

# Ответы заочной олимпиады по астрономии и космонавтике - 2020

им. А. А. Леонова

Возрастная группа: 9 - 11 классы

1. Иногда посетители нашего планетария задают вопрос о существовании планеты «Нибиру» – ведь в новостях периодически появляются устрашающие заголовки на тему грядущего апокалипсиса. Якобы данная планета находится точно в противоположной стороне, отставая от Земли на полгода, и всегда находится за Солнцем, поэтому невидима. Такое действительно возможно? Существуют ли способы обнаружить подобную планету, находясь на поверхности родной планеты?



## Ответ

Для решения сделаем два допущения.

1. Будем считать, что гравитационное взаимодействие планеты, находящейся за Солнцем, на другие объекты мало. Иначе изменение траектории космических тел (например, околоземных астероидов) было бы заметным.

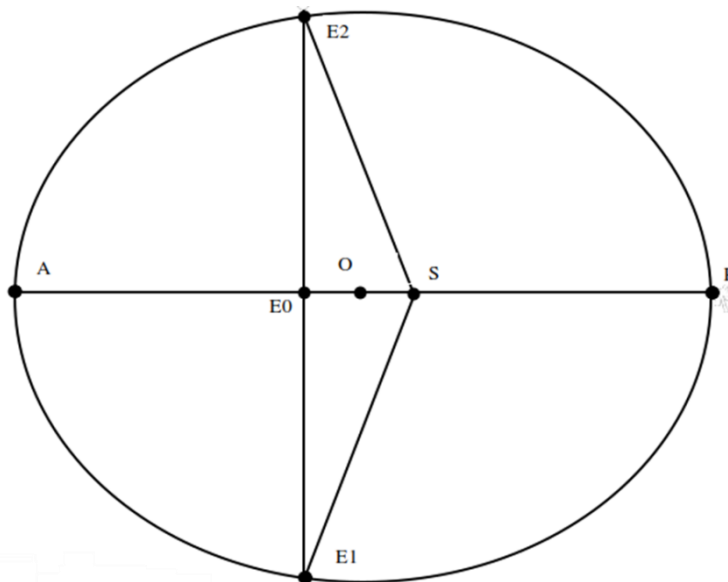
2. Есть возможность пронаблюдать планету. Здесь возникает некоторое противоречие, связанное с принципиальной невозможностью наблюдать планеты за Солнцем.

Однако давайте рассмотрим орбиту планеты Земля. Эксцентриситет орбиты оставляет  $e=0.017$ . По 2-му закону Кеплера радиус-вектор, направленный из центра Солнца в центр планеты, за равные промежутки времени описывает равные площади. Изобразим орбиту Земли и Противоземли (Нибиру).

На рисунке введены следующие обозначения:  $S$  — Солнце,  $P$  — перигелий орбиты,  $A$  — афелий орбиты,  $O$  — центр эллипса.

Тогда из определения эксцентриситета  $OS = a * e$

где  $a$  — астрономическая единица (средний радиус орбиты Земли). Предположим, что Земля находится в точке, расположенной на равном удалении по времени между



точками перигелия и афелия. Противоземля находится в таком же положении, только она располагается в точке между афелием и перигелием. Тогда площади частей эллипса, ограниченные отрезками  $SE_1$  и  $SE_2$ , совпадают. Проведем прямую, соединяющую  $E_1$  и  $E_2$ . Обозначим точку пересечения большой оси эллипса с прямой  $E_1E_2$  точкой  $E_0$ . В силу симметрии, мы получаем, что  $SE_0 = 2ea$ .

Рассмотрим прямоугольный треугольник  $SE_1E_0$ , в котором  $SE_1$  равно  $a$ . Тогда угол  $SE_1E_0$  будет равен

$$\sin SE_1E_0 = SE_0 / SE_1 = 2ea/a = 2e = 0,034$$

Ввиду малости значения, синус данного угла равен самому углу. Переведем данное значение из радиан в градусную меру. Для этого необходимо данное значение умножить на 57,29 градуса. Следовательно, получаем  $1,95^\circ$ . Конечно, этого недостаточно, чтобы увидеть Противоземлю на восходе или заходе Солнца, но дало бы нам возможность без труда найти ее во время полной фазы солнечных затмений.

**2. Небезызвестный персонаж наших олимпиад Саша Варезкин провёл наблюдения за изменением блеска некой звезды. Перед вами таблица, которая у него получилась в результате. Постройте график в следующем масштабе: 1 ч — 1 мм и 1 зв. вел. — 10 см. Найдите по данным наблюдениям период изменения блеска звезды. Установите, к какому типу переменных звезд она относится. Чем эти звёзды известны? Определите, какую именно звезду наблюдал Саша Варезкин и расстояние до неё. Может ли она наблюдаться в Нижнем Новгороде и если да, то когда?**

Дата наблюдений	Время наблюдений, ч	Видимая звездная величина
14 марта	23	+3,8
15 марта	22	+3,7
16 марта	20	+3,9
18 марта	22	+4,1
19 марта	6	+4,2
20 марта	0	+3,9
20 марта	23	+3,6
21 марта	21	+3,8
24 марта	22	+4,1

**Примечание.** Необходимо учесть, что чем больше звездная величина, тем слабее звезда, поэтому для шкалы ординат необходимо рост блеска связать с уменьшением звездной величины.

**Ответ**

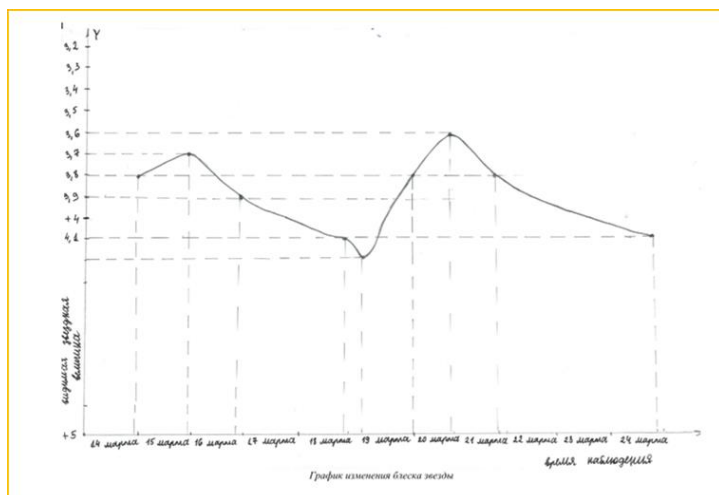


График мы взяли из работы нашего призёра Маслова Евгения, 10 кл.

По графику определяем, что период изменения блеска звезды соответствует примерно 5 суткам. График изменения блеска показывает, что уменьшение яркости происходит более быстро, чем возвращение к начальному максимальному значению. Это описывается кривизной графика.

Уменьшение яркости происходит за 2 дня, а нарастание за 3. На основании этого можно сделать вывод, что Саша Варезкин наблюдал одну из звезд, которая относится к классу цефеид. Цефеиды примечательны тем, что являются своеобразными «маяками Вселенной»: они переменные (их яркость колеблется), и связь между периодом колебания и светимостью очень полезна для расчетов дистанций до объектов в космосе.

В начале XX века Э.Хаббл обнаружил в туманности Андромеды цефеиду с периодом 31,4 суток, что позволило определить расстояние до этой галактики, расширив «мир», в котором находится Солнечная система и Млечный Путь.

Для звезд цефеид существует связь между абсолютной звездной величиной  $M$  (звездная величина с расстояния 10 пк) и периодом изменения блеска  $P$  (в сутках):

$$M = -1,43 - 2,81 \lg(P)$$

Абсолютная звездная величина связана с видимой звездной величиной и расстоянием:

$$\lg D = 0,2(m - M) + 1, \text{ где } D \text{ — расстояние до звезды.}$$

Подставим значения и определим, что расстояние до звезды, которую наблюдал Саша.

Абсолютная звездная величина составляет -3,4 звездной величины. Для сравнения абсолютная звездная величина Солнца +4,7. Тогда, расстояние  $D \sim 900$  световых лет.

Среди типовых цефеид, которые можно наблюдать, можно назвать Полярную звезду, дельту Цефея и многие другие.

Посмотрим на характеристики Полярной и дельты Цефея:

Звезда	Период	Абсолютная звездная величина	Видимая звездная величина
Полярная	4 дня	-3,6	+1,97
дельта Цефея	5 дней 9 часов	-3,46	+4

По анализу характеристик - для решения подходит дельта Цефея. Делаем вывод, что Саша наблюдал дельту Цефея.

Прямое восхождение данной звезды +58 градусов, что для широты Нижнего Новгорода 56 градусов, данная звезда является незаходящей.

Поэтому данную звезду можно наблюдать на протяжении всего года. Максимальная высота над горизонтом достигается в летне-осенний период.

3. Перед вами кадр из фантастического фильма. Узнаете, из какого? Что находится за спиной у астронавтов? Какие аппараты могут считаться прототипами этого устройства? Где они были созданы и кто их использовал?

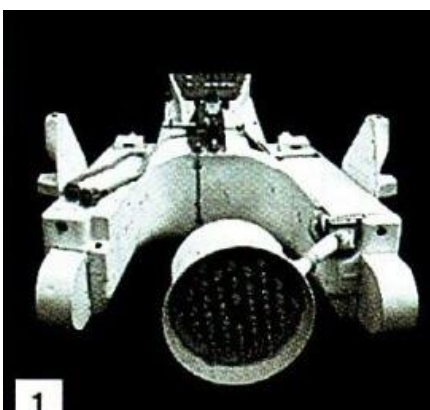


### Ответ

Это кадр из британо-американского фильма «Гравитация» режиссёра Альфонсо Куарона. Главные и единственные роли в картине исполняют Сандра Буллок и Джордж Клуни. Во время работы американских астронавтов в открытом космосе происходит катастрофа. Астронавт-исследователь Райан Стоун, занимавшаяся ремонтом космического телескопа «Хаббл», и ветеран-астронавт Мэтт Ковальски оказываются единственными выжившими членами команды корабля после его столкновения с космическим мусором. Поскольку челнок получил повреждения, не позволяющие дальнейший полёт на нём и возвращение на Землю, Ковальски принимает решение добираться вместе с Райан Стоун до Международной космической станции с помощью индивидуального реактивного ранца или индивидуальной установки для перемещения и маневрирования.

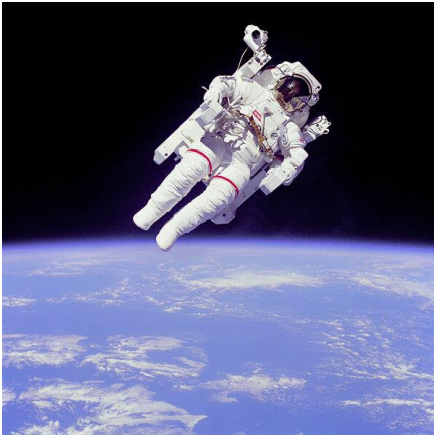
Прообразами рюкзаков, используемых героями фильма, стали установки, сконструированные в разное время для перемещения космонавтов в открытом космосе.

Первой моделью в виде реактивного ранца был АМУ (Astronaut Maneuvering Unit). Движение обеспечивали 16 небольших ракетных двигателей. Испытания системы состоялись в 1966 году во время полета корабля «Джемини-9А» и окончились провалом. Больше система не испытывалась.



В то же время в Советском союзе было создано УПКМ (устройство перемещения и маневрирования космонавта). Установка в форме подковы как бы обнимала космонавта в скафандре. Перемещение обеспечивалось двумя блоками — разгонным и тормозным, каждый из 42 пороховых двигателей. Испытаний в космосе УПКМ не проводилось.





Первым устройством, действительно позволившим astronautам перемещаться в космосе без страховки, стал MMU (Manned Maneuvering Unit). Он представлял собой 150-килограммовую установку с 24 микродвигателями. Всего было построено два работающих экземпляра MMU. Они использовались в трех полетах шаттлов в 1984 году.

Во время миссии STS-41-B астронавт Брюс Маккэндлесс протестировал MMU, удалившись от шаттла на максимальное расстояние 97.5 метра, став, таким образом, первым в истории человеком-спутником.



В миссии STS-41-C MMU использовалась астронавтами в попытке подцепить спутник "SMM", который затем предстояло отремонтировать прямо на орбите.

В миссии STS-51-A с помощью MMU астронавтам удалось "схватить" спутники "Palapa B2" и "Westar 6", которые затем были загружены в отсек шаттла и доставлены на Землю, что стало первым в истории случаем подобного забора груза с орбиты. После этого MMU ни разу не использовался. Таким образом, те четверо астронавтов, что использовали MMU в 1984 году, пока что являются единственными в истории людьми, находившимися в

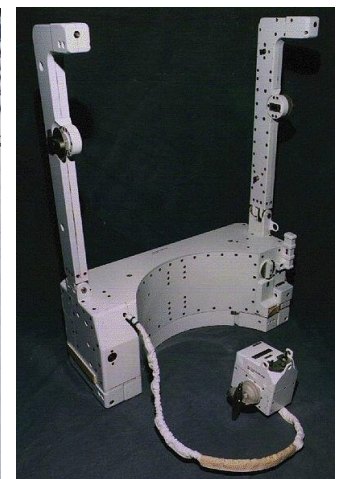
открытом космосе без страховочного фала.

В СССР тоже был создан аналог MMU, известный как 21КС (СПК) или «космический мотоцикл». Основу конструкции составлял массивный ранец, на котором размещались все системы. При штатной эксплуатации СПК должно было работать без привязи, удаляясь на расстояние до 100 метров от корабля. Пульты управления с тумблерами и рукоятками располагались на двух консолях — под обеими руками космонавта.

Первые летные испытания 21КС провели в феврале 1990 года космонавты Александр Серебров и Александр Викторенко на станции "Мир". Они выходили в открытый космос из модуля "Квант-2" и удалялись от станции на 35-45 метров, но при этом использовали страховочную лебедку. Испытания прошли удачно, хотя не совсем гладко. Больше испытаний 21КС не проводилась.



Несмотря на отказ от громоздких ранцевых систем, у нынешних астронавтов и космонавтов все же есть своего рода системы экстренного спасения на случай обрыва троса. Американская называется SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue): она весит 38 кг и позволяет ускорять астронавта до скорости 3 м/с.





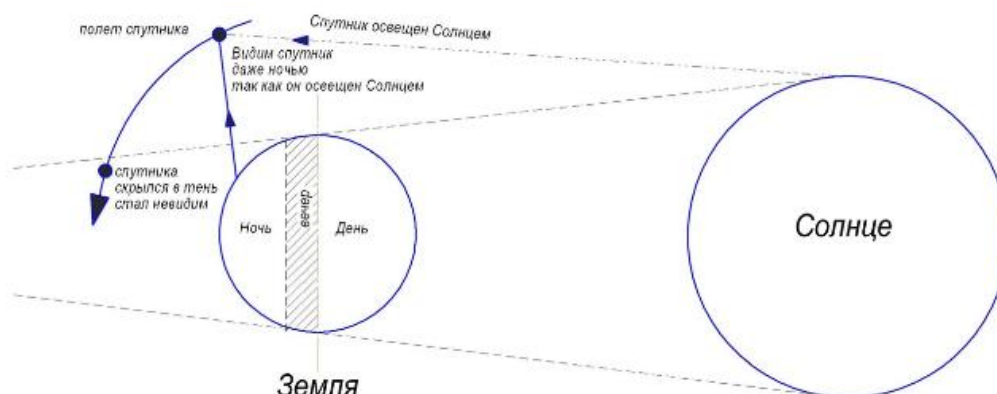
Российский аналог называется УСК (устройство спасения космонавтов) и позволяет обеспечивать стабилизацию космонавта по трем осям с точностью 5 градусов и использовать его двигатели для перемещения в космосе в случае какого-то ЧП. Впрочем, за всю историю освоения космоса экстренной ситуации, которая бы потребовали использования данной спасательной системы, еще ни разу не возникало. И будем надеяться, что не возникнет.

**4. Пронаблюдайте пролёт МКС. Попробуйте сделать фото или зарисовку своих наблюдений. Определите, будет ли пролетать МКС над планетарием в день подведения итогов? Каким сервисом вы пользовались? Какие небесные объекты находились рядом с траекторией пролёта? Оцените блеск МКС. Как вы это делали? Как объяснить тот факт, что мы её видим ночью, освещённую лучами Солнца? Сделайте рисунок.**

### Ответ

Благодаря огромным размерам и постоянной орбите большинство людей на нашей планете могут увидеть международную станцию невооружённым глазом. МКС всегда пролетает с запада на восток (угловая скорость около 1 градуса в секунду) и похожа на очень яркую и невероятно быстро движущуюся звезду (от  $0^m$  до  $-4^m$  звездной величины). Вполне возможно, что вы уже видели её и раньше, но не знали об этом. Интересные результаты наблюдений можно посмотреть в ответах младшей категории.

МКС пролетает мимо нас несколько раз в день, но видимой она становится при совпадении нескольких факторов. МКС отражает солнечный свет точно так же, как, например, Луна. Чтобы с Земли увидеть МКС, необходимо оказаться в правильном положении относительно Солнца и наблюдаемого объекта. Не при каждом проходе станция видна (она может находиться в тени). МКС видна в том случае, если ее проход в вашей местности происходит либо вскоре после заката, либо незадолго перед восходом. Если проход случается в середине дня, то она не видна из-за яркого неба. А если он происходит около полуночи, то станция не видна, так как находится в тени Земли. Почему мы видим МКС ночью, освещённую лучами Солнца, становится понятным из рисунка, присланного Шебуковой Марией, 10 кл.



В Сети есть множество ресурсов об МКС, но наиболее удобный и популярный сайт, на котором можно найти информацию о точном времени, конкретном участке неба, яркости объекта — это [Heavens-above.com](https://www.heavens-above.com).



Блеск МКС можно оценить, сравнивая её с объектами, рядом с которыми она пролетает. Объекты, мимо которых пролетала МКС, отражены на схеме Куринова Михаила, 8 кл., одного из наших призёров.

25 апреля, в день подведения итогов олимпиады, МКС в Нижнем Новгороде не наблюдается.