

## Будущее астрономии – прогнозы и ожидания

*Стенограмма лекции Олег Юрьевич Малков,  
доктор физико-математических наук, зав. отделом физики звездных систем,  
Института астрономии РАН.*

Как, возможно, помнят некоторые из вас, Организацией Объединённых наций 2009-й год был объявлен Международным годом астрономии. В рамках этого Международного года астрономии было проведено множество мероприятий в различных странах.

В нашей стране, среди прочего, мы проводили опрос астрономов с целью сделать коллективный прогноз развития астрономии в ближайшие годы. Список предлагаемых вопросов был подготовлен ведущими астрономами-популяризаторами с помощью научных журналистов и одобрен руководством Национального Комитета российских астрономов и научного Совета по астрономии. Опрос был проведён, были сделаны оценки. С этими оценками мы познакомили общественность. Но почему я к этому решил вернуться сейчас? А потому, что кое-какие мечты уже сбываются. Ну, об этом в конце.

Все вопросы, которые мы придумали, а их было около 30-ти, начинались со слова «когда». Вот примеры таких вопросов. «Когда будет обнаружена вода на Луне?». Или «Когда будут зарегистрированы гравитационные волны?». Список вопросов распространялся среди сотрудников астрономических учреждений, не студентов, а среди людей, которых мы считали астрономами-профессионалами. Он был размещён на сайте в открытом доступе, и на эти вопросы могли отвечать все желающие. Естественно, люди, интересующиеся астрономией это делали, и ответы любителей астрономии мы проанализировали отдельно и сравнили результаты с прогнозами, которые дают профессионалы.

Сначала о первой группе экспертов. Мы набрали 119 профессиональных астрономов. Слева, вот в этой слепой строке перечислены учреждения, в которых эти астрономы работают или работали. А справа даётся такой срез по образовательному цензу: здесь представлены члены Академии, доктора наук, кандидаты наук и люди без степени. Вот в такой пропорции они были представлены в этом списке 120-ти экспертов-профессионалов.

Много это или мало, 119 респондентов? 119 астрономов в нашей стране. Давайте посмотрим. Существует такая авторитетная, самая авторитетная астрономическая международная организация, которая называется «Международный астрономический союз». Ее членами являются астрономы большинства стран мира. От России в Международный астрономический входит союз 350 человек. Туда войти может не всякий, нужно удовлетворить некоторым требованиям, в частности, иметь степень, активно публиковаться и ещё отвечать некоторым требованиям. Эти 350 человек – это число примерно соответствует числу учёных со степенью, которые активно ведут астрономические исследования у нас в стране. Число респондентов в нашей выборке 90 человек от 119-ти. Таким образом, мы можем сказать, что примерно четверть ведущих специалистов России приняла участие в этом опросе.

Мы разрешали опрашиваемым давать следующие ответы: либо указать год наступления события, либо написать «никогда это не будет сделано», либо – честно «не знаю». Среди ответов встречались нештатные. Например, человек указывал не конкретный год наступления события, а интервал: с 15-й по 20-е год. Или: 40-е годы. В данном случае мы вот так вот волюнтаристски заменяли это на какой-то конкретный год, на среднее значение. Часто респонденты отвечали: до 2100-го года это произойдёт. Мы заменяли такую оценку на пессимистическое: 2100. Или, если человек говорил, что это произойдёт после какого-то года, то мы на вот эту пессимистическую нижнюю оценку заменяли.

Конечно, это немножечко смещает результат, но каким-то образом мы должны были привести все эти нештатные ответы к форме, удобной для анализа и обработки. Если люди отвечали «скоро, вот буквально сегодня это произойдёт», мы это атрибутировали 2009-м годом. Кроме того, иногда респонденты отвечали «бессмысленно, не нужно это делать». Действительно, попадались такие вопросы, попадались такие ответы на эти вопросы, когда астрономы считали, что это не произойдёт никогда, потому что это просто никому не нужно. Ну, заменяли это, приравнивали это к «никогда». Иногда человек отвечал «в любой момент это может произойти, хоть сейчас, хоть через 10 лет, хоть в следующем веке». Мы считали, что он не знает. Ну, и, наконец, в некоторых случаях участники говорили: «А вы чего не в курсе? Это уже сделано». Я приведу вам такие

примеры. И в этом случае мы такие ответы не учитывали, но мы помечали такие вопросы, которые, возможно, не отличались особой корректностью при формулировке. Несколько скучных слов о том, как проводился процесс обработки. Мы Применяли, так называемый, метод квантиля, специалисты, наверное, знают о чём идёт речь. Мы отбрасывали по 16% самых оптимистических и самых пессимистических ответов, то есть самые ранние годы и самые поздние годы в нашем букете ответов, а всё, что оставалось, мы усредняли и вычисляли ошибку этого среднего. Кроме того, для каждого вопроса так же мы вычисляли не только год наступления этого события, но и вероятность наступления этого события. Мы могли посчитать число ответов «никогда» и в зависимости от этого количества, вы вычисляли вероятность событий. Если все, или почти все, эксперты сказали «никогда это не произойдёт», то мы считали, что вероятность этого события, пусть даже оно произойдёт, очень мала и тоже оценивали её количественно.

Сразу хочу перечислить вам маловероятные события, те, что собрали вероятность меньше 50%. Почти никто не верит, что в Солнечной системе мы обнаружим какое-то тело крупнее Марса. Уже много лет мы не обнаруживаем в солнечной системе тел крупнее Марса. Строго говоря, вряд ли это, действительно, произойдёт. Не очень-то верят астрономы в то, что будут получены неопровержимые доказательства посещения Земли внеземной цивилизацией. Я обращаю ваше внимание – это ответы профессионалов. Мы ещё чуть поговорим попозже об ответах любителей. Обнаружение белых дыр, я напомним, наверное, аудитория знает примерно, что такое чёрные дыры. Это те места во Вселенной, где материя исчезает, по крайней мере, бесследно для внешнего наблюдателя. Не совсем бесследно, кроме как гравитационно она никак не проявляется. Согласно некоторым моделям должны существовать также и белые дыры, в которых эта материя здесь же и в других областях Вселенной должна проявляться. Эти, в принципе, белые дыры должны выглядеть как источники мощной, не скажу излучения, скажу энергии. И некоторые из объектов, с которыми сталкиваются астрономы-наблюдатели, пытались объяснить существование белых дыр, но всегда находились более общепринятые объяснения, и пока что белые дыры не обнаружены. И вот только чуть больше трети опрошенных, считают, что они будут обнаружены вообще.

Тоже мало кто верит в обнаружении сферы Дайсона. Я, опять-таки, напомним, что такое сфера Дайсона. Это понятие ввёл американский астрофизик Фред Дайсон, и он рассуждал следующим образом: если цивилизация, которая обитает на некой планете, обращающейся вокруг некой звезды, достаточно развита, то она должна озаботиться тем, чтобы не терять бесследно энергию, которую излучает центральная звезда. Ведь от того, что излучает наше Солнце, мы на Земле получаем доли процента энергии, всё остальное расходуется, с нашей точки зрения впустую. Давайте окружим этот участок солнечной системы некой непроницаемой для излучения сферой, участок солнечной системы, который включает Солнце и включает Землю. И тогда мы будем наслаждаться всей той энергией, которая исходит от Солнца по всем направлениям. Для стороннего наблюдателя, продолжал Дайсон, такой объект будет выглядеть как очень тёмный и очень тёплый источник инфракрасного излучения, раз это очень тёплый объект. И давайте, призывал он далее астрономов, наблюдать небо в поисках таких вот очень ярких в инфракрасной области источников и, быть может, мы нарвёмся, таким образом, на искусственное образование, которое создано руками вот таких вот жадных цивилизаций, которые не хотят терять энергию центрального светила.

А теперь я пройду по шкале времени и расскажу, как астрономы полагают, когда будет происходить то или иное явление в астрономическом мире или в астрономической жизни. Каждый пункт на этом и следующих 7-ми или 8-ми слайдах начинается с числа. Это год. Дальше указано «плюс-минус». Обращаю только ваше внимание, что наблюдается асимметрия между плюсом и минусом. Они не обязаны совпадать. А в скобках после фразы указано вероятность наступления этого события.

В 2018-м году, думаем мы, астрономия снова станет обязательным предметом в российских школах. А надо напомнить, что именно в 2009-м году, как раз под Международный год астрономии, астрономию, как предмет, из обязательной школьной программы исключили. Далее. Тоже не за горами событие, когда на Землю будет доставлен образец марсианского грунта. И это чуть ли не единственное событие, вероятность которого оценивается на 100%. То есть в том, что марсианский грунт окажется на Земле, мало кто сомневается. Здесь же в скобках замечу, хотя это не в рамках нашего обзора, что марсианский грунт, собственно, на Земле существует в виде марсианских метеоритов. Доказано, что часть метеоритов, которые лежат на поверхности Земли, имеют марсианское происхождение. Но в данном случае вопрос был поставлен так: когда будет доставлен. То есть аппарат слетает, отковырнёт и привезёт сюда. Далее, будет обнаружена вода на Луне, считает 60% исследователей, примерно в 25-м году.

Конец 20-х годов – 2026-й. Будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Южном полюсе Земли. На Южном полюсе Земли наблюдения ведутся. С точки зрения астроклимата, в общем, достаточно неплохое место. С точки зрения жития человека, сами понимаете, не сахар. Но, тем не менее, обсерватория там существует. Примерно тогда же, как считают астрономы, будет разгадана природа гамма-всплесков. В этом не сомневается никто, а 14% респондентов ответили: уже разгадано. Такое случалось, как я и предупреждал вас, с этим вопросом и с ещё одним-двумя. Это вопрос терминологии. Некоторые астрономы осторожно говорят так: «Мы говорим о кандидатах в гамма-всплески. Точнее, о событиях, которые могут служить кандидатами в гамма-всплески». Другие астрономы, не видя никакой альтернативы, не видя других объяснений этому явлению, мощному гамма-всплеску, говорят: всё, мы придумали вот эту модель. Эта модель не находится в противоречии с наблюдениями, значит, обязана работать. Это немножечко спорное утверждение, но, тем не менее, часть таких астрономов говорит, что всё, загадки гамма-всплесков не существует.

В конце 20-х годов возобновится активное изучение Венеры. В этом тоже мало кто сомневается, как можно видеть из 98%-й вероятности.

30-е годы. Будут обнаружены чёрные дыры промежуточной массы. В чём проблема? Мы знаем о существовании чёрных дыр звёздных масс. Таких у нас в галактике, хоть свиней откармливай, в двойных системах они открываются достаточно интенсивно, и мы знаем о существовании чёрных дыр гигантских огромных масс, миллионы масс Солнца, которые находятся в центрах галактик, по крайней мере, самых крупных галактик, в том числе, в центре нашей галактики. Почему бы не существовать чёрным дырам промежуточной массы, задумались астрономы, и стали искать, где бы они могли наблюдаться. Об этом я чуть-чуть позже ещё скажу. Мы к чёрным дырам промежуточной массы еще вернёмся.

Далее. В 30-х годах будут зарегистрированы гравитационные волны. Вообще-то, сведения о регистрации гравитационных волн появляются сейчас, но с примерно такой же завидной регулярностью появляются и опровержения. Тогда же будут обнаружены звёзды с массами более двухсот масс Солнца. Я обращаю ваше внимание на сомнительно низкую вероятность этого события, но именно об этом вопросе мы тоже с вами поговорим попозже. В 30-е годы будет сооружён оптический телескоп диаметром сто метров. Понятно, почему астрономы рвутся к крупным инструментам. Потому что с маленькими инструментами, в общем, всё, что можно было интересного открыть, мы уже открыли. Да, есть задачи, для которых малые инструменты до сих пор актуальны. Есть, но большинство таких вот топовых, прорывных технологий, они заточены как раз под использование больших, крупных телескопов. И над созданием этих телескопов человечество сейчас работает, причём совместными усилиями. Создать такой телескоп не то, что один институт или одно ведомство не в силах, а зачастую и одна страна.

Далее. Начнутся полёты частных космических кораблей. В это верят очень многие, 92%. С довольно хорошей точностью.

2036-й год, плюс 14, минус 16, это достаточно хорошая точность для этого прогноза, будут обнаружены спутники у спутников планет. Также, в общем, непонятно, почему бы им там не быть, но пока что они не обнаружены. И вот, наконец, примерно тогда же будет обнаружена экзопланета, то есть планета в другой звёздной системе, на которой присутствуют все четыре биомаркера: вода, углекислый газ, метан и кислород. То есть на которой, в принципе, ничего не мешает возникнуть жизни. Вероятность этого события достаточно велика.

Далее. В 30-е годы будет разгадана природа тёмной материи. Тогда же примерно состоится высадка человека на Марс. Обращаю ваше внимание на высокую вероятность этих событий. Тогда же для космических перелётов начнут использовать солнечный парус. В это верят немножко меньше людей, чем в вышеперечисленные события. И тогда же, примерно в 40-м году, будет однозначно доказано существование чёрных дыр. Вот эти 30%, которые располагаются в правом нижнем углу этого слайда, говорят о том, что для 30% респондентов это не проблема. Существование чёрных дыр доказано. Однако же от людей, которые занимаются чёрными дырами звёздной массы, по крайней мере профессионально, я часто слышу, и слышал осторожные формулировки типа кандидата в чёрные дыры. Если наша модель не противоречит наблюдениям, это ещё не значит, что нельзя так думать о какой-то другой модели, которая тоже не противоречит наблюдениям. Мы доказали, что наблюдаемые объекты проявляют себя так, как чёрные дыры в нашей модели. Но мы не доказали, что больше никакие объекты могут себя так же проявлять.

Конец 40-х годов. Будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Луне. Это для астрономов рай! Атмосферы нет, засветки нет, если хорошо расположить обсерваторию. И к этому стремится, довольно много астрономов и, видите, вероятность событий достаточно велика. Тогда же будет разгадана природа тёмной энергии. В это тоже мало кто верит. И тогда же человечество

определил природу красного пятна на Юпитере. Довольно много, опять-таки, людей считает, что с этим тоже проблем нет – это супер-вихрь. Но специалисты по Юпитеру всё-таки ещё осторожничают и считают, что там есть несколько нерешённых проблем.

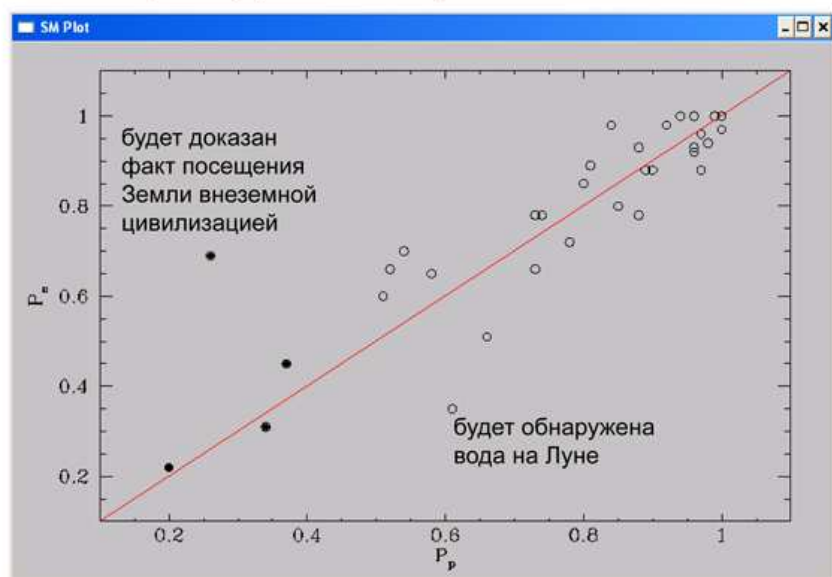
Пошли дальше. 60-е годы. Туристические полёты в космос станут доступны не только единицам. Тогда же, в начале 60-х, состоится полёт человека за орбиту Марса. И тоже примерно тогда же человек получит первый образцы атмосферы Сатурна. Ещё в 60-х годах будут обнаружены кротовые норы. То есть области Вселенной, которые соединяют территориально далеко друг от друга расположенные части Вселенной. Человечество научится использовать неземные источники сырья. Также в этом мало кто сомневается. И вот, наконец, человечество гарантированно только в конце 60-х годов защитит себя от угрозы астероидно-кометной опасности. Об этом мы тоже чуть попозже, чуть поподробнее поговорим. Челябинское событие показало, что это достаточно актуальное мероприятие.

Конец 21-го века. Доля солнечной энергии в энергетике человечества превысит 50%. Начнёт работать общественный транспорт по маршруту Земля-Луна. Предполагается, что тогда это будет актуально, будет целесообразно. И на конец 21-го века намечен визит очередного тунгусского дива. Напомню, что защита уже построена от встречи с такими астероидами.

Два события выделяются, во-первых, тем, что произойдут очень нескоро. Во-вторых, тем, что точность предсказания момента этого события очень невелика. И, в-третьих, вероятность их достаточно мала. В начале 22-го века будет обнаружен радиосигнал внеземной цивилизации и в середине этого века будет установлен контакт с инопланетянами. Как я уже сказал и повторяю, вероятность этих событий невелика. Она указана в скобках синим цветом.

Список вопросов закончился, теперь ещё несколько резюмирующих замечаний. Как я уже сказал, мы разрешили экспертам отвечать «не знаю». И мы попробовали выделить самые сложные для экспертов вопросы и самые простые. Самое большое число «не знаю» мы получили на вопросы: «Когда будут обнаружены белые дыры?». Только чуть больше 50% экспертов смогли ответить на этот вопрос. «Когда будет обнаружена сфера Дайсона?» и «Когда будут обнаружены чёрные дыры промежуточной массы?». А вот список самых простых вопросов, то есть вопросов, на которые отвечали почти все эксперты, следующие: «Когда будет сооружен оптический телескоп диаметром сто метров?», «Когда будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Южном полюсе Земли?» и «Когда человечество защитит себя от астероидно-кометной опасности?». То есть инструментальные вопросы преимущественно. Теперь давайте попробуем сравнить результаты анализа, которые, результаты прогноза, которые сделали профессионалы с результатом прогноза, которые сделали любители. Любителей участвовало гораздо меньше, всего 55 писем мы получили от любителей. И вот на этом графике нанесены вероятности событий.

### Вторая группа экспертов: 55 любителей



Вероятности событий: профессионалы vs. любители

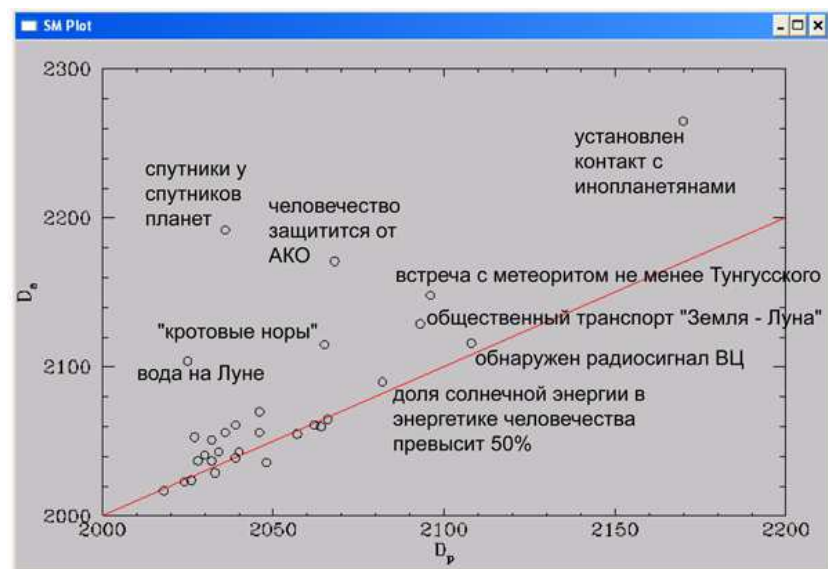
Каждая точка на этом графике – это одно из тех событий, о котором я рассказывал вам раньше. По горизонтальной оси отложена вероятность, которую дали этим событиям профессионалы. И вот четыре самые левые чёрные точки – это те самые, четыре маловероятных события, с которых я начал свою историю. А по вертикальной оси отложены вероятности, которые приписывают этим событиям любители. Можно видеть, что для, по крайней мере, некоторых событий эти вероятности отличаются. Посмотрим, что это за события.

Будет доказан факт посещения Земли внеземной цивилизацией.

Из профессионалов в это верят,

ну, хорошо, если 30%. А вот из любителей – около 70-ти. События, для которого, наоборот, любители более пессимистичны – это обнаружение воды на Луне. Профессионалы в этом практически не сомневаются, а вот любителям то ли она не нужна, то ли они считают, что, в

общем, вряд ли она будет обнаружена. Но про воду на Луне ещё впереди несколько слов. А вот на этом графике та же история.



Даты наступления событий: профессионалы vs. любители

что он будет установлен позже гораздо, чем считают профессионалы. Да, и профессионалы тоже в ближайшем будущем его не видят. Открытие спутников и спутников планет. Вода на Луне. Человечество защищается от астероидно-кометной опасности. К нам прибывает метеорит не менее Тунгусского.

Я обращаю ваше внимание, что профессионалы поставили эти события именно в той последовательности. Сначала мы создаём защиту, а потом на нас сваливается астероид. А вот пессимисты-любители считают, что сначала прилетит астероид, а потом уцелевшие будут заниматься созданием вот этой защиты. Открытие кротовых нор и общественный транспорт Земля-Луна. Вот эти события любители относят немножечко подальше в будущее, чем профессионалы. Да, ещё обнаружение радиосигналов внеземных цивилизаций и превышение доли солнечной энергии в энергетике человечества в пределах 50%.

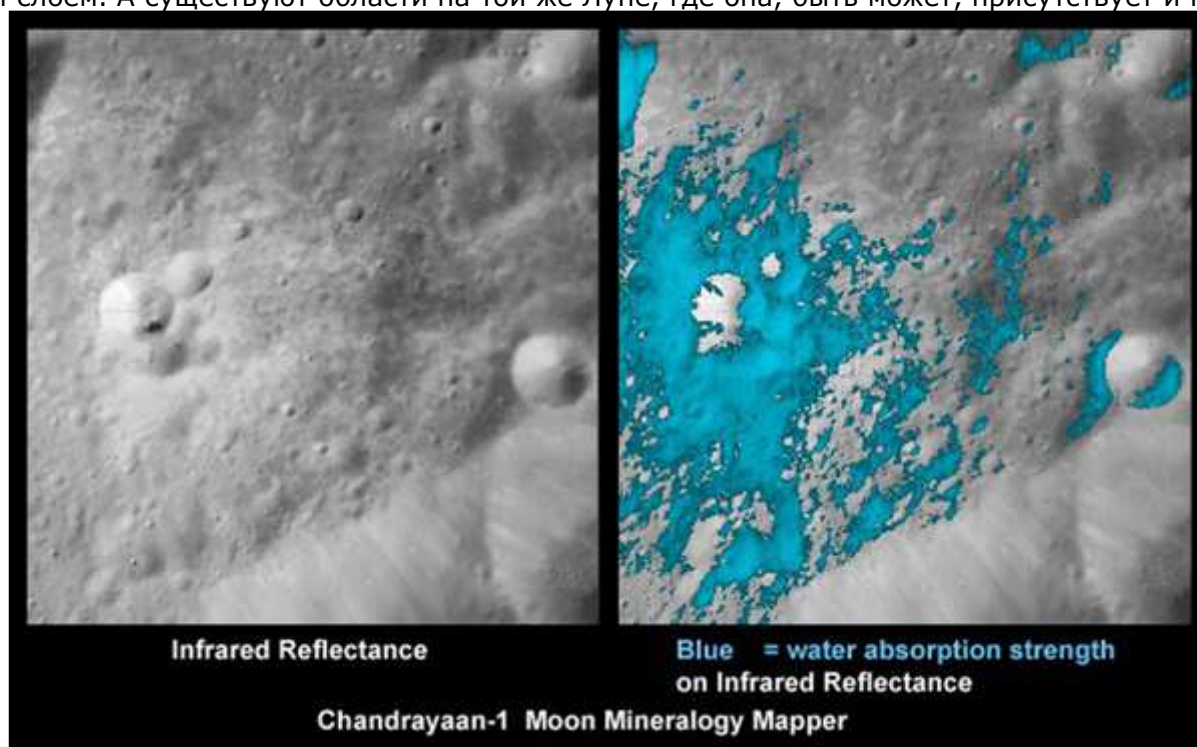
Помимо того, что наши респонденты давали ответы, они ещё писали комментарии вообще к этому мероприятию, к этой активности. Мы, в частности, получали вот такие комментарии. «Очень странный перечень вопросов. Половина составлена так, что допускает неоднозначное понимание. Две трети астрономии совсем не рассмотрены. Много вопросов посвящено узким и частным проблемам, для которых даже не существует однозначного подхода. В анкете полностью отсутствует проблема солнечной активности. Это всё игры теоретиков. Некорректные вопросы. Какие ещё доказательства нужны?». Ну, вот так как-то и по-другому нудели, как профессионалы, так и любители. И число вот таких скептических комментариев было около 10-ти. Но в противовес к ним вот, пожалуйста, пример одобрительного комментария. «Спасибо. Идея очень интересная». Теперь к вопросу о том, почему, собственно, я к этому прогнозу вернулся через пять лет после того, как он был создан. Конечно, мы стали смотреть более внимательно на то, что происходит в мире. Но мы и так до этого не пропускали интересные события. Появилось несколько подтверждений трёх моментов из того списка вопросов, которые прозвучали выше.

Во-первых, вода на Луне. В том же самом 2009-м году, только в конце сентября (мы всё это мероприятие затеяли и резюмировали летом) в журнале «Science» вышло сразу три статьи, авторы которых сделали один и тот же вывод: вода на Луне есть. Я думаю, для аудитории это уже известный факт, это для нас тогда, в начале 2009-го года была такая мечта. Понятно, чем, так сказать, эта мечта вызвана. Хорошо бы, действительно, чтобы воду не таскать с собой с Земли, хорошо бы иметь какие-то источники на Луне, а хорошо бы ещё кроме воды полезные ископаемые. Ну, хотя бы для начала воду. Причём она не спрятана в тёмных кратерах, а рассеяна по всей поверхности спутника. Доказательства этому утверждению получил не один аппарат, а сразу три. Во-первых, это был первый индийский лунный зонд «Чандраян-1». Во-вторых, это был американский спектрометр, который был установлен на борту этого зонда. Помимо собственных индийских аппаратов наблюдал ещё и американский. И американский же аппарат DeepImpact, который был нацелен на совсем другое мероприятие, на комету, но заодно смотрел на Луну. Мы считали, что это произойдёт в 2025-м году. Вот, по счастью, ошиблись в нужную сторону. Вот так примерно выглядит инфракрасное отражение лучей, если на отражаемой поверхности есть вода.

По горизонтали отложены профессионалы, по вертикали – любители, но по осям отложен год наступления события. Из того, что большинство точек лежит выше вот этой красной линии, можно сделать вывод, что большинство событий любители относят подальше в будущее, чем профессионалы. То есть в этом смысле любители более пессимистичны. Профессионалы считают, что что-то произойдёт, ну, условно говоря, в 30-е годы. Любители говорят – нет, оно произойдёт в 60-е годы. Давайте посмотрим на самые, далеко отскочившие точки. О каких событиях идёт речь? Ну, вот установлен контакт с инопланетянами. Любители считают,



Надо смотреть на картинку справа. Это, конечно, не моря и не озёра, и даже не лужи. Это тонкий слой молекул воды, зачастую, толщиной в одну молекулу. Но этот рисунок свидетельствует о том, что вода на Луне есть. Возможно, на поверхности она, действительно, распылена вот таким вот тонким слоем. А существуют области на той же Луне, где она, быть может, присутствует и погуще.



Второе, открыта чёрная дыра промежуточной массы. Тогда же, в 2009-м году, удалось обнаружить чёрную дыру средней массы. Это довольно яркий источник рентгеновского излучения, а иначе бы его не обнаружили и то, что это чёрная дыра, это тоже помогло подтвердить именно наличие рентгеновского излучения. Слишком сильно разогревается вещество в окрестностях чёрных дыр и излучает именно в этой коротковолновой области спектра, именно в рентгене. Объект расположен в одной из соседних (соседних – 50 с лишним миллионов световых лет) галактик, созвездие Центавра. По нашему прогнозу это мероприятие должно было случиться в 30-м году.

И, наконец, через год примерно или даже через полгода была обнаружена звезда с массой более двухсот масс Солнца. Масса этого светила равна по оценкам астрономов примерно 265 солнечных масс. Её яркость превосходит яркость Солнца в миллион раз, температура поверхности примерно 40 тысяч градусов Цельсия.



Отмечу только, что, к сожалению, масса эта, с одной стороны, чрезвычайно важный параметр звезды, который практически в одиночку определяет всю эволюцию звезды. И, с другой стороны, параметр чрезвычайно трудно наблюдаемый. Впрямую вычислить массу небесного объекта можно только, если он входит в гравитационное движение, в орбитальное движение с другим объектом. И то не всякого типа двойная система позволяет определять

массу для своих компонентов. Практически впрямую из одиночных звёзд, только у Солнца можно определить массу. А если говорить о компонентах этих двойных систем, то массы определены, буквально у пары тройки сотен объектов. Вот и всё. Для остальных звёзд мы массы можем только оценивать. Оценивать по другим, более легко наблюдаемым параметрам, таким как светимость и температура. Вот по этим оценкам масса этого объекта, действительно, превышает 200 масс

Солнца. Но это не тщательно взвешенная звезда. Это оценка. По прогнозу это событие намечалось на 32-й год, а случилось в 2010-м. Я заканчиваю своё выступление и хотел бы поблагодарить людей, которые принимали активное участие в создании этого списка вопросов. Здесь и астрономы, и научные журналисты, экспертов профессионалов и любителей за участие в экспертизе, коллег, которые помогали мне собирать и обрабатывать результаты и аудиторию за внимание. Спасибо.

*Ответы на вопросы.*

**Чем вызвана цифра: в 200 раз больше массы Солнца? Почему не 300? Почему именно 200?**

Современные модели звёздного строения и современные теории звёздной эволюции говорят о том, что можно легко объяснить существование звезды с массой 100 масс Солнца. Наблюдаются, что наверняка проверено, звёзды с массами 60 масс Солнца. Поэтому если мы предполагаем, что звёзды 60 масс Солнца точно есть, то мы предполагаем, что существуют и звёзды сто масс Солнца, так давайте увеличим этот предел в два раза для надёжности и поищем звёзды, превышающие 200 масс Солнца. Только этим. Ничего загадочного в этом числе нет. Мы могли бы взять, действительно, и 150, и 400.

**Зарождение как бы Вселенной не имеет отношения?**

Немножечко имеет. Вот почему. Считается, что тем звезда может быть массивнее, тем из более лёгких элементов она состоит. В нашем Солнце примерно два или 3% элементов тяжелее водорода и гелия. Всё остальное водород и гелий. А вот в звёздах, в которых водород и гелий занимают 100% или близко может быть массивнее. А на ранних этапах образования нашей Галактики, на ранних этапах существования Вселенной, тяжёлых элементов во Вселенной было значительно меньше, чем сейчас. Поэтому, вообще говоря, указание на большую массивную звезду, это указание на её возраст отчасти. И мы, изучая такие звёзды, можем наблюдать, таким образом, более ранние стадии развития нашей галактики и Вселенной.

**Расскажите, пожалуйста, про квазары**

Квазары, я бы сказал так, если бы этот прогноз мы осуществляли лет на 15 пораньше или на 20, туда бы квазары, конечно, вошли. Сейчас вопросов к ним гораздо меньше. Понятно, что это галактики. Галактики с активной центральной частью. Я могу сказать с небольшой долей натяжки, с активным ядром. Активность эта вызвана наличием в центральной части этого объекта, по-видимому, сверхмассивной чёрной дыры, которая аккрецирует на себя окружающие звёзды. Эта аккреция приводит к тому, что эта область очень ярко излучает. И поэтому излучение этой центральной области существенно превышает излучение периферийных частей той же самой галактики. Если Туманность Андромеды мы видим как протяжённый объект, то такую галактику мы увидим как точечный объект, скорее всего. Потому что центральная часть настолько ярче периферии излучает, что периферии мы просто не увидим. То есть квазар – это такая галактика с очень яркой центральной частью.

**У меня будет три вопроса. Первый, почему опасен для людей полёт на Марс? Что происходит с человеческим организмом, пока он будет лететь? Почему они прилетят инвалидами? Второй, можете ли вы сказать про теорию струн? И третий, расскажите, пожалуйста, про искривление пространства.**

Лихо. Ну, начнём с инвалидов. Полет на Марс опасен в том же самом смысле, в каком опасен Чернобыль, если говорить совсем простым языком. Излучение, от которого нас на Земле спасает атмосфера, и которое недостаточно интенсивно изменяет человеческую структуру при краткосрочных полётах, скажем, на Луну и обратно, его будет достаточно для многомесячного полёта, а именно, несколько месяцев потребуются человеку, чтобы долететь до Марса и вернуться. Вот за несколько месяцев излучение его убьёт, если мы не будем специальным образом защищать космический корабль. А защита здесь должна быть очень дорогая и очень мощная. Хуже того, и на Марсе от этого излучения он не будет в безопасности. Потому что на Марсе такой атмосферы нет, даже если человек прибыл на Марс и готов к деятельности, он должен первым делом закопаться под грунт и работать там. Потому что на поверхности это излучение будет его спокойно добивать, точно так же, как в открытом космосе.

Далее. Струны. Я не специалист космологии в теории струн. Скажу следующее. То, что мы с вами наблюдаем четырёхмерное пространство внутри видимых измерений плюс время, это вовсе не значит, что оно на самом деле четырёхмерное. Возможно, в пространстве больше измерений. Исследователи строят различные модели, которые сейчас, пока не поддаются экспериментальной наблюдательной проверке, но эти модели достаточно стройны в смысле математического аппарата и они говорят о том, что наша Вселенная может иметь 8 измерений или 10 измерений. Эти измерения вовсе не обязательно отшкалированы точно так же, как наши три. Например, может существовать некое измерение, которое имеет очень маленький масштаб. И вот проявление этой

многомерности Вселенной, многомерности, то есть превышения размерности её над тремя, должно встречаться, как показывают эти математические расчёты, в виде струн. Струны эти пока ещё не открыты, они предсказаны, они описаны, но открыть их будет чрезвычайно сложно. Опять-таки, в качестве иллюстрации. Представьте себе, что мы, такие, я не знаю, маленькие насекомые, которые живут на поверхности стола. Для нас мир будет состоять, если исключить временное измерение, из двух измерений. Мы не умеем прыгать и летать. Мы не умеем вгрызться в стол. Мы можем двигаться только так. А на самом деле мир, как минимум, трёхразмерен. Имеется в виду геометрические размерности. Вот мы можем оказаться такими же насекомыми только в трёхмерном пространстве и не уметь просто перемещаться в других размерностях.

Что касается искривления. Вот случился Большой взрыв. Вселенная расширяется. Недавно было показано, что последнее время, по крайней мере, она расширяется ускоренно. Что случится с Вселенной в дальнейшем? Будет ли это ускорение нарастать? Замедлится ли расширение? Сменится ли оно сжатием? Ответ на этот вопрос может дать, оказывается, всего только одна величина, точнее, значение одного параметра. А именно, плотности материи во Вселенной. Ну, за всю Вселенную мы сказать не можем, но, по крайней мере, в нашей наблюдаемой области Вселенной, если бы мы смогли измерить эту плотность, то мы сможем достаточно чётко сказать о будущем и о кривизне Вселенной. Если выяснится, что эта плотность выше некоторого критического значения, это означает, что расширение рано или поздно сменится сжатием, и Вселенная схлопнется опять в ту точку, из которой она возникла. Если выяснится, что эта плотность ниже некоторого значения, это будет означать, что расширение бесконечно. Сейчас мы не можем с достаточной точностью измерить плотность Вселенной в нашей наблюдаемой области. То, что мы сейчас имеем, находится как раз где-то в районе вот этого критического значения и ответ на этот вопрос ещё пока открыт.

**Был вопрос про телескоп диаметров сто метров. А какого размера имеются телескопы сейчас?**

Сейчас из действующих самый крупный телескоп имеет диаметр 11 метров. Он находится недалеко от Кейптауна. Это международный проект. Треть примерно принадлежит Южной Африке, треть американским университетам и ещё треть другим странам и университетам. На самом деле эффективная площадь его несколько меньше, потому что эти 11 метров лежат на некой платформе под неким углом и вот в этой плоскости двигаться не могут. Они могут вот таким вот образом поворачиваться. И переориентировка, перенацеливание на различные объекты происходит с помощью вторичного зеркала, которое с помощью системы трекеров, перемещается и позволяет видеть разные места на южном небе. При этом эффективно задействованы не все 11 метров, а, скажем, от 6-ти до 10-ти. Вот это сейчас чемпион, по-видимому. А! Ещё один есть такой чемпион. Да. Он находится на Канарских островах. Его площадь несколько более 10-ти метров. Они все используются, эти 10 метров. Сейчас работают над построением очень большого телескопа, 30-40 метров, вот примерно так.