

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ  
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР  
возрастная группа (9 класс)

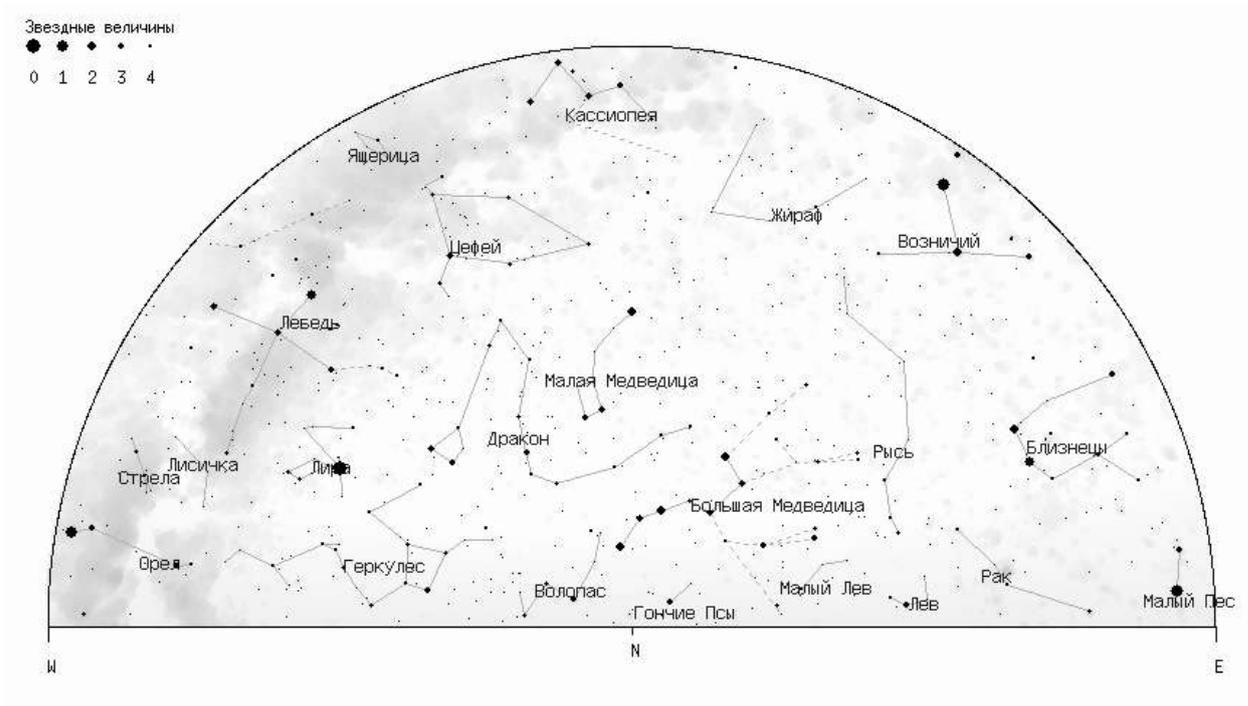
Максимальная оценка – 48 баллов.

**ЗАДАНИЕ 1.**

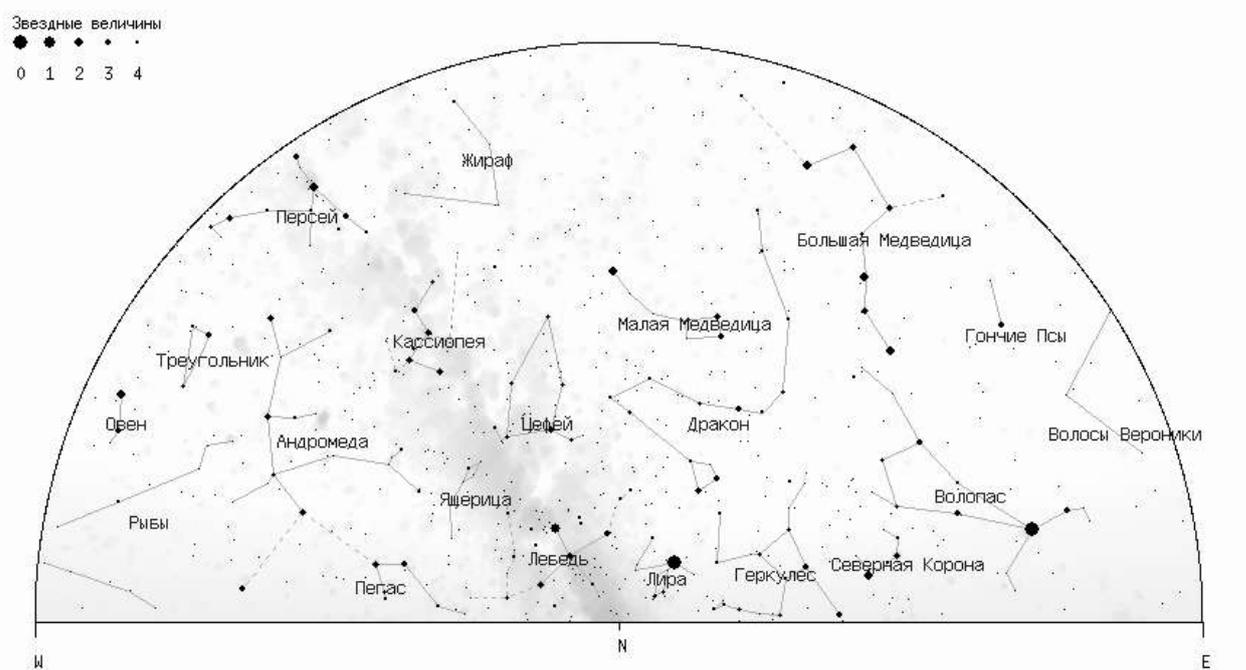
На фотографиях в *Приложении 1* представлен вид северной части неба в 21 час во Владимире (рисунок 1) и Якутске (рисунок 2). Определите как можно больше созвездий на обоих рисунках (повторяющиеся созвездия так же отмечаются на обоих рисунках, за каждое баллы назначаются отдельно). Приложение 1 сдается вместе с работами.

*Максимальный балл – 8*

**Решение.**



К рисунку 1



К рисунку 2

### ***Критерии оценивания.***

За каждое верно отмеченное созвездие на каждом чертеже назначается 1 балл, за повторяющиеся созвездия баллы не снижаются (то есть созвездие Большой медведицы, отмеченное на рис.1 и 2 оценивается в 2 балла). За неверно отмеченное созвездие снимается 1 балл. Максимальное количество баллов 8. Если отмечено более 8 созвездий, выше 8 баллов ставить не допускается. Очертание некоторых созвездий у участников могут слегка отличаться от указанных в решении, но не критично. Для созвездия Большой медведицы достаточно отметить астеризм Большой ковш.

### **ЗАДАНИЕ 2.**

Определите каждую из четырех планет по ее описанию.

1. В основном планета состоит из водорода, с примесями гелия и следами воды, метана, аммиака и тяжёлых элементов. Внутренняя область представляет собой относительно небольшое ядро из железа, никеля и льда. Внешняя атмосфера планеты кажется из космоса спокойной и однородной, хотя иногда на ней появляются долговременные образования. Планета обладает заметной системой колец, состоящей главным образом из частичек льда, меньшего количества тяжёлых элементов и пыли.

2. В отличие от газовых гигантов, состоящих в основном из водорода и гелия, в недрах планеты отсутствует металлический водород, но зато много льда в его высокотемпературных модификациях. По этой причине

отнесли эту планету в категорию «ледяных гигантов». Основу атмосферы планеты составляют водород и гелий. Планета стала первой планетой, обнаруженной в Новое время и при помощи телескопа. Ее открыл Уильям Гершель 13 марта 1781 года.

3. Шестая по размеру планета Солнечной системы. Год на планете составляет 224,7 земных суток. Она имеет самый длинный период вращения вокруг своей оси (около 243 земных суток) среди всех планет Солнечной системы и вращается в направлении, противоположном направлению вращения большинства планет. Планета не имеет естественных спутников. Планета имеет плотную атмосферу, состоящую более чем на 96 % из углекислого газа. Самая горячая планета в Солнечной системе. Планета покрыта непрозрачным слоем облаков из серной кислоты. Это первая планета, которую посетили космические аппараты.

4. Планета с разреженной атмосферой (давление на поверхности в 160 раз меньше земного). Особенности поверхностного рельефа планеты можно считать ударные кратеры наподобие лунных, а также вулканы, долины, пустыни и полярные ледниковые шапки наподобие земных. У планеты есть два естественных спутника. На сегодняшний день, наиболее подробно изученная планета Солнечной системы после Земли.

*Максимальный балл – 8*

### **Решение**

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1. Сатурн | 3. Венера |
| 2. Уран   | 4. Марс   |

### ***Критерии оценивания.***

Максимальный балл - 8. За каждый верный ответ присуждается по 2 балла.

### **ЗАДАНИЕ 3.**

Хелуанская астрономическая обсерватория, основанная в 1903 году в Египете находится на широте 30°. С какой линейной скоростью обсерватория движется за счет вращения Земли вокруг своей оси?

*Максимальный балл – 8*

### **Решение.**

Точка на экваторе Земли за счет суточного вращения движется со скоростью  $\frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 6378}{(24 \cdot 3600)} = 0.46$  км/с. Радиус параллели на широте  $\varphi$

меньше радиуса экватора в  $(\cos \varphi)$  раз. Таким образом, длина параллели  $30^\circ$  в составляет  $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$  длинны экватора. Следовательно, линейная скорость движения обсерватории  $0,87 \cdot 0,46 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 0,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ .

#### ***Критерии оценивания.***

Полностью верное решение – 8 баллов. Найдена скорость на экваторе – 3 балла. Проведена оценка длинны параллели в сравнении с длиной экватора – 3 балла. Получен верный результат – 2 балла.

#### **ЗАДАНИЕ 4.**

Оцените географическую долготу некоторого города, если 20 марта в этом городе Солнце взошло на 6 часов 20 минут раньше, чем во Владимире ( $40^\circ$  в.д.). Определите город по таблице.

<i>Город</i>	<i>Долгота, °</i>	<i>Город</i>	<i>Долгота, °</i>
Чита	113, 550	Омск	73, 400
Оренбург	55, 099	Иркутск	104, 296
Якутск	129, 730	Хабаровск	135, 093
Псков	28, 350	Санкт-Петербург	30, 264

*Максимальный балл – 8*

#### **Решение.**

Восход 20 марта происходит в окрестности момента весеннего равноденствия, поэтому интервал времени между восходом и заходом Солнца не зависит от широты и составляет 12 часов. Поэтому данный город находится восточнее Владимира на 6 часов 20 минут (если измерять долготу в часовой мере). Учитывая, что  $360^\circ$  соответствуют 24 часам, получаем, что один градус соответствует 4 минутам времени, поэтому город находится на  $(6 \cdot 60 + 20) / 4 = 95^\circ$  восточнее Владимира, и его долгота –  $135^\circ$  в.д.

Это долгота Хабаровска.

#### ***Критерии оценивания.***

Полностью верное решение – 8 баллов. Только верный ответ – 1 балл. Определено сколько градусов приходится на 1 час – 3 балла. Определена разница между долготами в градусах – 2 балла. Определена искомая долгота – 2 балла.

### ЗАДАНИЕ 5.

Диаметр астероида Веста составляет 525,4 км. Ускорение свободного падения на его поверхности  $0,3 \frac{м}{с^2}$ . Определите, первую космическую скорость на астероиде. Считайте, что астероид имеет форму шара.

Максимальный балл – 8

#### Решение.

Ускорение свободного падения выражается формулой  $g = \frac{GM}{R^2}$ .

Тогда первую космическую скорость можно получить в виде:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{GMR}{R^2}} = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{gD}{2}} = \sqrt{\frac{0,3 \cdot 525400}{2}} = 281 \frac{м}{с}$$

#### Критерии оценивания.

Полностью верное решение – 8 баллов. Записана формула первой космической скорости – 2 балла. Найдена формула для ускорения свободного падения – 2 балла. Найдена формула связи первой космической скорости и ускорения свободного падения – 2 балла. Найден верный ответ – 2 балла

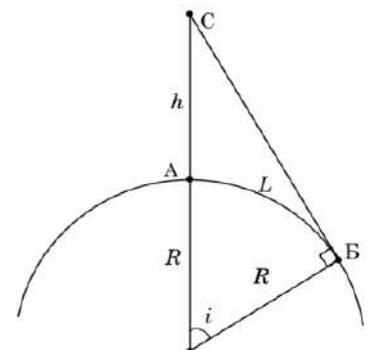
### ЗАДАНИЕ 6.

«Марс-экспресс» – действующая автоматическая межпланетная станция, предназначенная для изучения Марса. На каком максимальном расстоянии друг от друга (по поверхности Марса) могут находиться марсиане, чтобы они могли видеть этот спутник одновременно, если высота спутника над поверхностью Марса в момент наблюдения 3400 км?

Максимальный балл – 8

#### Решение.

Пусть в момент наблюдения спутник находится в точке  $C$ , первый марсианин должен находиться в точке  $B$ , второй в точке, симметричной  $B$  относительно прямой  $AC$ . Необходимо найти дугу окружности Земли  $2L$ :  $2L = (2i / 180) \cdot \pi R$ . Из прямоугольного треугольника  $\cos i = R / (R + h)$ . В данном случае  $h = 3400$  км,  $R = 3397$  км, поэтому  $\cos i = 0,5$ , следовательно,  $i = 60^\circ$ . Отсюда,



$2L \approx 7111$  км.

### **Критерии оценивания.**

Полностью верное решение – 8 баллов. Верный чертеж или описание положения спутника – 3 балла. Найдена формула для нахождения расстояния между наблюдателями – 3 балла. Получен верный результат – 2балла.

### **Справочные материалы**

#### **Основные физические и астрономические постоянные**

Гравитационная постоянная  $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме  $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Астрономическая единица  $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек  $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

#### **Данные о Солнце и Земле**

Радиус Солнца  $R_c = 695\,000 \text{ км}$

Масса Солнца  $M_c = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Средний радиус Земли  $R_z = 6370 \text{ км}$

Экваториальный радиус Земли  $6378.14 \text{ км}$

Масса Земли  $M_z = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

Тропический год – 365.24219 суток

Период вращения Земли 23 часа 56 минут 04 секунды

Наклон экватора к эклиптике года:  $23,5^\circ$

#### **Характеристики орбит планет**

Планета	Масса	Радиус	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Вид. звездная величина
	кг	км		градусы	
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	697000	25.380 сут	7.25	-26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	2439.7	58.646 сут	0.00	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	6051.8	243.019 сут	177.36	-4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	6378.1	23.934 час	23.45	-
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	3397.2	24.623 час	25.19	-2.0
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	71492	9.924 час	3.13	-2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	60268	10.656 час	26.73	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	25559	17.24 час	97.86	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	24746	16.11 час	28.31	7.8

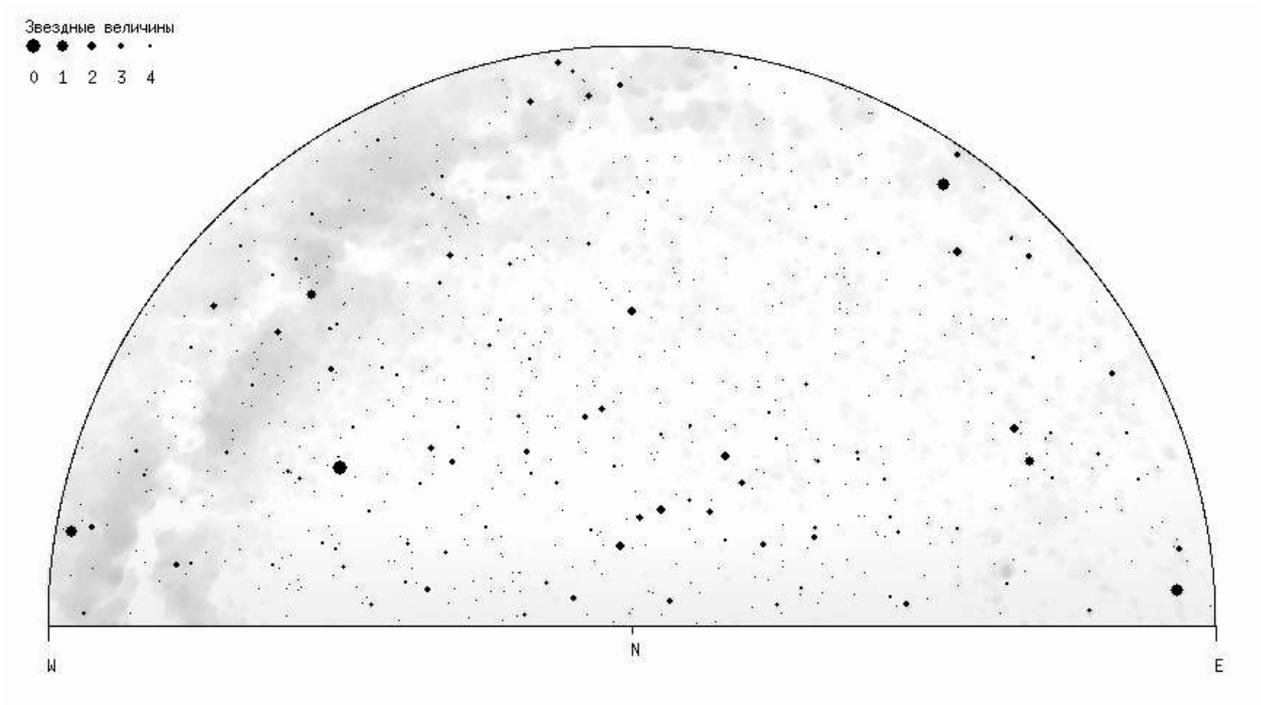


Рисунок 1.

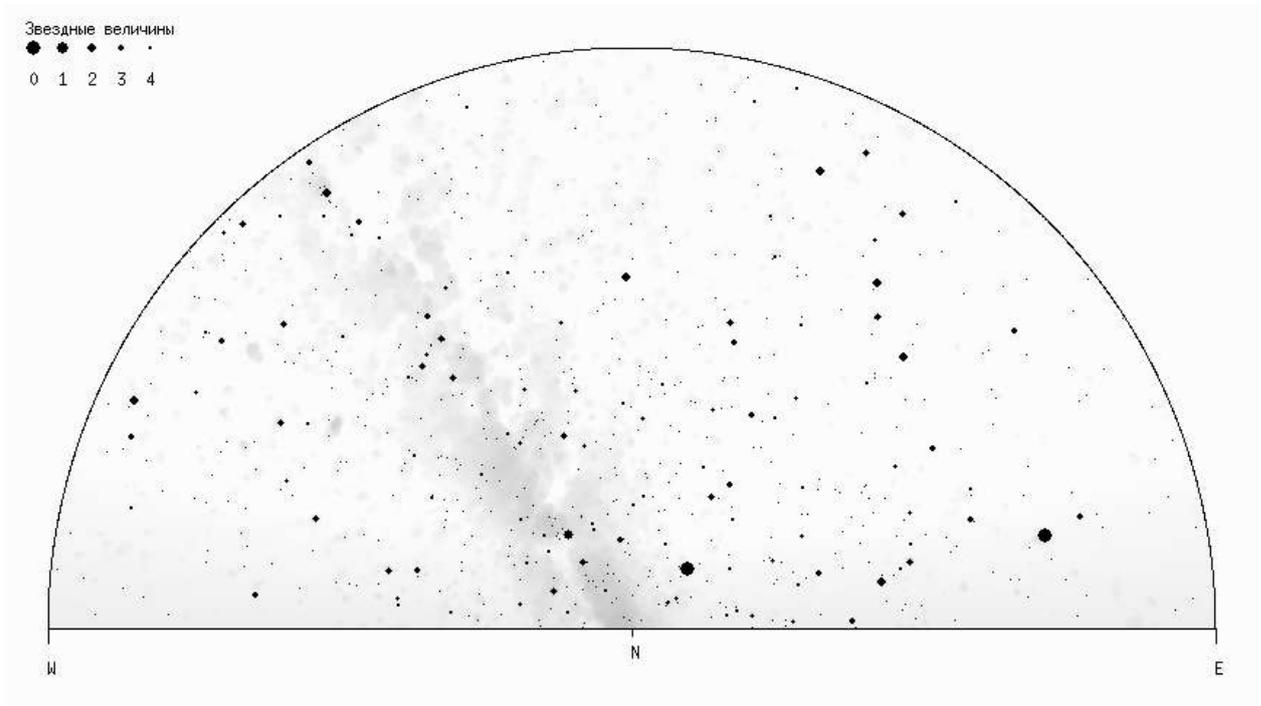


Рисунок 2.