

# VIII Российская олимпиада по астрономии и физике космоса

**Заключительный этап очередной олимпиады школьников по астрономии и физике космоса прошел с 8 по 13 апреля 2001 года в подмосковном городе Троицке на базе Фонда «Байтик» и Центра новых педагогических технологий. По традиции, научное и идейное руководство олимпиадой осуществляло Астрономическое общество.**

**В олимпиаде приняли участие 145 школьников из 31 региона России и Белоруссии.**

**Как и в прошлые годы, участники олимпиады были разделены на три возрастные группы: 8 – 9, 10 и 11 классы (по традиции, задания для учащихся 8 и 9 классов немного различались). Каждый регион мог направить на олимпиаду четырех участников по 8 – 9 классам, двух десятиклассников и двух одиннадцатиклассников, а также (дополнительно) победителей Российской и Международной олимпиад 2000 года и Олимпиады ННЦ 2001 года.**

**Теоретический и творческо-практический туры олимпиады включали в себя, соответственно, 6 и 2 задачи. Большинство задач были достаточно традиционными. Лидерами же по числу «оригинальных» решений стала задача 5 для 8 класса. Знаете ли вы, например, что смена времен года бывает потому, что «ось Земли – кривая»? Интересно также, что «при попадании в телескоп звезда увеличивается в размерах», а «окуляр дает в глаз астроному больше света».**

**На закрытии олимпиады ее призерам были вручены дипломы и ценные подарки, в том числе – два телескопа. Победители получили приглашения войти в состав команд России и Московской области, которые отправятся в Крым на VI Международную астрономическую олимпиаду.**

**По традиции, просим все вопросы, замечания и предложения (по комплекту 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 Черноголовка Московской обл., Институтский проспект, 15, ИФТТ РАН.**

**Ниже приводятся условия задач теоретического тура олимпиады и список ее призеров.**

## Задачи теоретического тура

8 класс

1. В прошлом году Юпитер ярче всего был виден в середине ноября. Когда он будет наиболее ярк в течение текущего года? Объясните, почему.

2. На какой географической широте в день летнего солнцестояния высота Солнца над горизонтом наибольшая?

3. С какой точностью должен идти часовой механизм телескопа (т.е. на сколько секунд в сутки допустимо его отставание или опережение), чтобы изображение звезды, равное  $3''$ , за часовую экспозицию не размазалось больше чем на треть своего размера (т.е. оставалось почти круглым)?

4. Художник нарисовал картину «Высадка космонавтов на спутник Сатурна», изобразив на фоне звездного неба диск Солнца и планету Сатурн примерно одного размера. Какой из спутников Сатурна имел в виду художник?

5. Почему бывают зима и лето? Иными словами, по каким астрономическим причинам происходит смена времен года? Ответ необходимо дать развернутый (т.е. популярно объяснить это, скажем, пятиклассникам, чтобы они поняли).

6. Вот несколько описаний Млечного Пути писателями разных стран:

«А ночь была чудесная! На ясном, без единого облачка, глубоком небе, с россыпью звезд и туманной полосой Млечного Пути, сияла полная Луна.

Ночь была великолепная – теплая и ясная; Луна (было полнолуние) ярко сияла среди мерцающих звезд, и Млечный Путь переливался серебром.

Хлопец с трудом раскрыл отяжелевшие веки, но увидел только серый Чумацкий Шлях [Млечный Путь], пересекающий небо, и на нем месяц, блестевший истертой подковой.

Наступила ночь [в Индии]. Над головой повисла серебряной лодочкой лежащая Луна. Млечный Путь поднялся мостом через весь небосвод от горизонта до горизонта. По сравнению с искрящимся звездным небом притихшая Земля казалась мрачной и угрожающей».

Писатели, безусловно, не сговаривались между собой, однако их описания почти одинаковы. Такое сходство как будто говорит о верности описаний, и все же в них есть одна и та же ошибка. Найдите ее.

9 класс

1–4. См. задачи 1–4 для 8 класса.

5. Может ли на какой-либо гипотетической планете быть так, чтобы сезоны года сменялись на всей планете синхронно, а не как на Земле или Марсе, где в северном и южном полушариях они сменяются в противофазе?

6. Институт физики твердого тела РАН проводил на орбитальной станции «Мир» эксперименты по росту кристаллов в условиях невесомости. Однако невесомость на станции «Мир» весьма условная: достичь абсолютной невесомости мешают движения космонавтов, работа приборов на станции и другие факторы. Впоследствии исследования стали называться экспериментами по росту кристаллов в условиях микрогравитации. Оцените уровень этой микрогравитации, т.е. характерные величины ускорений, которые испытывает корпус станции в процессе эксплуатации. (Заметим, что космонавты даже отменяли зарядку в те дни, когда проходил рост кристаллов!) Масса комплекса «Мир» в последний год эксплуатации составляла около 140 тонн (в последние дни – 137 т).

*Примечание:* внесистемной единицей микрогравитации считается  $\mu g$  («микроже»),  $1 \mu g = 10^{-6} g = 9,81 \text{ мкм/с}^2$ .

10 класс

1. В феврале 2001 года космический аппарат NEAR впервые осуществил мягкую посадку на астероид Эрос. Скорость

опускания аппарата на поверхность Эроса составила 2 м/с. Если бы удар оказался упругим, то на какую высоту подпрыгнул бы аппарат от удара? Для упрощенных расчетов считать астероид шаром диаметром 30 км со средней плотностью вещества  $\rho = 3000 \text{ кг/м}^3$ .

*Примечание:* объем шара вычисляется по формуле  $V = 4/3\pi R^3$ .

2. Некоторая звезда имеет координаты  $\alpha = 6 \text{ ч}$ ,  $\delta = +23,5^\circ$ . Однако, как известно, координаты всех звезд медленно меняются из-за прецессии земной оси – ось Земли описывает конус за период около 26 тысяч лет. Какие координаты ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) будет иметь эта звезда через 6500 лет?

3. Найдите период обращения планеты (по круговой орбите вокруг Солнца), с которой звездная величина Солнца равна звездной величине Луны в полнолуние.

4. В романе Айзека Азимова «Сами боги» есть эпизод, в котором герой, живущий на лунной базе, выходит на поверхность Луны и смотрит на небо:

«Земля висела в небе на положенном месте – ее широкий серп выгибался к юго-западу. Прямо под ним горел Орион».

1) На какой стороне Луны и в каком ее полушарии находился герой?

2) В какой фазе была Луна для наблюдателей на Земле?

3) На фоне какого созвездия была видна Луна с Земли?

4) В каком сезоне года это происходило?

5–6. См. задачи 5–6 для 9 класса.

#### 11 класс

1. Как астрономы могут узнать расстояние до скопления звезд, параллакс которого не удастся измерить непосредственно?

2–4. См. задачи 2–4 для 10 класса.

5. Современный аппарат «Планетарий» устроен так, что каждую группу звезд проецирует на купол некоторая ма-

ленькая оптическая система. Оцените, каковы должны быть параметры (сообразите сами, какие именно параметры тут важны) объектива данной оптической системы, чтобы зрители, сидящие в центре зала планетария, воспринимали точки «звезды» на куполе. Рассмотрите случай обычного планетария с залом (куполом) диаметром 10 м. На слайдах созвездий, проецируемых на купол, изображения звезд имеют размер  $l_0 = 0,1 \text{ мм}$  (в качестве таких «слайдов» часто используется фольга с дырочками-звездами упомянутого размера).

6. Вам дан баллистический бюллетень № 57 о полете комплекса «Мир», опубликованный 16 марта 2001 года (см., например, <http://www.pereplet.ru/pops/space.cgi>):

«Виток текущий – 86219.

Масса комплекса – 137 тонн.

Период обращения – 89,161 мин.

Средняя высота орбиты – 236,0 км.

Суточное падение средней высоты орбиты в текущие сутки – 2,5 км.

Положение Солнца относительно плоскости орбиты – +48,5 град.

Продолжительность освещенной части орбиты – 57,4 мин.

Параметр солнечной активности F10.7 – 140.

Геомангнитная возмущенность Земли Ap – 7.

Время достижения высоты 220 км, начало динамических операций – 21.03.2001 (+ 2 сут.).

Время существования с учетом 15 % отклонения прогноза осредненных значений параметров солнечной активности – 28.03.2001 (+3 сут. / –2 сут.).

Дата определения параметров орбиты – 15.03.2001».

Считая орбиту комплекса круговой, оцените плотность атмосферы на высоте 236 км от Земли. Поперечное сечение комплекса принять равным  $S = 50 \text{ м}^2$ . Масса Земли  $M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ , радиус  $R = 6371 \text{ км}$ .

## Призеры олимпиады

### Дипломы I степени получили

Бадьин Д. – Лесной Свердловской обл., 11 кл.,  
 Балуев Р. – Саратов, 11 кл.,  
 Батраев В. – Тольятти, 11 кл.,  
 Блинов Д. – Лесной Свердловской обл., 9 кл.,  
 Булах В. – Тула, 10 кл.,  
 Гуреев С. – Москва, 8 кл.,  
 Капарулин Д. – Томск, 9 кл.,  
 Квасов И. – Джержинск Нижегородской обл., 10 кл.,  
 Константинов С. – Челябинск, 10 кл.,  
 Лебедев А. – Москва, 10 кл.,  
 Ловягин Н. – Сыктывкар, 9 кл.,  
 Нургалиев Д. – Москва, 11 кл.,  
 Пятков Ф. – Липецк, 8 кл.,  
 Румянцев Р. – Санкт-Петербург, 11 кл.,  
 Сафонов Б. – Екатеринбург, 9 кл.,  
 Субботин М. – Рязань, 8 кл.

### Дипломы II степени получили

Андреев И. – п.Черноголовка Московской обл., 8 кл.,  
 Боченков С. – Рязань, 10 кл.,  
 Бургар А. – Волгоград, 11 кл.,  
 Веремьев А. – ст.Ленинградская Краснодарского кр., 10 кл.,  
 Иванов А. – Челябинск, 11 кл.,  
 Иванов М. – Москва, 11 кл.,  
 Каменский А. – Русско-Высоцкое Ленинградской обл., 9 кл.,

Канев Е. – Ухта, 8 кл.,  
 Касимов Р. – Каменск-Уральский, 10 кл.,  
 Киселев В. – Тихорецк, 10 кл.,  
 Королев С. – Рязань, 11 кл.,  
 Кузьмин Д. – Иркутск, 11 кл.,  
 Лавренов И. – Москва, 7 кл.,  
 Лихачев Р. – Сыктывкар, 11 кл.,  
 Павлов В. – Ярославль, 10 кл.,  
 Соломаха Ю. – Миасс, 8 кл.,  
 Сумин А. – Славянск-на-Кубани Краснодарского кр., 9 кл.,  
 Хлыбов С. – Челябинск, 8 кл.,  
 Худяков А. – Железнодорожный Московской обл., 10 кл.

### Дипломы III степени получили

Бабкин Ю. – Москва, 9 кл.,  
 Баринев М. – Минск, 11 кл.,  
 Башаков А. – Тихвин, 11 кл.,  
 Бокарева А. – Оренбург, 9 кл.,  
 Бородин И. – Челябинск, 8 кл.,  
 Бухараев А. – Казань, 11 кл.,  
 Вережкин К. – Гатчина, 10 кл.,  
 Гедерцев А. – Санкт-Петербург, 11 кл.,  
 Егоров А. – Тула, 8 кл.,  
 Енгальцев Ф. – Железнодорожный Московской обл., 9 кл.,  
 Зигулев С. – Екатеринбург, 10 кл.,  
 Зиновьев Д. – Челябинск, 11 кл.,  
 Ким А. – Оренбург, 11 кл.,

*Кожихов П.* – Челябинск, 10 кл.,  
*Короткий С.* – Москва, 11 кл.,  
*Краснокутский О.* – Ярославль, 11 кл.,  
*Лымарев В.* – Челябинск, 9 кл.,  
*Мананников А.* – Раменское, 11 кл.,  
*Нагаев М.* – Белгород, 10 кл.,  
*Нестеров Н.* – Брянск, 9 кл.,  
*Перунов М.* – Оренбург, 11 кл.,  
*Пилипенко С.* – Москва, 10 кл.,  
*Плотников Д.* – Оренбург, 11 кл.,  
*Подлесных Д.* – Сергиев Посад, 10 кл.,  
*Сабуров А.* – Оренбург, 9 кл.,  
*Сажин С.* – Пермь, 11 кл.,

*Сахаров О.* – Нальчик, 10 кл.,  
*Слесарев А.* – Бугульма, 9 кл.,  
*Соколовский К.* – Москва, 11 кл.,  
*Стивак И.* – Курск, 11 кл.,  
*Ткаченко Р.* – Алексеевка Белгородской обл., 9 кл.,  
*Трубников Г.* – Челябинск, 8 кл.,  
*Тыклин А.* – Москва, 10 кл.,  
*Тютин А.* – Ижевск, 9 кл.,  
*Хацуков И.* – Урвань, 8 кл.,  
*Щёкин А.* – п.Черноголовка Московской обл., 10 кл.

*Публикацию подготовил  
М.Гаврилов*