

# АСТРОНОМИЯ

## задачи и тесты

В. Г. Сурдин, ГАИШ МГУ



**Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ**

**СБОРНИК ЗАДАЧ  
И ПРАКТИЧЕСКИХ  
УПРАЖНЕНИЙ  
ПО АСТРОНОМИИ**



Учебно-научный центр довузовского образования МГУ

**В.Г. Сурдин**

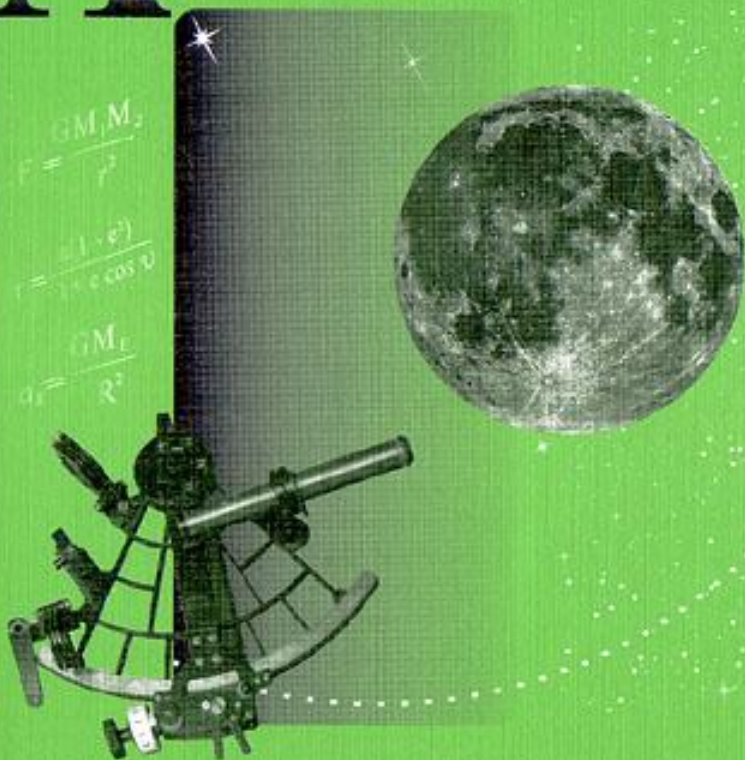
**Астрономические  
олимпиады**

**Задачи с решениями**

Москва 1995

# А

*В. Г. Сурдин*  
**АСТРОНОМИЧЕСКИЕ**



# ЗАДАЧИ С РЕШЕНИЯМИ



Е. Б. Гусев  
В. Г. Сурдин

# РАСШИРЯЯ ГРАНИЦЫ ВСЕЛЕННОЙ



Издательство  
МЦНМО

ИСТОРИЯ  
АСТРОНОМИИ  
В ЗАДАЧАХ



Нищев В. М. Нищева Н. В.

*Веселая астрономия  
для дошкольников*

СПб: Детство-пресс  
2016

Разработано  
в соответствии  
с ФГОС

В те дни, когда тень Земли закрывает часть Луны, мы видим Луну не полностью и называем видимую часть Луны месяцем.

Владимир Сурдин

ВСЕЛЕННАЯ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

9



ВЛАДИМИР  
СУРДИН

Лауреат премии «Просветитель»

# ВСЕЛЕННАЯ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ



ЗАДАЧИ И ТЕСТЫ  
ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ

**АНО**  
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

**ТРАЕКТОРИЯ**

ozon.ru

**Сурдин В. Г.**

С90 Вселенная в вопросах и ответах. Задачи и тесты по астрономии и космонавтике / Владимир Сурдин. – М.: Альпина нон-фикшн, 2017. – 242 с.

ISBN 978-5-91671-720-4

В новой книге известного астронома и популяризатора науки Владимира Сурдина собраны 181 задача, 50 вопросов и 319 тестов с ответами и решениями. Эти в целом не очень сложные задачи, раскрывающие разные стороны современной астрономии и космонавтики, требуют, однако, творческого мышления и понимания предмета. Основой для некоторых вопросов стали литературные произведения, в том числе научно-фантастические повести братьев Стругацких. Такая увлекательная форма подачи помогает легче усваивать новые знания по астрономии и космонавтике и активнее оперировать ими, что важно для будущих ученых и инженеров, а также преподавателей физики и астрономии.

УДК 524  
ББК 22.6



# Путешествия по Земле

## 1.1. Полярная

Любитель астрономии купил телескоп на экваториальной монтировке с хорошим часовым механизмом и перед началом наблюдений принялся ориентировать часовую ось на северный полюс мира. К счастью, вдоль часовой оси было проделано специальное отверстие, глядя в которое любитель нашел Полярную звезду и закрепил монтировку в таком положении. Сможет ли он при этом проводить визуальные и фотографические наблюдения?

## 1.2. Зима—лето

Казалось бы, тривиальный вопрос: «Что служит причиной смены сезонов на Земле, т. е. почему бывают зима и лето?» Но ведь каждый третий дает на него неверный ответ. А вы?

## 1.3. Падают кометы

Из многочисленных песен с популярным названием «Звездный дождь» нас привлекла лишь одна. Вот два ее куплета:

Падают кометы, освещая ночь,  
Будет до рассвета длиться звездный дождь.  
Лунный диск качается, словно в полусне,  
Ты со мной прощаешься, я с тобою нет.

Он как невидимка, этот звездный дождь.  
Каждую дождинку спрячет — не найдешь.  
Капли превращаются в пыль чужих планет,  
Ты со мной прощаешься, я с тобою нет.

Оставив в стороне поэзию, проанализируйте этот текст с астрономической точки зрения. На какие явления намекает автор? В чем он прав, а в чем нет?

## 1.4. К полюсу

Самолет взлетел на экваторе в 00:00 по Гринвичу и со скоростью 900 км/час летит на север точно в направлении стрелки магнитного компаса. В котором часу он пролетит над Северным географическим полюсом?

## 1.5. Где же юг?

Приезжий шел по центральной части Москвы днем в облачную погоду и спросил прохожего, как ему пройти к Главному зданию МГУ. Прохожий, как и любой москвич, торопился, поэтому, не оставиваясь, ответил: «Это на юге. Двигайтесь на юг».

«Легко сказать, — подумал приезжий. — Кто же знает, где тут у вас юг?» Время близилось к полудню, поэтому, как опытный турист, он поднял голову в поисках солнца, но увидел лишь однородно-серое небо. Однако, недолго поразмышляя, приезжий уверенно повернул в нужную сторону и отправился к высотному зданию МГУ. Знание астрономии подсказало ему верное направление. Что же стало для него ориентиром?

## 1.6. Гелиограф

В технике связи гелиограф — это оптический телеграф, устройство для передачи информации на расстояние посредством световых вспышек. Главной частью гелиографа служит закрепленное в рамке зеркало, наклонами которого производится сигнализация серией вспышек солнечного света (т. е. «солнечным зайчиком») в на-



Использование гелиографа в годы Первой мировой войны. Турецкая армия, 1917 г.

**1.36. Зимний пейзаж**

Какое время суток изобразил художник на этом пейзаже? Что можно сказать о наблюдательности художника?

**1.37. Подзорная труба**

В радиопостановке по роману Ж. Верна «Таинственный остров» в тот момент, когда путешественники обнаружили выброшенный на берег сундук с полезными вещами, один из них, вынув из сундука подзорную трубу и осмотрев в нее морскую гладь, воскликнул: «Господа, миль на 100 вокруг не видно обломков кораблекрушения!» Каково было увеличение подзорной трубы?

**2 Визит в обсерваторию****2.1. Темная сторона Луны**

Почему во время полного солнечного затмения поверхность Луны все же удается сфотографировать? Ведь Солнце в этот момент освещает только обратную сторону Луны.



Солнечное затмение 2013 г. Фото: Constantinos Emmanoulidis, обработка: Miloslav Druckmüller

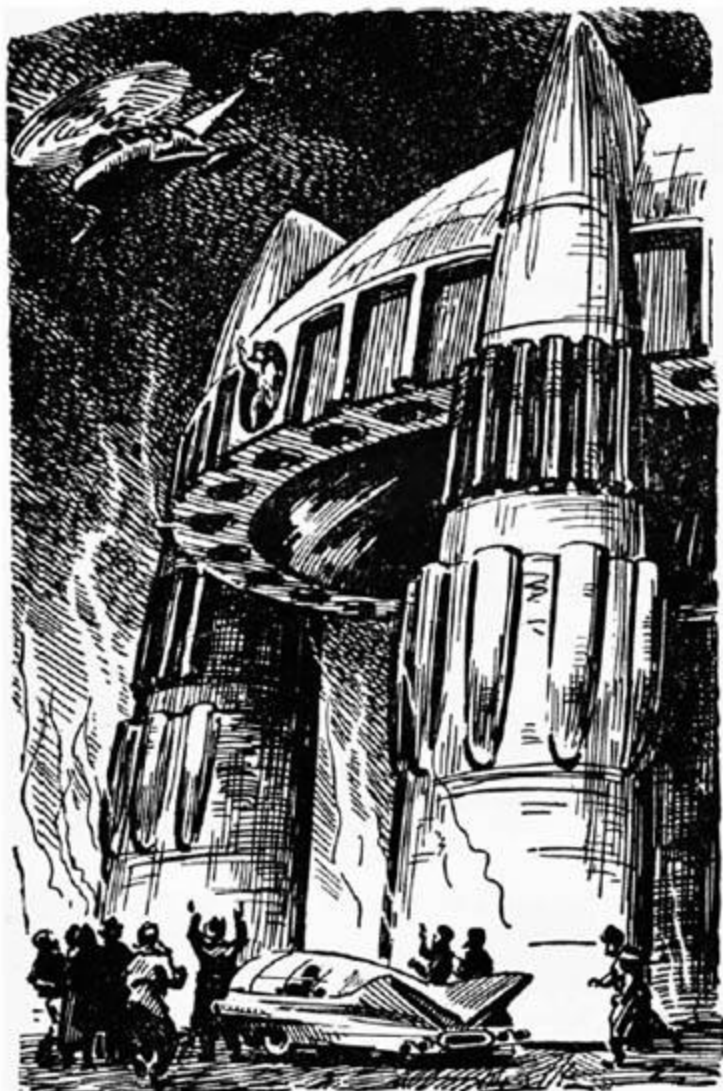
**2.2. Тропики**

Линия тропика в северном полушарии Земли (параллель 23,4° с. ш.) исторически называется тропиком Рака, а в южном (параллель 23,4° ю. ш.) – тропиком Козерога. Когда и почему установили такие названия? Быть может, по тем животным, которые на этих широтах водятся? Насколько правильны эти названия сейчас, в XXI веке?

**2.3. Вакуумный телескоп**

В конце XX в. у некоторых солнечных телескопов из трубы стали выкачивать воздух. В чем смысл такого «вакуумного» телескопа?





«Хиус» прибыл. (Здесь и на с. 59 рисунки И. Ильинского)

Понятно, что реакция термоядерного синтеза происходит в точке фокуса параболического (точнее — параболидного) зеркала, формирующего отраженный пучок параллельных лучей.

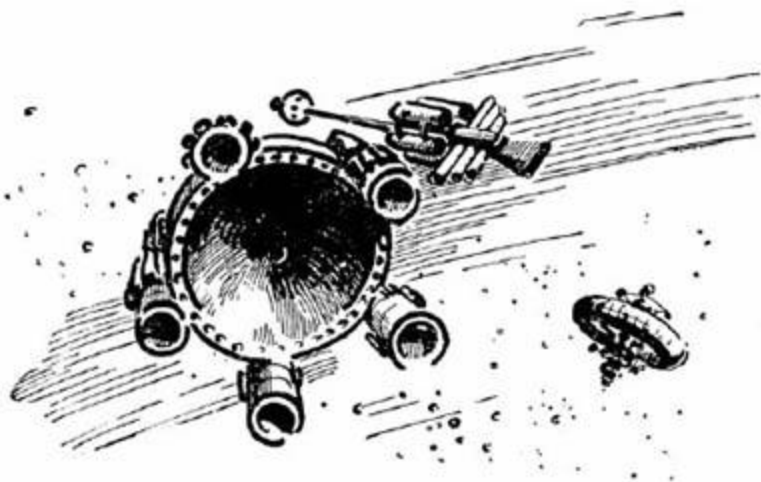
*Вопрос:* мог ли герой увидеть свое отражение, пусть даже искаженное, находясь в точке фокуса такого зеркала?

### 5.16. Испытания «Хиуса»

Повесть Стругацких «Страна багровых туч» (1959) была написана еще до запуска первого спутника и опубликована до первого полета человека в космос на обычной ракете с химическим топливом, а братья-фантасты уже обсуждают полеты по Солнечной системе на фотонных планетолетах с термоядерным источником энергии. Часть 1, «Седьмой полигон», глава «Как аргонавты в старину...». Первый испытательный полет фотонного планетолета «Хиус» под управлением Василия Ляхова:

« В соответствии с планом испытательного перелета «Хиус» через двадцать часов после старта принял неподвижное по отношению к Солнцу положение и затем, с постоянным ускорением в 9,7 метра в секунду за секунду, устремился к точке встречи с Венерой в обход Солнца. Пройдя точно половину расстояния и достигнув скорости четыре тысячи километров в секунду, Ляхов повернул планетолет зеркалом к точке встречи и начал торможение. Через восемь с половиной суток «Хиус» вышел на орбиту «Циолковского» — одного из советских искусственных спутников Венеры, а еще через несколько часов причалил к нему. Далее, следуя программе испытаний, Ляхов около месяца маневрировал вокруг Венеры, проверяя работу фотореактора на всех режимах, посетил искусственные спутники, принадлежащие другим государствам, совершил посадку на Вениту — естественный спутник Венеры, и наконец отправился в обратный путь...

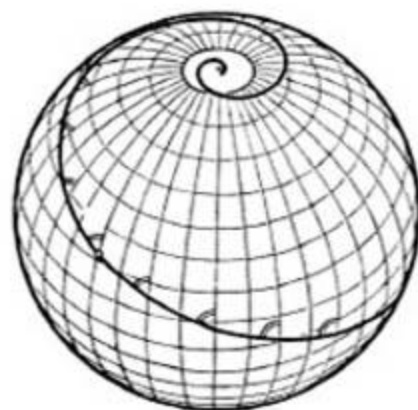
Проверьте, все ли тут верно.



- 162.** В кварцевых часах кристаллы кварца служат...
- а) эталоном частоты колебания;
  - б) опорами для оси вращения балансира;
  - в) материалом для стекла циферблата.
- 163.** В чем состоит назначение морского хронометра?
- а) поддерживать распорядок дня на корабле;
  - б) синхронизовать радиосеансы с береговыми службами;
  - в) обеспечивать астрономические методы определения долготы.
- 164.** Анкерный механизм маятниковых часов служит для...
- а) тепловой компенсации колебаний маятника;
  - б) регулировки темпа хода часов и поддержания колебаний маятника;
  - в) передачи вращения от главного гиревого колеса на колеса часовой и минутной стрелок.
- 165.** Один оборот Земли вокруг оси длится...
- а) 24 часа 00 минут 00 секунд;
  - б) 23 часа 56 минут 04 секунды;
  - в) 24 часа 01 минута 54 секунды.

Куда придешь, если все время двигаться строго:

- а) на север; б) на юг; в) на запад;
- г) на восток; д) на северо-запад?



*Локсодромия — проложенный на поверхности Земли курс с постоянным, и не равным нулю, и не кратным 90 градусам азимутом*

Что длиннее – градус широты или градус долготы?

Два путешественника решили обогнуть Землю: первый – двигаясь с запада на восток, а второй – от полюса к полюсу. Который из них вернется в исходную точку раньше, если скорости у них одинаковые?



**Командир самолета отдает приказ штурману:**

**– Мы должны как можно быстрее попасть в точку, лежащую на  $40^\circ$  восточнее нас. Проложите курс.**

**– Нет ничего проще, – отвечает штурман, – нам следует все время двигаться строго на восток. Прав ли он?**

наблюдал НЛО и не скрывал этого, несмотря на негативное отношение начальства.

Вот такая история. А вы сможете указать на географической карте точку, над которой произошла встреча летчиков с НЛО?

### 1.28. Календарь Магеллана

Вернувшись из кругосветного путешествия, моряки из экспедиции Магеллана обнаружили, что их календарь расходится с портовым календарем на один день. Какой из календарей был впереди — корабельный или портовый — и почему?

### 1.29. Прохождения Венеры

Прохождения Венеры по диску Солнца за последние столетия происходили и произойдут в следующие даты:

XVII в.	7 декабря 1631 г. и 4 декабря 1639 г.
XVIII в.	6 июня 1761 г. и 4 июня 1769 г.
XIX в.	9 декабря 1874 г. и 6 декабря 1882 г.
XXI в.	8 июня 2004 г. и 6 июня 2012 г.
XXII в.	11 декабря 2117 г. и 8 декабря 2125 г.

*Вопросы:*

1) Почему прохождения Венеры наблюдаются только в начале июня и декабря?

2) Почему прохождения группируются парами и между двумя последовательными прохождениями проходит 8 лет?

3) Почему между парами прохождений проходит либо 121,5, либо 105,5 лет?

### 1.30. Инспекция

На полярную научную станцию «Северный полюс-2018» прибыла инспекция, начальство из Москвы. Выйдя из самолета, руководитель комиссии осмотрелся и недовольно заметил: «Непорядок: почему не отмечено положение земной оси? Ученые люди, а не знаете, что через Северный полюс проходит ось вращения Земли!». Как вы думаете, что ответил ему на это замечание начальник станции?

### 1.31. Эх, раз! Еще раз?

Звезда вошла над (математическим) горизонтом в 00 часов 01 минуту по местному времени. Сколько еще раз она пересечет горизонт в данном пункте в течение этих суток?

### 1.32. Замкнутый маршрут

Из какой точки на земном шаре нужно выйти, чтобы, пройдя 100 км на юг, затем 100 км на восток и 100 км на север, оказаться в исходной точке?

### 1.33. На все четыре стороны

Человек прошел 10 км на север, 10 км на запад, 10 км на юг и 10 км на восток, вернувшись при этом в исходную точку. Откуда он вышел?

### 1.34. Небо вверх ногами

Поэт Лев Рубинштейн впервые посетил США весной 1991 г. Его первое впечатление об Америке, как пишет с его слов Матвей Ганопольский (<http://m.golos-ameriki.ru/a/253224.html>),

«...усугублялось тем, что это другое полушарие. Например, в том же Сан-Франциско меня страшно поразила карта звездного неба, перевернутая наизнанку. Большая Медведица то ли вверх ногами, то ли вниз — там все было наоборот! Причем я это не сразу понял, не так уж я хорошо знаю карту звездного неба, но потом мне объяснили, что здесь все перевернуто.

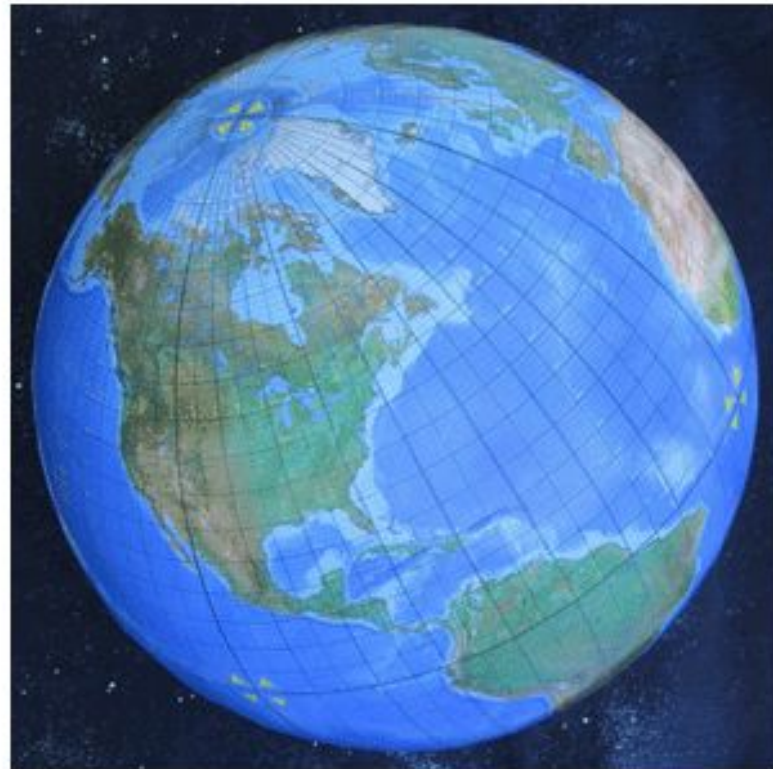
Проанализируйте слова поэта.

### 1.35. Что позади?

Посмотрите на это фото полной Луны и угадайте, что в этот момент было позади фотографа (фото: Aaron J. Groen).

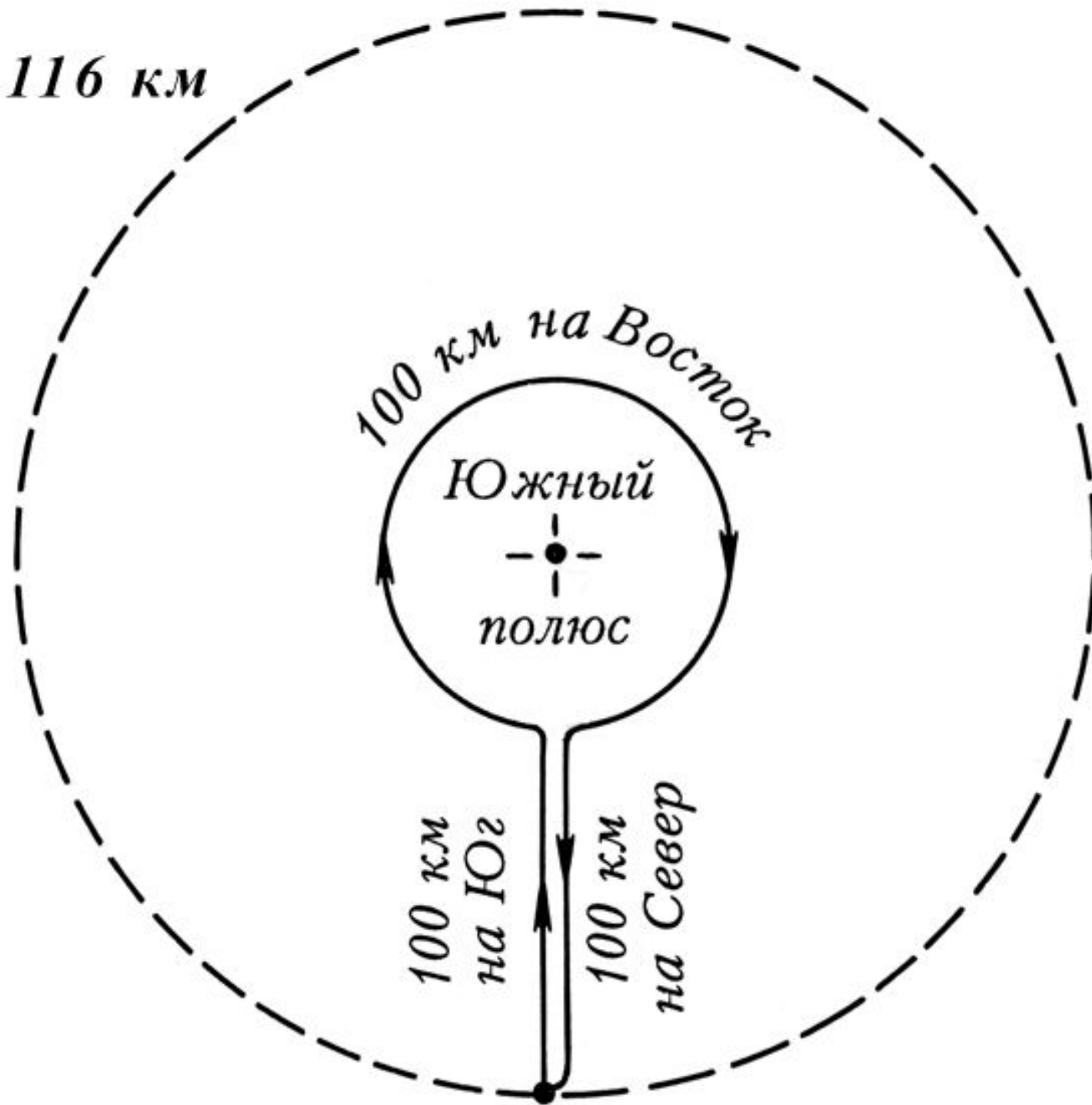


**Из какой точки на земном шаре нужно выйти,  
чтобы, пройдя 100 км на юг,  
затем 100 км на восток и 100 км на север,  
оказаться в исходной точке?**





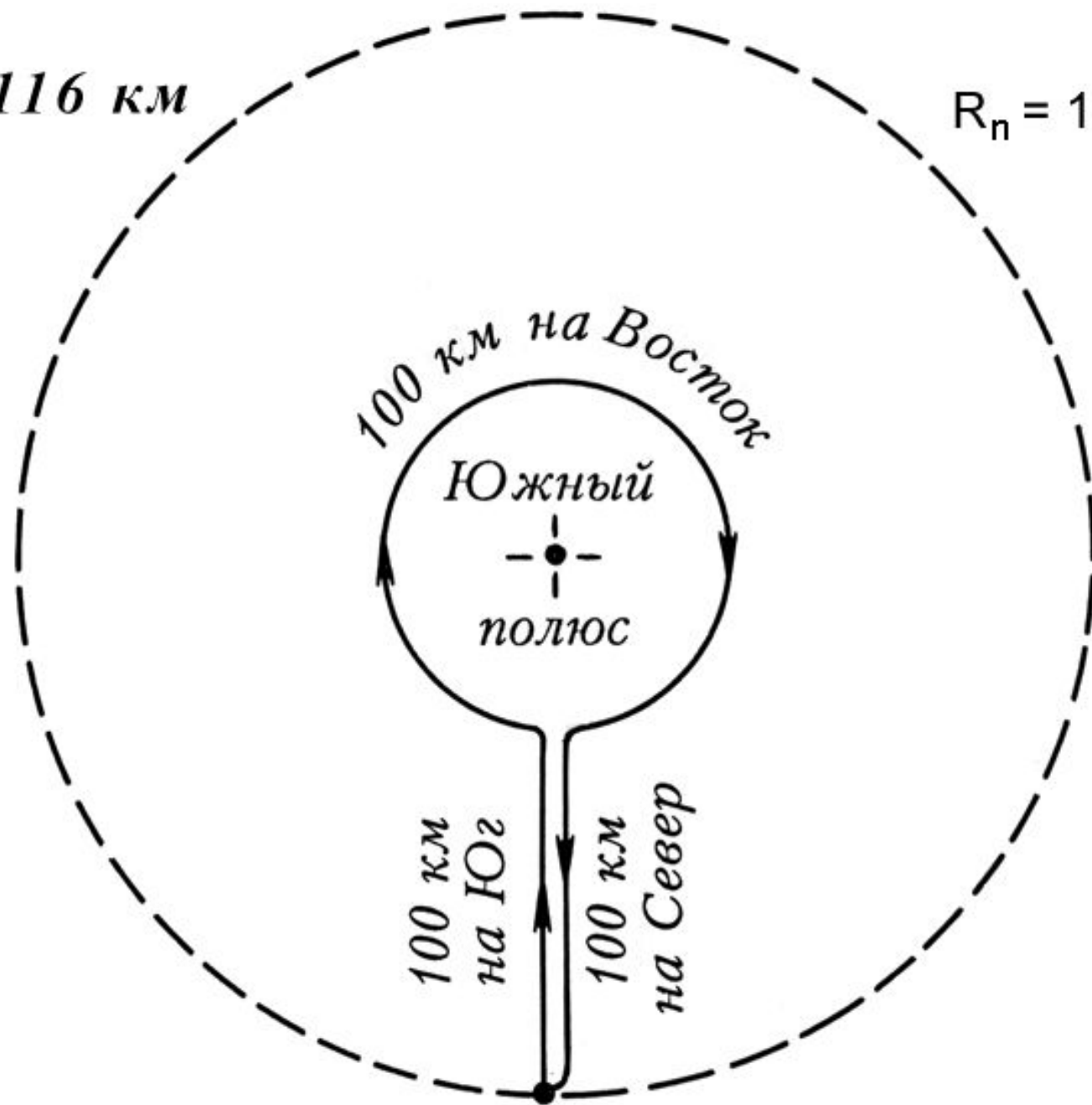
116 км

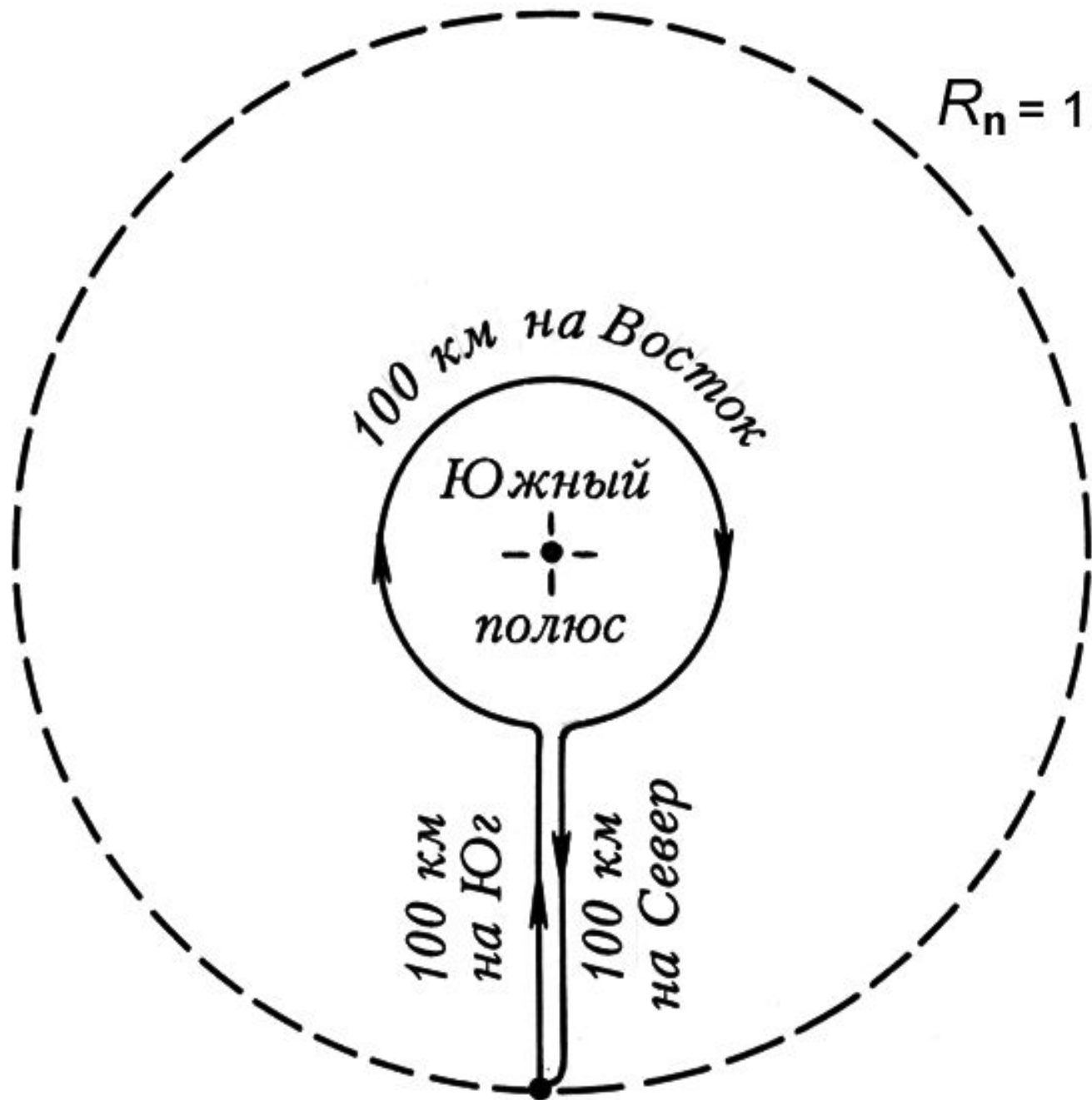




116 км

$$R_n = 100 \left( 1 + \frac{1}{2\pi n} \right) \text{ км}$$





$$R_n = 100 \left( 1 + \frac{1}{2\pi n} \right) \text{ км}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

- $R_1 = 116 \text{ км}$
- $R_2 = 108 \text{ км}$
- $R_3 = 105 \text{ км}$
- $R_4 = 104 \text{ км}$
- ⋮

наблюдал НЛО и не скрывал этого, несмотря на негативное отношение начальства.

Вот такая история. А вы сможете указать на географической карте точку, над которой произошла встреча летчиков с НЛО?

### 1.28. Календарь Магеллана

Вернувшись из кругосветного путешествия, моряки из экспедиции Магеллана обнаружили, что их календарь расходится с портовым календарем на один день. Какой из календарей был впереди — корабельный или портовый — и почему?

### 1.29. Прохождения Венеры

Прохождения Венеры по диску Солнца за последние столетия происходили и произойдут в следующие даты:

XVII в.	7 декабря 1631 г. и 4 декабря 1639 г.
XVIII в.	6 июня 1761 г. и 4 июня 1769 г.
XIX в.	9 декабря 1874 г. и 6 декабря 1882 г.
XXI в.	8 июня 2004 г. и 6 июня 2012 г.
XXII в.	11 декабря 2117 г. и 8 декабря 2125 г.

*Вопросы:*

1) Почему прохождения Венеры наблюдаются только в начале июня и декабря?

2) Почему прохождения группируются парами и между двумя последовательными прохождениями проходит 8 лет?

3) Почему между парами прохождений проходит либо 121,5, либо 105,5 лет?

### 1.30. Инспекция

На полярную научную станцию «Северный полюс-2018» прибыла инспекция, начальство из Москвы. Выйдя из самолета, руководитель комиссии осмотрелся и недовольно заметил: «Непорядок: почему не отмечено положение земной оси? Ученые люди, а не знаете, что через Северный полюс проходит ось вращения Земли!». Как вы думаете, что ответил ему на это замечание начальник станции?

### 1.31. Эх, раз! Еще раз?

Звезда вошла над (математическим) горизонтом в 00 часов 01 минуту по местному времени. Сколько еще раз она пересечет горизонт в данном пункте в течение этих суток?

### 1.32. Замкнутый маршрут

Из какой точки на земном шаре нужно выйти, чтобы, пройдя 100 км на юг, затем 100 км на восток и 100 км на север, оказаться в исходной точке?

### 1.33. На все четыре стороны

Человек прошел 10 км на север, 10 км на запад, 10 км на юг и 10 км на восток, вернувшись при этом в исходную точку. Откуда он вышел?

### 1.34. Небо вверх ногами

Поэт Лев Рубинштейн впервые посетил США весной 1991 г. Его первое впечатление об Америке, как пишет с его слов Матвей Ганопольский (<http://m.golos-ameriki.ru/a/253224.html>),

«...усугублялось тем, что это другое полушарие. Например, в том же Сан-Франциско меня страшно поразила карта звездного неба, перевернутая наизнанку. Большая Медведица то ли вверх ногами, то ли вниз — там все было наоборот! Причем я это не сразу понял, не так уж я хорошо знаю карту звездного неба, но потом мне объяснили, что здесь все перевернуто.

Проанализируйте слова поэта.

### 1.35. Что позади?

Посмотрите на это фото полной Луны и угадайте, что в этот момент было позади фотографа (фото: Aaron J. Groen).



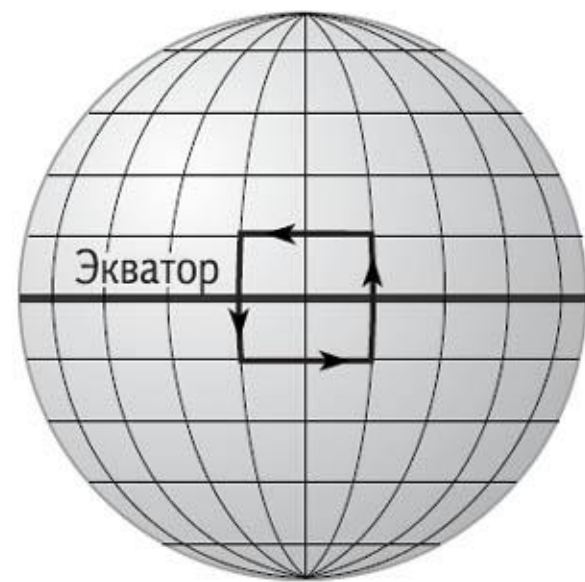
учесть кривизну Земли. Это имело бы смысл, если бы в условии задачи был задан путь не 100 км, а 1000 км, 10 000 км, 20 000 км. Попробуйте решить эту задачу с такими условиями. Последнее из них особенно интересно. Землю мы считаем шаром с окружностью 40 000 км по экватору.

### 1.33. На все четыре стороны

Такие точки расположены на параллели, отстоящей на 5 км к югу от экватора.

### 1.34. Небо вверх ногами

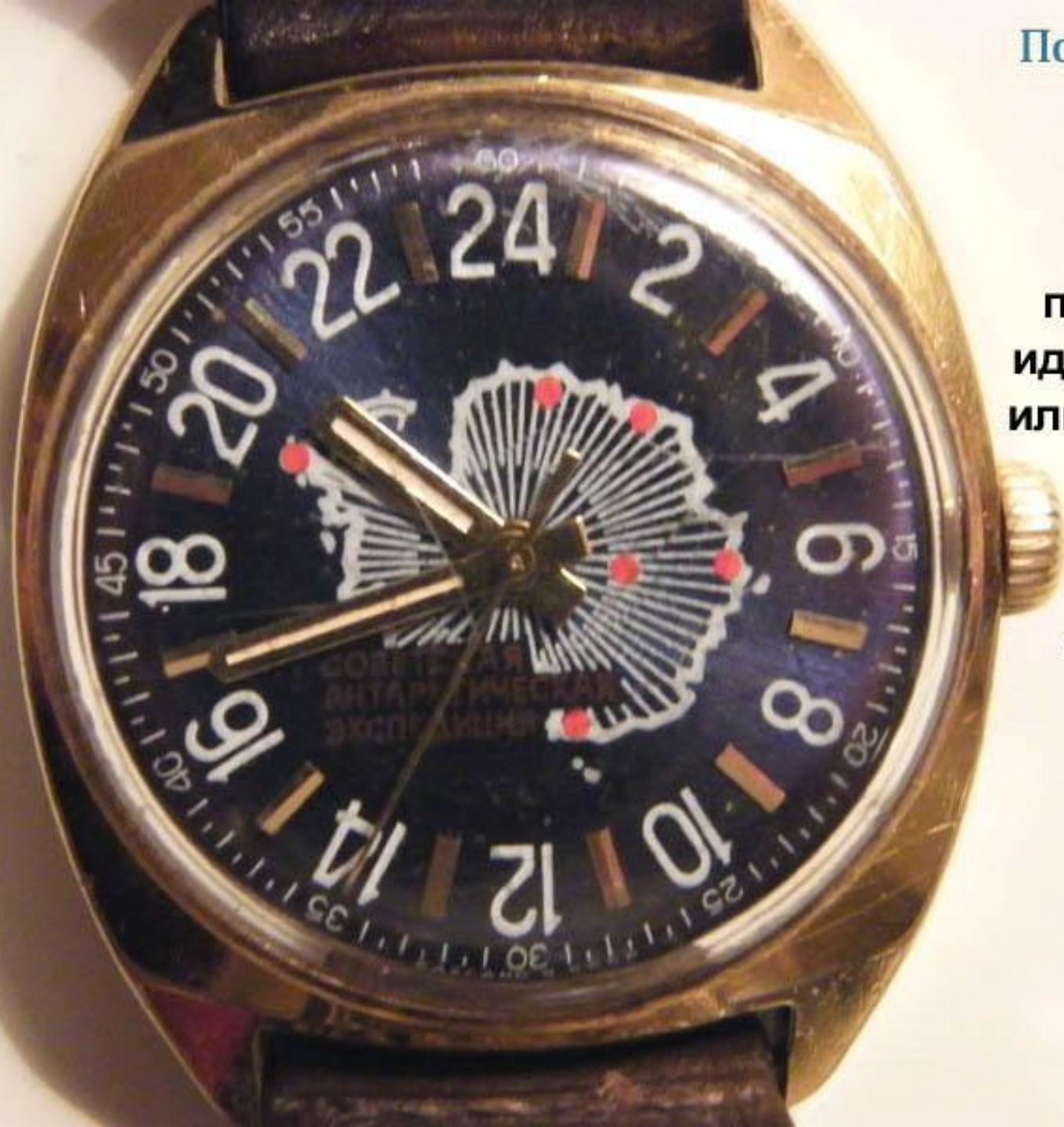
Перемещение наблюдателя из Восточного в Западное полушарие принципиально не меняет ориентацию созвездий относительно горизонта (это происходит только при существенном изменении широты, например при перемещении из Северного полушария в Южное). Тем не менее небольшое, но заметное даже для любителя астрономии изменение вида звездного неба при переезде из Москвы (широта около  $56^\circ$ ) в Сан-Франциско (широта около  $38^\circ$ ) все же происходит.





## Полярные часы

Почему путешественники, идущие к Северному или Южному полюсу, предпочитают иметь часы со стрелками и циферблатом, разделенным на 24 часа?



## Каверзные вопросы

- 1) Луна - это спутник или планета?
- 2) Если на Луне сила тяжести в 6 раз меньше, чем на Земле, то почему же астронавты не подпрыгивали там на 10 м, чтобы доказать, что они, и правда, на Луне, а не в Голливуде?
- 3) Говорят, что при полетах в стратосфере и, особенно, в космосе днём видны звёзды. Я смотрел много репортажей с орбиты, например, о работе космонавтов в открытом пространстве, но никогда не видел звёзд на небе. Почему?
- 4) Луна регулярно восходит на земном небосклоне. А восходит ли Земля на небе Луны?







- 1. На сколько угловых минут поворачивается земной шар за 1 минуту времени?**
- 2. В каких случаях угловая высота светила над горизонтом не изменяется в течение суток?**
- 3. Какой из небесных кругов все светила пересекают дважды в сутки?**
- 4. На какой географической широте в день летнего солнцестояния высота Солнца над горизонтом наибольшая?**
- 5. К западу или к востоку от Солнца находится Венера, если она наблюдается утром?**
- 6. Знакомо ли вам это число  $3^{\circ} 08' 29,73''$  и где оно используется?**
- 7. Какова должна быть высота полюса мира, чтобы в течение суток все звезды неба взошли над горизонтом?**

Прямое восхождение Солнца  $6^h$ .

Когда это бывает?

Каково в этот момент  
склонение Солнца?

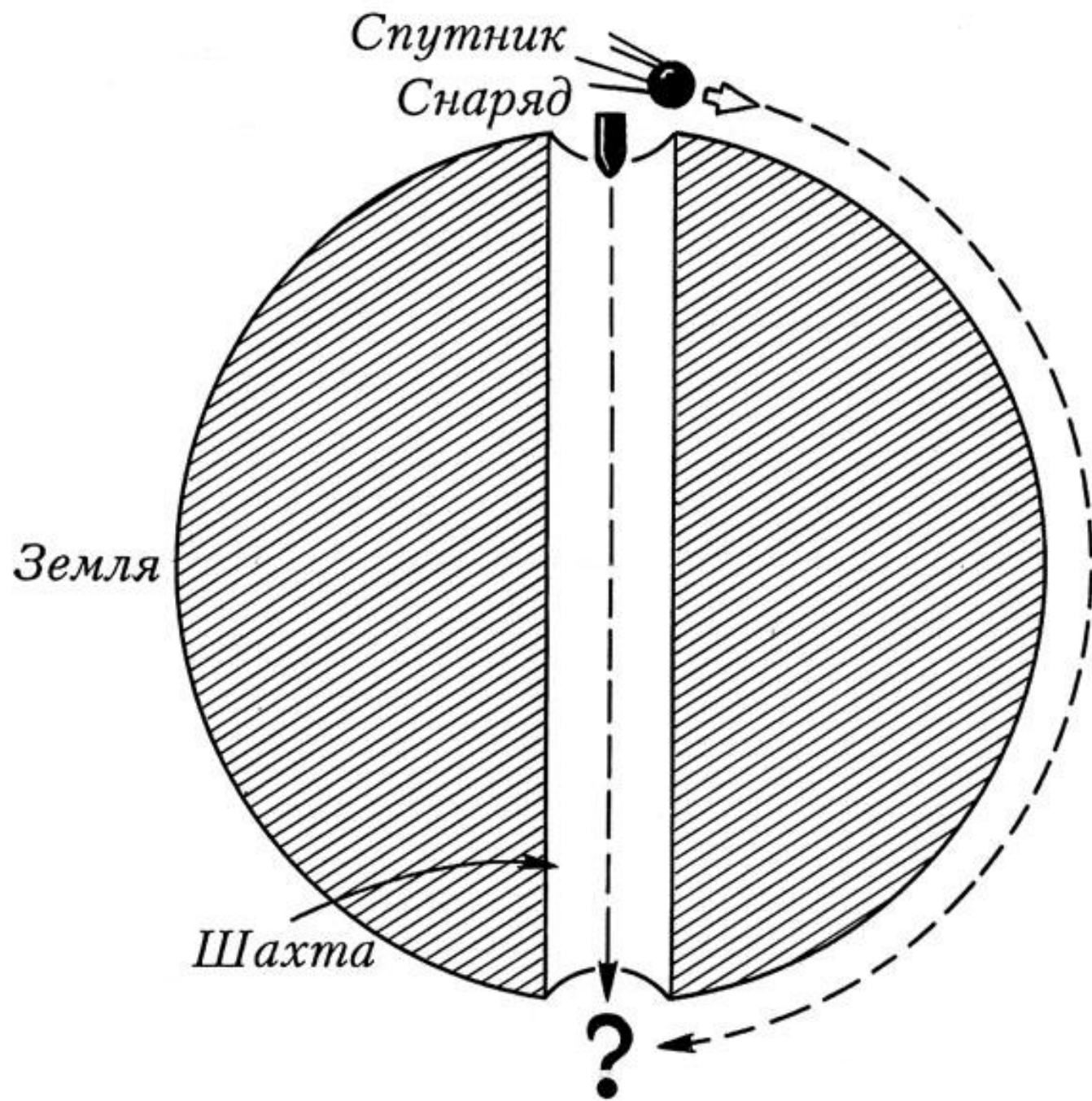
Каковы координаты  
северного полюса  
эклиптики?

Какая часть эклиптики  
постоянно находится  
над горизонтом?

Прецессия – это медленное ( $50''$  в год) перемещение точек  
равноденствия. А по какому кругу небесной сферы  
происходит это перемещение: по экватору или по эклиптике?

Каковы экваториальные координаты Солнца в моменты  
равноденствий и солнцестояний?





Реш. Пусть  $M_3$  – масса Земли и  $R_3$  – радиус Земли. Полет спутника по низкой орбите от одного полюса к другому займет половину его орбитального периода:

$$T_1 = 0,5 P = \pi (R_3^3/GM_3)^{1/2}$$

Теперь определим продолжительность полета снаряда через шахту. Поскольку распределение плотности вещества внутри Земли имеет довольно сложный вид, мы рассмотрим два крайних случая:

а) Пусть Земля – однородный шар. На расстоянии  $r$  от центра Земли снаряд испытывает притяжение только от внутренней части планеты радиусом  $r$  и массой  $M(r) = M_3 (r/R_3)^3$ . Следовательно, он движется с ускорением  $a = -GM(r)/r^2 = -GM_3 r/R_3^3$  (знак *минус* говорит здесь о том, что направления векторов  $r$  и  $a$  противоположны). Как видим, это уравнение простых гармонических колебаний, возникающих в том случае, когда возвращающая сила пропорциональна отклонению тела от точки равновесия. В нашем случае эта точка – центр Земли.

Решить это уравнение можно по аналогии с уравнением малых колебаний маятника:  $a = -gr/L$ , где  $g$  – ускорение свободного падения,  $L$  – длина маятника,  $r$  – его отклонение. Как известно, период колебания маятника составляет

$$P = 2\pi (L/g)^{1/2} = 2\pi (r/a)^{1/2}.$$

Значит, период колебания снаряда в шахте (независимо от амплитуды колебания!) составит

$$P = 2\pi (R_3^3/GM_3)^{1/2}$$

А полет между полюсами будет длиться

$$T_{2a} = 0,5 P = \pi (R_3^3/GM_3)^{1/2}$$

Таким образом, в случае однородной Земли снаряды придут к южному полюсу одновременно ( $T_1 = T_{2a}$ ).

Однако известно, что к центру Земли плотность увеличивается, поэтому рассмотрим другой крайний случай.

б) Пусть вся масса Земли сосредоточена в ее центре. Тогда ускорение снаряда  $a = GM_3/r^2$ . Это уравнение движения в поле точечной массы, типичное для тел Солнечной системы. Движение нашего снаряда по радиальной орбите можно представить как движение по вырожденному эллипсу с эксцентриситетом практически равным единице. Тогда большая полуось этого эллипса равна  $R_3/2$ , а орбитальный период

$$T_{26} = 2\pi [(R_3/2)^3/GM_3]^{1/2} = \pi (R_3^3/2GM_3)^{1/2}$$

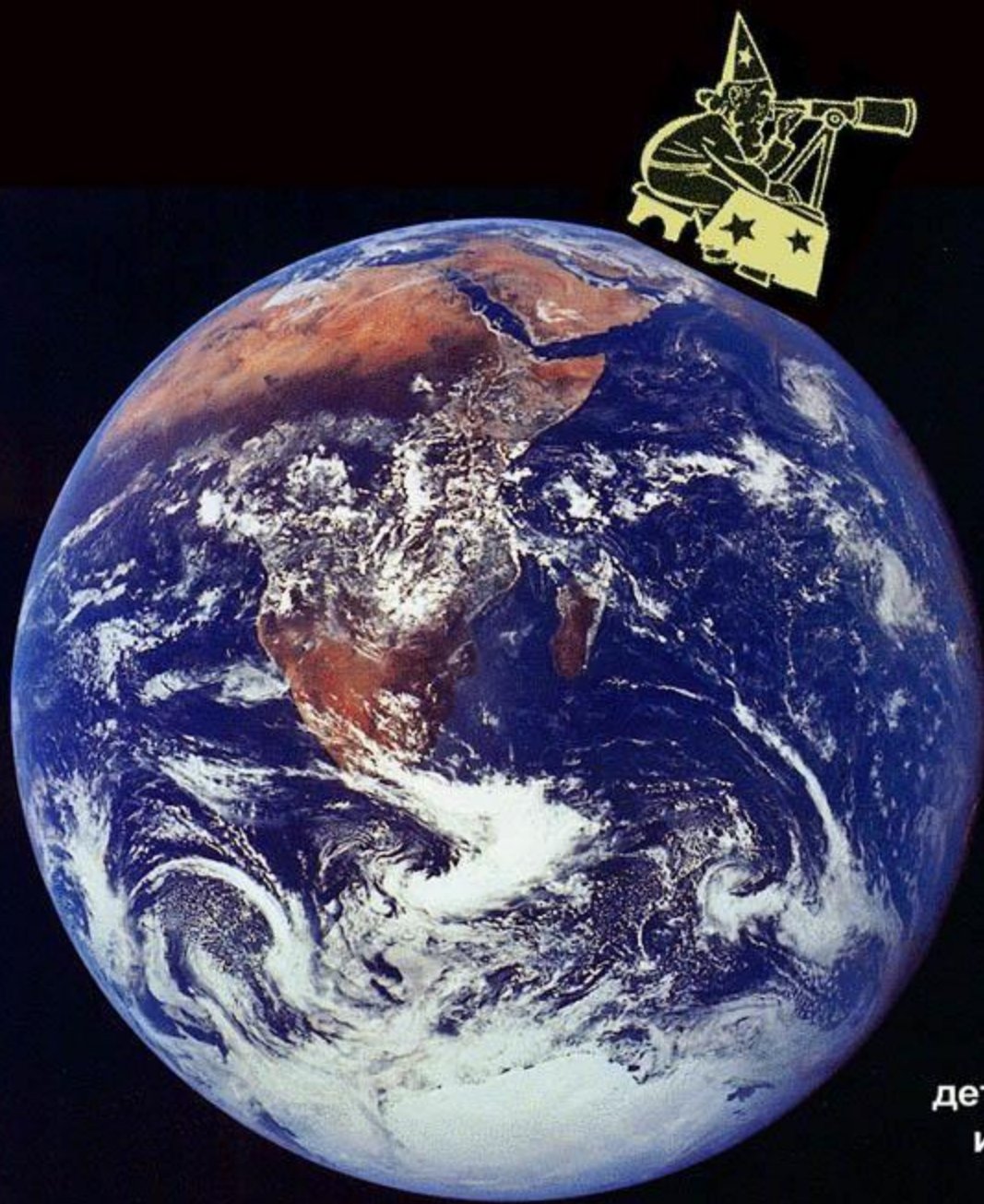
Как видим, это в  $\sqrt{2}$  раз меньше, чем  $T_1$  или  $T_{2a}$ . Очевидно, что истинное значение времени полета снаряда через шахту ( $T_2$ ) удовлетворяет неравенству  $T_{2a} > T_2 > T_{26}$ . Следовательно,  $T_2 < T_1$ , т. е. снаряд, отпущенный падать в шахту, достигнет противоположной точки Земли быстрее, чем снаряд, выведенный на орбиту. Как видим, это очень удобный вид межконтинентального транспорта и, к тому же, совершенно бесплатный (если не считать затрат на создание шахты и поддержания в ней вакуума!).

Задача решена. А теперь попробуйте рассмотреть третий вариант распределения плотности Земли – совершенно невероятный: пусть вся масса планеты сосредоточена в ее бесконечно тонкой оболочке, а внутри – пусто. Желаю успеха!

### 3.11. Космический мусор

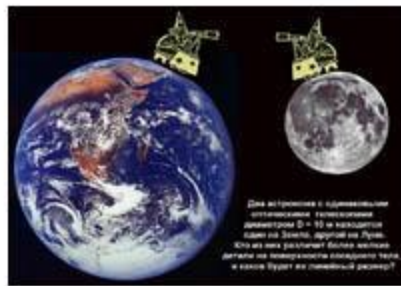
На рисунке показано количество космических объектов, условно называемых «космическим мусором», на низких околоземных орбитах (200–2000 км). Это вышедшие из строя искусственные спутники, последние ступени ракет-носителей, переходные отсеки, части взорвавшихся ракет или разрушившихся при взаимных соударениях спутников. Здесь учтены только крупные объекты, размером более 10 см, которые удается отслеживать методами радиолокации и которые представляют фатальную угрозу для «живых»





Два астронома с одинаковыми оптическими телескопами диаметром  $D = 10$  м находятся один на Земле, другой на Луне. Кто из них различит более мелкие детали на поверхности соседнего тела, и каков будет их линейный размер?





**Реш.** : Источником возмущения света служит атмосфера Земли. Линейное разрешение составляет  $L = \alpha L$ , где  $\alpha$  - угловое возмущение,  $L$  – расстояние от источника возмущения до объекта наблюдения. Пусть  $\alpha = 1''$  для ночной атмосферы Земли и  $\alpha = 3''$  для дневной. Будем считать, что земной наблюдатель смотрит на Луну сквозь ночную атмосферу, а лунный наблюдатель смотрит на Землю сквозь дневную атмосферу Земли. Характерную толщину атмосферы примем равной  $L = 15$  км. Тогда атмосферное размытие сделает принципиально возможным наблюдение деталей следующего линейного размера:

- с Луны на Земле днем:  $15 \text{ км} \times 3''/206265 = 22 \text{ см}$ ;
- с Земли на Луне ночью:  $380\,000 \text{ км} \times 1''/206265 = 2 \text{ км}$ .

Сможет ли телескоп диаметром 10 м с учетом дифракции на его апертуре реализовать такое разрешение? Дифракционное разрешение  $(1,22\lambda/D)$  для  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$  и  $D = 10$  м составляет около  $0,014''$ . На расстоянии Земля-Луна это соответствует линейному разрешению  $380\,000 \text{ км} \times 0,014''/206265 = 26 \text{ м}$ .

Следовательно, возможности наземного телескопа ограничивает неоднородность земной атмосферы, не позволяющая увидеть на Луне детали размером менее 2 километров. А возможности лунного телескопа ограничивает лишь диаметр его объектива, не позволяющий различить на Земле детали размером менее 26 метров. Чтобы реализовать на земной поверхности линейное разрешение в 22 см, лунный астроном должен был бы иметь телескоп диаметром не менее 1 км!

*Можно ли  
бегать  
в невесомости?*

Марк Ванде Хай, МКС, 2017 г.





**В песне "Глупые мечты" Наталья Ветлицкая поет:**

**Теплая вода,  
Золотой песок;  
К северу лицом,  
Сердцем на восток.**

**Если понимать эти слова буквально, то где происходит действие?**

---

**Где нужно построить дом,  
чтобы все его окна выходили на север?**

**Будут ли при этом все его комнаты  
лишены солнечного света?**

---

**Каково склонение звезд, которые в любом месте  
Земли могут быть видимы на горизонте?**

Поэт Лев Рубинштейн впервые посетил США весной 1991 г. Вот его первое впечатление об Америке: «... усугублялось тем, что это другое полушарие. Например, в том же Сан-Франциско меня страшно поразила карта звездного неба, перевернутая наизнанку. Большая Медведица то ли вверх ногами, то ли вниз – там все было наоборот! Причем я это не сразу понял, не так уж я хорошо знаю карту звездного неба, но потом мне объяснили, что здесь все перевернуто». Проанализируйте слова поэта.

Сколько геостационарных спутников необходимо, чтобы поддерживать круглосуточную связь между научными станциями на Северном и Южном полюсах?

Будет ли на Земле смена дня и ночи, если она перестанет вращаться вокруг своей оси?

Земля остановилась на орбите. Через какое время она упадет на Солнце?