

# **ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**

**О.С. Угольников**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**по разработке заданий для школьного и муниципального этапов  
всероссийской олимпиады школьников в 2012/2013 учебном году**

**Москва 2012**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общие принципы разработки заданий	4
Примеры заданий школьного и муниципального этапов	7
Процедура проведения школьного и муниципального этапов	11
Процедура оценивания решений и подведения итогов	13
Информация об Олимпиаде в сети Интернет	13
Список литературы	14
Приложение	15

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации подготовлены центральной методической комиссией по астрономии всероссийской олимпиады школьников и направлены на помощь соответствующим предметно-методическим комиссиям в составлении заданий для школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по астрономии в субъектах Российской Федерации.

Данный материал содержит рекомендации по структуре и тематике заданий школьного и муниципального этапов олимпиады по астрономии, условиям проведения этих этапов, материально-техническому обеспечению, а также системе оценивания и процедуре определения победителей и призеров соответствующих этапов.

Центральная предметно-методическая комиссия по астрономии желает организаторам успехов в проведении школьного и муниципального этапа олимпиады. По любым вопросам, связанным с данными этапами можно обратиться по электронной почте к председателю комиссии профессору А.С. Расторгуеву (адрес [rastor@sai.msu.ru](mailto:rastor@sai.msu.ru)) и заместителю председателя комиссии О.С. Угольникову (адрес [ougolnikov@gmail.com](mailto:ougolnikov@gmail.com)).

Методические рекомендации для школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2012/2013 учебном году утверждены на заседании центральной предметно-методической комиссии по астрономии.

Заместитель председателя  
центральной методической комиссии по астрономии,

Канд.физ.-мат. наук



О.С. Угольников

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ

Школьный и муниципальный этапы всероссийской олимпиады школьников являются ее первыми двумя этапами. Их целью является поощрение у школьников интереса к изучению того или иного предмета и выделение талантливых ребят для участия в последующих этапах Олимпиады.

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» (автор-составитель О.С. Угольников, Федеральное Агентство по образованию РФ, АПК и ППРО, 2006). В 2012/2013 году методические рекомендации по составлению заданий олимпиады составлены в соответствии с Положением о всероссийской олимпиаде школьников (далее Положение), принятого Министерством образования и науки Российской Федерации в 2009 году (приказ от 2 декабря 2009 г. № 695) и изменениям в Положение о всероссийской олимпиаде школьников, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 декабря 2009 г. №695 (приказ Минобрнауки России от 07 февраля 2011г. № 168).

В соответствии с данным Положением, школьный этап всероссийской олимпиады школьников проводится с 1 октября до 15 ноября, разработка заданий производится муниципальной предметно-методической комиссией. Данный этап Олимпиады проводится среди школьников 5-11 классов. Рекомендуется проводить этот этап в пяти возрастных параллелях: 5-6, 7-8, 9, 10 и 11 классы. Для каждой из возрастных параллелей должен быть предложен свой комплект заданий, при этом некоторые задания могут входить в комплекты по нескольким возрастным параллелям (как в идентичной, так и в отличающейся формулировке).

Исходя из целей и задач школьного этапа всероссийской олимпиады по астрономии, рекомендуется предлагать школьникам по 6 не связанных друг с другом заданий. На школьном этапе 4-5 из этих 6 заданий должны иметь односложную структуру решения, связанную с применением одного-двух астрономических фактов или физических законов (задания первой категории). 1-2 задания должны быть заданиями второй категории, требующими последовательного применения сразу нескольких фактов или законов. При этом система оценивания всех заданий должна быть идентичной. Рекомендуется оценивать решение по 8-балльной системе (от 0 до 8). В исключительных случаях, при

полном решении с предложением идей, расширяющих и дополняющих задание, может быть выставлена оценка в 9 баллов.

Тематика заданий выбирается исходя из списка вопросов, рекомендуемых предметно-методической комиссией всероссийской олимпиады школьников по астрономии при подготовке к этапам Олимпиады (см. **Приложение**). Данный список разработан для 9, 10 и 11 классов, однако при составлении заданий нужно принять во внимание, что школьный этап проводится в начале учебного года, и задания должны ориентироваться на программу предыдущих лет и первые пункты программы текущего года. При составлении заданий для 5-6 и 7-8 класса используется тематика первых пунктов Списка вопросов вместе с основными начальными астрономическими понятиями и фактами, входящими в программу курса естествознания.

Каждое из заданий для 9, 10 и 11 классов должно быть связано с разными вопросами из методического списка. Таким образом, достигается сбалансированность комплекта заданий по темам.

На первом этапе составления заданий необходимо создать базу данных, содержащих примерно вдвое большее число заданий-кандидатов, чем это требуется для проведения этапа Олимпиады. Задания проходят независимую экспертизу в муниципальной методической комиссии, на основе которой формируется более узкий комплект. Далее задания распределяются по возрастным категориям, исходя из требований, описанных выше. Сформированный комплект проходит повторную экспертизу в муниципальной предметно-методической комиссии.

Вместе с заданиями муниципальная предметно-методическая комиссия должна подготовить и утвердить полные решения и рекомендации для школьного жюри по оцениванию каждого из заданий.

Задания муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии формирует предметно-методическая комиссия субъекта Российской Федерации. Муниципальный этап Олимпиады по астрономии проводится с 25 ноября до 15 декабря среди школьников 7-11 классов, которые целесообразно разделить на четыре возрастные параллели: 7-8, 9, 10 и 11 классы. Это деление аналогично школьному этапу, кроме отсутствующей в муниципальном этапе параллели 5-6 классов. Принципы формирования комплекта заданий муниципального этапа во многом аналогичны школьному этапу, только здесь из 6 предлагаемых заданий 2-3 должны быть многоступенчатыми задачами второй категории сложности. Так как муниципальный этап,

в соответствии с Положением, проводится в ноябре-декабре, в задания можно включать большее количество вопросов программы текущего года обучения (для 10-11 классов).

Процедура составления заданий муниципального этапа аналогична школьному этапу. Первоначальная база заданий подвергается экспертизе, после чего задания распределяются по возрастным параллелям в соответствии со списком вопросов, рекомендуемых центральной предметно-методической комиссией (см. Приложение). Готовый комплект заданий вновь проходит экспертизу в региональной предметно-методической комиссии по астрономии. Вместе с условиями заданий разрабатываются и утверждаются подробные решения и рекомендации для жюри по его проверке.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ШКОЛЬНОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПОВ

Примеры характерных заданий 1 и 2 категории сложности, формирующих комплект первых двух этапов всероссийской олимпиады школьников по астрономии в указанных выше соотношениях, приведены в книге «Всероссийская олимпиада школьников по астрономии в 2006 году» (автор-составитель О.С. Угольников, Федеральное Агентство по образованию РФ, АПК и ППРО, 2006). В этой книге примеры заданий указываются для каждого из пунктов методической программы Олимпиады (см. **Приложение**). Ниже приведено еще несколько заданий 1 и 2 категории сложности.

### 8 класс и моложе

**Задание категории 1.** В опере итальянского композитора Джакомо Пуччини «Мадам Батерфляй» (Чио-Чио-сан) один из героев (Пинкертон) в первом действии спектакля поет следующее: «И тысяча звезд на нас смотрит своими глазами». Подтвердите или опровергните слова Пинкертона с астрономической точки зрения.

**Решение.** Пинкертон, в принципе, прав. На всем звездном небе около 6 тысяч звезд, видимых невооруженным глазом. Из них половина в каждый момент времени находится над горизонтом. Однако слабые звезды не будут видны низко над горизонтом, особенно если прозрачность атмосферы не очень хорошая. В итоге, на звездном небе можно увидеть 1-2 тысячи звезд.

**Задание категории 2.** В один и тот же день были зарегистрированы следующие события (время – всемирное):

- событие А - землетрясение в Японии в 12 час 02 мин;
- событие В - образование пятна на Солнце в 12 час 10 мин;
- событие С - вспышка на Солнце в 12 час 12 мин.

Что можно сказать о последовательности этих событий во времени?

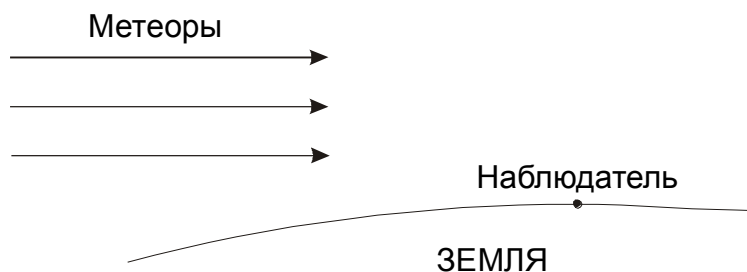
**Решение.** Расстояние от Солнца до Земли составляет около 149.6 млн км, а свет распространяется со скоростью 300000 км/с, проходя данное расстояние за 8 минут 19 секунд. Поэтому все события на Солнце происходят на 8 с лишним минут раньше, чем мы

их регистрируем. Поэтому из трех событий первым произошло событие В (чуть ранее 12ч02м), затем событие А (12ч02м) и, наконец, событие С (незадолго до 12ч04м).

### 9 класс

**Задание категории 1.** Один начинающий любитель астрономии рассказывал, что видел, как звезды «летели снизу вверх». Возможно ли такое? Ответ обоснуйте.

**Решение.** Такое вполне может быть. Если метеор летит горизонтально относительно наблюдателя (как показано на рисунке), приближаясь к нему, то он увидит его полет снизу вверх. Для «падающих звезд», относящихся к метеорным потокам, такая ситуация наступит, если радиант потока будет находиться вблизи горизонта.



**Задание категории 2.** Принимая длину экватора Земли равной 40000 км, найдите ошибку (в км) долготы положения на экваторе, если долгота определяется из показаний часов с ошибкой во времени 1 мин.

**Решение.** Точка, находящаяся на экваторе, как и вся поверхность Земли, завершает полный оборот вокруг оси вращения нашей планеты за 24 часа относительно Солнца и за 23ч56м – относительно звезд. Для оценки ошибки измерений данная разница не существенна. Если 24 часа соответствуют 40000 км, то 1 минута будет соответствовать 27.8 км. Именно таким будет расстояние между двумя точками экватора, на которых солнечный полдень наступит с интервалом в 1 минуту, и именно такой будет ошибка измерения долготы.

### 10 класс



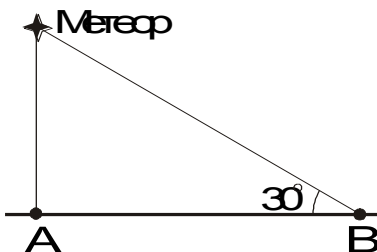
**Задание категории 1.** Известно, что время наступления океанских приливов каждый день смещается примерно на 50 минут. Почему?

**Решение.** Время океанских приливов определяется положением Луны на небе. Двигаясь по орбите в сторону, противоположную видимому вращению звездного неба, Луна каждый день кульминирует примерно на 50 минут позже, чем в предыдущий день, завершая полный цикл за 29.5 дней – за синодический период Луны. На 50 минут смещается и время приливов.

**Задание категории 2.** В пункте **А** в зените наблюдается метеор, имеющий блеск  $0^m$ . В пункте **В** этот же метеор был виден на высоте  $30^\circ$  над горизонтом. Какой блеск был у него в этом пункте? Поглощением света в атмосфере пренебречь.

**Решение.** Явления метеоров происходят на высотах порядка 100 км. Это значительно меньше радиуса Земли, и для решения задачи мы можем забыть о сферичности нашей планеты и считать ее плоской. Из рисунка видно, что расстояние от метеора до точки **В**, где он был виден на высоте  $30^\circ$ , в  $(1/\sin 30^\circ) = 2$  раза больше, чем из точки **А**, находящейся прямо под метеором. Следовательно, его блеск в точке **В** без учета атмосферного поглощения составил

$$m = 0 + 5 \lg 2 = 1.5.$$



11 класс

**Задание категории 1.** Венера вступила в тесное соединение с Марсом. У какой из двух планет видимый диаметр в это время больше?

**Решение.** Во время соединения Венера находится к нам ближе, чем Марс, вне зависимости от своей конфигурации. Диаметр Венеры больше диаметра Марса, следовательно, ее угловые размеры были также больше.

**Задание категории 2.** В желтых лучах звезды **А** и **В** светят одинаково, а в красных лучах звезда **В** на  $0.1^m$  ярче, чем звезда **А**. Какая из звезд горячее?

**Решение.** Как известно, чем горячее звезда, тем в более коротковолновую область спектра попадает максимум ее излучения. В нашем случае в спектре звезды **В** преобладает длинноволновое (красное) излучение, и если на пути от Земли к этим звездам нет большого количества межзвездной пыли, поглощающей свет звезд и меняющей его цвет, то звезда **А** горячее звезды **В**.

## ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ШКОЛЬНОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПОВ

Школьный и муниципальный этапы всероссийской олимпиады школьников по астрономии проводятся в один тур. Участники Олимпиады и сопровождающие их лица (для муниципального этапа) должны быть предупреждены о необходимости прибыть на место проведения не менее чем за 20-30 минут до его начала. Они приглашаются на предварительное собрание, на котором оглашаются правила проведения Олимпиады, представляется состав оргкомитета и жюри. После этого участники Олимпиады распределяются по аудиториям.

Для проведения этапов Олимпиады организационный комитет предоставляет аудитории в количестве, определяемом числом участников Олимпиады. В каждой аудитории должны находиться не более 15 участников, каждый из которых должен сидеть за отдельной партой. Вне зависимости от их количества, участники Олимпиады по каждой возрастной группе должны находиться в разных аудиториях. Каждому участнику Олимпиады оргкомитет должен предоставить ручку, карандаш, линейку, резинку для стирания и пустую тетрадь со штампом организационного комитета. В каждой аудитории должны быть также запасные канцелярские принадлежности и калькулятор. В течение всего тура Олимпиады в каждой аудитории находится наблюдатель, назначаемый организационным комитетом. Перед началом работы участники Олимпиады пишут на обложке тетради свою фамилию, имя и отчество, номер класса и школы, район и населенный пункт.

По окончании организационной части участникам выдаются листы с заданиями, соответствующими их возрастной параллели. Наблюдатель отмечает время выдачи заданий. На решение заданий школьного и муниципального этапов Олимпиады по астрономии школьникам 9 класса и моложе отводится 3 часа, школьникам 10 и 11 классов – 4 часа. Участники начинают выполнять задания со второй страницы тетради, оставляя первую страницу чистой. По желанию участника он может использовать несколько последних страниц тетради под черновик, сделав на них соответствующую пометку. При нехватке места в тетради наблюдатель выдает участнику дополнительную тетрадь. По окончании работы вторая тетрадь вкладывается в первую.

*Во время работы над заданиями участник Олимпиады имеет право:*

1. Пользоваться любыми своими канцелярскими принадлежностями наряду с выданными оргкомитетом.

2. Пользоваться собственным непрограммируемым калькулятором, а также просить наблюдателя временно предоставить ему калькулятор.

3. Обращаться с вопросами по поводу условий задач, приглашая к себе наблюдателя поднятием руки.

4. Принимать продукты питания.

5. Временно покидать аудиторию в сопровождении наблюдателя, оставляя в аудитории свою тетрадь.

*Во время работы над заданиями участнику запрещается:*

1. Пользоваться мобильным телефоном (в любой его функции).

2. Пользоваться программируемым калькулятором или переносным компьютером.

3. Пользоваться какими-либо источниками информации, за исключением листов со справочной информацией, раздаваемых оргкомитетом перед туром.

4. Обращаться с вопросами к кому-либо, кроме наблюдателя, членов оргкомитета и жюри.

5. Производить записи на собственную бумагу, не выданную оргкомитетом.

6. Запрещается одновременный выход из аудитории двух и более участников.

При проведении муниципального этапа лица, сопровождающие участников Олимпиады, не имеют право подходить к аудиториям, где работают участники, до окончания этапа во всех аудиториях. Участники, досрочно сдавшие свои работы, могут пройти к сопровождающим, но не могут возвращаться к аудиториям. По окончании работы все участники покидают аудиторию, оставляя в ней тетради с решениями.

После завершения работы участников они переходят вместе с сопровождающими в конференц-зал или большую аудиторию, где проводится заключительное собрание. Перед ними может выступить член оргкомитета и жюри с кратким разбором заданий.

Отдельное помещение для жюри должно быть предоставлено оргкомитетом на весь день проведения Олимпиады, при надобности – и на следующий день. Члены жюри должны прибыть на место проведения Олимпиады не позднее, чем через 2 часа после начала работы участников. Председатель жюри (или его заместитель) и 1-2 члена жюри должны прибыть к началу этапа и периодически обходить аудитории, отвечая на вопросы участников по условию задач.

## **ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕШЕНИЙ И ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ**

Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе с возможностью выставления оценки в 9 баллов. Большая часть из этих 8 баллов (не менее 4-5) выставляется за правильное понимание участником Олимпиады сути предоставленного вопроса и выбор пути решения. Оставшиеся баллы выставляются за правильность расчетов, аккуратную и полную подачу ответа.

Максимальная оценка за каждое задание одинакова и не зависит от темы, освещаемой в задании, и категории сложности. Таким образом, достигается максимальная независимость результатов школьного и муниципального этапов Олимпиады от конкретных предпочтений каждого школьника по темам в курсе астрономии и смежных дисциплин.

Суммарная оценка за весь этап (школьный или муниципальный) составляет 48 баллов. Победителем этапа становится участник, набравший максимальное количество баллов в своей возрастной параллели. Призерами Олимпиады становятся участники, идущие в итоговом протоколе за победителем и имеющие результат не ниже 15-20 баллов. Число призеров Олимпиады ограничивается квотой, установленной организаторами школьного и муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

## **ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЛИМПИАДЕ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

1. Портал Всероссийской олимпиады школьников – <http://www.rosolymp.ru>.
2. Сайт Всероссийской олимпиады школьников по астрономии – <http://www.astroolymp.ru>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Э.В. Кононович, В.И. Мороз. Курс общей астрономии. Москва, 2002.
2. П.Г. Куликовский. Справочник любителя астрономии. Москва, УРСС, 2002.  
Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. Москва, «Аванта+», 2004.
3. В.Г. Сурдин. Астрономические олимпиады. Задачи с решениями. Москва, МГУ, 1995.
4. В.В. Иванов, А.В. Кривов, П.А. Денисенков. Парадоксальная Вселенная. 175 задач по астрономии. Санкт-Петербург, СПбГУ, 1997.
5. М.Г. Гаврилов. Звездный мир. Сборник задач по астрономии и космической физике. Черноголовка-Москва, 1998.
6. В.Г. Сурдин. Астрономические задачи с решениями. Москва, УРСС, 2002.
7. Московские астрономические олимпиады. 1997-2002. Под редакцией О.С. Угольников и В.В. Чичмаря. Москва, МИОО, 2002.
8. Московские астрономические олимпиады. 2003-2005. Под редакцией О.С. Угольников и В.В. Чичмаря. Москва, МИОО, 2005.
9. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии. Авт-сост. А.В. Засов, А.С. Расторгуев, В.Г. Сурдин, М.Г. Гаврилов, О.С. Угольников, Б.Б. Эскин. Москва, АПК и ППРО, 2005.
10. О.С. Угольников. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии в 2006 году. Москва, АПК и ППРО, 2006.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### **Вопросы по астрономии, рекомендуемые центральной предметно-методической комиссией всероссийской олимпиады школьников по астрономии для подготовки школьников к решению задач этапов Олимпиады**

#### **§ 1. 9 класс.**

##### **1.1. Звездное небо.**

Созвездия и ярчайшие звезды неба: названия, условия видимости в различные сезоны года.

##### **1.2. Небесная сфера.**

Суточное движение небесных светил на различных широтах. Восход, заход, кульминация. Горизонтальная и экваториальная система координат, основные круги и линии на небесной сфере. Высота над горизонтом небесных светил в кульминации. Высота полюса Мира. Изменение вида звездного неба в течение суток. Подвижная карта звездного неба. Рефракция (качественно). Сумерки: гражданские, навигационные, астрономические. Понятия углового расстояния на небесной сфере и угловых размеров объектов.

##### **1.3. Движение Земли по орбите.**

Видимый путь Солнца по небесной сфере. Изменение вида звездного неба в течение года. Эклиптика, понятие полюса эклиптики и эклиптической системы координат. Зодиакальные созвездия. Прецессия, изменение экваториальных координат светил из-за прецессии.

##### **1.4. Измерение времени.**

Тропический год. Солнечные и звездные сутки, связь между ними. Солнечные часы. Местное, поясное время. Истинное и среднее солнечное время, уравнение времени. Звездное время. Часовые пояса и исчисление времени в нашей стране; декретное время, летнее время. Летоисчисление. Календарь, солнечная и лунная система календаря. Новый и старый стиль.

##### **1.5. Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения.**

Форма орбит: эллипс, парабола, гипербола. Эллипс, его основные точки, большая и малая полуоси, эксцентриситет. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера (включая обобщенный третий закон Кеплера). Первая и вторая космические скорости. Круговая скорость, скорость движения в точках перигея и афогия. Определение масс небесных тел на основе закона всемирного тяготения. Расчеты времени межпланетных перелетов по касательной траектории.

#### 1.6. Солнечная система.

Строение, состав, общие характеристики. Размеры, форма, масса тел Солнечной системы, плотность их вещества. Отражающая способность (альбедо). Определение расстояний до тел Солнечной системы (методы радиолокации и суточного параллакса). Астрономическая единица. Угловые размеры планет. Сидерический, синодический периоды планет, связь между ними. Видимые движения и конфигурации планет. Наклонение орбиты, линия узлов. Прохождения планет по диску Солнца, условия наступления. Малые тела Солнечной системы. Метеороиды, метеоры и метеорные потоки. Метеориты. Орбиты планет, астероидов, комет и метеороидов. Возмущения в движении планет. Третья космическая скорость для Земли и других тел Солнечной системы.

#### 1.7. Система Солнце - Земля - Луна.

Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны. Либрации Луны. Движение узлов орбиты Луны, периоды «низкой» и «высокой» Луны. Синодический, сидерический, аномалистический и драконический месяцы. Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления. Сарос. Покрывания звезд и планет Луной, условия их наступления. Понятие о приливах.

#### 1.8. Оптические приборы.

Глаз как оптический прибор. Устройство простейших оптических приборов для астрономических наблюдений (бинокль, фотоаппарат, линзовые, зеркальные и зеркально-линзовые телескопы). Построение изображений протяженных объектов в фокальной плоскости. Угловое увеличение, масштаб изображения. Крупнейшие телескопы нашей страны и мира.

#### 1.9. Шкала звездных величин.



Представление о видимых звездных величинах различных астрономических объектов. Решение задач на звездные величины в целых числах. Зависимость яркости от расстояния до объекта.

#### 1.10. Электромагнитные волны.

Скорость света. Различные диапазоны электромагнитных волн. Видимый свет, длины волн и частоты видимого света. Радиоволны.

#### 1.11. Общие представления о структуре Вселенной.

Пространственно-временные масштабы Вселенной. Наша Галактика и другие галактики, общее представление о размерах, составе и строении.

#### 1.12. Измерения расстояний в астрономии.

Внесистемные единицы в астрономии (астрономическая единица, световой год, парсек, килопарсек, мегапарсек). Методы радиолокации, суточного и годичного параллакса. Абберация света.

#### 1.13. Дополнительные вопросы.

*Дополнительные вопросы по математике:* Запись больших чисел, математические операции со степенями. Приближенные вычисления. Число значащих цифр. Пользование инженерным калькулятором. Единицы измерения углов: градус и его части, радиан, часовая мера. Понятие сферы, большие и малые круги. Формулы для синуса и тангенса малого угла. Решение треугольников, теоремы синусов и косинусов. Элементарные формулы тригонометрии.

*Дополнительные вопросы по физике:* Законы сохранения механической энергии, импульса и момента импульса. Понятие об инерциальных и неинерциальных системах отсчета. Потенциальная энергия взаимодействия точечных масс. Геометрическая оптика, ход лучей через линзу.

## **§ 2. 10 класс.**

### 2.1. Шкала звездных величин.

Звездная величина, ее связь с освещенностью. Формула Погсона. Связь видимого блеска с расстоянием. Абсолютная звездная величина. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите.

## 2.2. Звезды, общие понятия.

Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Законы излучения абсолютно черного тела: закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Понятие эффективной температуры.

## 2.3. Классификация звезд.

Представление о фотометрической системе UBVR, показатели цвета. Диаграмма «цвет-светимость» (Герцшпрунга-Рассела). Звезды главной последовательности, гиганты, сверхгиганты. Соотношение «масса-светимость» для звезд главной последовательности.

## 2.4. Движение звезд в пространстве.

Эффект Доплера. Лучевая скорость звезд и принципы ее измерения. Тангенциальная скорость и собственное движение звезд. Апокс.

## 2.5. Двойные и переменные звезды.

Затменные переменные звезды. Спектрально-двойные звезды. Определение масс и размеров звезд в двойных системах. Внесолнечные планеты. Пульсирующие переменные звезды, их типы, кривые блеска. Зависимость «период-светимость» для цефеид. Долгопериодические переменные звезды. Новые звезды.

## 2.6. Рассеянные и шаровые звездные скопления.

Возраст, физические свойства скоплений и особенности входящих в них звезд. Основные различия между рассеянными и шаровыми скоплениями. Диаграммы «цвет-светимость» для звезд скоплений. Движения звезд, входящих в скопление. Метод «группового параллакса» определения расстояния до скопления.

## 2.7. Солнце.

Основные характеристики, общее представление о внутреннем строении и строении атмосферы. Характеристики Солнца как звезды, солнечная постоянная. Солнечная

активность, циклы солнечной активности. Магнитные поля на Солнце. Солнечно-земные связи.

#### 2.8. Ионизованное состояние вещества.

Понятие об ионизованном газе. Процессы ионизации и рекомбинации. Общие представления об ионах в атмосфере Земли и межпланетной среде. Магнитное поле Земли. Полярные сияния.

#### 2.9. Межзвездная среда.

Представление о распределении газа и пыли в пространстве. Плотность, температура и химический состав межзвездной среды. Межзвездное поглощение света, его зависимость от длины волны и влияние на звездные величины и цвет звезд. Газовые и диффузные туманности. Звздообразование. Межзвездное магнитное поле.

#### 2.10. Телескопы, разрешающая и проникающая способность.

Предельное угловое разрешение и проникающая способность. Размеры дифракционного изображения, ограничения со стороны земной атмосферы на разрешающую способность. Аберрации оптики. Оптические схемы современных телескопов.

#### 2.11. Дополнительные вопросы.

*Дополнительные вопросы по математике:* площадь поверхности и сферы, объем шара.

*Дополнительные вопросы по физике:* Газовые законы. Понятие температуры, тепловой энергии газа, концентрации частиц и давления. Основы понятия спектра, дифракции света.

### **§ 3. 11 класс.**

#### 3.1. Основы теории приливов.

Приливное воздействие. Понятие о радиусе сферы Хилла, полости Роша. Точки либрации.

#### 3.2. Оптические свойства атмосфер планет и межзвездной среды.

Рассеяние и поглощение света в атмосфере Земли, в межпланетной и межзвездной среде, зависимость поглощения от длины волны. Атмосферная рефракция, зависимость от высоты объекта, длины волны света.

### 3.3. Законы излучения.

Интенсивность излучения. Понятие спектра. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка. Приближения Релея-Джинса и Вина, области их применения. Распределение энергии в спектрах различных астрономических объектов.

### 3.4. Спектры звезд.

Основы спектрального анализа. Линии поглощения в спектрах звезд, спектральная классификация. Атмосферы Солнца и звезд. Фотосфера и хромосфера Солнца.

### 3.5. Спектры излучения разреженного газа.

Представление о спектрах солнечной короны, планетарных и диффузных туманностей, полярных сияний.

### 3.6. Представление о внутреннем строении и источниках энергии Солнца и звезд.

Ядерные источники энергии звезд, запасы ядерной энергии. Выделение энергии при термоядерных реакциях. Образование химических элементов в недрах звезд различных типов, в сверхновых звездах (качественно).

### 3.7. Эволюция Солнца и звезд.

Стадия гравитационного сжатия при образовании звезды. Время жизни звезд различной массы. Сверхновые звезды. Поздние стадии эволюции звезд: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Гравитационный радиус. Пульсары.

### 3.8. Строение и типы галактик.

Наша Галактика. Ближайшие галактики. Расстояние до ближайших галактик. Наблюдательные особенности галактик. Состав галактик и их физические характеристики. Вращение галактических дисков. Морфологические типы галактик. Активные ядра галактик, радиогалактики, квазары.

### 3.9. Основы космологии.

Определение расстояний до галактик. Сверхновые I типа. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Скопления галактик. Представление о гравитационных линзах (качественно). Крупномасштабная структура Вселенной. Реликтовое излучение и его спектр.

### 3.10. Приемники излучения и методы наблюдений.

Элементарные сведения о современных методах фотометрии и спектроскопии. Фотоумножители, ПЗС-матрицы. Использование светофильтров. Прием радиоволн. Угловое разрешение радиотелескопов и радиоинтерферометров.

### 3.11. Дополнительные вопросы.

*Дополнительные вопросы по математике:* основы метода приближенных вычислений и разложений в ряд. Приближенные формулы для  $\cos x$ ,  $(1+x)^n$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $e^x$  в случае малых  $x$ .

*Дополнительные вопросы по физике:* Элементы специальной теории относительности. Релятивистская формула для эффекта Доплера. Гравитационное красное смещение. Связь массы и энергии. Основные свойства элементарных частиц (электрон, протон, нейтрон, фотон). Квантовые и волновые свойства света. Энергия квантов, связь с частотой и длиной волны. Давление света. Спектр атома водорода. Космические лучи. Понятие об интерференции и дифракции.