

Каким видится будущее науки о Вселенной

О.Ю. МАЛКОВ,
доктор физико-математических наук
Институт астрономии РАН

Мероприятия Международного года астрономии (МГА-2009) направлены на усиление общественной поддержки научных исследований, улучшение качества фундаментального образования на всех уровнях, привлечение интереса молодежи к научной деятельности, создание современных подходов к популяризации астрономии. В качестве одного из мероприятий МГА-2009 был проведен опрос астрономов (профессионалов и любителей) с целью дать экспертную оценку будущего астрономии. Для этого ведущие астрономы-популяризаторы составили список из 35 вопросов,

который был скорректирован научными журналистами и одобрен Национальным комитетом российских астрономов РАН и Научным советом по астрономии РАН. Список вопросов распространялся среди сотрудников астрономических учреждений и студентов, а также был размещен на сайте www.astronomy2009.ru. Результаты опроса астрономического сообщества были обработаны, и коллективный прогноз развития астрономии был доложен на Всероссийской конференции «Астрономия и общество» (25–27 марта 2009, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; Земля и Вселенная, 2009, № 5).

В прессе и Интернете появились публикации о Конференции («Комсомольская правда», ИТАР-ТАСС, Lenta.ru), включающие и результаты опроса астрономического сообщества. Позже автор данной статьи заново обработал результаты опроса, учтя критические замечания к методике обработки, высказанные на Конференции, а также некоторые не вошедшие в первоначальный вариант ответы. Эта процедура не сильно изменила результаты, но позволила их уточнить. Вниманию читателей предлагается уточненная экспертная оценка будущего астрономии.

ЭКСПЕРТЫ

Ответившие на вопросы анкеты эксперты

условно подразделялись на две группы: так называемые профессионалы (сотрудники и аспиран-

ты астрономических учреждений, выпускники и студенты астрономических отделений универ-

ситетов) и так называемые любители. Ни в коей мере не умаляя заслуг любителей и памятуя о том, что астрономическая подготовка некоторых из них превосходит подготовку профессионалов, мы все же обрабатывали результаты опроса для двух этих групп по отдельности, а затем сравнили их.

Профессионалы должны были по условиям проведения экспертизы подписывать свои прогнозы, чтобы организаторы могли убедиться в принадлежности эксперта к штату сотрудников того или иного астрономического учреждения. Любителям разрешалось оставлять прогнозы без подписи или подписываться псевдонимом. Содержание и авторство конкретных экспертных анкет не разглашалось.

В опросе приняло участие 119 профессионалов, 90 из них имеют научную степень. Если сравнить это число с количеством российских членов Международного астрономического союза (350 человек, что примерно соответствует числу российских ученых с ученой степенью, ведущих активные исследования в области астрономии), то можно определить, что в создании коллективного прогноза приняло участие более четверти ведущих российских астрономов.

Любопытно посмотреть на распределение экспертов по их академичес-

кому статусу, который в определенной мере отражает степень вовлечения эксперта в проблемы астрономии, его компетентность, уровень осведомленности и т.п. Отношение «члены академии» – «доктора наук» – «кандидаты наук» – «сотрудники без ученой степени» выглядит в нашей выборке примерно так: 1:4:4:3. Это, в общем, соответствует отношению, типичному для среднего российского астрономического института, за исключением членов РАН, которых в нашей выборке непропорционально много (что, конечно, прибавляет вес результирующему прогнозу).

Опрошенные профессионалы работают в следующих организациях: АКЦ ФИАН, ГАИШ МГУ, ГАО РАН, «Земля и Вселенная», ИЗМИРАН, ИКИ РАН, ИНАСАН, ИПА РАН, ИПФ РАН, Иркутский ГУ, ИСЗФ СО РАН, КГУ, ПРАО АКЦ ФИАН, РФЯЦ-ВНИИТФ, САО РАН, СПбГУ, УрГУ, Физфак МГУ, ФТИ РАН, ЮФУ, Max-Planck.

Предлагаемый список из 35 вопросов был подготовлен преимущественно членом-корреспондентом РАН Б.М. Шустовым (ИНАСАН) и кандидатом физико-математических наук В.Г. Сурдиным (ГАИШ МГУ). Затем он был критически проанализирован и дополнен научными журналистами Н. Григорьевой (ОРТ), Е. Калашниковой (ТВЦ) и И. Якутеном (Lenta.ru).

При ответе на каждый вопрос нужно было указывать год наступления события (например, 2050). Разрешалось также давать ответ «никогда». Причем эксперт не обязан был отвечать на все вопросы.

Помимо ответов этих трех видов (год наступления, «никогда» и «не знаю») в заполненных анкетах встречались и «нештатные» ответы. Так, зачастую эксперты указывали временной интервал (например, 2015–2020 гг. или «сороковые»). Такие ответы для упрощения обработки результатов заменялись на средние значения по указанному интервалу (соответственно 2018 и 2045). Ответы в виде «до 2100 г.» и «после 2050 г.» заменялись соответственно на «пессимистическое» 2100 г. и «оптимистическое» 2050 г. Ответы в виде «скоро», «сегодня», «вот-вот» заменялись на 2009 г.

Нередко эксперты давали ответ «это бессмысленно», «не нужно». Такие ответы приравнивались к «никогда». Ответы в виде «в любой момент» приравнивались к «не знаю». Наконец, иногда встречались ответы в виде «уже» или, например, «уже, в 2004 г.». Такие ответы свидетельствовали о недостаточной корректности формулировки вопроса, не учитывались при усреднении и обрабатывались отдельно.

По каждому из заданных вопросов необходимо было вычислить прогнозируемый год наступления события. Поскольку распределение ответов, вообще говоря, не являлось симметричным, применение традиционной методики вычисления среднего и дисперсии было некорректным. Вместо этого применялся «метод квантилей». В предположении, что 32% ответов лежат за пределами ошибки 1σ , отбрасывалось по 16% самых «оптимистических» (то есть самых ранних по времени наступления события) и самых «пессимистических» (то есть самых поздних по времени наступления события) ответов. В интервале оставшихся 68% вычислялось среднее (оно и считалось ответом на данный вопрос экспертизы), а ширина этого интервала определяла ошибку среднего.

Для каждого вопроса вычислялась также вероятность наступления события (единица минус относительное количество ответов вида «никогда»). Наконец, оценивался такой параметр, как «сложность» вопроса; его значение тем выше, чем меньшее число экспертов ответило на этот вопрос.

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ

Маловероятные события. В этом разделе перечисляются события, которые, по мнению

более половины ответивших экспертов, не произойдут никогда (в скобках указана вероятность наступления события). Итак, маловероятные события:

- обнаружение в Солнечной системе нового тела крупнее Марса (20%);

- доказательство факта посещения Земли внеземной цивилизацией (26%);

- обнаружение белых дыр (34%);

- обнаружение сфер Дайсона (37%).

Последние два вопроса оказались одними из самых сложных: на них дали ответ лишь 51% и 55% экспертов соответственно.

События ближайшего будущего. В ближайшем будущем (до конца 20-х гг. текущего века), по мнению экспертов, следует ожидать наступления следующих событий (указан год наступления события с ошибкой, в скобках указана вероятность наступления события):

- 2018 +12–6: астрономия снова станет обязательным предметом в российских школах (81%);

- 2024 +11–7: на Землю будет доставлен образец марсианского грунта (100%). В списке оказалось всего два события, в наступлении которых не сомневается никто из экспертов. Это – первое, второе – разгадка природы гамма-всплесков;

- 2025 +25–13: будет обнаружена вода на Луне (61%);

- 2026 +24–11: будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Южном полюсе Земли (90%). Этот вопрос оказался одним из самых простых, на него дали ответ 89% экспертов;

- 2027 +23–12: будет разгадана природа гамма-всплесков (100%). Причем 14% респондентов на этот вопрос ответили «уже разгадана»;

- 2028 +22–13: возобновится активное изучение Венеры (98%).

30-е гг. XXI в. Согласно коллективному мнению экспертов, эти годы будут весьма богаты на события в области астрономии и исследования космического пространства:

- 2030 +42–15: будут обнаружены черные дыры промежуточной массы (85%). Этот вопрос оказался одним из самых сложных: на него ответило лишь 58% экспертов;

- 2032 +28–17: будут зарегистрированы гравитационные волны (96%);

- 2032 +48–17: будут обнаружены звезды с массами более $200 M_{\odot}$ (52%). Обращаем внимание на сравнительно малую вероятность, по мнению экспертов, наступления этого события;

- 2033 +17–13: будет сооружен оптический телескоп диаметром 100 м (88%). Этот вопрос также из списка простых, на

него ответило 89% экспертов;

• 2034 +66–17: начнутся регулярные полеты частных космических кораблей (92%);

• 2036 +14–16: будут обнаружены спутники у спутников планет (66%);

• 2036 +64–21: будет обнаружена экзопланта, на которой присутствуют все четыре биомаркера: вода, углекислый газ, метан и кислород (97%);

• 2036 +64–21: будет разгадана природа темной материи (96%);

• 2039 +21–14: состоится высадка человека на Марс (96%);

• 2039 +32–19: для космических перелетов начнут использовать солнечный парус (78%);

• 2040 +60–25: будет однозначно доказано существование черных дыр (89%). Рекордное количество (30%) экспертов считают их существование уже доказанным.

Конец 40-х гг. XXI в.

Этот период ознаменуется следующими событиями:

• 2046 +39–21: будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Луне (96%);

• 2046 +54–26: будет разгадана природа темной энергии (97%);

• 2048 +52–28: человечество определит природу Красного пятна на Юпитере (99%). Примечательно, что 14% респондентов считают эту проблему уже решенной.

60-е гг. XXI в. По мнению экспертов, после десятилетнего «затишья» должны произойти следующие события:

• 2057 +43–37: туристические полеты в космос станут доступными не только единицам (84%);

• 2062 +38–27: состоится полет человека за орбиту Марса (94%);

• 2064 +45–34: человек получит первые образцы атмосферы Сатурна (88%);

• 2065 +135–45: будут обнаружены «кротовые норы» (58%). Ошибка ответа на этот вопрос впервые в списке превысила сотню лет;

• 2066 +34–31: человечество научится использовать взнезменные источники сырья (92%);

• 2068 +32–32: человечество гарантированно защитит себя от угрозы астероидно-кометной опасности (73%). Симметрия в оценке ошибки ответа указывает на примерное равенство «оптимистов» и «пессимистов» по этому вопросу, оказавшемуся, кстати, весьма несложным: на него дали ответ 90% экспертов.

Конец XXI в. В конце нашего века ожидается наступление следующих событий:

• 2082 +118–52: доля солнечной энергии в энергетике человечества превысит 50% (74%);

• 2093 +107–43: начнет работать общественный транспорт по маршруту Земля – Луна (73%);

• 2096 +213–66: ожидается встреча Земли с метеоритом размером не менее Тунгусского (80%). Отраднее, что это событие произойдет, по прогнозам экспертов, только через 30 лет после того, как человечеству такие угрозы станут уже не страшны. Правда, ошибка оценки достаточно велика...

Не скоро, неточно и маловероятно. Вероятность оставшихся двух событий лишь незначительно превосходит 50%, а изрядная неточность в оценке времени наступления позволяет разместить их на шкале времени от середины нашего до конца XXV в.

• 2108 +209–83: будет обнаружен радиосигнал взнезменной цивилизации (51%);

• 2170 +330–120: будет установлен контакт с инопланетянами (54%).

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ЛЮБИТЕЛЕЙ

На предложенные вопросы помимо профессионалов ответили 55 любителей астрономии. Эти ответы обрабатывались отдельно, и результаты обработки сравнивались с ответами профессионалов.

Основное отличие прогнозов двух групп экспертов следующее: практически все события, по мнению любителей, произойдут в более далеком будущем, чем оценивают профессионалы. То есть в целом любители на-

строены гораздо более пессимистично (или, если угодно, профессионалы – более оптимистично). В особенности это касается следующих вопросов (в скобках указаны годы наступления события по версии профессионалов и по версии любителей):

- обнаружение воды на Луне (2025, 2104);

- обнаружение спутников у спутников планет (2036, 2192);

- обнаружение «кратовых нор» (2065, 2115);

- гарантированная защита человечества от угрозы астероидно-кометной опасности (2068, 2171);

- встреча Земли с метеоритом размером не менее Тунгусского (2096, 2148);

- установление контакта с инопланетянами (2170, 2265).

Примечательно, что, по версии любителей, встреча Земли с крупным метеоритом произойдет лет за 20 до того, как человечество научится защищаться от таких встреч (у профессионалов, напомним, последовательность этих двух событий обратная). Наконец, установление контакта с инопланетянами любители откладывают до середины XXIII в.

Что же касается оценок вероятности наступления того или иного события, то они на удивление хорошо совпали у обеих групп экспертов. В этом ряду существует только два исключения. Профессионалы

считают маловероятным (26%) посещение Земли внеземной цивилизацией, любители же настроены более «оптимистично» (69%). А вот вода на Луне, с точки зрения любителей, скорее всего, обнаружена не будет: по оценкам профессионалов и любителей вероятность этого события составляет 61% и 35% соответственно.

КОММЕНТАРИИ К ОТВЕТАМ

По условиям проведения экспертизы участники, помимо ответов на вопросы, могли оставлять комментарии – как к конкретному вопросу, так и к списку вопросов в целом. Среди комментариев было довольно много скептических, вот некоторые из них: «очень странный перечень вопросов», «половина составлена так, что допускает неоднозначное понимание», «2/3 астрономии совсем не рассмотрены», «много вопросов посвящено узким и частным проблемам, для которых даже не существует однозначного подхода», «в анкете полностью отсутствуют проблемы солнечной активности», «это все игры теоретиков», «некорректный вопрос», «какие еще доказательства нужны?» и т.п. В общей сложности около 10% экспертов высказывали ту или иную долю скепсиса. Это свидетельствует, конечно, не только о недостаточно тщательно

подготовленном перечне вопросов, но и о несомненном интересе экспертов к затрагиваемым проблемам.

Справедливости ради следует отметить, что в комментариях нам довелось прочесть и слова одобрения: «Спасибо. Идея очень интересная». И хотя число одобрительных комментариев (один!) заметно уступает числу комментариев скептических, мы считаем, что наш опрос астрономического сообщества был проведен не напрасно.

КАК ОТНОСИТЬСЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРТИЗЫ

Подобные прогнозы всегда субъективны, но все-таки показывают, какие направления в настоящий момент больше всего интересуют исследователей и наиболее интенсивно изучаются. Можно считать этот прогноз не более чем забавой и соответственно к нему относиться. Однако необходимо помнить, что в экспертизе участвовали не случайные люди, а около сотни маститых профессионалов, которые в курсе всех новостей астрономии: знают, какие ведутся исследования, какие разрабатываются проекты, какие реализуются космические программы. Другими словами, публикуемая здесь экспертная оценка будущего астрономии – лучшее, что можно предложить на сегодняшний день.