

## Практический тур

### Решения задач

6. (5 баллов) Правильный порядок следующий:

5. Утренняя элонгация Венеры (20 марта)
6. Летнее солнцестояние (21 июня)
1. Максимум метеорного потока Персеиды (12 августа)
3. Противостояние Юпитера (26 сентября)
4. Частное затмение Солнца, видимое с территории Беларуси (25 октября)
3. Противостояние Марса (8 декабря)

*Вы ведь тоже заметили, что в теоретическом туре были подсказки для этой задачи?)*

7. (3 балла) Проще всего идентифицировать снимок сделанный в видимом диапазоне – это фото 3, так как только там видны солнечные пятна на фотосфере, а фотосферу лучше всего наблюдать в видимых лучах. Через узкополосный фильтр  $H_{\alpha}$  можно изучать хромосферу Солнца, содержащую спиккулы (“трава” на диске Солнца) и протуберанцы (темные тонкие волокна) – это фото 4. В ультрафиолете могут светиться только очень горячие области – например, нижние части короны. Поэтому фото 2 – это ультрафиолет. И методом исключения получаем, что снимок 1 получен в инфракрасных лучах.

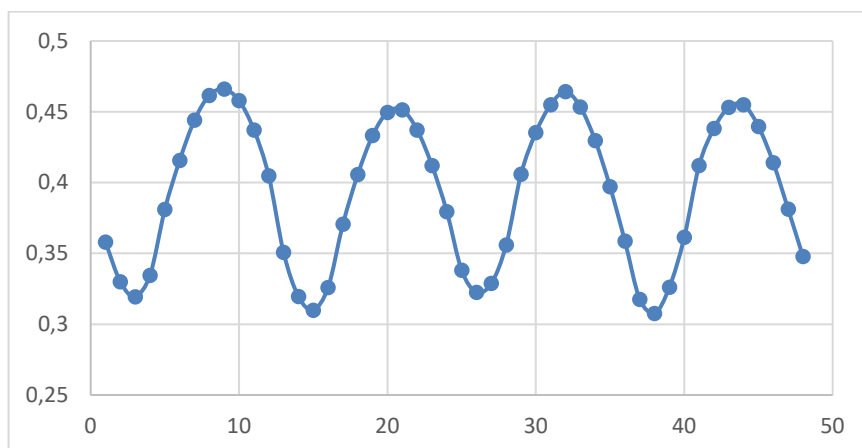
8. (12 баллов за задачу)

а) (7 баллов) Для того, чтобы отыскать положение перигелия, необходимо рассчитать расстояние Меркурия от Солнца на каждую дату. На самом деле, совершенно необязательно считать вручную расстояния на все 48 дат. Кто-то может воспользоваться возможностью на калькуляторе задать функцию и только подставлять в нее аргументы. Кто-то может отыскать первый перигелий и затем вспомнить, что орбитальный период Меркурия – 88 суток.

Расстояние Меркурия от Солнца можно вычислить по теореме косинусов:

$$r_{M\odot} = \sqrt{1 + r_{M\oplus}^2 - 2r_{M\oplus} \cos \alpha},$$

где  $r_{M\odot}$  - расстояние Меркурия от Солнца,  $r_{M\oplus}$  - расстояние Меркурия от Земли,  $\alpha$  – элонгационный угол планеты (предпоследний столбец в таблице). Построим график изменения  $r_{M\odot}$  (по оси X отложен порядковый номер строки). Участникам олимпиады график строить необязательно.



Как видим, график имеет 4 минимума – следовательно, в 2022 году Меркурий 4 раза проходил перигелий. Точные даты этих событий: **16 января, 14 апреля, 11 июля и 7 октября**. Однако из-за того, что даты в таблице идут с шагом в 7-10 дней, допускается ошибка в ответе в диапазоне  $\pm 5$  дней.

Отметим, что в далеком прошлом изучение орбит планет изначально и проводилось подобным методом: для земных наблюдателей было доступно лишь измерение небесных координат и параллаксов планет (а значит, и расстояний до них от Земли).

**б) (5 баллов)** Казалось бы, нет ничего проще: соединения будут тогда, когда элонгационный угол минимален, а элонгации – при максимальном значении этого угла. Главное – разобраться, где верхнее, а где нижнее соединение, где восточная, а где западная элонгация.

Первое соединение попадает приблизительно на 22 января. Можно заметить, что в это время Меркурий находится в созвездии Козерога (латинские названия основных созвездий необходимо знать), а затем перебирается в Стрельца. Однако он уже был в Стрельце 1 января! Следовательно, 22 января Меркурий будет двигаться попятным (ретроградным) движением. Такое случается при максимальных сближениях планет с Землей. Следовательно, **22 января – нижнее соединение**.

Тогда **15 февраля** (максимальный угол по отношению к Солнцу) – **западная элонгация**, **1 апреля** (минимальный угол) – **верхнее соединение**, **1 мая** – **восточная элонгация**, **22 мая** – **нижнее соединение**, **15 июня** – **западная элонгация**, **15 июля** – **верхнее соединение**, **1 сентября** – **восточная элонгация**, **22 сентября** – **нижнее соединение**, **8 октября** – **западная элонгация**, **8 ноября** – **верхнее соединение**, **22 декабря** – **восточная элонгация**. Последнюю дату из приведенной таблицы определить трудно, однако ее можно было приблизительно вычислить, отыскав, к примеру, синодический период Меркурия.

---

**Всего 20 баллов за практический тур**