

**Вариант 2**  
**Практический тур**

**1. «Farthest North»<sup>1</sup> (25 баллов)**

Проблема достижения Северного полюса впервые возникла в XVII веке в связи с необходимостью поиска кратчайшего пути из Европы в Китай. Первую попытку достичь этого моря совершил в 1607 году английский мореплаватель Генри Гудзон. Однако добравшись до восточного берега Гренландии, Гудзон был остановлен льдами. Команда смогла достичь архипелага Шпицберген, но не продвинулась севернее  $80^{\circ}23'$  с. ш. Представьте, что Вы являетесь членом экипажа и в Ваши обязанности входит помощь команде с навигацией. И для того, чтобы ориентироваться в водах любой местности, мореплаватели того времени использовали звездное небо.

**а)** В трюме корабля Вы случайно обнаружили карту звездного неба. Внимательно ее изучив, Вы поняли, что на ней отсутствует 5 звезд. Дорисуйте необходимые звезды и подпишите их имена собственные, а также обозначения по Байеру. (10 баллов)

**Решение и ответ.**

$\alpha$  UMa – Дубхе (2 балл)

$\alpha$  Aur – Капелла (2 балл)

$\alpha$  Per – Мирфак (2 балл)

$\beta$  Dra – Раस्ताбан (2 балл)

$\alpha$  Lyr – Вега (2 балл)

Положение звезд обозначено в Приложении А.

**б)** Для того, чтобы другим членам экипажа в случае необходимости было удобно ориентироваться, обозначьте и подпишите 15 созвездий. (15 баллов)  
P.s. после выполнения задания карту необходимо сдать!

**Решение и ответ.**

См. Приложение А.

(За каждое созвездие по 1 баллу)

P.s. обозначение фигуры созвездия без подписи названия оценивается в 0 баллов.

---

<sup>1</sup> Термин в английском языке, который означал самую северную широту, достигнутую экспедициями в их пути к Северному полюсу.

## 2. Terra Australis (30 баллов)

Ещё в глубокой древности люди предполагали, что далеко на юге должен располагаться огромный материк (Terra Australis). Логика ученых заключалась в том, что в Северном полушарии находится слишком много суши, которая должна быть «уравновешена» неведомым южным материком. Кандидатом на статус южного континента стала Австралия, открытая в 1606 году. Однако в 1642 году Янсзон Тасман смог ее обогнуть, тем самым доказав, что она не является искомой южной землей.

- а) Используя данную Вам карту, перечислите 20 созвездий, которые смог увидеть Янсзон Тасман. (по 0,5 балла за созвездие, max – 10 баллов)
- б) Обозначьте и подпишите данные созвездия на карте. (по 1 балла за созвездие, max – 20 баллов)

P.s. после выполнения задания карту необходимо сдать!

### Решение и ответ.

а) и б) См. Приложение Б.

P.s. обозначение фигуры созвездия без подписи названия оценивается в 0 баллов.

## 3. Кометный фильтр (15 баллов)

Изначально каталог Мессье задумывался как своеобразный «кометный фильтр». Шарль Мессье, автор каталога, начал систематизировать объекты, похожие на кометы, чтобы не спутать их с настоящими кометами. В то время наука была далека от понимания не только комет, но и тех объектов, которые впоследствии вошли в каталог.

- а) Укажите, чем на самом деле являются объекты **M16, M31, M45, M63, M104**, а также в каких созвездиях их можно найти. (10 баллов)
- б) Обозначьте недостающие объекты Мессье в созвездиях, приведенных в приложении В. (5 баллов)

P.s. после выполнения задания карту необходимо сдать!

### Решение и ответ.

- а) **M 16** – рассеянное звездное скопление – созвездие Змея; (2 балла)  
**M 31** – спиральная галактика – созвездие Андромеда; (2 балла)  
**M 45** – рассеянное звездное скопление – созвездие Телец; (2 балла)  
**M 63** – спиральная галактика – созвездие Гончие псы; (2 балла)  
**M 104** – спиральная галактика – созвездие Дева; (2 балла)

б) См. приложение В.

По 1 баллу за правильно обозначенный объект.

#### 4. Исследование Серьезных Задач (30 баллов)

В данном задании Вам необходимо исследовать два спутника - искусственный спутник Земли (ИСЗ) и космический корабль, отправленный к Марсу. Для этого Вам необходимо выполнить следующее:

а) Определить период обращения и скорость ИСЗ, обращающегося по круговой орбите на высоте: 630 км, 2630 км, 4630 км, 6630 км, 8630 км, 10630 км, 12630 км, 14 630 км. (6 баллов)

**Решение и ответ.**

$$v_k = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}+h}} - \text{скорость ИСЗ}$$

$$T = \frac{2\pi(R_{\oplus}+h)}{v_k} = 2\pi \sqrt{\frac{(R_{\oplus}+h)^3}{GM_{\oplus}}} - \text{период обращения ИСЗ}$$

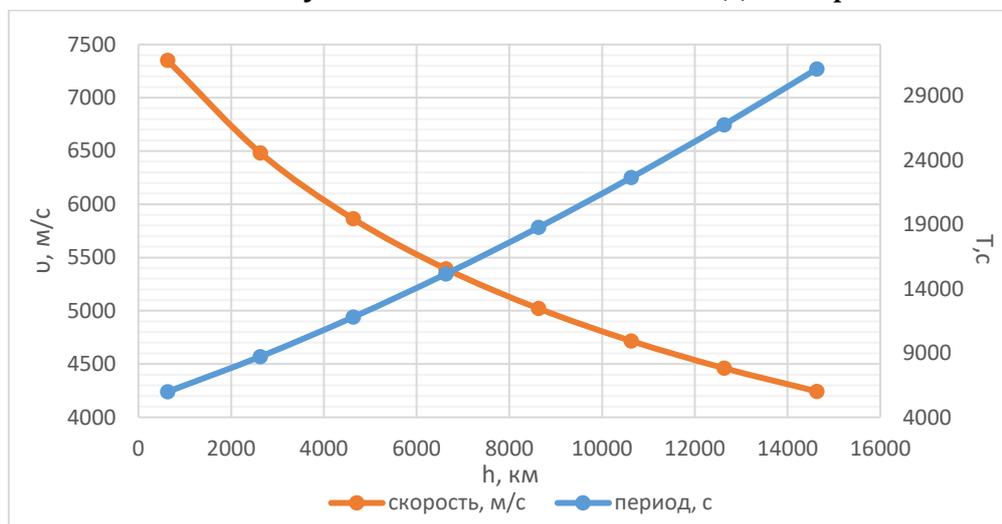
Таблица 1 – Расчет скорости ИСЗ и периода его обращения на разных высотах

h, км	$v_k$ , м/с	T, с
630	7350,31	5983,74
2630	6482,36	8723,47
4630	5863,52	11787,30
6630	5393,65	15143,99
8630	5021,21	18769,91
10630	4716,61	22646,38
12630	4461,47	26758,13
14630	4243,70	31092,40

**б)** На одном рисунке построить графики изменения периода обращения и скорости ИСЗ в зависимости от высоты над поверхностью Земли. (6 баллов)

**Решение и ответ.**

График 1 – Графики изменения скорости и периода обращения спутника от его высоты над поверхностью Земли



**в)** Вычислить высоту над поверхностью Земли, угловую и линейную скорости ИСЗ, обращающегося с периодом в 1 звездные сутки. (6 баллов)

**Решение и ответ.**

$$T_{зв} = T_{сп} = 23^h 56^{min} 4s$$

$$T_{сп} = 2\pi \sqrt{\frac{(R_{\oplus} + h)^3}{GM_{\oplus}}} \Rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{T_{зв}^2 GM_{\oplus}}{4\pi^2}} - R_{\oplus} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ км}$$

Угловая скорость геостационарного спутника:  $\omega = \frac{360^\circ}{T_{сп}} = 0,174 \text{ }^\circ/\text{с}$

Линейная скорость спутника:  $v = \omega(R_{\oplus} + h)$

**д)** Вычислить большую полуось и эксцентриситет орбиты, а также продолжительность полета космического корабля до Марса по гомановской траектории. (6 баллов)

**Решение и ответ.**

Во время старта космический корабль должен находиться в перигелии (П), а во время приземления на Марс – афелии (А).

$$a = \frac{a_{\oplus} + a_{\text{М}}}{2} = 1,26 \text{ а. е.}$$

$$e = 1 - \frac{q}{a} = 0,83$$

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow T = a\sqrt{a} = 1,4 \text{ года} \Rightarrow t = \frac{T}{2} = 0,7 \text{ года} = 255,67 \text{ сут}$$

е) Определить гелиоцентрическую долготу Марса в день старта космического корабля и в день его приземления, а также гелиоцентрическую долготу Земли в день приземления космического корабля. (6 баллов)

Вам также известно, что радиус Земли составляет 6370 км, большая полуось орбиты Марса равна 1,52 а.е., собственное движение Земли составляет  $59^{\circ},1$ , а гелиоцентрическая долгота Земли в день старта космического корабля равна  $82^{\circ}$ .

**Решение и ответ.**

$$\gamma_{M2} = \gamma_{\oplus 1} + 180^{\circ} = 262^{\circ}$$

$$\frac{T_M^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a_M^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow T_M = \sqrt{a_M^3} = 687 \text{ сут}$$

$$\gamma_{M1} = \gamma_{M2} - \frac{360^{\circ}}{T_M} t = 128^{\circ}$$

$$\gamma_{\oplus 2} = \gamma_{\oplus 1} + 59',1 \cdot t = 334^{\circ}$$

