питер Буд

точнике энергии продолжается термоядерная реакция перехода водорода в гелий. Авторы сделали вывод, что в ядре звезды по мере накопления гелия и увеличения температуры происходит так называемая «гелиевая вспышка», в ходе которой выделяется большое количество энергии, что приводит к быстрым изменениям внутренней структуры звезды. Их расчеты позволили выяснить, что такое «горение» должно протекать очень быстро благодаря свойствам материи, находящейся под давлением. Позднее аналогичные вычисления показали, что подобные события могут происходить внутри слоёв водорода и гелия, появляющихся по мере старения массивных звёзд.

По мере роста производительности компьютеров в 1960-х-1980-х годах сложность подобных моделей также росла, уточняя наше представление о звёздах, их формировании, эволюции и даже о возрасте Вселенной. Однако модели позволяют увидеть только часть общей картины, их проблема прямо противоположна проблеме наблюдательных данных – они позволяют выработать подробную гипотезу, но без верификации относительно реальности модель остается лишь моделью. Подтвердить многие аспекты звёздной эволюции позволило изучение звёздных скоплений, в которых много звёзд одного возраста и различной массы. Если модель позволяла предсказать свойства, кото-



рые совпадали с тем, что реально наблюдалось, это было хорошим знаком того, что она верна. Переменные звезды, особенно пульсирующие, также полезны для подтверждения корректности моделей, поэтому моделирование пульсирующих переменных (цефеид, звёзд типа RR Лиры и мирид) началось еще в 60-х годах XX века и продолжается и в наши дни.

Условия внутри мириды экстремальны – её сверхплотное ядро состоит из продуктов реакций, протекавших в нём в те времена, когда звезда еще находилась на главной последовательности. Оно больше напоминает полностью выгоревший белый карлик, чем ядро обычной звезды. Внешняя оболочка мириды холодная и разреженная, раздуваемая энергией термоядерной реакции, продолжающейся на границе ядра, где несгоревшие водород и гелий из внешней оболочки сталкиваются с горячей границей мертвого ядра звезды. Но что по-настоящему поражает, так это темпы изменений. Солнечноподобной звезде, находящейся на главной последовательности, требуются миллионы и даже миллиарды лет, чтобы заметно измениться, в то время как старые звёзды, находящиеся на асимптотической ветви гигантов, меняются гораздо быстрее, за тысячи или сотни лет, а возможно, даже за десятилетия. Это как раз та точка, где теория и практические наблюдения имеют, пожалуй, самый многообещающий потенциал для совмещения – самые быстрые эволюционные изменения происходят на промежутках времени, для которых мы уже имеем данные в форме долгосрочных кривых блеска.

В одной из ранних теоретических статей, вышедшей в 1981 году, Питер Вуд (фото на стр. 3) и Доминик Зарро сравнили теоретически вычисленные изменения, которые должны произойти со звездой на асимптотической ветви гигантов диаграммы Герцшпрунга-Расселла в результате термических импульсов, описанных выше, и изменения периода, которые реально обнаруживаются у мирид. Период колебаний

яркости звёзды типа Миры Кита частично определяется размером звезды вместе с другими внутренними свойствами. Из этого можно сделать предположение, что во время теплового импульса размер звезды и её внутренняя структура будут меняться настолько, что эти изменения можно будет обнаружить либо непосредственно, либо косвенно по их влиянию на период пульсаций звезды. Вуд и Зарро указали, что R Гидры и R Орла были двумя хорошо известными миридами с изменяющимся периодом, также они заметили, что W Дракона может оказаться третьей звездой этого класса. Их вычисления того, как тепловой импульс должен менять звезду, хорошо согласовывались с масштабом и скоростью изменений, наблюдавшихся на практике. В 1980-х и 1990-х годах различными исследователями было опубликовано ещё несколько статей по сходной тематике, и на данный момент существует большая – но, тем не менее, не абсолютная! – уверенность, что долгосрочные изменения периода мирид и других звёзд, находящихся на асимптотической ветви гигантов, могут вызываться тепловыми импульсами.

Почему мы говорим, что не уверены полностью? Во-первых, очень сложно доказать, что звезда находится в середине теплового импульса, поскольку у нас нет признаков, однозначно доказывающих, что такие изменения происходят в настоящий момент. Во-вторых, изменения могут быть следствием других физических процессов. Мириды и другие звезды с асимптотической ветви гигантов устроены невероятно сложно. Вещество внешней оболочки звезды постоянно перемешивается конвекцией, к тому же протяженная разреженная атмосфера мирид подвержена пульсациям с большой амплитудой. Кроме того, температура таких звёзд находится в том диапазоне, где атомы легко собираются в молекулы, а молекулы, в свою очередь, легко образуют частицы пыли. Подобный процесс, протекающий в атмосфере звезды, может серьезно влиять на её внеш-

ние характеристики и, возможно даже, влиять на процессы, протекающие внутри. Например, статья Альберта Зейлстры, вышедшая в 2004 году, предполагала, что, по крайней мере, у одной звезды, ВН Южного Креста, изменения периода пульсаций могут быть связаны с наблюдаемым изменением химического состава, и может существовать обратная связь между атмосферными/фотосферными изменениями и условиями внутри звезды, которые управляют поведением пульсаций. Питер Вуд в своей статье, вышедшей в 2010 году, предположил, что изменения периода могут происходить вследствие внезапных изменений во внутреннем состоянии звезды, например, изменении числа конвективных ячеек. Стэн Волкер, в свою очередь, заметил, что долгосрочное поведение ВН Южного Креста показывает несогласованность изменений периода и формы кривой, что является серьезным аргументом против теплового импульса.

Проблему изменения периода мирид ни в коем случае нельзя считать решённой, несмотря на то, что о её существовании известно с конца XIX века. В то время как представление о звёздах становится всё более и более полным, вместе с тем растёт и понимание того, сколь много остаётся неизведанного. Таким образом, продолжение наблюдений мирид, у которых наблюдается этот феномен – задача критической важности, как для современных исследователей, так и для тех, кто будет заниматься этой проблемой завтра. Поэтому здесь очень важны любительские наблюдения! Эти наблюдения мирид с переменным периодом однажды помогут нам объяснить природу описанных изменений.

Продолжение следует...

Источник:

<https://www.aavso.org/mira-variables-period-changes>

Библиография к статье будет опубликована вместе с её третьей, финальной частью.



**ВЛАДИМИР
РОМАНОВ**

г. Петрозаводск

ПРЕЦЕССИЯ

Как известно, форма Земли слегка вытянута по экватору (сплюснута у полюсов). Притягивающее воздействие Луны и Солнца на экваториальные избытки масс приводит к смещению оси вращения Земли (изменению её ориентации в пространстве). В результате ось вращения сама делает обороты вокруг оси эклиптики (ось эклиптики проходит через центр Земли, перпендикулярно орбите Земли) с периодом 25 765 лет. При этом угол между этими осями не меняется и остаётся равным примерно 23.5 градуса. Это явление носит название прецессии земной оси.

Движение оси вращения означает, например, что северный полюс мира не всегда находится около Полярной звезды, а движется вокруг некоторой точки (она находится в созвездии Дракона и называется северным полюсом эклиптики) по окружности с угловым радиусом 23.5 градуса, с периодом в 25 765 лет. Южный полюс мира также

синхронно движется вокруг точки, называемой южным полюсом эклиптики. Таким образом, и небесный экватор, который расположен на расстоянии 90 градусов от любого из полюсов мира, изменяет свое расположение относительно окружающей нас картины созвездий.

А вот сама картина созвездий не меняется. Конечно, звёзды имеют и собственное движение в пространстве, и даже можно выявить вековое изменение углового расстояния между звёздами, особенно если они относительно близко расположены, но подобные изменения, как правило, не столь существенны и не связаны с изменением ориентации оси вращения Земли.

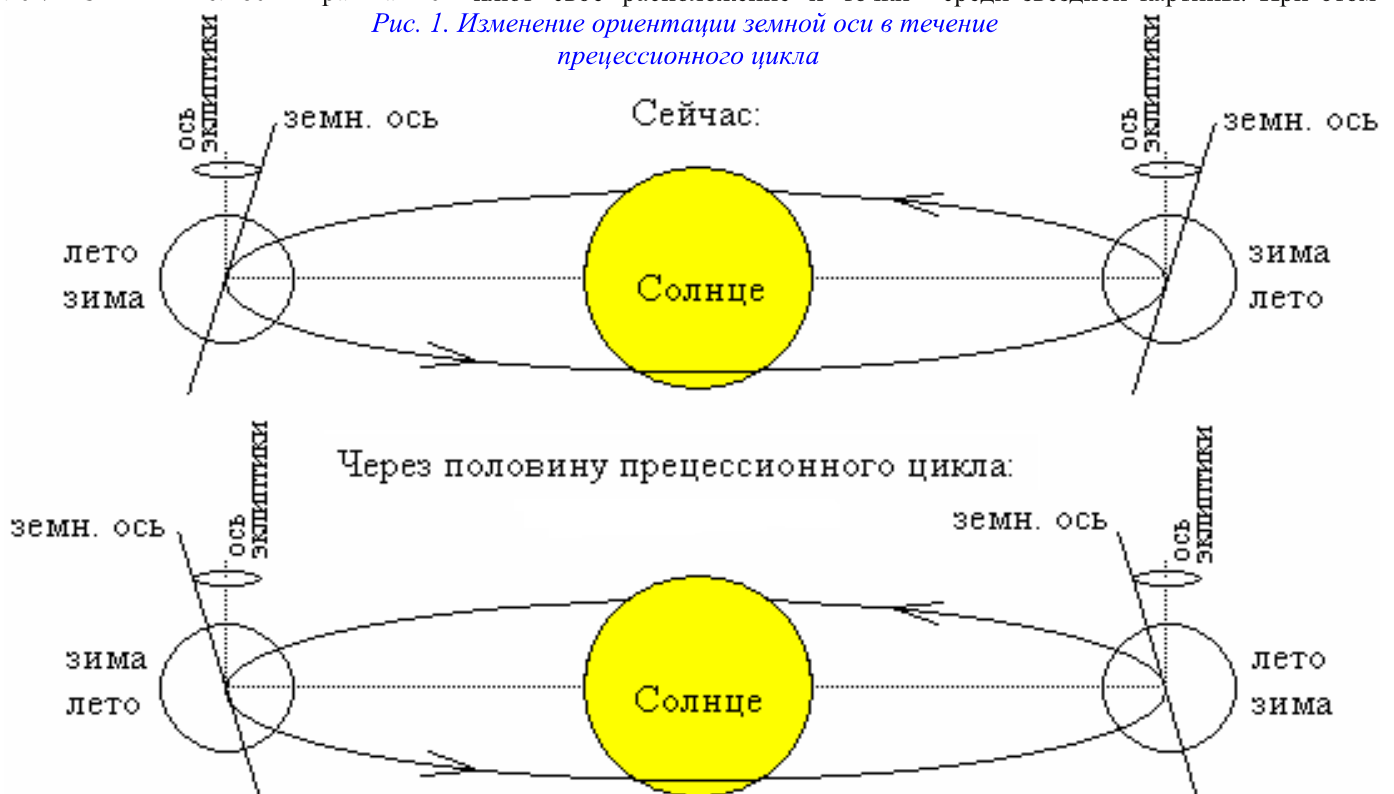
Не меняется и ориентация орбиты Земли в пространстве. А это значит, что не будут меняться и зодиакальные созвездия – Солнце будет проходить по одним и тем же созвездиям. Собственно, не изменят свое положение относительно звездной картины линия эклиптики (годовой путь Солнца) и полюса эклиптики (линия эклиптики располагается на расстоянии 90 градусов от любого из полюсов эклиптики).

А поскольку небесный экватор меняет свое расположение, то меняют свое расположение и точки

его пересечения с линией эклиптики – точки равноденствия (точку весеннего равноденствия Солнце проходит, когда движется из южной полушферы небесной сферы в северную, а точку осеннего равноденствия проходит, когда движется из северной полушферы в южную). Поскольку вся экваториальная система координат опирается на понятия небесного экватора, точки весеннего равноденствия и полюсов мира (прямое восхождение отсчитывается от точки весеннего равноденствия, параллельно небесному экватору, по часовой стрелке, если смотреть в сторону северного полюса мира, а склонение отсчитывается от небесного экватора, перпендикулярно ему, и положительное значение соответствует северной полушфере небесной сферы), то очевидно, что меняются и экваториальные координаты любой из звёзд. Поэтому, для того чтобы указать единые координаты для каждой звезды (если это экваториальные координаты), нужно также указать и эпоху, то есть момент времени, когда эти координаты были (или будут) актуальны.

Как уже было сказано, точка весеннего равноденствия движется среди звездной картины. При этом

Рис. 1. Изменение ориентации земной оси в течение прецессионного цикла



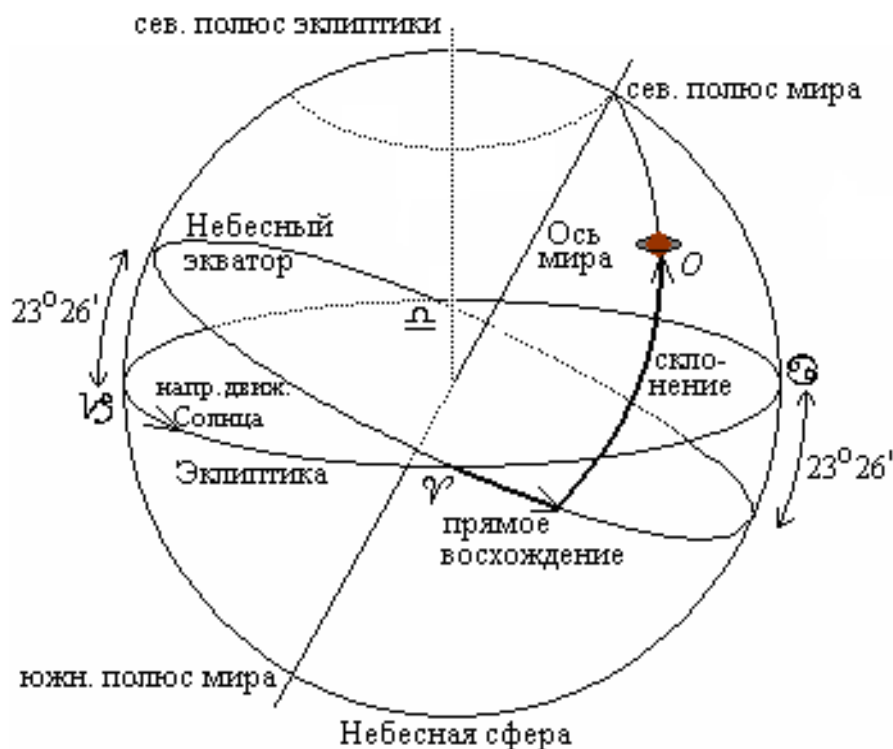


Рис. 2. Экваториальная система координат

она, очевидно, остаётся на пересечении небесного экватора и линии эклиптики. Точка весеннего равноденствия движется в направлении, противоположном направлению движения Солнца по эклиптике, и встречает зодиакальные созвездия в противоположном порядке. Говоря о том, в каком созвездии сейчас расположена точка весеннего равноденствия, иногда говорят об эрах. Так, сейчас она находится в созвездии Рыб – и сейчас эра Рыб. В те времена, когда её движение только было обнаружено, она была в созвездии Овна, и поэтому исторически обозначается символом созвездия Овна.

Также и точка осеннего равноденствия, находящаяся сейчас в созвездии Девы, обозначается символом созвездия Весов, потому что в те времена находилась в созвездии Весов.

Далее дадим понятия тропического и сидерического года. Сидерический год – период обращения Земли вокруг Солнца. Очевидно, что если Земля сделает оборот и займёт предыдущее положение относительно Солнца, то Солнце для наблюдателя на Земле будет располагаться в том же месте относи-

тельно звёздной картины. Таким образом, сидерический год – это также период движения Солнца по линии эклиптики. Длится он 365.2564 солнечных суток. Как уже было сказано, точка весеннего равноденствия движется вдоль линии эклиптики в направлении, противоположном направлению движения Солнца. Если Солнце находится в точке весеннего равноденствия, то такой момент называют моментом весеннего равноденствия. (Собственно, это определение самого момента, а равноденствием он называется, потому что Солнце при этом пересекает небесный экватор. То есть, его склонение равно нулю, а если у объекта склонение равно нулю, то при суточном вращении Земли он будет проходить одинаковый путь и над и под горизонтом. В случае Солнца это означает равенство продолжительности дня и ночи). Из-за встречного движения точки весеннего равноденствия, каждый год момент весеннего равноденствия наступает примерно на 20 минут раньше, чем Солнце успеет пройти полный путь вдоль линии эклиптики от предыдущего весеннего равноденствия. Такое явление называется предварением рав-

ноденствий или прецессией. Время между двумя последовательными моментами весеннего равноденствия называется тропическим годом, и он равняется 365.2422 солнечных суток.

Именно тропический год, а не сидерический, является календарным и определяет период смены времен года. Покажем это. Пусть в нашем северном полушарии сейчас лето. Перенесёмся в будущее примерно на половину прецессионного цикла и так, чтобы при этом прошло целое число сидерических лет. То есть, Земля будет занимать то же положение относительно Солнца. Ось же Земли сделает пол оборота вокруг оси эклиптики, и в результате в нашем северном полушарии в этот момент будет зима. Таким образом, тропических лет прошло явно не целое число (грубо говоря – столько же, сколько сидерических, и еще половина). За весь же прецессионный цикл тропических лет накапливается ровно на один больше, чем сидерических.

Задачи

1. Определите, через какие созвездия будет проходить небесный экватор, в каких созвездиях будут полюса мира, точки равноденствия и точки солнцестояния через четверть прецессионного цикла? Через половину прецессионного цикла? Через три четверти прецессионного цикла?

2. Вы отмечаете 100 000-й день рождения. Сколько оборотов вокруг Солнца сделала планета Земля с момента вашего рождения?

3. В настоящую эпоху Солнце находится в созвездии Рыб в период с 12 марта по 18 апреля. Определите, в каких датах Солнце будет находиться в созвездии Рыб через 5000 лет.

4. Определите, какая была бы продолжительность тропического года, если бы земная ось двигалась в противоположном направлении? Продолжительность сидерического года пусть будет такой же, какая она есть.



**АРТЁМ
НОВИЧОНОК**
г. Петрозаводск

ВОДЯНОЙ ЛЁД НА ПОВЕРХНОСТИ ЯДРА КОМЕТЫ 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO

Сублимация водяного льда — основной источник активности кометы 67P/Чурюмова-Геасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko, 67P/C-G). Несмотря на это, обнаружить залежи замерзшей воды на поверхности кометного ядра не так просто, потому что почти все они скрыты под поверхностным слоем пыли. Тем не менее, детальные данные с инфракрасного анализатора VIRTIS аппарата «Розетта» помогли это сделать. Данные говорят о том, что поверхность кометного ядра покрыта тёмным, сухим, богатым органическими веществами материалом, в котором всё-таки присутствует небольшое количество водяного льда.

Учёные проанализировали данные инфракрасного сканирования, проведённого в период с сентября по ноябрь 2014 года. Авторы исследования подтверждают, что две ярких в видимом свете области (каждая несколько десятков метров в поперечнике), расположенные в районе «Имхотеп» (в нижней части крупной доли ядра кометы), действительно содержат значительные количества водяного льда. В обоих случаях лёд связан с крутыми утёсами, на которых нередки обвалы. В период получения данных средняя температура этих областей составляла $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В обоих регионах лёд был обнаружен примерно на 5% пикселей проанализированных выборок, в то время как остальное пространство заполнено тёмным, сухим материалом. Структуру ледяных полей анализировали путём сравнения данных инфракрасных измерений прибора VIRTIS и моделей, которые показывают, как именно будут выглядеть данные наблюдений, если замёрзшая вода представлена частичками разных размеров. В результате выяснилось, что обнаруженный лёд включает два размерных распределения — маленькие кристаллы с размером порядка

нескольких десятков микрометров, а также крупные, с диаметрами около 2 мм. Это намного больше крошечных фрагментов льда с диаметрами в несколько мкм, обнаруженных ранее в области «шеи» кометного ядра, в регионе «Хапи».

Как отметил ведущий автор исследования, Gianrico Filacchione, «различные размерные группы кристаллов льда, обнаруженные на поверхности ядра, подразумевают неодинаковые механизмы и различную продолжительность их формирования». Обнаруженные в регионе «Хапи» крошечные кристаллы — результат быстрой реконденсации воды в течение суточного цикла: такие кристаллики формируются каждую ночь и с наступлением дня исчезают. Слои более крупных кристаллов в области «Имхотеп», по-видимому, имеют более сложную историю. Вероятно, они формируются намного медленнее и лишь изредка подвергаются действию эрозии.

Предполагая, что типичный размер ледяных кристалликов на кометных ядрах составляет десятки мкм (этот вывод был сделан не только на основании изучения кометы 67P/C-G, но и по результатам наблюдений других комет), кристаллы с размерами порядка 2 мм можно объяснить их вторичным ростом. Это, например, может происходить в результате слипания отдельных кристалликов льда в более крупные кристаллы. Вторую возможность дают процессы сублимации подповерхностного льда, происходящие под действием солнечного теплового излучения. В то время как часть сублимировавшей воды окончательно покидает ядро, формируя кому и впоследствии улетающаяся в космическое пространство, некоторая значительная часть повторно конденсируется в околоповерхностных слоях. Этот механизм подтверждается лабораторными экспериментами, в которых моделируется сублимация во-

дяного льда, запрятанного под слоем пыли, в результате действия солнечного тепла. Эксперименты показывают, что более 80% образовавшихся водяных паров так и не могут пробраться через пылевую мантию кометного ядра, вторично осаждаваясь под поверхностью.

Дополнительная энергия для сублимации также может высвободиться в результате преобразования структуры льда на молекулярном уровне. В условиях низких температур, которые типичны для кометных ядер, аморфный лёд может превращаться в кристаллический с высвобождением энергии.

Как сообщают исследователи миссии, нарастание ледяных кристаллов может приводить к значительному увеличению содержания воды в околоповерхностных слоях толщиной в несколько метров, что в дальнейшем может повлиять на крупномасштабную структуру, пористость и термические свойства ядра. Тонкий слой, богатый водяным льдом, который зафиксировали исследователи, может быть следствием кометной активности и эволюции, а это значит, что глобальное расслоение кометного ядра не обязательно происходит на ранних стадиях эволюции кометы. Очень непростая задача — разобраться в том, какие видимые особенности кометы являются следствием её эволюции, а какие остались с тех древних времён, когда Солнечная система и кометы вместе с ней ещё только формировались. Исследование кометы в близкого расстояния помогает лучше понять, какие процессы происходили на различных стадиях эволюции кометного ядра.

В настоящее время учёные миссии анализируют дальнейшие данные, чтобы выяснить, как именно участки с обнажённым льдом вели себя под воздействием максимального потока солнечного излучения, когда 67P/C-G была вблизи перигелия своей орбиты.

© К. Казачков
Полярное сияние и Александро-Свирский монастырь 9 мая 2016 года



© К. Казачков
Полярное сияние в деревне Маньга (23 марта 2016 года)



«Ночь была безлунная, звёздная, морозная и ясная. Темно, только на юго-востоке небо внизу слабо освещено, будто за холмом горят огни. Я любовался этим слабым светом, который вдруг превратился в сходящиеся снопы лучей, протянувшиеся кверху. От их прикосновения на юго-востоке зажглась медленно колеблющаяся завеса, свисающая складками с неба. Быть может, это было вознесенное в небеса покрывало Изольды, и там, где его касалось дыхание её желания, оно становилось горячим и светлым. Дыхание Изольды пробежало по нему, оно трепетало и волновалось. Это было так похоже на ее крик: Он идет! Боже, он идёт!— Завеса вспыхнула пламенем и зажгла небо».

Рокуэлл Кент
Описание полярного сияния в Гренландии из книги «Саламина»

ПОД СЕВЕРНЫМ НЕБОМ, №1 (60). Июль 2016 г.
Бесплатное издание для любителей астрономии
Главный редактор: А.О. Новичонок
Редколлегия: С. Плакса
Корректор: И. Новичонок
Обозреватель: В. Романов
Дизайн и вёрстка: А. Новичонок
Для связи с нами: agaz@list.ru; <http://vk.com/astrogazeta>
При оформлении первой страницы использовано изображение с сайта <http://tophdimgs.com/>

