

7 класс.
День первый

1 Остров невезения

Вроде не бездельники, и могли бы жить.
Им бы понедельник взять и отменить! [...]
Ребятня и взрослые пропадают зря.
На проклятом острове нет календаря!

*Из к/ф «Бриллиантовая рука»,
муз. А. Зацепина, сл. Л. Дербенёва*

В известной советской песне все беды жителей некоторого острова объясняются существованием понедельников. Представим себе, что однажды на остров всё-таки попал календарь, а понедельники были отменены.

- а) Сколько полных недель будет в календарном году, если неделя будет состоять из 6 дней, а продолжительность года не изменится?
- б) Предположим, что 1 января по новому островному календарю было четвергом. Каким днём недели будет 1 января следующего года?

2 Далёкий Странник

5 сентября 1977 года состоялся запуск космического зонда «Вояджер-1» (*Voyager-1*; буквально — «Странник-1»). Его основная миссия заключалась в исследовании Юпитера и Сатурна. Последняя научная задача «Вояджера-1» — исследование окраин гелиосферы, где солнечный ветер сталкивается с межзвёздной средой. В 2012 году зонд вышел в межзвёздное пространство, а к концу 2026 года удалится от Земли на расстояние в 1 световой день.

- а) Выразите 1 световой день в километрах.
- б) Вычислите среднюю скорость движения «Вояджера-1» с 1977 по 2026 год, считая движение прямолинейным на протяжении всего пути. Выразите ответ в км/с.

3 Может, чаю?

Концентрация молекул воды во внегалактическом водном мегамазере составляет 10^8 частиц/см³. Какой объём мегамазера (в км³) нужно «вычерпать», чтобы собрать столько же воды, сколько в земных условиях содержится в чайнике объёмом 2 литра?

Подсказка: масса молекулы воды $m_0 \approx 18$ масс протона m_p .

Примечание. Мазер — источник вынужденного микроволнового излучения, подобного используемому в связи (Bluetooth, Wi-Fi), навигации (GPS, ГЛОНАСС) или в микроволновых печах. Мегамазер — очень яркий астрофизический мазер.

4 Краденое Солнце

Но бессовестный смеётся / Так, что дерево трясётся:
«Если только захочу, / И луну я проглочу!»

К. И. Чуковский, «Краденое солнце»

Перед вами фрагмент известной иллюстрации к стихотворению Корнея Чуковского.



Рис. 1: Горе! Горе! Крокодил / Солнце в небе проглотил!

Иллюстрация Ю. Васнецова. Фрагмент изображения адаптирован для печати

Предположим, что угловой размер Солнца на изображении соответствует реальному, наблюдаемому с Земли.

- а) Запишите видимый угловой размер Солнца.
- б) Определите видимый угловой размер (длину) крокодила.
- в) Считается, что некоторые гигантские ископаемые виды крокодилов могли достигать 12 метров в длину. Исходя из этого, найдите максимально возможное расстояние до крокодила.
- г) Оцените линейный диаметр «солнца», проглоченного гигантским крокодилом.

5 Солнечный парад земной группы

В январе 2026 года состоялся примечательный «солнечный» парад планет: Меркурий, Венера и Марс сошлись на земном небе вблизи Солнца. Ниже представлены видимые положения планет относительно Солнца (рис. 2), а также расстояния от Земли до Меркурия и Венеры в различные дни (таблица 1).



Рис. 2: Солнце и планеты земной группы на небе Земли в декабре 2025 — январе 2026

Таблица 1: Геоцентрические расстояния планет на дату

Дата	Расстояние, а. е.	
	Меркурий	Венера
04 декабря 2025 г.	0.95	1.72
01 января 2026 г.	1.38	1.71
07 января 2026 г.	1.42	1.71
22 января 2026 г.	1.41	1.71

- Определите, какие расстояния разделяли 7 января Землю и Венеру, Землю и Марс, Венеру и Марс. Орбиты Земли и Марса считайте круговыми.
- Диск Солнца на каждом «кадре» приведён в масштабе. Докажите, что размеры изображений планет на рис. 2 не отражают реальные размеры планет.
- Как называется яркая звезда, отмеченная знаком ★ на «кадре» от 4 декабря? Какому созвездию она принадлежит?

Решения заданий будут опубликованы на сайте struve.astroedu.ru.

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевого период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
♁ Земля	1.0000	365.26 сут.	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
☾ ↔ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	<i>синхр.</i>
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч

8 класс.
День первый

1 Лунный день календаря

В полдень первой среды февраля наступило полнолуние. В марте на последнюю субботу месяца тоже пришлось полнолуние. Найдите даты (числа месяца), когда были полнолуния в феврале, марте и апреле.

2 О боже, какая частица!

На детекторе космических лучей *High Resolution Fly's Eye* («Глаз мухи»), расположенном в штате Юта, 15 октября 1991 года была зарегистрирована частица космических лучей с энергией около 50 Дж. За столь невероятно огромную для элементарной частицы энергию она получила название *Oh-My-God* (OMG, «О боже мой!»).

- а) С какой скоростью должен лететь теннисный мяч, чтобы иметь такую же кинетическую энергию? Масса теннисного мяча составляет около 58 г. Ответ выразите в км/ч.
- б) Если OMG-частица была протоном, то её скорость была меньше скорости света всего на 1.5 фемтометра в секунду. На какое расстояние OMG-частица отстанет от фотона за время путешествия от Земли:
 - до Альфы Центавра (расстояние — 4.4 световых года);
 - до Галактики Андромеды (2.5 млн световых лет)?

Подсказка: 1 фм = 10^{-15} м.

3 Краска на водной основе

Начинающий астроном Вася узнал о существовании планет-океанов и хочет сконструировать модель такой планеты. Радиус моделируемой планеты составляет 9500 км, причём океан жидкой воды занимает внешние 100 км радиуса. Вася создает масштабную модель радиусом 6 см. Справедливо полагая, что слой жидкой воды на поверхности модели не удержится, Вася решает покрасить модель слоем синей краски так, чтобы толщина слоя пропорционально соответствовала «толщине» океана. Какую массу краски придётся использовать, если её плотность составляет 1500 кг/м^3 ?
Подсказка. Объём шара радиуса R есть $V = \frac{4\pi}{3}R^3$, а площадь его поверхности $S = 4\pi R^2$, где $\pi \approx 3.14$.

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

4) Встаньте, звёзды, встаньте в круг

Звезда со склонением $+84^\circ$ вошла при астрономическом азимуте $A = 183^\circ$.

- Каково угловое расстояние этой звезды от Северного полюса мира P ?
- Как называется точка с обозначением Υ на заготовке чертежа?

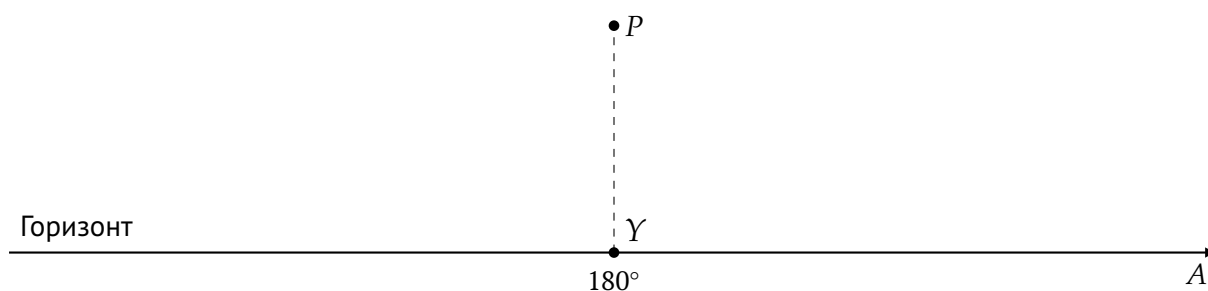


Рис. 1: Заготовка чертежа

Сделайте чертёж и определите:

- длительность нахождения звезды под горизонтом в течение суток;
- широту места наблюдения;
- наибольшую высоту звезды в данном пункте.

Указание. Пожалуйста, хорошо подумайте, прежде чем выполнять построения на заготовке чертежа. Если всё же потребуются новый чертёж, пожалуйста, выполните его на листе для решений.

Сдайте этот лист вместе с решением задачи!

5 Солнечный парад земной группы

В январе 2026 года состоялся примечательный «солнечный» парад планет: Меркурий, Венера и Марс сошлись на земном небе вблизи Солнца. Ниже представлены видимые положения планет относительно Солнца в различные дни.

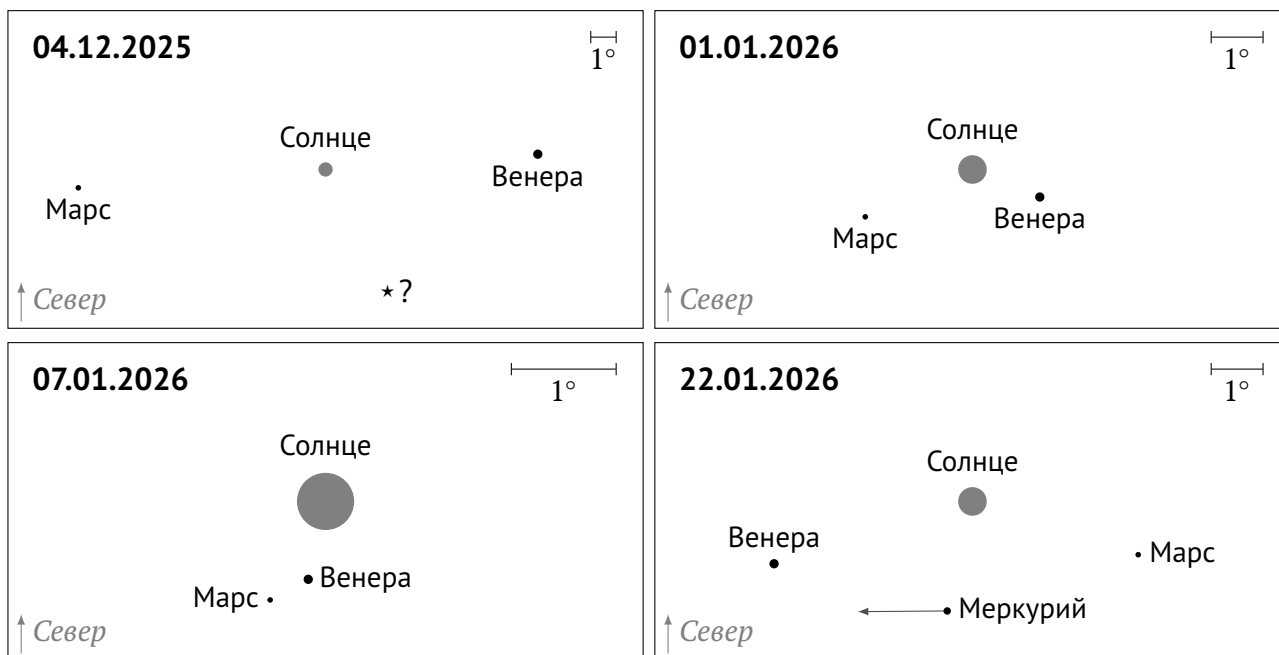


Рис. 2: Солнце и планеты земной группы на небе Земли в декабре 2025 — январе 2026

- Определите, какое пространственное и какое угловое расстояние разделяло Венеру и Марс 7 января.
- Диск Солнца на каждом «кадре» приведён в масштабе. Докажите, что размеры изображений планет на рис. 2 не отражают реальные размеры планет. (В действительности размеры изображений планет соотносятся с их видимым блеском.)
- Определите пространственное расстояние между Землёй и Меркурием 22 января. Направление видимого движения Меркурия относительно далёких звёзд отображено на «кадре» стрелкой.
- Как называется яркая звезда, отмеченная знаком ★ на «кадре» от 4 декабря? Какому созвездию она принадлежит?

Орбиты планет считайте круговыми.

Решения заданий будут опубликованы на сайте struve.astroedu.ru.

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевого период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
♁ Земля	1.0000	365.26 сут.	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
☾ ↔ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	<i>синхр.</i>
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч

7 класс.

День второй

Заполните листы ответов, выданные с комплектом заданий. Не забывайте делать необходимые пометки (например, отмечать измеряемые отрезки) на картах и чертежах. Дополнительные записи (обоснования, расчёты) и построения выполняйте на бланках решений (чистых листах). Пожалуйста, пишите коротко и по существу.

6) Страх и Ужас в Лас-Струвусе

На снимке экрана из компьютерного планетария Stellarium изображён вид неба с одного из спутников Марса. Яркая звезда слева недалеко от Регула — Солнце.

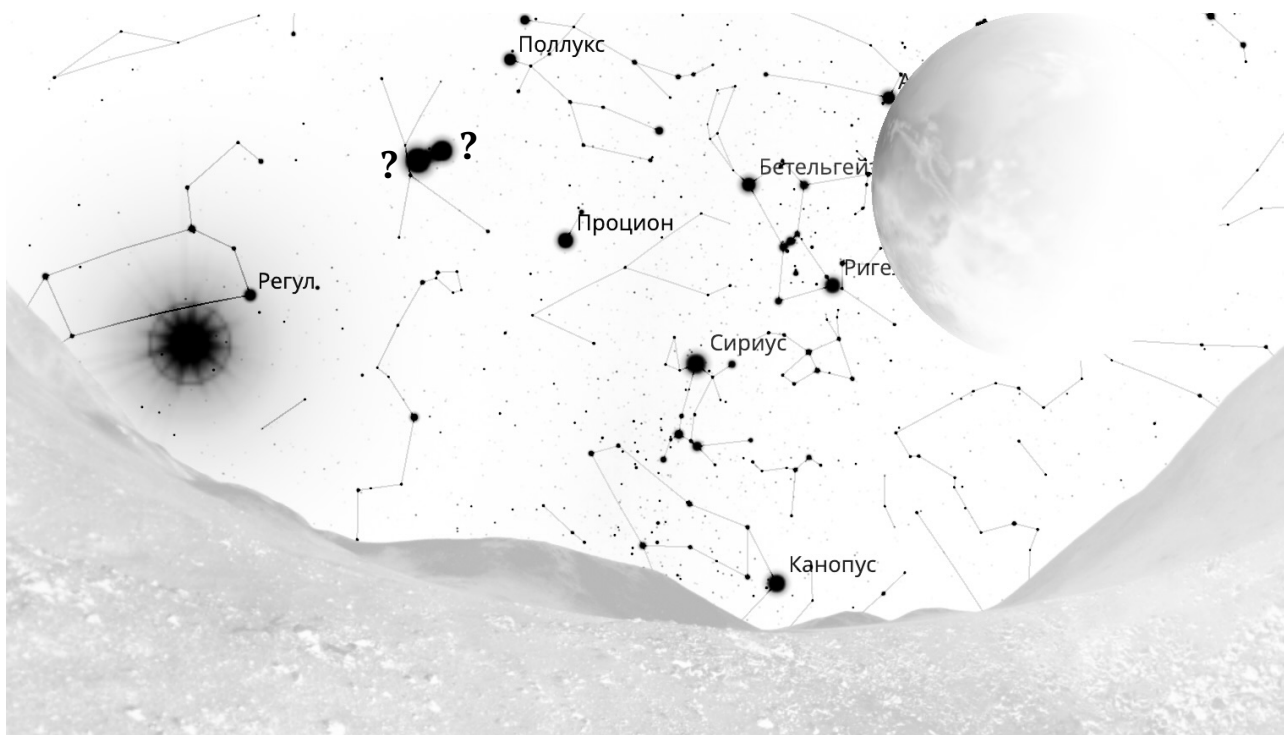


Рис. 1: Симуляция неба при наблюдении с одного из спутников Марса (негатив)

- Какие зодиакальные созвездия хотя бы частично попали на рис. 1?
- Какова средняя протяжённость зодиакального созвездия вдоль эклиптики?
- Используя данные о спутниках Марса (таблица 1) и, при необходимости, заготовку чертежа (рис. 2), найдите, под каким углом Марс виден с каждого из спутников.
- Определите по имеющимся данным, на каком спутнике находится наблюдатель.
- Выясните, может ли одним из двух ярких объектов, обозначенных на рис. 1 знаком «?», быть Меркурий.

7) Край вулканов и гейзеров

Провели предварительный расчет по результатам геодинимических наблюдений. Оказалось, что все мы неплохо так поехали...

Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН

В результате сильного землетрясения, произошедшего 30 июля 2025 года, южная часть полуострова Камчатка сдвинулась на юго-восток. Длина и направление стрелки на рис. 3 характеризуют величину и направление смещения поверхности.

- Определите величину максимального сдвига поверхности.
- Определите масштаб карты, то есть отношение соответствующих расстояний на карте и на местности (например, 1 : 1 000 000).
- Определите отношение длины 50-й географической параллели к длине земного экватора.
- Как изменилось местное солнечное время в южной части полуострова? Вычислите величину изменения для точки, в которой это изменение максимально.

8) Сияй, Сгух, сияй

Но нестерпимым стал блеск
Креста, что мы Южным зовём.

*Группа «Ария», «Штиль»,
муз. В. Дубинина, сл. М. Пушкиной*

В таблице 2 приведены расстояния r от Земли до четырёх ярчайших звёзд созвездия Южный Крест, образующих одноимённый астеризм, и количества фотонов (частиц света) N от этих звёзд и от Веги, регистрируемые одним и тем же наземным фотометром за фиксированный промежуток времени.

- Что ярче на земном небе: Вега или астеризм Южный Крест?

Чем дальше находится звезда, тем меньше фотонов от неё приходит на ту же площадь. Известно, что результат измерения фотометра обратно пропорционален квадрату расстояния до источника света:

$$N = \frac{k}{r^2},$$

где k — некоторый постоянный коэффициент, характеризующий источник.

- Какая звезда в астеризме будет самой яркой, если пролететь в сторону Южного Креста 20 парсеков?
- Посмотрим на каждую из звёзд с некоторого одинакового расстояния R , много большего размеров каждой из этих звёзд. Какая звезда окажется самой яркой? Зависит ли ответ от R ?

Решения заданий будут опубликованы на сайте struve.astroedu.ru.

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевого период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
♁ Земля	1.0000	365.26 сут.	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
☾ ↔ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	<i>синхр.</i>
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч

7

класс

номер (код) участника

ЛИСТ ____ ИЗ ____

6) Страх и Ужас в Лас-Струвусе

а) Зодиакальные созвездия:

б) Градусов на созвездие:°.

Обоснование:

в) Расчёты приведите на бланке решения. Ответы впишите в таблицу.

Таблица 1: Спутники Марса

Спутник	Радиус орбиты км	Орбитальный период сут.	Средний диаметр км	Масса кг	Видимый угловой размер Марса градусы (°)
Фобос	9 377.2	0.3189	22.5	$1.07 \cdot 10^{16}$
Деймос	23 458	1.2624	12.4	$1.48 \cdot 10^{15}$



Рис. 2: Заготовка чертежа: определение углового размера Марса

г) Наблюдатель на Фобосе Деймосе (поставьте галочку)

Обоснование:

д) Может ли это быть Меркурий? Да Нет (поставьте галочку)

Обоснование и расчёты приведите на бланке решения.

Не забудьте сдать лист ответов!

7

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

7 Край вулканов и гейзеров

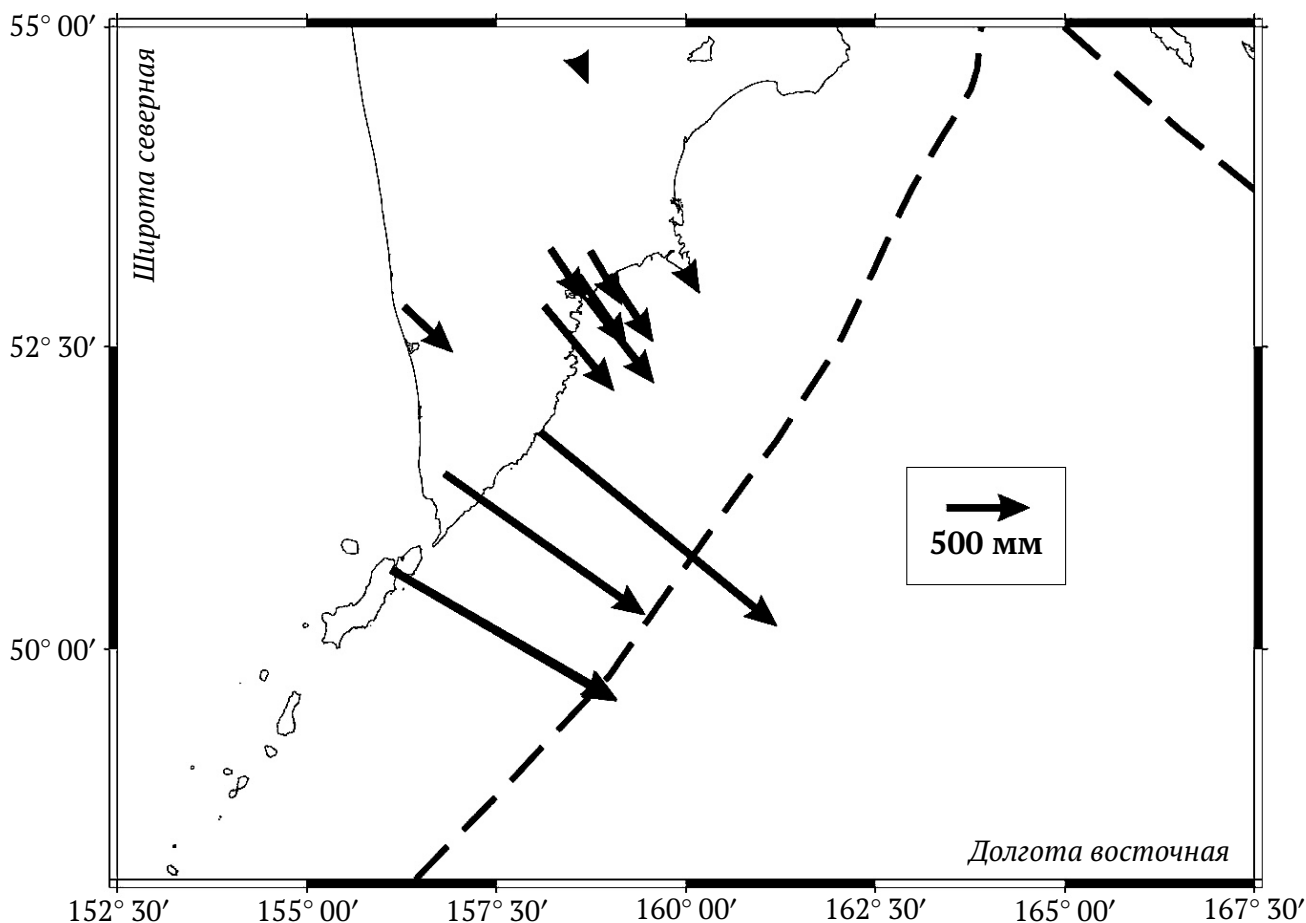


Рис. 3: Карта смещений в южной части полуострова Камчатка
 Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН, t.me/kbgras/5723. Адаптировано для печати

а) Максимальный сдвиг на карте см, что соответствует м.

б) Масштаб карты: 1 :

Расчёт: 5° широты — см на карте — км на поверхности Земли.

Следовательно, 1 см на карте соответствует

в) $\frac{\text{Длина параллели } 50^\circ}{\text{Длина экватора}} = \dots\dots\dots$ (приведите расчёт на бланке решения)

г) Местное солнечное время сразу после сдвига
 увеличилось уменьшилось не изменилось (поставьте галочку)

Максимальное изменение: с (приведите расчёт на бланке решения)

Не забудьте сдать лист ответов!

7

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

8) Сияй, Сгух, сияй

Таблица 2: Расстояния и энергии для звёзд Южного Креста

Звезда	r , пк	N	r_6 , пк	N_6
Акрукс (α Cru)	99	$4.92 \cdot 10^6$		
Бекрукс (β Cru)	85	$3.16 \cdot 10^6$		
Гакрукс (γ Cru)	27	$2.31 \cdot 10^6$		
Декрукс (δ Cru)	106	$7.7 \cdot 10^5$		
Вега (α Lyr)		$1.00 \cdot 10^7$	—	—

а) Что ярче на земном небе? Вега Южный Крест (поставьте галочку)

Расчёт:

б) Какая звезда будет самой яркой, если приблизиться на 20 парсеков?

α Cru β Cru γ Cru δ Cru (поставьте галочку)

Результаты расчётов приведите в столбцах r_6 и N_6 таблицы 2.

Расчётные формулы:

.....

в) Какая звезда окажется самой яркой с некоторого одинакового расстояния R ?

α Cru β Cru γ Cru δ Cru (поставьте галочку)

Результаты расчётов приведите в таблице 2, расчертив нужные графы.

Расчётные формулы:

.....

Зависит ли ответ на вопрос от R ? Да Нет (поставьте галочку)

Обоснование:

.....

.....

Не забудьте сдать лист ответов!

8 класс.

День второй

Заполните листы ответов, выданные с комплектом заданий. Не забывайте делать необходимые пометки (например, отмечать измеряемые отрезки) на картах и чертежах. Дополнительные записи (обоснования, расчёты) и построения выполняйте на бланках решений (чистых листах). Пожалуйста, пишите коротко и по существу.

6) Страх и Ужас в Лас-Струвусе

На снимке экрана из компьютерного планетария Stellarium изображён вид неба с одного из спутников Марса. Яркая звезда слева недалеко от Регула — Солнце.

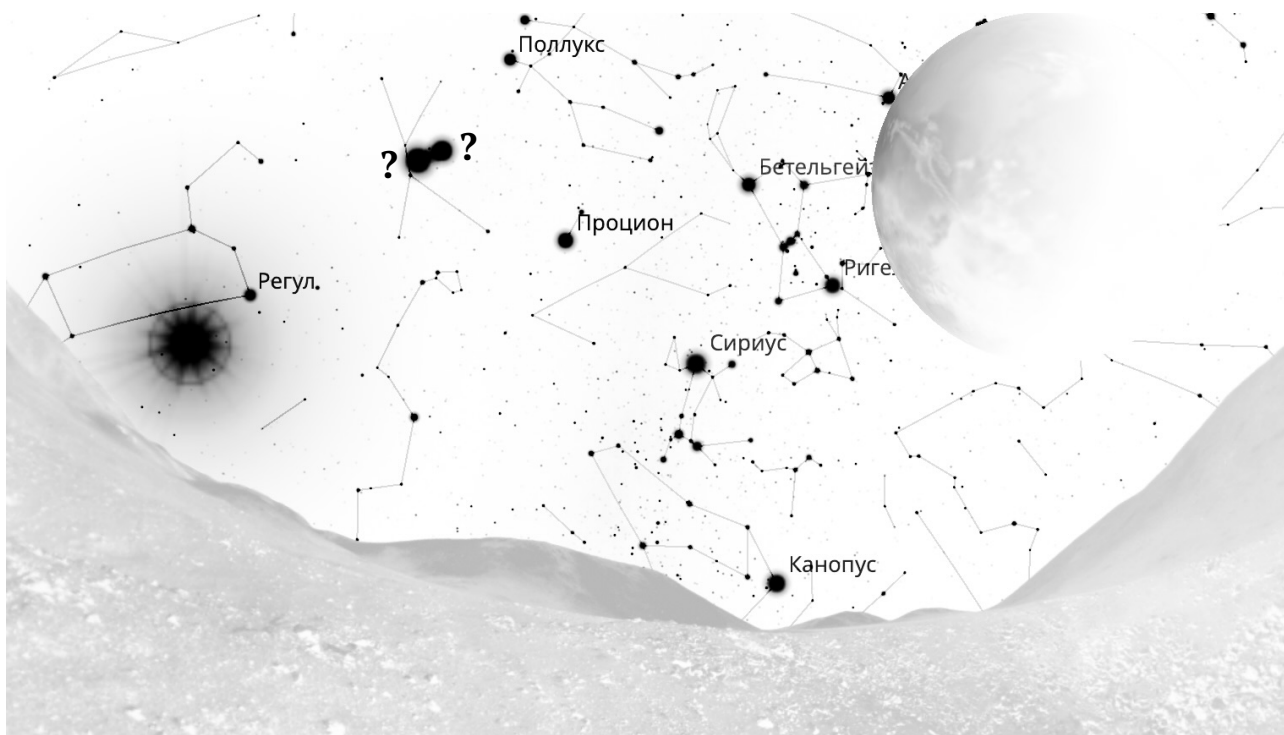


Рис. 1: Симуляция неба при наблюдении с одного из спутников Марса (негатив)

- Какие зодиакальные созвездия хотя бы частично попали на рис. 1?
- Какова средняя протяжённость зодиакального созвездия вдоль эклиптики?
- Используя данные о спутниках Марса (таблица 1) и, при необходимости, заготовку чертежа (рис. 2), найдите, под каким углом Марс виден с каждого из спутников.
- Определите по имеющимся данным, на каком спутнике находится наблюдатель.
- Выясните, может ли одним из двух ярких объектов, обозначенных на рис. 1 знаком «?», быть Меркурий.

7) Старичок-шаровичок

Определять расстояния до далёких объектов весьма непросто, поэтому придумано довольно много методов *оценки* расстояний для объектов разного типа. Так, существовало мнение, что шаровые звёздные скопления обладают примерно одинаковыми пространственными размерами, поэтому по видимому угловому размеру (диаметру) можно оценить расстояние до такого скопления. В таблице 2 приведены *измеренные* расстояния и видимые угловые диаметры для некоторых шаровых скоплений.

- а) Вычислите линейные радиусы скоплений. Определите скопления с наибольшим и наименьшим линейными радиусами. Верно ли предположение, что шаровые скопления имеют примерно одинаковые линейные размеры?
- б) Постройте график зависимости углового размера скопления от расстояния (рис. 3). Какую зависимость показывает нанесённая на заготовку графика кривая?
- в) Предположим, скопление обладает средним для выборки размером. Каков будет его угловой диаметр при наблюдении с расстояния 50 тысяч световых лет?
- г) Характерное количество звёзд в шаровом звёздном скоплении составляет $\sim 10^5$. Оцените среднюю концентрацию звёзд в скоплении Pal 2.

8) Астрономия Петербурга

До конца XIX века для отсчёта географической долготы страны использовали свои собственные национальные нулевые меридианы, проходящие, как правило, через центральные обсерватории этих стран: в Англии нулевым считался Гринвичский меридиан, во Франции — Парижский и т. д. В Российской империи отсчёт долгот изначально вёлся от Петербургского меридиана, проходящего через Астрономическую обсерваторию Петербургской академии наук, которая находилась в башне Кунсткамеры. В 1844 году нулевым стал Пулковский меридиан, проходящий через центр Круглого зала главного здания Пулковской обсерватории (таблица 3).

- а) Для определения времени по Луне в России издавались месяцословы, в которых печатались таблицы с указанием точных моментов прохождения Луны через Петербургский меридиан. Какую поправку необходимо было внести в эти данные, чтобы узнать моменты прохождения Луны через Пулковский меридиан?
- б) Вдоль прямой, соединяющей Пулковскую обсерваторию и шпиль Петропавловского собора, проложена одна из главных магистралей города — Московский проспект и продолжающее его к югу Пулковское шоссе. Вопреки распространённому заблуждению, она не проходит в точности вдоль Пулковского меридиана. Определите расстояние между Петропавловским собором и Пулковской обсерваторией, а также угол между дорогой и меридианом.
- в) Отметьте на карте (рис. 4) Пулковскую обсерваторию и вышеуказанную магистраль. Определите масштаб карты, то есть отношение соответствующих расстояний на карте и на местности (например, 1 : 1 000 000).

Решения заданий будут опубликованы на сайте struve.astroedu.ru.

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевого период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
♁ Земля	1.0000	365.26 сут.	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
☾ ↔ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	<i>синхр.</i>
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

_____ номер (код) участника

6) Страх и Ужас в Лас-Струвусе

а) Зодиакальные созвездия:

.....

б) Градусов на созвездие:°.

Обоснование:

.....

в) Расчёты приведите на бланке решения. Ответы впишите в таблицу 1.

Таблица 1: Спутники Марса

Спутник	Радиус орбиты км	Орбитальный период сут.	Средний диаметр км	Масса кг	Видимый угловой размер Марса °
Фобос	9 377.2	0.3189	22.5	$1.07 \cdot 10^{16}$
Деймос	23 458	1.2624	12.4	$1.48 \cdot 10^{15}$



Рис. 2: Заготовка чертежа: определение углового размера Марса

г) Наблюдатель на Фобосе Деймосе (поставьте галочку)

Обоснование:

.....

д) Может ли это быть Меркурий? Да Нет (поставьте галочку)

Обоснование и расчёты приведите на бланке решения.

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

_____ номер (код) участника

7) Старичок-шаровичок (начало)

а) Метод опишите на бланке решения. Результаты расчётов впишите в таблицу 2.

Наименьший радиус: скопление — св. лет;

наибольший радиус: скопление — св. лет.

Верно ли предположение? Да Нет (поставьте галочку)

Обоснование:

Таблица 2: Некоторые шаровые звёздные скопления Млечного Пути

Скопление	Расстояние, тыс. св. лет	Угл. диаметр, угл. минуты (')		Радиус, св. лет
M 22	3.2	32		
M 15	10.3	18		
M 4	6.16	35		
M 5	7.5	23		
Pal 2	90	1.9		
Pal 12	64	2.9		
M 9	25.8	12		
M 55	17.3	19		
M 62	22.5	15		
M 72	54.7	6.6		
NGC 1261	53.1	6.8		
M 28	18.3	11.2		
M 30	26.0	11		
M 69	29.7	10.8		
M 75	67.5	6.8		
M 12	16.0	16		
M 14	30.3	11		
M 19	28.0	17		
M 56	32.9	8.8		
M 80	32.6	10		
NGC 6569	35.5	7.0		

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

7) **Старичок-шаровичок (продолжение)**

б) Зависимость, показанная кривой:

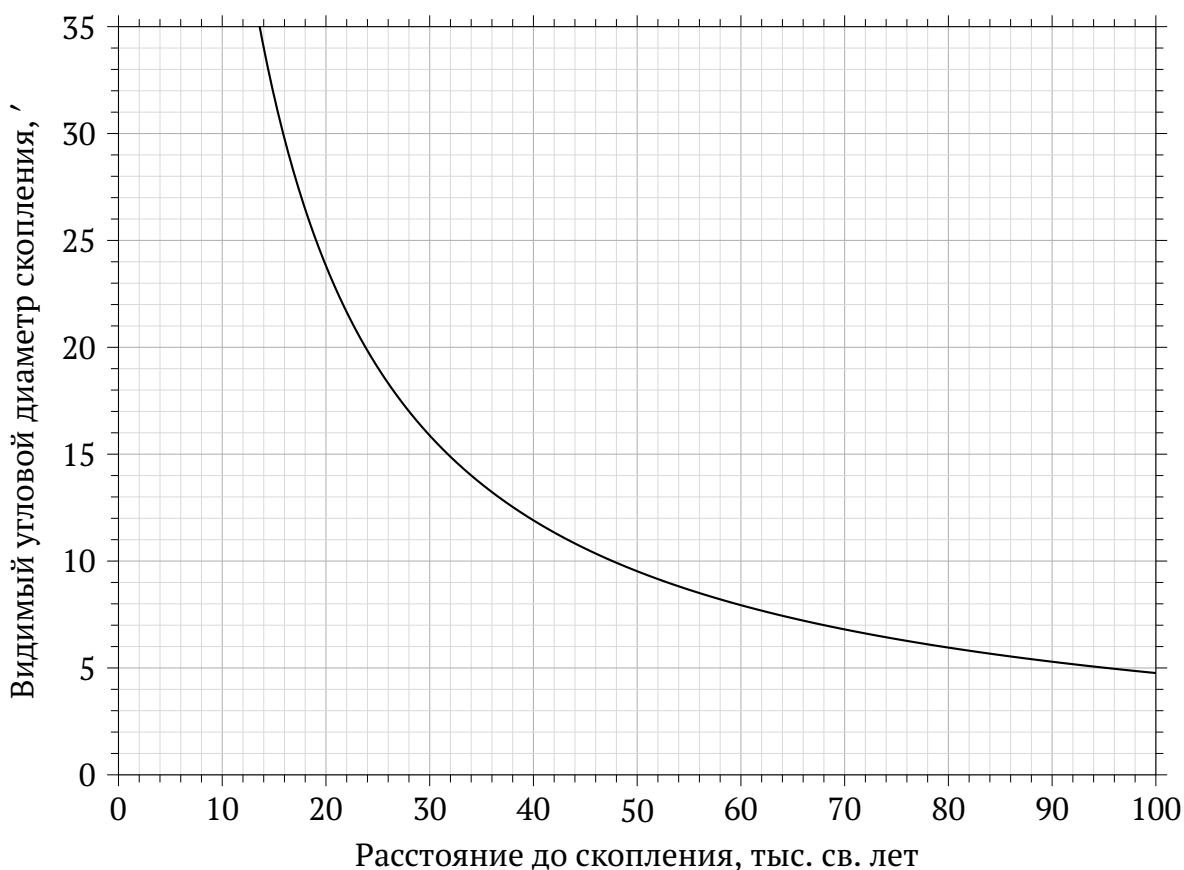


Рис. 3: Зависимость углового размера скопления от расстояния до скопления

в) Средний размер: св. лет; угловой размер с 50 тыс. св. лет: \prime.

Расчёт:

г) Объём Pal 2 ~ (св. лет)³; концентрация ~ / (св. год)³

Расчёты:

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

_____ номер (код) участника

8 Астрономия Петербурга (начало)

Таблица 3: Географические координаты упомянутых в условии задачи точек

Точка	Широта	Долгота
Кунсткамера, башня	59° 56' 30'' с. ш.	30° 18' 16'' в. д.
Пулковская обсерватория, центр Круглого зала	59° 46' 18'' с. ш.	30° 19' 34'' в. д.
Петропавловский собор, шпиль	59° 57' 01'' с. ш.	30° 18' 58'' в. д.

а) Поправка для Пулковского меридиана: $\frac{\square \text{ плюс}}{\square \text{ минус}}$ мин с.

Расчёт:

б) Расстояние между собором и обсерваторией: км.

Угол между Московским проспектом и меридианом:°.

Опишите метод и приведите расчёты:

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

_____ номер (код) участника

8) Астрономия Петербурга (продолжение)

в) Масштаб карты: 1 :, то есть 1 см на карте — км.

Необходимые рассуждения и расчёты приведите на бланке решения.

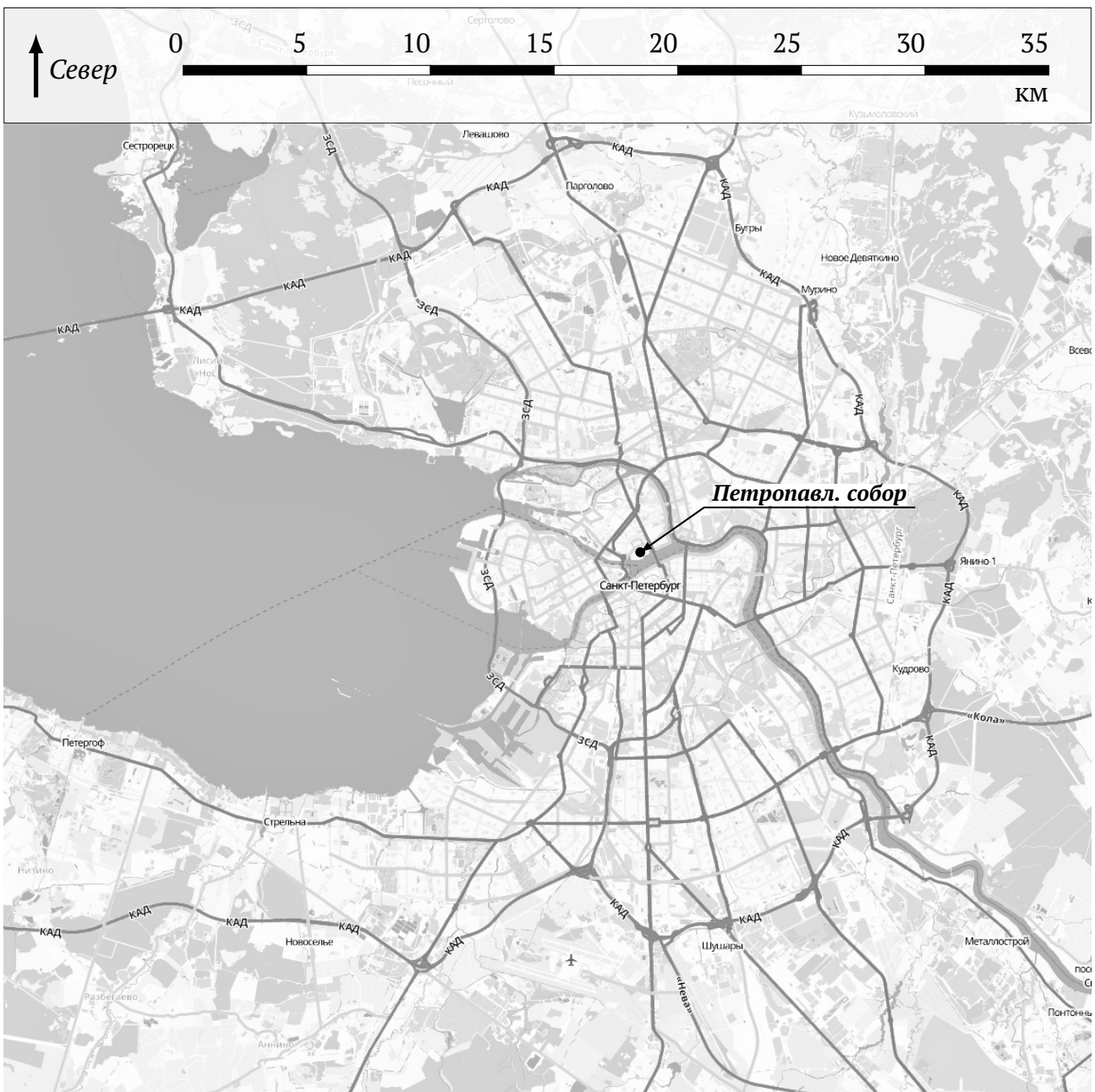


Рис. 4: Фрагмент карты Санкт-Петербурга

Не забудьте сдать лист ответов!