

VI Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Заключительный этап очередной российской олимпиады школьников по астрономии и космической физике прошел с 24 по 30 марта 1999 года в городе Троицке Московской области, на базе Фонда «Байтик» и Центра новых педагогических технологий. По традиции, научное и идейное руководство олимпиадой осуществляло Астрономическое общество.

В олимпиаде приняли участие 112 школьников из 28 регионов России и Украины. Как и в прошлые годы, все участники были разделены на три возрастные группы: 8–9, 10 и 11 классы (правда, задания для учащихся 8 и 9 классов немного различались). Каждый регион мог направить на олимпиаду четырех учащихся 8–9 классов, двух десятиклассников и двух одиннадцатиклассников, а также (дополнительно) победителей Российской и Международной астрономических олимпиад 1998 года и российских победителей заочной олимпиады журнала «Звездочет». Напомним, что города и районы России, проводящие у себя астрономические олимпиады, по согласованию с Координационным советом олимпиады, могут представлять свою область (край, республику) на заключительном этапе, если эта область (край, республика) олимпиады не проводит.

25 марта в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга состоялось открытие олимпиады. С приветствиями и лекциями для школьников выступили директор института член-корреспондент РАН А.М.Черепашук, профессор А.В.Засов и другие ведущие ученые института. 26 и 28 марта в Троицке прошли теоретический и творческо-практический туры. На теоретическом туре школьникам было предложено 6 задач, а в задании творческо-практического тура входила одна творческая задача и одна практическая. Продолжительность каждого тура для участников составляла 4 часа. Жюри – в этот раз под председательством профессора В.М.Чаругина, – как обычно, работало существенно дольше.

Традиционно нестандартные формулировки условий творческих задач сказались и на стиле изложения решений. Например: «при попадании в телескоп звезда увеличивается в размерах», «окуляр дает в глаз астроному больше света». Оказыва-

Теоретический тур

8 класс

1. Вам хорошо известно, что такое земной полярный круг и как он связан с сезонным ходом Солнца: только за полярным кругом могут быть дни с невосходящим Солнцем. «Полярный круг», аналогичный земному, можно ввести и для Луны. Найдите, на каких селенографических (по аналогии с географическими) широтах центр Солнца может быть невосходящим для наблюдателя на Луне, если наклон экваториальной плоскости Луны к плоскости эклиптики составляет $i = 1,5^\circ$. С каким периодом повторяются «полярные ночи»? Считать, что Луна всегда находится в плоскости эклиптики.

2. Неподвижным фотоаппаратом производится фотографирование околополярной области неба. Почему дуги, оставляемые звездами одной и той же видимой звездной величины, выглядят тем слабее, чем дальше от полюса мира эти звезды находятся?

3. Опишите вид ночного и дневного

ется, что наиболее достоверно можно вычислить массу тела путем измерения энергии, выделяющейся при полной его аннигиляции, или что наша Вселенная произошла от одной «газо-пылевой тучи».

Каждая задача первого тура оценивалась из 8 баллов, второго – из 12, но за существенные добавления по каждой задаче можно было получить еще по 2 балла (на первом туре) или по 3 (на втором), т.е. увеличить оценку до 10 и 15 баллов соответственно. После второго тура участники олимпиады могли ознакомиться с оценкой своих работ первого тура, побеседовать с членами жюри, проапеллировать.

На закрытии олимпиады призерам были вручены дипломы, ценные подарки и главный приз олимпиады для учащихся 8–10 классов – приглашение на астрономические школы и олимпиады: в Крым, где пройдет IV Международная астрономическая олимпиада, и в Специальную астрофизическую обсерваторию РАН, где состоится очередная Осенняя астрономическая школа.

В рамках олимпиады прошла традиционная конференция учителей астрономии. Были, в частности, обсуждены итоги I съезда учителей астрономии Российской Федерации и стран Содружества.

Просим все ваши вопросы, замечания и предложения (по комплексу задач прошедшей олимпиады и другим вопросам, а также интересные задачи, которые вы хотели бы видеть в будущих олимпиадах) сообщить автору по электронной почте: gavrilov@issp.ac.ru или по почтовому адресу: 142432 п. Черноголовка Московской обл., Институтский пр., 15, ИФТТ РАН.

Ниже приводятся условия задач заключительного этапа VI Российской олимпиады школьников по астрономии и космической физике и список призеров олимпиады.

неба (звезды, Солнце, планеты, другие небесные объекты, их яркость и т.п.) для наблюдателя, находящегося на поверхности Марса.

4. Днем звезды не видны, поскольку этому мешает яркий свет неба. Почему же тогда яркие звезды можно днем наблюдать в телескоп? В телескоп с каким увеличением они будут видны лучше?

5. Некоторая звезда находилась сегодня в верхней кульминации в 5 часов 41 минуту утра по московскому времени. Когда (в ближайшее время) эта звезда будет находиться в нижней кульминации?

6. Почему при визуальном наблюдении планет в маленький телескоп часто видно больше деталей, чем в большой?

9 класс

1–4. См. задачи 1–4 для 8 класса.

5. Крабовидная туманность расширяется со скоростью около 1000 км/с. Через какое время ее размер возрастет на 10%, если расстояние до нее равно 6500 св.лет, а угловой диаметр, видимый с Земли, составляет примерно 5 угловых минут?

6. Предложите принцип действия прибора (приспособления), с помощью которого космонавты внутри космической станции могли бы измерять массы тел.

10 класс

1. В Магадане (широта Магадана 60°) во время полнолуния Луна прошла верхнюю кульминацию на высоте 53,5°. Какого числа это произошло, если

Луна находилась в одном из узлов своей орбиты?

2. Проводя детальные спектроскопические исследования одной слабой красной звезды, астрофизик с удивлением понял, что ее лучевая скорость невелика, а спектральный класс звезды А0. По какой причине это могло произойти? Где может находиться эта звезда?

3. Сегодня, 26 марта, в 0ч Всемирного времени звездное время в Гринвиче было $S_0 = 12 \text{ ч } 12 \text{ мин } 00 \text{ с}$. Чему равно звездное время в Троицке в тот момент, когда вы решаете эту задачу, скажем ровно в $T = 10^4 \text{ } 00 \text{ м}$? Долгота Троицка $\lambda = 2 \text{ ч } 29 \text{ м } 15 \text{ с}$.

4. Планеты в своем видимом движении по небу проходят так называемые точки стояния, где они меняют направления своего движения вдоль эклиптики: с прямого на обратное или наоборот. Возьмем, к примеру, Меркурий. В какой связи находятся моменты его стояния с моментами его наибольших восточной и западной элонгаций (угловых удалений от Солнца)?

Выберите правильный ответ и обоснуйте его (обоснование желательнее сопроводить рисунком):

- 1) Совпадают с ними.
- 2) Непосредственно предшествуют им.
- 3) Происходят непосредственно за ними.
- 4) Происходят после восточной и перед западной.
- 5) Происходят после западной и перед восточной.
- 6) Происходят дважды за синоди-

ческий период планеты независимо от максимальных элонгаций.

7) Происходят во время соединений (верхнего и нижнего).

8) Для Меркурия эти рассуждения не имеют смысла, поскольку движение с прямого на попятное меняют только внешние планеты.

5. Крабовидная туманность расширяется со скоростью около 1000 км/с. Через какое время ее размер возрастет на 10%, если расстояние до нее равно 2 кпк, а угловой диаметр, видимый с Земли, составляет примерно 5 угловых минут?

6. Можно ли увидеть Луну с поверхности Марса невооруженным глазом? Видимая с Земли звездная величина Луны в полнолуние равна $-12,8^m$, среднее расстояние от Земли до Луны 384 тыс. км, от Солнца до Марса 1,52 а.е. Ответ подтвердите расчетами.

11 класс

1. На диаграмме Герцшпрунга–Рессела полоса главной последовательности имеет довольно ощутимую ширину. Одна из причин этого – наличие двойных звезд, не разрешаемых на отдельные компоненты. Какой разброс по светимости (в звездных величинах) для звезд одного и того же спектрального класса может быть связан с этим эффектом?

2. См. задачу 2 для 10 класса.

3. Вокруг некоторой планеты по круговой орбите радиусом $R_0 = 10000 \text{ км}$ обращается космический корабль с орбитальной скоростью $V_0 = 12 \text{ км/с}$. В некоторый момент скорость корабля увеличили на $\Delta V = 3 \text{ км/с}$ без изменения ее направления.

а) Чему равны после этого периастр и апоастр орбиты корабля?

б) Чему равна скорость корабля в апоастре?

в) Найдите массу планеты.

4. См. задачу 4 для 10 класса.

5. Наблюдения радиогалактики, удаленной от нас на миллиард световых лет, показали, что из ядра галактики произошел выброс компактного радиоисточника, который за один год удалился от ядра на расстояние около 10^{-3} угловой секунды. Если считать, что радиоисточник движется прямолинейно со скоростью, близкой к световой ($c = 300000 \text{ км/с}$), то под каким углом к лучу зрения произошел выброс?

6. Можно ли увидеть Луну с поверхности Марса невооруженным глазом? Видимая с Земли звездная величина Луны в полнолуние равна $-12,8^m$, среднее расстояние от Земли

до Луны 384 тыс. км, от Солнца до Марса 1,52 а.е. Ответ подтвердите расчетами; в частности, оцените видимую с Марса звездную величину Луны в случае, когда Земля для марсиан находится в наибольшей восточной элонгации.

Творческо-практический тур

8-9 классы

7. Для удобства счета времени земная цивилизация придумала календарь: дни объединяются в недели, недели – в месяцы, месяцы – в годы. Годы при этом бывают високосными и невисокосными, причем в их чередовании установлен четкий порядок. Годы объединяются в двенадцатилетние и шестидесятилетние циклы, и т.д. Все это человечество придумало на основе многолетних наблюдений изменения погоды и движения небесных объектов. Эти же наблюдения дали и магические для землян числа (например, 7 или 12).

Разработайте такой же календарь для жителей Марса. Считайте, что мыслят они так же, как земляне (та же логика). В таблице приведены данные о движении небесных тел, видимых с

Планета или спутник	Период обращения вокруг центрального тела (в сутках)	Период обращения вокруг собственной оси (в сутках)
Меркурий	87,969	
Венера	224,701	
Земля	365,256	0,99726
Марс	686,980	1,02596
Юпитер	4332,588	
Сатурн	10759,201	
Луна	27,320	
Фобос	0,319	
Деймос	1,263	

Наклонение плоскости экватора Марса к плоскости его орбиты составляет $25^{\circ} 12'$

Марса, некоторые из которых могут вам понадобиться. Естественно, можно использовать и другие данные, если они вам известны. Какие числа могут почитать марсиане?

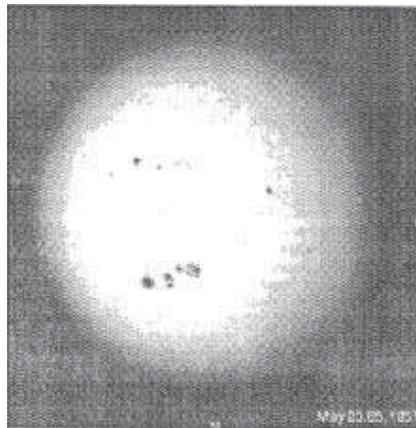
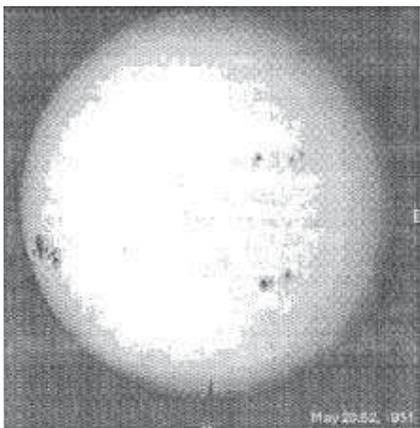
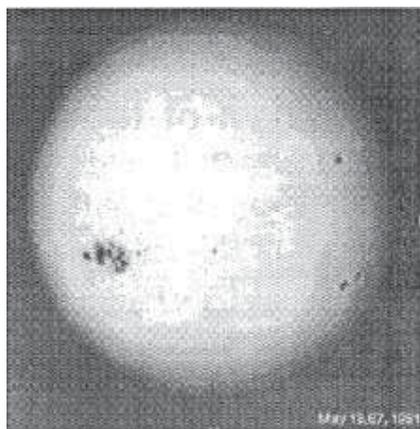
8. Серия фотографий фотосферы Солнца (см. рисунок) получена в период, когда Земля пересекала плоскость солнечного экватора. Несмотря на низкое качество копий, на солнечном лимбе различимы солнечные пятна, точки севера и востока гелио-

графических координат. В нижнем правом углу каждого из снимков приведены даты и моменты (доли суток) наблюдений Солнца. Определите синодический период вращения Солнца.

10-11 классы

7. Несмотря на неудачный прошлогодний эксперимент по деноминации мер и весов, а также на настоятельные просьбы участников V Российской астрономической олимпиады больше так не экспериментировать, правительство галактики «Млечный Путь» продолжило в прошлом году изменять параметры в своей галактике. Центральный фотонный банк галактики не рассчитал своих способностей и произвел эмиссию не обеспеченных достаточным количеством энергии фотонов. Фотоны выпускались и того же цвета, что и раньше, и той же массы, но вот количество их в пространстве резко возросло. В результате такой неконтролируемой эмиссии произошла так называемая «фотонная инфляция», и к концу года курс светового года по отношению к парсеку сильно упал: 1 парсек составлял уже не 3,26 световых лет, как раньше, а 14 световых лет. Считая, что парсек – величина стабильная и не подверженная инфляции (ведь она определяется только из геометрических соображений), опишите, что произошло в галактике в результате такой «фотонной инфляции». Какие физические константы изменились и в какую сторону? Что теперь могут в большей (а также в меньшей) степени узнавать о Вселенной астрономы нашей галактики (в настоящее время, в близком и далеком будущем)? Как будет выглядеть галактика «Млечный Путь» для астрономов других галактик? И что бы вы посоветовали предпринять правительству галактики «Млечный Путь», чтобы стабилизировать ситуацию и вернуть знакомое с детства соотношение $3,26 \text{ св. лет} = 1 \text{ пк}$?

8. Условие: см. задачу 8 для 8–9 классов. Вопрос: определите синодический и звездный периоды вращения Солнца.



ПРИЗЕРЫ ОЛИМПИАДЫ

Дипломы I степени получили

Аболмасов П. – Москва, 10 кл.,
Зиновьев Д. – Челябинск, 9 кл.,
Самарин П. – Екатеринбург, 10 кл.,
Соболевский В. – Краснодар, 10 кл.,
Цветков Е. – Великий Новгород,
 9 кл.,
Шапиро А. – Санкт-Петербург, 11 кл.

Дипломы II степени получили

Алексеев Г. – Нижнекамск, 11 кл.,
Ангер В. – с.Ижевское Рязанской обл.,
 10 кл.,
Бадьин Д. – п.Лесной Свердловской
 обл., 9 кл.,
Бакай Д. – Санкт-Петербург, 10 кл.,
Барташевич А. – Нижний Новгород,
 11 кл.,
Башаков А. – Тихвин, 9 кл.,
Верин А. – Нижний Новгород, 9 кл.,
Войцик П. – Москва, 9 кл.,
Воронов А. – Саров, 10 кл.,
Гедерцев А. – Ухта, 9 кл.,
Датченко А. – Москва, 9 кл.,
Дегтярев В. – Оренбург, 10 кл.,

Иванов А. – Челябинск, 9 кл.,
Игнатович А. – Златоуст, 7 кл.,
Клочков Д. – Волгодонск, 11 кл.,
Константинов С. – Челябинск, 8 кл.,
Курилова Т. – Москва, 10 кл.,
Мальнев А. – Сочи, 11 кл.,
Манаников А. – Раменское Москов-
 ской обл., 9 кл.,
Нагаев М. – Белгород, 8 кл.,
Никитин М. – Ухта, 10 кл.,
Пономарев Я. – Нальчик, 10 кл.,
Постнов А. – Оренбург, 11 кл.,
Румянцев Р. – Санкт-Петербург,
 9 кл.,
Седунов Е. – Белгород, 11 кл.,
Соколовский К. – Москва, 8 кл.,
Филиппов Е. – Санкт-Петербург,
 11 кл.,
Хайрулин Р. – Нижний Новгород,
 10 кл.

Дипломы III степени получили

Бабкин Ю. – Москва, 7 кл.,
Бирюков А. – Нижний Новгород,
 11 кл.,

Бобров С. – Ростов-на-Дону, 10 кл.,
Волков М. – Волгоград, 11 кл.,
Гоков Е. – Белгород, 11 кл.,
Гребеньков А. – Курск, 10 кл.,
Езерский С. – Ухта, 10 кл.,
Жабин В. – Рязань, 10 кл.,
Золотухин И. – Москва, 10 кл.,
Карев Ю. – Ухта, 11 кл.,
Кракосевич О. – Ульяновск, 11 кл.,
Крохин А. – Брянск, 11 кл.,
Кутькин А. – Сыктывкар, 9 кл.,
Лабин Д. – п. Оболенск Московской
 обл., 10 кл.,
Лемешев В. – Тихвин, 11 кл.,
Лисин Е. – Бугульма, 10 кл.,
Лихачев Р. – Сыктывкар, 9 кл.,
Макеев М. – Славянск-на-Кубани,
 9 кл.,
Матяж И. – Казань, 11 кл.,
Плотников Д. – Оренбург, 9 кл.,
Подорванок К. – Москва, 11 кл.,
Соловьев Д. – Жуковский, 9 кл.

Публикацию подготовил
М.Гаврилов