

## О ПРОБЛЕМЕ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ К ОЛИМПИАДАМ ПО АСТРОНОМИИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Сабирова Ф.М., Сахабиев И.А.,  
Елабужский институт Казанского (Приволжского) федерального  
университета

Олимпиады – одна из наиболее эффективных и распространенных форм внеурочной работы с учащимися. Они не только помогают выявить наиболее способных ребят, но и стимулируют углубленное изучение предмета, в том числе астрономии. Однако на современном этапе школьного образовательного процесса все меньше учебного времени уделяется естественнонаучным дисциплинам, а астрономия вообще исключена как дисциплина, обязательная к изучению. Несмотря на это астрономические олимпиады различного уровня (школьные, муниципальные, региональные и т.д.) и вида (очные, заочные, Интернет-олимпиады) проводятся ежегодно [1].

Согласно Положению о Всероссийской олимпиаде школьников, утвержденному приказом №695 Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 декабря 2009 г., «Основными целями и задачами олимпиады являются выявление и развитие у обучающихся общеобразовательных учреждений творческих способностей и интереса к научной деятельности, создание необходимых условий для поддержки одаренных детей, пропаганда научных знаний...» [2]. К приведенным задачам можно еще добавить активизацию работы факультативов, кружков, развитие других форм работы со школьниками.

В результате анализа учебно-методической литературы авторами выявлено состояние проблемы астрономической подготовки школьников, заключающееся, прежде всего, в том, что в настоящее время у преподавателей физики и естествознания нет современных астрономических учебно-методических комплексов. Обучение астрономии если и происходит, то не носит систематического, целенаправленного характера. В лучшем случае обучение астрономии ограничивается рассмотрением отдельных вопросов и решением некоторых астрономических задач. Вот элементы астрономии, которые включены в курс физики образовательная программа основной школы под названием раздела «Строение и эволюция Вселенной»: «Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Физическая природа небесных тел Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы. Физическая природа Солнца и звёзд. Строение Вселенной. Эволюция Вселенной» [3].

В рекомендациях по проведению школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2013/2014 учебном году под редакцией О.С. Угольниковой приведены следующие темы, содержание которых должны знать ученики 9 класса:

- 1.1. Звездное небо.
- 1.2. Небесная сфера.
- 1.3. Движение Земли по орбите.
- 1.4. Измерение времени.
- 1.5. Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения.
- 1.6. Солнечная система.
- 1.7. Система Солнце - Земля - Луна.
- 1.8. Оптические приборы.
- 1.9. Шкала звездных величин.
- 1.10. Электромагнитные волны.
- 1.11. Общие представления о структуре Вселенной.
- 1.12. Измерения расстояний в астрономии [4].

Изучение содержания этой программы, анализ заданий для школьного и муниципального этапов Всероссийской олимпиады школьников по астрономии, которые предоставляются ученикам 5-9 классов, позволяет сделать вывод о том, что подготовка учеников к участию в олимпиадах любого уровня – это серьезная методическая и организационная работа. Естественно, что только в отведенное аудиторное время снабдить школьников дополнительными астрономическими знаниями и сведениями невозможно. Опыт показал также, что школьникам, готовящимся к олимпиадам по астрономии, следует заниматься дополнительно математикой и физикой. Желательно, чтобы они учились в классах с углубленным изучением математики. Особая проблема возникает при подготовке учащихся 7-9 классов, которые получили только первоначальные физические знания.

Сегодня у каждого преподавателя имеются достаточно широкие возможности выбора форм проведения занятий астрономического содержания. По форме обучения они могут быть классные и внеклассные, школьные и внешкольные. К возможным формам организации обучения можно отнести урок, лекцию, семинар, экскурсию, факультативный (элективный) курс, и т. п.

Важным направлением подготовки детей к олимпиадам по астрономии является сотрудничество с вузами, в которых работают педагоги, способные организовать различные формы подготовки к олимпиадам, например, в виде факультативов или спецкурсов. Во многих вузах нередко проводятся различные конкурсы для любителей решать разнообразные задачи. Выполнение таких заданий способствует подготовке учащихся к олимпиаде.

Основные принципы, в соответствии с которыми формируются задания того или иного этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии, описаны в книге «Всероссийская олимпиада школьников по астрономии в 2006 году» [5]. В 2013/2014 учебном году методические рекомендации по составлению заданий олимпиады составлены в соответствии с Положением о Всероссийской олимпиаде школьников, принятым Министерством

Образования и Науки Российской Федерации (приказ №695 от 2 декабря 2009 года) [2].

В соответствии с данным Положением, муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников проводится среди школьников 7-11 классов. На данном этапе из 6 предлагаемых заданий два или три должны иметь односложную структуру решения, с применением одного–двух астрономических фактов или физических законов, чтобы с одной стороны охватить учащихся общеобразовательных школ, с другой стороны, привлечь к участию учеников в деятельность уже существующих кружков, либо служить мотивом для организации новых. Наряду с задачами, которые могут привлечь учеников к астрономии, в ней две-три задачи должны быть многоступенчатыми т.е. повышенной трудности, решение которых посилено единицам учеников. Участники, решившие такие задачи, становятся, как правило, призерами следующих туров.

Большинство олимпиадных заданий отражают вопросы элементарной астрономии (задания 1,2), однако, существует большое количество задач с астрофизическим содержанием (задание 3). В заданиях для любых возрастных групп предусмотрено использование акон Вебера–Фехнера и формулы Погсона, положенных в основу современной шкалы звёздных величин, понятий абсолютной звездной величины, светимости могут быть использованы, но они должны быть и наиболее высоко оцениваемыми (задание 4).

Рассмотрим некоторые задачи муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии и физике космоса.

**Задача 1.** Вычислите высоту Солнца (склонение –  $18^\circ$ ) в Казани в верхней кульминации 13 ноября.

**Решение.** Высота Солнца в верхней кульминации  $h_{вк} = 90^\circ - \varphi + \delta$ . Склонение Солнца 13 ноября  $\delta = -18^\circ$ , откуда  $h_{вк} = 90^\circ - 55^\circ 47' - 18^\circ = 16^\circ 13'$ .

**Задача 2.** Во сколько раз Вега ( $0^m$ ) ярче самой слабой звезды, наблюдающейся в Казани невооруженным глазом ( $4^m$ )?

**Решение.** Различие блеска в одну звездную величину означает отличие яркости в 2.512 раза. Разность звездных величин  $(4-0)=4^m$  соответствует разнице потоков  $2.512^4=40$  раз. Более яркой является звезда с меньшей звездной величиной.

**Задача 3.** В феврале 2010 года кафедре астрономии КГУ – старейшей кафедре астрономии в России – исполняется 200 лет. Сколько полных оборотов вокруг Солнца успели за это время сделать ближайшая к Солнцу и самая удаленная от него планеты (Меркурий и Нептун)?

**Решение.** С помощью третьего закон Кеплера  $T^2=a^3$  (где  $T$  сидерический (звездный) период,  $a$  – большая полуось (среднее расстояние от Солнца до планеты), определим сидерические периоды обращения Меркурия и Нептуна:

$$T_{Мерк} = 0.38^{3/2} = 0.23 \text{ года, число оборотов за 200 лет } 200/0.23 = 869,6;$$

$$T_{Непт} = 30.2^{3/2} = 166.0 \text{ года, число оборотов за 200 лет } 200/166 = 1,2.$$

То есть Меркурий сделал 869 полных оборотов, Нептун - только 1.

**Задача 4.** Поезд движется со скоростью 60 км/ч на запад вдоль параллели  $60^\circ$  с.ш. Какую продолжительность светлого времени суток зафиксирует пассажир этого поезда 21 марта? Рефракцией пренебречь.

**Решение.** Скорость суточного движения Земли направлена с запада на восток и равна  $v_0 = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T_0}$ . Здесь  $R$  – радиус Земли,  $T_0$  – период ее вращения

вокруг своей оси. На широте  $\varphi=60^\circ$  эта скорость составляет 835 км/ч. Движение пассажира поезда вокруг оси Земли будет происходить на 60 км/ч медленнее, и его скорость  $v$  составит 775 км/ч, что увеличит продолжительность солнечных суток до  $T = \frac{2\pi R \cos \varphi}{v}$ , то есть до 25,85 часов.

В день весеннего равноденствия световой день будет длиться ровно половину солнечных суток (если не учитывать рефракцию), то есть для пассажира поезда он составит 12,93 ч или 12 ч 56 мин.

Как видим, рассмотренные задачи, предназначенные для учащихся 7-9 классов, по содержанию соответствуют программе, предусмотренной для подготовки школьников к олимпиадам по астрономии. Однако при подготовке к олимпиадам школьников 7-9 классов следует вначале разобрать краткие теоретические сведения, и закрепить их примерами решения задач. Так при изучении тем «Звездное небо», «Небесная сфера» необходимо ознакомиться с такими понятиями как созвездия, звездная карта, полюс мира, небесный экватор, звездная величина, небесной системы координат, прецессии, заходящие, невосходящие, незаходящие светила, кульминация. Кроме того, для успешного участия в олимпиаде школьников следует научить применять некоторые формулы, не входящие в программу изучения физики, например:

$$\text{отношение видимой яркости двух звезд } \frac{I_1}{I_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)};$$

высота полюса мира  $h_p = \varphi$ ,  $z + h = 90^\circ$ ;

высота светила в верхней кульминации  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ ;

высота светила в нижней кульминации  $h = \varphi + \delta - 90^\circ$ ;

Рассмотрим примеры их использования.

**Пример 1.** Вычислить, во сколько раз Сириус ярче Полярной звезды. Звездные величины Сириуса  $m_1 = -1,6$  и Полярной звезды  $m_2 = 2,1$

**Ответ:**  $\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{(2,1+1,6)} = 2,512^{3,7} = 30,2$

**Пример 2.** Вычислите высоту Сириуса ( $\alpha=06^h43^m$  и  $\delta= -16^\circ35'$ ) над горизонтом в верхнюю кульминацию в Казани.

**Ответ:**  $h_{\text{в.к.}} = 90 - 55^\circ47' + (-16^\circ35') = 17^\circ38'$ .

При подготовки к решению задач по темам: «Движение Земли по орбите», «Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения», «Солнечная система» следует не только сформулировать закон

Всемирного тяготения, но ввести понятия «орбита», «космические скорости», «Сидерический, синодический периоды планет», «эллипс», «астрономическая единица», «парсек», «горизонтальный, годичный параллакс». Учеников следует ознакомить со способами определения расстояния до небесных тел, конфигурации планет, а также ознакомить с законами Кеплера. К данным темам можно отнести следующие задачи:

**Пример 3.** Две нейтронные звезды вращаются вокруг общего центра с периодом 7 часов. На каком расстоянии они находятся, если их массы больше массы Солнца в 1,4 раз? Масса Солнца  $M_{\odot}=2 \cdot 10^{30}$  кг.

**Ответ:**  $R = \sqrt[3]{\frac{GmT}{16\pi^2}} = 3 \cdot 10^6$  м, меньше, чем размеры Земли.

**Пример 4.** Оцените, на какую высоту может подпрыгнуть астронавт, высадившийся на поверхность Луны. Массой скафандра пренебречь.

**Ответ:** ускорение свободного падения на Луне в 6.04 раза меньше, чем на Земле, соответственно во столько же раз высота прыжка на Луне будет больше.

**Пример 5.** Орбиты двух комет лежат в плоскости орбиты Земли. Одна из комет приближается к Солнцу на расстояния 0,5 а.е., другая – на 1,5 а.е. Длины их хвостов в этом положении около 100 млн. км. Может ли Земля пройти через хвосты этих комет?

**Ответ:** хвосты комет всегда направлены от Солнца. Первая комета приближается к Солнцу на 0,5 а.е. (это равно 75 млн. км), а значит минимальное расстояние между ней и Землей может составить 1 а.е.-0,5 а.е.= 0.5 а.е. Хвост кометы имеет длину 100 млн. км, что больше 0,5 а.е. Следовательно, Земля может пройти через хвост этой кометы (рис.1). Хвост второй кометы не может пересечь орбиту Земли, т.к. орбита Земли полностью лежит внутри орбиты кометы (рис.2).

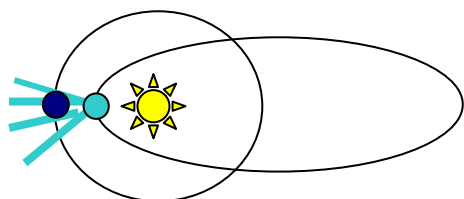


Рис.1

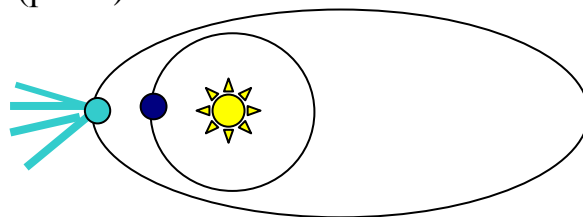


Рис.2

**Пример 6.** В дневнике путешественника была найдена запись: «Солнце уже давно зашло за горизонт, а высоко в небе, почти у зенита, ярко сияла Венера». Возможна ли описанная ситуация?

**Ответ:** нет, поскольку Венера – внутренняя планета и не может отстоять от Солнца более чем на  $48^\circ$ .

**Пример 7.** Вычислите скорость искусственного спутника Марса, обращающего вокруг него по круговой орбите на высоте 100 км над поверхностью.

**Ответ:** При круговой орбите скорость равна первой космической  $V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ . Для условий задачи получим

$$V = (6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6.4 \cdot 10^{23} / 3.5 \cdot 10^6)^{1/2}, V = (12.2 \cdot 10^6)^{1/2} = 3.5 \cdot 10^3 \text{ м/с} = 3.5 \text{ км/с}.$$

**Пример 8.** Малая планета Эрос во время наибольшего сближения с Землей имеет горизонтальный параллакс  $1'$ . Найдите расстояние до астероида в этот момент.

**Ответ:** Горизонтальный параллакс  $p$  и расстояние до объекта  $r$  связаны соотношением  $r = d / \sin(p)$ , где  $d$  – величина базиса, в нашем случае равная радиусу Земли. Тогда расстояние до Эроса  $r = 6380 / 2.9 \cdot 10^{-4} = 2.2 \cdot 10^7 \text{ км} = 0.146 \text{ а.е.}$

**Пример 9.** 7 октября 2009 г над Африкой сторел в атмосфере Земли крохотный астероид (не более 5 метров в поперечнике). За день до этого астрономам удалось его пронаблюдать и определить орбиту: большая полуось орбиты  $a = 1.27 \text{ а.е.}$ , эксцентриситет  $e = 0.28$ . Вычислите период обращения астероида вокруг Солнца и его перигелийное расстояние.

**Ответ:** по третьему закону Кеплера  $T^2 = a^3$ , где  $T$  – в земных годах,  $a$  – в астрономических единицах.  $T = 1.43$  года. Перигелийное расстояние  $q = a(1 - e) = 0.91 \text{ а.е.}$

Таким образом, детальный разбор теоретических сведений и закрепление полученных знаний примерами задач создает прочную базу подготовки к олимпиадам по астрономии даже учащихся 7-9 классов. Опыт показал, что для подготовки к олимпиадам по астрономии имеется достаточно материала в сети Интернет (см., например, [6,7]). Можно рекомендовать в качестве примера для подготовки к олимпиадам Официальный Портал Правительства РТ, сайт Министерство образования и науки Республики Татарстан «Олимпиады по «Астрономия и космическая физика» [8]». Широкий выбор представлен и в методической литературе (см., например, [9-10]).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сахабиев И.А. Подготовка школьников к олимпиадам по астрономии / Материалы научно-методической конференции (24-26 октября 2014 г.) – Елабуга: Изд-во Елабужского филиала КФУ, 2013. – С.44-47.
2. Положение о Всероссийской олимпиаде школьников [Электронный ресурс]/ URL: [http://www.edu.ru/db-mon/mo/data/d\\_09/prm695-1.htm](http://www.edu.ru/db-mon/mo/data/d_09/prm695-1.htm) (дата обращения: 10.12.2013)
3. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / [сост. Е. С. Савинов]. – М.: Просвещение, 2011. – 342 с.
4. Угольников О.С. Рекомендации по проведению школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2013/2014 уч. г. [Электронный ресурс]/ URL: [http://www.perchur-marpos.edu.cap.ru/Home/4429/doc/olympiada\\_2013/rekomendacii/астрономия\\_рекомендации\\_шэ\\_2013-2014.pdf](http://www.perchur-marpos.edu.cap.ru/Home/4429/doc/olympiada_2013/rekomendacii/астрономия_рекомендации_шэ_2013-2014.pdf) (дата обращения: 10.12.2013)

5. Угольников О.С. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии в 2006 году. – М: АПК и ППРО, 2006 // URL: <http://nashaucheba.ru/v58156/?cc=1&view=pdf> (дата обращения: 10.12.2013).
6. Портал Всероссийской олимпиады школьников – //URL: <http://www.rosolymp.ru> (дата обращения: 10.12.2013).
7. Сайт Всероссийской олимпиады школьников по астрономии – <http://www.astroolymp.ru> (дата обращения: 10.12.2013).
8. Астрономия и космическая физика/ Официальный портал правительства РТ. – URL: <http://mon.tatarstan.ru/rus/info.php?id=6973>.
9. Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями. М.: УРСС, 2002.–240 с.
10. Задачи Московской астрономической олимпиады. 2003-2005 / Под редакцией О.С. Угольникова и В.В. Чичмаря. М.: МИОО, 2005.– 207 с.