



5. Правда ли, что на вновь открытых экзопланетах наше Солнце — это звезда зодиакальная? Как оно оттуда выглядит? (Экзопланеты — это планеты около других звёзд, кроме нашего Солнца; к 2013 году по результатам наблюдений известно около 1000 экзопланет.)

500...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Зодиак для Земли — это пояс на небесной сфере вдоль эклиптики, по которому проходят видимые пути Солнца, Луны и планет Солнечной системы. Созвездия, расположенные в этом поясе, называются зодиакальными. Аналогичное значение понятия «зодиакальная звезда» можно предложить и для планет других планетных систем по аналогии — это пояс на небесной сфере (наблюдаемой с той планеты), по которому проходит видимый с планеты путь звезды, находящейся в центре этой планетной системы и, возможно, другие планеты этой же планетной системы.

Для абсолютного большинства известных в настоящее время (сентябрь 2013 г.) экзопланет наше Солнце является зодиакальной звездой этих планет. Дело в том, что эти планеты были открыты по косвенным признакам — наблюдением за изменением спектра и светимости звезды во времени. Если наше Солнце (и расположенная рядом наша Земля) находятся близко к плоскости орбиты экзопланеты вокруг её звезды, то экзопланета в процессе своего орбитального движения будет периодически то приближаться к нам, то удаляться от нас. То же будет происходить и с её звездой, так как звезда и экзопланета вращаются вокруг их общего центра масс. Эти приближения и удаления заметны по изменению наблюдаемого спектра из-за эффекта Доплера. Кроме того, когда экзопланета не заслоняется от Земли звездой, мы можем наблюдать отражённый экзопланетой свет звезды. Этот эффект вносит вклад в наблюдаемую яркость звезды. Кроме того, отражённый свет имеет и иной, чем непосредственно свет звезды, спектральный состав.

Также имеется небольшое количество экзопланет, плоскость орбитального движения которых не совпадает с направлением на Солнечную систему. Такие планеты удалось наблюдать в результате сложных оптических экспериментов, позволяющих убрать засветку от центральной звезды (либо тоже самое делается в результате компьютерной обработки). Ввиду технической сложности наблюдаемых таким способом экзопланет пока мало (всего около 10). Для таких планет наше Солнце уже не будет зодиакальной звездой.

501 Методы поиска и «урожай» экзопланет: спектральный + затменный.

502 Плоскость орбиты планеты близка к лучу зрения на Землю.

503 Солнце близко к экзоеклиптике (понятие эклиптика, для Земли — зодиак).

504 Видимая величина Солнца — зависит от расстояния до планетной системы.

505  $\delta$  видимая величина — расстояние 18 парсек.

506 Планеты близких звёзд — похожее звёздное небо — «зодиак» тот же, но экзоеклиптика — произвольный наклон.

507 Видимые изображения планет — плоскость орбиты «плашмя» — Солнце вне зодиака.

6. В феврале 2014 года исполняется 450 лет со дня рождения Галилео Галилея (1564–1642), первым применившего телескоп для изучения космоса. Каковы были устройство и оптические характеристики телескопов Галилея? Какие открытия он совершил с их помощью? Какие — не совершил, хотя его приборы давали такую возможность?

600...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Галилео Галилей был первым, кто сконструировал оптическую систему с достаточно хорошими параметрами, использовал её для астрономических наблюдений, отнёсся к этим наблюдениям достаточно серьёзно, письменно зафиксировал полученные результаты. Именно поэтому сейчас нам и известно об этих наблюдениях и их результатах.

Галилей провёл наблюдение уже известных астрономических объектов и рассмотрел на них новые, ранее неизвестные детали. Оптические инструменты Галилея позволяли наблюдать и многие другие объекты, которые к тому времени ещё не были известны. Большинство из них Галилеем открыты не были. Для астрономического открытия совершенно недостаточно иметь подходящие наблюдательные инструменты. Необходимо ещё каким-то образом узнать координаты объекта (путём теоретических расчётов, систематических поисков, случайно). Эта очень большая по объёму работа, даже малую часть которой Галилей выполнить не мог — на это ушли десятилетия и столетия работы его последователей.

601 Свойства одиночной выпуклой линзы: фокус, диаметр.

602 Двухлинзовая система: построение изображения, увеличение.

603 Первая практическая подзорная труба — Голландия.

604 Оптическая схема Галилея: (+) объектив, (-) окуляр

605 Прямое изображение, увеличение, диаметр.

606 Возможности наблюдений с трубой Галилея.

Открытие Галилея:

607 рельеф Луны

608 фазы Венеры

609 спутники Юпитера

610 пятна Солнца и период его вращения

611 звёзды Млечного пути

612 несферичность Сатурна

*Несостоявшиеся открытия:*

613 наблюдение Нептуна (был ошибочно интерпретирован как обычная звезда)

614 кольца Сатурна, Титан, планета Уран(?), кометы, астероиды (Веста, Церера)

615 годичное изменение расстояния до Солнца(?)

616 атмосфера Венеры(?), Шапки Марса(?), Красное пятно Юпитера(?)

617 переменные, новые и сверхновые звёзды

618 звёздные скопления, туманность Ориона, близкие галактики

619 Ограничения оптической системы Галилея.

620 Дальнейшее развитие астрономической оптики после Галилея.

---

7. Мощь и красота научного познания мира наиболее сильно проявляется не тогда, когда учёным удаётся объяснить что-то ранее непонятное, или доказать какую-то теорию, а когда, наоборот, теория предсказывает некие совершенно неожиданные и неординарные явления, и указывает, как именно это «необыкновенное» нужно искать, а потом, в наблюдениях и экспериментах, все эти предсказанные «чудеса» природы находят воочию.

Таким примером и новым фундаментальным научным результатом являются измеренные акустические осцилляции во Вселенной, предсказанные А. Д. Сахаровым ещё в 1965 году. Оказывается, по ним можно определить целый ряд параметров нашей Вселенной, включая её возраст, состав, геометрию пространства. Почему астрономы сейчас так уверены в правильности своих предсказаний о нашем мироздании?

700...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

701 Мироздание Аристотеля — геоцентрическая система 7 планет.

702 Мироздание Коперника — гелиоцентрическая система 6 планет.

703 Мироздание Бруно — множество солнц и обитаемых планет в бесконечной Вселенной.

704 Небесная механика Ньютона.

705 Галактика Гершеля.

706 Вселенная Эйнштейна.

707 Расширяющаяся Вселенная Фридмана-Хаббла.

708 Световой горизонт Вселенной.

709 Горячая Вселенная Гамова — реликтовое излучение.

710 Предвидение Сахарова: спектр неоднородностей реликтового излучения.

711 Рост неоднородностей — войды и блины Зельдовича.

712 Неоднородности реликта в наблюдениях: Реликт, COBE, WMAP, Planck.

713 Повышение точности измерений и определённость результата.

714 Акустические осцилляции.

715 Ускорение расширения Вселенной — тёмная энергия — антигравитация.

716 Точность измерения космологических параметров в реликтовом излучении.

717 «Не все уверены» — дальнейший научный поиск (природа тёмной материи и энергии, многомерная Вселенная, далее).

• Прочие разумные соображения, не перечисленные выше, отмечаются дополнительными баллами в пункте «700...»

---

### Инструкция по проверке

1. Цифровые коды критериев (напечатаны жирным), соответствующие содержащимся в работе школьника ответам на задания, обводятся в кружочек. При необходимости оценить что-то, отсутствующее в критериях, нужно отметить соответствующее количество баллов после слов «+ баллы».

2. Если в работе присутствует ответ на вопрос, но за него не поставлено никаких положительных оценок, нужно обвести в кружочек цифру «0» после слов «+ баллы» (тем самым отмечается, что решение при проверке не было случайно пропущено).

3. Если работа оценивается небольшим количеством критериев (не больше 5), можно протокол проверки не заполнять, а все коды критериев выписать на обложку работы.