Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап. 2026/2027 учебный год. 7-8 класс

Ключи и критерии оценивания

7-8 класс

Задача 1. **Первая в мире.** (8 баллов)

Станция «Мир» была запущена в 1986 году и вышла на орбиту 20 февраля. Последний из своих 86331 оборотов вокруг Земли эта первая в истории многомодульная орбитальная станция совершила 23 марта 2001 года, затем была спущена с орбиты и затоплена в Тихом океане.

A. Сколько полных лет находилась на орбите станция?
B. Сколько полных рабочих недель трудились на ней все космические экспедиции?
C. Сколько полных оборотов вокруг Земли совершала станция за сутки?
D. На графике представлены параметры орбиты станции за все время ее существования, где апогей – самая высокая точка орбиты, перигей – самая низкая точка. Определите, когда орбита станции сильнее всего отличалась от круговой. Какова была с точностью до десятков км разница высот станции в перигее и апогее в это время?



Решение:

A. Сколько полных лет находилась на орбите станция? 2001-1986 = 15 лет – 1 балл
B. Сколько полных рабочих недель трудились на ней все космические экспедиции? Рассчитаем количество дней работы станции Мир: из всех 15 лет 1988, 1992, 1996 и 2000 високосные годы содержали 366 дней, в остальных 11 годах было по 365 дней, с 20 февраля 2001 года по 23 марта прошел 31 день. Итого 5510 дней. 5510/7 = 787, 1 – 787 полных рабочих недель – 2 балла
C. Сколько полных оборотов вокруг Земли совершала станция за сутки? 86331/5510 = 15,7 – 15 полных оборотов – 1 балл

D. На графике представлены параметры орбиты станции за все время ее существования, где апогей – самая высокая точна орбиты, перигей – самая низкая точка. Определите, когда орбита станции сильнее всего отличалась от круговой. Какова была с точностью до десятков км разница высот станции в перигее и апогее в это время?

Высота круговой орбиты постоянна, для ответа на вопрос определим самое большое расхождение верхней и нижней ломаных линий – в конце 1987 года от 277 - 278км в перигее до 345км в апогее: 345-277 = 68 (60 - 70) км – 2 балла

Критерии оценивания

Пункт задания	**Содержание**	**Балл**
A	Сколько полных лет находилась на орбите станция? **15 лет**	**1**
B	Сколько полных рабочих недель трудились на ней все космические экспедиции? С учетом високосных лет: 787 полных рабочих недель	**2**
	786 - не учтены високосные годы	**1**
C	Сколько полных оборотов вокруг Земли совершала станция за сутки? Верное округление - 15 полных оборотов	**2**
	16 – округление с избытком	**1**
D	Какова была с точностью до десятков км разница высот станции в перигее и апогее? в конце 1987 года от 277 - 278км в перигее до 345км в апогее: 345-277 = 68 км - ответ с указанием года (год может быть иным!) и используемых высот попадает в интервал [50; 70] км	**3**
	Ответ без объяснений попадает в интервал [50; 70]км	**1**
Итого		**8**

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап. 2026/2027 учебный год. 7-8 класс

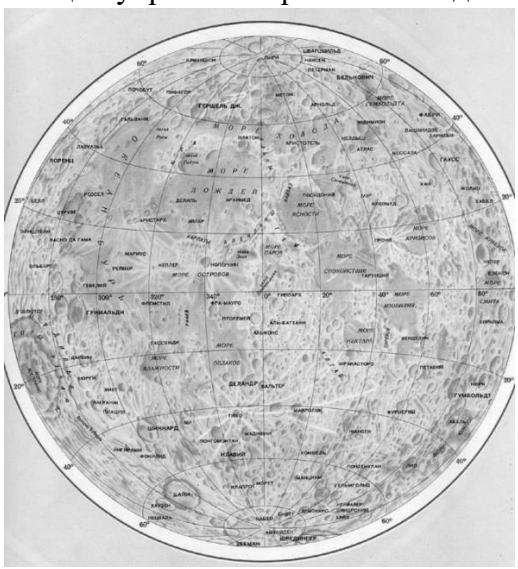
Задача 2. **Лунные водовозы** (8 баллов)

Примерно 600 миллионов тонн водяного льда было обнаружено в 2010 году индийским аппаратом «Чандраян-1» в кратерах, куда никогда не проникают солнечные лучи. Будущие лунные поселенцы могли бы использовать эту воду для своих нужд, используя роботов-водовозов, управляемых как с поверхности Луны, так и с Земли. Для этого достаточно создать станции управления с лунными долготами ±90º, считая от центрального меридиана на видимой с Земли части поверхности. Угол между осью вращения Луны и перпендикуляром к плоскости орбиты вокруг Земли составляет ω = 6,68º, наклон лунной орбиты к плоскости эклиптики i = 5,15º.

A. Сделайте рисунок Луны с указанием оси вращения PP’ и экватора, направления на Солнце, Землю и оцените наибольшие лунные широты таких станций управления роботами.

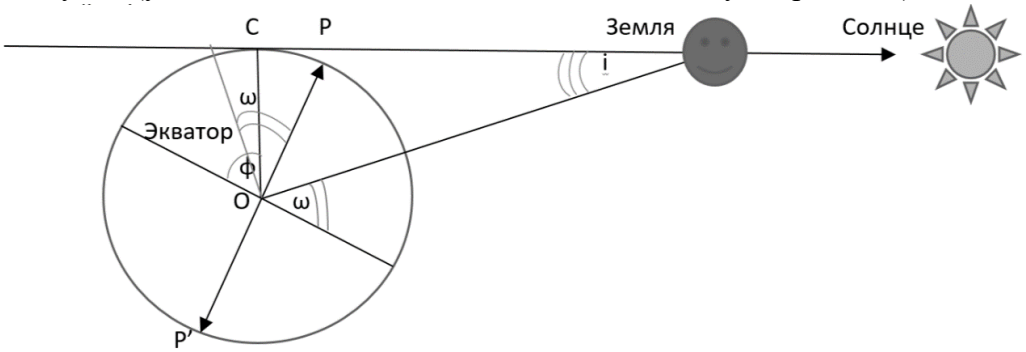
B. Найдите наименьшее расстояние между такими станциями по поверхности, считая форму Луны шаром.

C. На карту видимой лунной поверхности нанесите возможные точки расположения станций управления роботами-водовозами



Решение:

A. Рисунок (угол ω может быть отмечен в любом из двух вариантов)



φ = 180º - (90º- i) – ω = 180º – (90º- 5.15º) - 6.68º, φ = 88.47º = 88º28. 2’

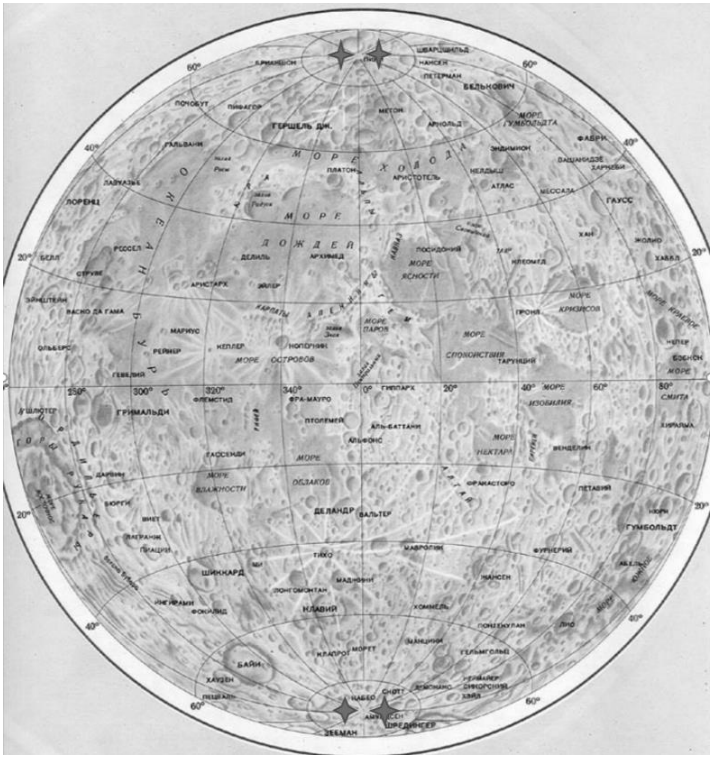
Станций может быть четыре – по две вблизи северного и южного полюсов Луны с широтами ±88.47º

B. Найдите наименьшее расстояние между такими станциями по поверхности, считая форму Луны шаром.

Наименьшим будет расстояние по линии, пересекающей полюс Луны, т.к. по условию станции имеют долготы, отличающиеся на 180º: Угловое расстояние между станциями 2x(90º – 88.47º) = 3.06º, с учетом радиуса Луны R = 1730км (из справочных данных) линейное расстояние составит s = $\frac{3.06^0 \cdot 2\pi R}{360^0}$ = 92.3км

C. На карту видимой лунной поверхности нанесите возможные точки расположения станций управления роботами-водовозами

4 точки на лимбе Луны, симметричные относительно лунного экватора и нулевого меридиана



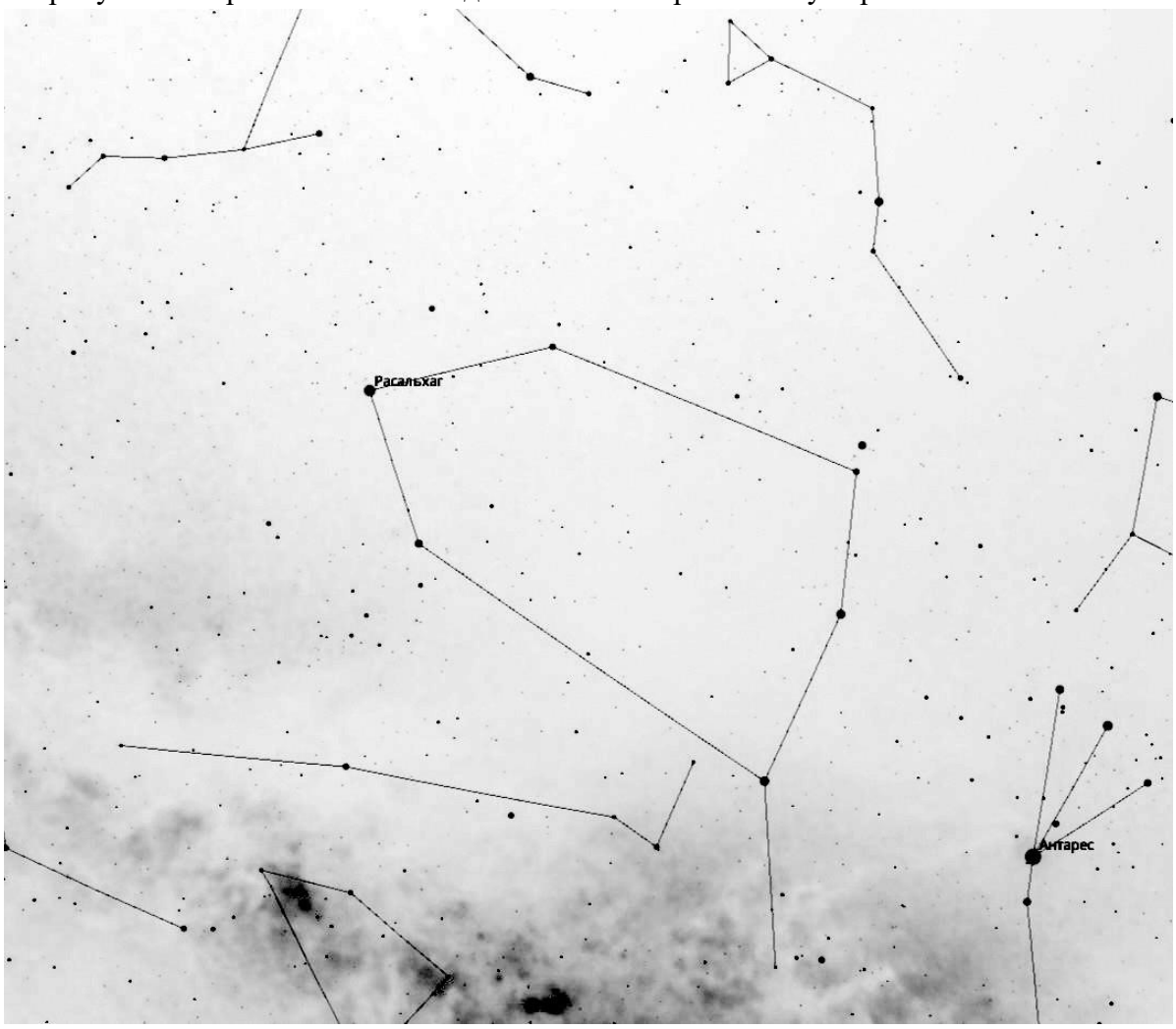
Критерии оценивания

Пункт задания	Содержание	Балл
A	Верный рисунок со всеми подписями и обозначениями	**2**
	Верный рисунок без подписей и обозначений	**1**
	определение модуля широты 88.47º = 88º28. 2’	**2**
	учет только одного угла наклона (i или ω)	**1**
B	линейное расстояние s = $\frac{3.06^0 \cdot 2\pi R}{360^0}$ = 92.3км	**2**
	Аргументированный расчет отсутствует, но результат в км попадает в интервал [90;95]км	**1**
C	4 точки на лимбе Луны, симметричные относительно лунного экватора и нулевого меридиана	**2**
	Две точки только в одном полушарии	**1**
Итого		**8**

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап. 2026/2027 учебный год. 7-8 класс

Задача 3. **Звездные узоры** (8 баллов)

На рисунке изображена часть звездного неба северного полушария Земли.



A. Какие астеризмы попали на изображение целиком?
B. В какое время года и почему эту часть звездного неба можно наблюдать выше всего над горизонтом вблизи полуночи?
C. Какие небесные тела и почему перемещаются видимым движением на этом участке неба в течение года?

Решение:
A. Какие астеризмы попали на изображение целиком? Змееносец и Змея – голова и хвост. Остальные соседние астеризмы попадают частично.
B. В какое время года и почему эту часть звездного неба можно наблюдать выше всего над горизонтом вблизи полуночи? Солнце бывает в Змееносце в ноябре, значит, само созвездие можно наблюдать в верхней кульминации через полгода - в мае – весной
C. Какие небесные тела и почему перемещаются видимым движением на этом участке неба в течение года? Созвездие Змееносец – зодиакальное, значит, здесь можно наблюдать Солнце, все планеты и Луну. Как на любом участке неба, здесь можно наблюдать метеоры и искусственные спутники Земли (ИСЗ).

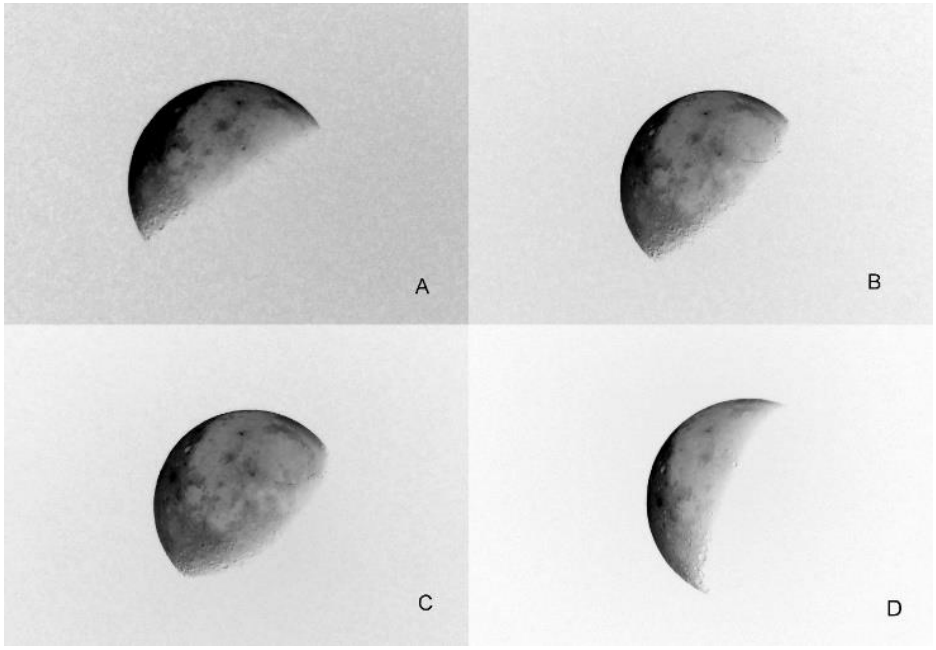
Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап. 2026/2027 учебный год. 7-8 класс

Критерии оценивания

Пункт задания	**Содержание**	**Балл**
А	Верное указание пары **Змееносец и Змея**	**2**
	частично верный ответ	**1**
	Указание других созвездий	**0**
В	Змееносец – зодиакальное ноябрьское созвездие или **Солнце бывает в Змееносце в ноябре**, значит, само созвездие можно наблюдать в верхней кульминации через полгода, **в мае – весной**	**3**
	верное утверждение без объяснений	**1**
С	созвездие Змееносец – **зодиакальное**, значит, здесь можно наблюдать **Солнце, все планеты и Луну**. Как и на любом другом участке можно наблюдать **метеоры и ИЗС**	**3**
	верное упоминание любых перечисленных выше объектов без объяснений	**1**
Итого		**8**

Задача 4. **Сдвиг по фазе** (8 баллов)

Разбирая архив путешествия по России, любитель астрономии обнаружил четыре снимка Луны, сделанные бытовым фотоаппаратом. Их негативы приведены под буквами A, B, C и D.



A. В какое время суток сделаны фото?
B. Расположите фотографии в хронологическом порядке: первой укажите букву самого раннего изображения.
C. Найдите среднюю скорость изменения фазы Луны в диаметрах Луны за сутки
D. Оцените интервал времени между первой по времени и последней фотографиями в целых сутках.

Решение:

A. В какое время суток сделаны фото?

Фотографии Луны сделаны в России – в Северном полушарии убывающая Луна освещена слева в первой половине суток, утром. Нормальный контраст изображения Луны и фона позволяет сделать вывод, что во время съемки небо было уже светлым.

B. Расположите фотографии в хронологическом порядке: первой укажите букву самого раннего изображения.

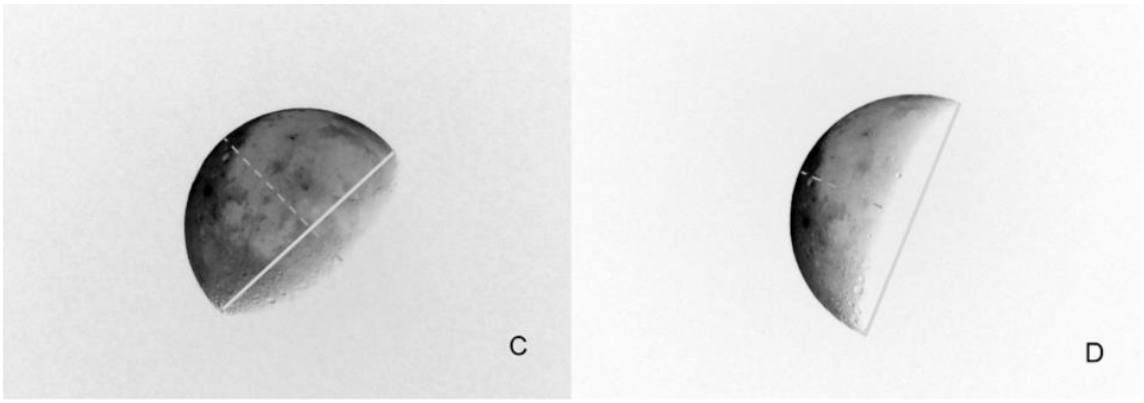
Первым сделано изображение C – убывающая Луна до последней четверти. Море Дождей освещено полностью. Далее изображения B и A – свет постепенно уходит из Моря Дождей. Последним сделано изображение D – это самый тонкий лунный серп. Хорошо заметен кратер Коперник. Названия деталей лунной поверхности участник при желании может взять с карты Луны из задачи «Лунные водовозы»

C. Найдите среднюю скорость изменения фазы Луны в диаметрах Луны за сутки

В предположении, что Луна и Земля равномерно движутся по круговым орбитам, найдем изменение фазы за сутки, взяв из справочных данных синодический (смена фаз) период Луны 29.53 дня. Терминатор (линия разделения дневной и ночной сторон) за это

время проходит периметр окружности πd, т.е. за сутки смещается на $\frac{3.14}{29.53}$ = 0.106 диаметра Луны d.

D. Оцените интервал времени между первой по времени и последней фотографиями в целых сутках.



Для этого на первом и последнем по времени изображениях оценим фазу как отношение освещенной части диаметра (серединный перпендикуляр к диаметру – пунктир на рисунке) к диаметру Луны, измеренным линейкой по снимку: fC = 0.71, fD = 0.38. Далее найдем разность фаз, начиная с момента C: fC- fD =$0.71 - 0.38 \approx 0.33$. БОльшая точность из-за оценочных определений фазы не требуется. Разделив изменение фазы на ее суточное изменение $\frac{0.33}{0.106} = 3.11$, получаем интервал времени между снимками чуть более 3 суток.

В действительности снимки сделаны автором задачи с 4 по 7 августа 2026 года с 7.30 до 10 часов утра на светлом небе в условиях переменной облачности.

Критерии оценивания

Пункт задания	**Содержание**	**Балл**
A	В России – в Северном полушарии убывающая **Луна освещена слева в первой половине суток - утром**	**2**
	верный ответ без объяснения	**1**
B	**C-B-A-D** – полностью верная последовательность	**2**
	верные позиции C и D	**1**
C	$\frac{3.14}{29.53}$ = **0.106 (d Луны /сутки)**	**2**
	Использование вместо длины окружности линейного диаметра Луны	**0**
D	fC- fD =$0.71 - 0.38 \approx 0.33$ – разность фаз $\frac{0.33}{0.106} = 3.11$ - **трое суток**	**2**
	Верное определение фаз fC = 0.71 , fD =0.38	**1**
Итого		**8**

Задача 5. **Вот какой рассеянный!** (8 баллов)

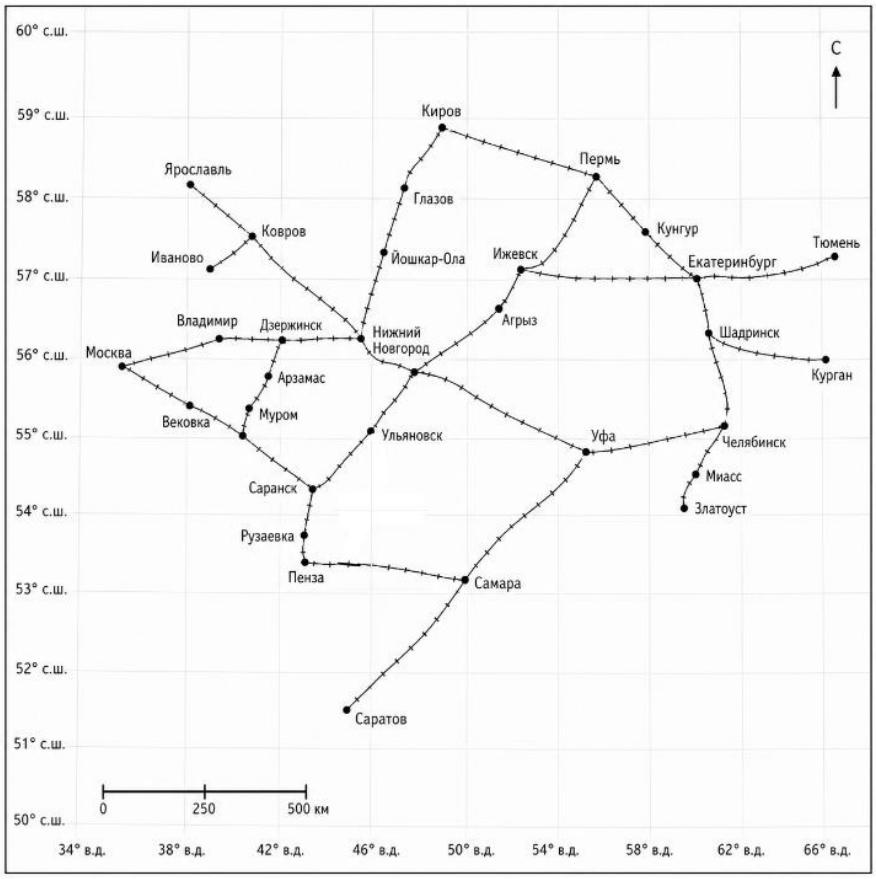
Андрей любит астрономические наблюдения и во время поездок записывает их в дорожный блокнот. Спустя несколько лет он разбирал старые записи о поездке из Екатеринбурга и обнаружил, что название конечного города не записал. Зато сохранились карта железных дорог, время в пути и результаты наблюдений, по которым Андрей решил восстановить маршрут.

Перед отправлением из Екатеринбурга Андрей измерил высоту Полярной звезды над горизонтом и получил 56°50′.

От отправления до прибытия прошло 16 часов. Средняя скорость поезда за всё это время, включая остановки, не превышала 70 км/ч.

В пункте назначения Андрей снова измерил высоту Полярной звезды над горизонтом и получил примерно 53°10′.

Считайте, что Полярная звезда находится точно в Северном полюсе мира, а атмосферной рефракцией можно пренебречь.



A. Оцените максимальное расстояние от Екатеринбурга, на котором мог находиться пункт назначения Андрея. Нанесите соответствующую границу области поиска на карту.

B. Определите широту пункта назначения и направление, в котором изменилась географическая широта Андрея. Объясните ответ.

C. Используя результаты предыдущих пунктов и карту железных дорог, определите город назначения. Сделайте на карте необходимые построения и объясните, почему другие подходящие по широте города не удовлетворяют всем условиям задачи.

Решение.

A. Ограничение по расстоянию

За 16 часов поезд при средней скорости не более 70 км/ч мог пройти не более

$$L_{\max} = 70 \cdot 16 = 1120 \text{ км}.$$

Расстояние по прямой от Екатеринбурга до пункта назначения не может быть больше длины пройденного пути. Поэтому на карте строим границу области поиска на расстоянии примерно 1120 км от Екатеринбурга, пользуясь циркулем и масштабом карты.

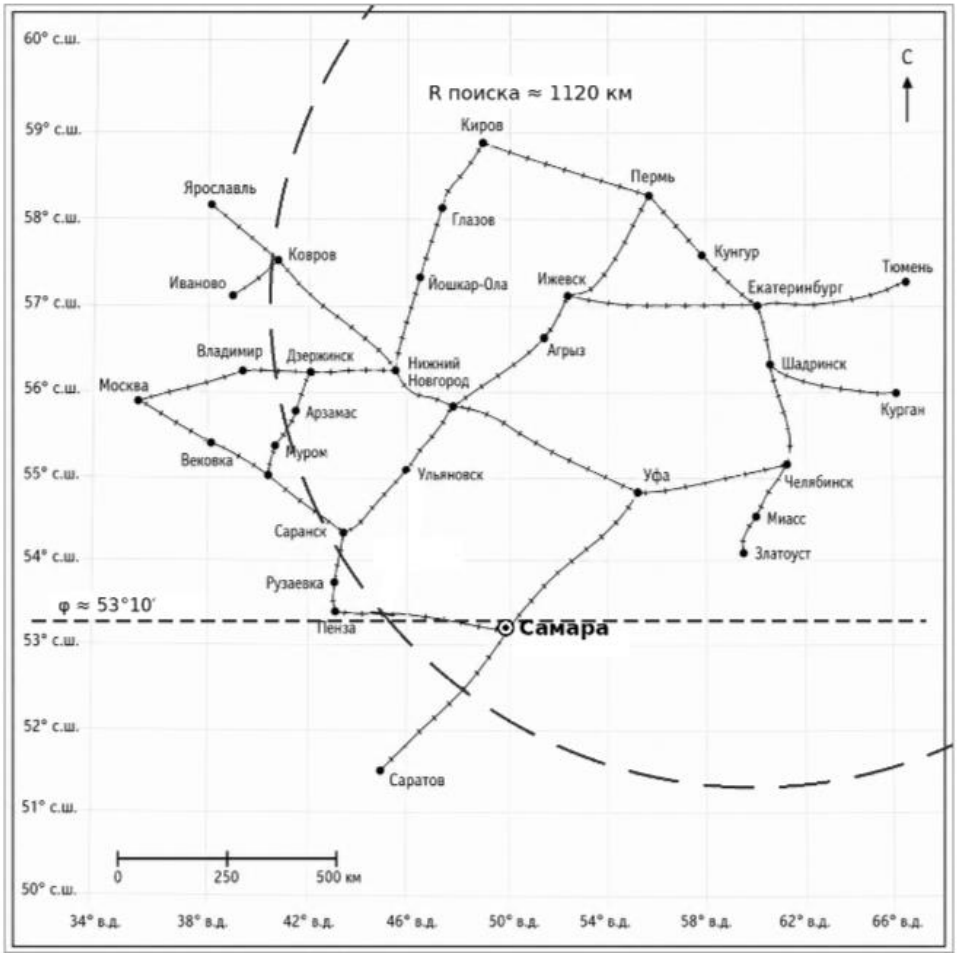
B. Широта

В принятом в условии приближении высота Полярной звезды над горизонтом равна географической широте наблюдателя (участник может сослаться на Теорему о высоте полюса Мира). Поэтому широта пункта назначения составляет примерно 53°10′ с.ш.

Перед отправлением Андрей получил 56°50′, а после прибытия — 53°10′. Значит, географическая широта уменьшилась: наблюдатель переместился к югу.

C. Определение города

На карте проводим линию широты около 53°10′ с.ш. и совмещаем её с построенной в пункте А областью поиска. В районе этой широты на карте подходят прежде всего Пенза и Самара, однако Пенза оказывается за границей допустимого расстояния от Екатеринбурга. Самара лежит внутри области поиска и на нужной широте.



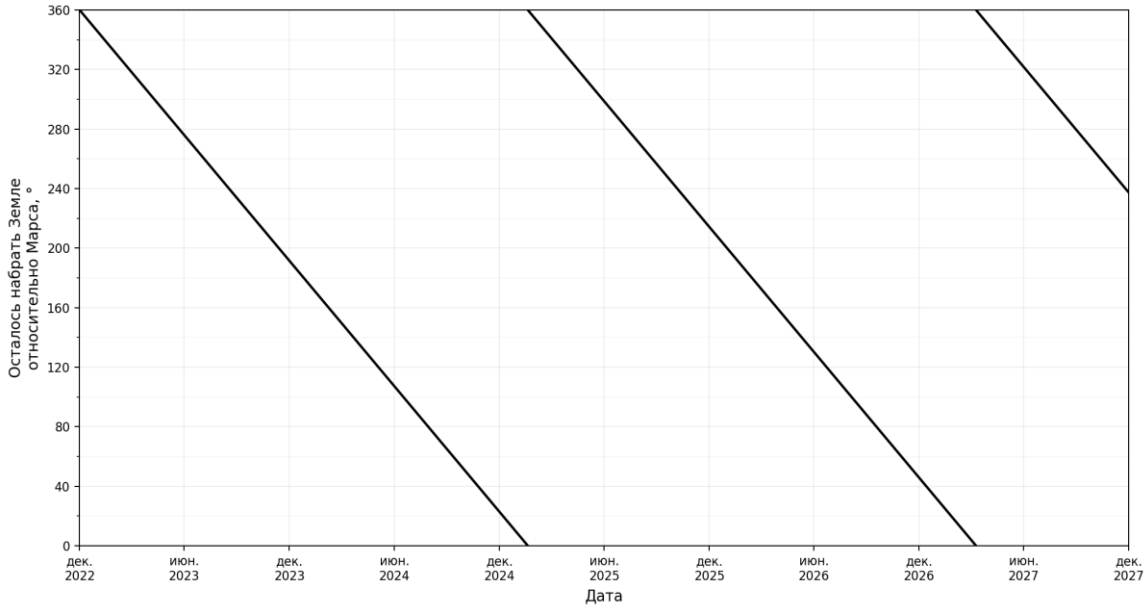
Критерии оценивания

Пункт задания	**Содержание**	**Балл**
A	Получено расстояние 1120 км	**1**
	Корректно нанесена граница поисковой области	**2**
B	Использовано соотношение h Полярной ≈ φ, получена широта и нанесена на карту линия широты 53°10′ с.ш.	**2**
	Верно указано движение к югу	**1**
C	Верный аргументированный выбор - Самара	**2**
	Указание нескольких городов	**0**
Итого		**8**

Задача 6**. Марсианские догонялки** (8 баллов)

Земля и Марс движутся вокруг Солнца. В некоторый момент они оказались на одном луче, проведённом из центра Солнца. После этого планеты продолжили движение по своим орбитам.

На графике показано изменение направления на Марс с движущейся Земли в течение нескольких земных лет. В начале каждого оборота отсчет равен 360°, затем угол уменьшается до 0°, после чего начинается новый цикл.



Считайте, что Земля и Марс движутся равномерно по круговым орбитам в одной плоскости, а земной год равен точно 365 суткам.

A. Объясните, почему каждый участок графика между двумя соседними моментами обнуления представляет собой прямую линию.

B. Пользуясь графиком, как можно точнее оцените промежуток времени S, за который Земля и Марс снова оказываются на одном луче от Солнца. Кратко укажите, как вы проводили оценку.

C. За время S Земля проходит вокруг Солнца на один оборот больше, чем Марс. Получите соотношение между S, периодом обращения Земли ТЗ и периодом обращения Марса ТМ.

D. Оцените период обращения Марса вокруг Солнца в земных сутках, исходя из полученных данных.

Решение:

A. Почему график линейный

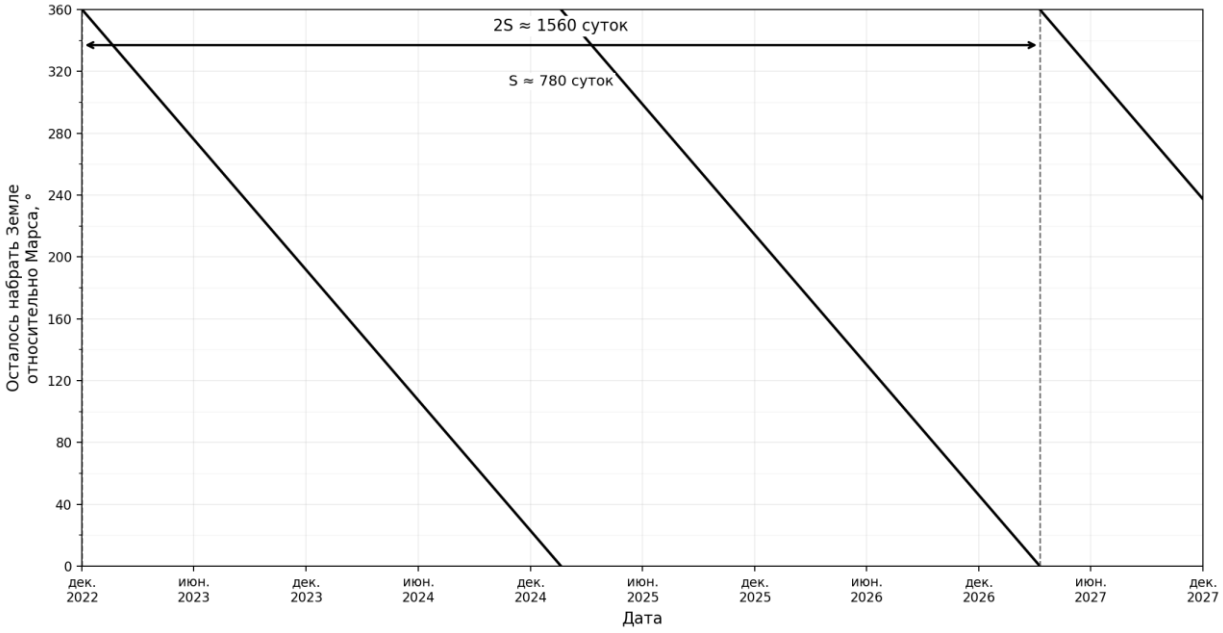
По условию обе планеты движутся равномерно, поэтому их угловые скорости вокруг Солнца постоянны. Разность этих угловых скоростей также постоянна. Следовательно, угловое расстояние Марса с Земли меняется с постоянной скоростью, линейно со временем.

B. Определение времени одного цикла

Чтобы уменьшить погрешность считывания по графику, выгодно измерять не один цикл, а максимально длинный интервал между одинаковыми фазами графика. Например, от начала первого показанного цикла в декабре 2022 года до начала третьего цикла примерно в марте 2027 года проходит два одинаковых цикла.

$$\Delta t \approx 1560 \text{ суток}, \quad S = \Delta t / 2 \approx 780 \text{ суток}.$$

Если определять S только по двум соседним началам циклов, получается практически то же значение, но относительная погрешность считывания дат оказывается больше. Использование двух периодов физически надёжнее: одна и та же абсолютная ошибка в определении концов интервала делится на больший измеряемый промежуток.



C. Связь периодов

За время S Земля совершает на один оборот больше, чем Марс. Число оборотов Земли равно S/ТЗ, а Марса — S/ТМ. Поэтому

$$S/T_З - S/T_М = 1.$$

После деления на S:

$$1/S = 1/T_З - 1/T_М.$$

D. Период обращения Марса

Из полученного соотношения

$$1/T_М = 1/T_З - 1/S,$$

откуда

$$T_М = T_З \cdot S / (S - T_З).$$

Подставляя ТЗ = 365 суток и S ≈ 780 суток, получаем ТМ ≈ 686 суток. С учётом точности считывания графика ответ разумно округлить до примерно 690 земных суток.

Ответ: ТМ ≈ 6,9 · 10^2 суток (около 690 суток).

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап. 2026/2027 учебный год. 7-8 класс

Критерии оценивания

Пункт задания	**Содержание**	**Балл**
A	Из равномерного движения Земли и Марса по окружностям указано постоянство относительной угловой скорости	**2**
	из постоянства относительной угловой скорости сделан вывод о линейности графика	**1**
Максимальный балл по пункту **A**		**3**
B	Значение S попадает в [680-700] дней. Для определения использован интервал, содержащий **несколько циклов**, и его длительность правильно разделена на число циклов.	**2**
	Оценка S получена только по **одному** циклу	**1**
Максимальный балл по пункту **B**		**2**
C	Верно записана разность $S/T_З - S/T_М = 1$	**1**
	Верно выражено соотношение $1/S = 1/T_З - 1/T_М$.	**1**
Максимальный балл по пункту **C**		**2**
D	$T_М \approx 6{,}9 \cdot 10^2$ суток - верно вычислен период обращения Марса – в интервале [680–700]	**1**
Максимальный балл по пункту **D**		**1**
Итого		**8**