

КОНФЕРЕНЦИИ И СИМПОЗИУМЫ

Долгоживущие светящиеся явления в атмосфере

(Международные конференции в Зальцбурге, Австрия, в сентябре 1993 г.
и Хессдалене, Норвегия, в марте 1994 г.)

International Interdisciplinary Congress on Unsoled Problems of Atmospheric Electricity. September 1993, Salzburg, Austria; First International Workshop on the Unidentified Atmospheric Light Phenomena. March 1994, Hesselalen, Norway.

PACS numbers: 52.80.My, 92.60. Pw, 93.55. + z

Две международные конференции по светящимся явлениям в атмосфере посвящены разным аспектам этой проблемы. Тем не менее имеет смысл проанализировать их вместе, поскольку они дополняют друг друга, для понимания современного состояния исследований загадочных явлений в атмосфере. Первая из этих конференций, состоявшаяся в Зальцбурге, посвящена проблеме шаровой молнии, но по своему духу и характеру обсуждавшихся вопросов она заметно отличалась от международных симпозиумов по шаровой молнии [1–3], основной вопрос которых — что такое шаровая молния? В работе конференции наряду с физиками принимали участие специалисты технических профессий — электро-технические и энергетики, а также представители гуманитарных профессий — журналисты, историки, психологи. Организатор и председатель оргкомитета этой конференции — профессор психологии Зальцбургского университета А. Кеул. Состав участников конференции в большой степени определил ее характер. Название конференции "Vizotum-93" связано с одной из историй народного эпоса западной горной части Австрии. Эта история описывает огненный круг Vizotum, который по своему действию подобен дьяволу. Он не страшен тем, кто молится, а для других встреча с ним опасна. Такая участь постигла молодого трусливого пастуха, который исчез после встречи с красным огненным кругом — дьяволом, появившемся после звука, подобного удару грома. От пастуха осталась только его одежда.

Мифы, легенды, сказки разных народов содержат интересные истории о шаровой молнии, происшедшие много поколений назад. Как часть народной культуры, они заслуживают внимательного изучения, так же как и сам характер восприятия шаровой молнии нашими далекими предками. Здесь возникают разные вопросы, и в частности, почему для одних народов шаровые молнии выступают в виде дьяволов, тогда как для других народов они ассоциируются с ангелами. Другой круг вопросов относится к восприятию шаровой молнии

наблюдателем. Вопросы, которые ставит психолог, имеют большое значение и для физиков, ибо они определяют достоверность описания шаровой молнии, а эти описания далее составляют основу для понимания того, что такое шаровая молния. Эти и другие проблемы рассматривались на конференции и содержатся в ее трудах [4]. Перечень представленных на конференции докладов содержится также в краткой рецензии [5].

Другой круг проблем конференции связан с существующими системами грозозащиты в Австрии и Германии. Опыт, накопленный персоналом, качественные фотографии линейных молний в момент пробоя представляют интерес и для анализа шаровой молнии, в том числе способов защиты от нее. Эти вопросы технического характера заняли определенное место на конференции. Фотографии линейной молнии дополнены интересными фотографиями четочной и шаровой молний. Центральное место среди них заняла фотография шаровой молнии, сделанная Burger Werner за два года до конференции в Австрийских Альпах. Эта фотография по сути дела стала эмблемой конференции.

Определенное место на этой и следующей конференциях заняли проблемы исследования физики шаровой молнии и ее природы. Уровень докладов разный. Однако если современное состояние проблемы сравнивать с началом международного сотрудничества по этой проблеме (началом правильнее было бы выбрать 1988 г., когда японский ученый Y. Ohtsuki организовал I международный симпозиум по шаровой молнии), прогресс в изучении шаровой молнии весьма заметен. Я не буду анализировать то, что было рассмотрено на конференциях по физике шаровой молнии, а отмечу общее состояние проблемы и ее развитие в последние годы.

Изучение физики шаровой молнии можно условно разделить на три части: 1) сбор и анализ наблюдений шаровой молнии; 2) моделирование шаровой молнии как целого; 3) специальные физические исследования, результаты которых позволяют анализировать отдельные аспекты физики шаровой молнии, и анализ отдельных сторон этого явления.

Наблюдательные данные по шаровой молнии составляют основу для ее дальнейшего изучения. Появляются новые наборы наблюдательных данных, в том числе на конференции в Зальцбурге была доложена работа К.Н. Hentschel, который собрал 130 событий наблюдения

шаровой молнии в Германии. Следует отметить, что к настоящему времени собрано несколько тысяч описаний случаев наблюдения шаровой молнии, так что на первое место выходит не количество случаев, а качество данных и характер их обработки. Приведу в качестве примера русско-австрийский банк наблюдательных данных, или банк Стаханова–Бычкова–Кеула, который в последние годы дал наибольшую информацию по наблюдаемой шаровой молнии. Этот банк включает в себя примерно 1500 описаний, собранных И.П. Стахановым, 100 описаний, собранных В.Л. Бычковым, и 150 описаний А. Кеула. Обработка этих данных должна учитывать ограниченную точность каждого конкретного описания. Кроме того, стандартные математические подходы здесь не работают, поскольку распределение шаровых молний по параметрам не описывается нормальным распределением. Поэтому банк наблюдательных данных включает в себя также набор IBM-программ, которые позволяют работать с информацией. Эти программы основаны на стандартных программах, позволяющих производить статистическую обработку данных, но также включают в себя дополнительные элементы. Поскольку создание банка данных необходимо при изучении любого светящегося явления атмосферы, и в этом отношении опыт существующего банка по шаровой молнии является полезным, далее, в качестве дополнения 1 приводится концепция математического обеспечения данного банка, которое было разработано А.Ю. Стрижевым. Более подробно это изложено в докладе А.Ю. Стрижева на второй из конференций.

Что касается экспериментального моделирования шаровой молнии как целого, имеются десятки экспериментов, в результате которых в атмосфере наблюдались те или иные светящиеся образования, напоминающие шаровую молнию. Это свидетельствует о доступности возбуждений в атмосфере, приводящих к образованию шаровой молнии. Однако для понимания природы шаровой молнии эти эксперименты ничего не дали, что связано со сложностью этого явления.

Наоборот, современные представления природы шаровой молнии основаны на изучении отдельных процессов и явлений, которые не связаны с шаровой молнией, но их детальное понимание помогает разобраться в отдельных элементах природы шаровой молнии. При этом шаровая молния — многостороннее явление, так что для описания отдельных сторон этого явления могут быть полезны различные модели. Например, несколько неожиданной и поэтому показательной моделью шаровой молнии является утюг, если Вы интересуетесь тепловыми ощущениями на некотором расстоянии от шаровой молнии. Утюг характеризуется примерно теми же размерами и удельным энерговыделением, что и средняя шаровая молния, так что с его помощью нетрудно смоделировать характер тепловых ощущений на расстоянии от шаровой молнии. Другой пример такого рода — анализ газодинамики шаровой молнии, проведенный Н.И. Гайдуковым на простой модели для вещества шаровой молнии — идеальной жидкости с малым поверхностным натяжением и удельным весом. Эта модель позволила проанализировать различные свойства шаровой молнии такие, как сохранение ее формы во время движения, прохождение через малые отверстия и щели, захват ее следом движущегося объекта, например, автомашины или самолета. Сопо-

ставление наблюдаемых фактов и оценок показывает отсутствие сопротивления в поверхностном слое. Это лишний раз показывает, что шаровая молния состоит из элементов малого размера. Тем самым, разные модели полезны для анализа отдельных аспектов природы шаровой молнии.

Несмотря на множество моделей, способных описать свойства шаровой молнии, центральный вопрос природы шаровой молнии связан с ее структурой. Понимание этой проблемы опирается на исследование процессов при лазерном испарении вещества, процессов эволюции пучков, содержащих твердые кластеры нанометровых размеров, а также на изучение некоторых типов эрозионной плазмы. Вещество шаровой молнии образуется при объединении нанометровых кластеров в разреженные структуры. В силу высокой разреженности вещество шаровой молнии одновременно проявляет свойства газа, жидкости и твердого тела, и это новое качество шаровой молнии как физического объекта объясняет ее необычные свойства. Вещество шаровой молнии может со временем уплотняться, что ведет к его необратимому старению. Таким образом, вещество шаровой молнии — своеобразный физический объект, информация о котором пополняется по мере исследования различных физических систем и процессов, не связанных с шаровой молнией.

Несмотря на схематическое понимание природы шаровой молнии, а также полезность различных моделей для описания ее отдельных аспектов, на каждой конференции присутствуют определенные предложения по природе шаровой молнии, которые не выдерживают серьезной критики. Однако эта проблема прошла определенный путь развития и имеет простые рецепты, чтобы отвергнуть многие из вновь возникающих гипотез. Приведу два примера. Когда П.Л. Капица примерно 40 лет назад предлагал модель шаровой молнии, поддерживаемой внешним источником СВЧ-излучения, он рассуждал примерно следующим образом. Известно, что плазма высокого давления быстро релаксирует, т.е. ее внутренняя энергия переходит в тепловую за малые времена. Поэтому для поддержания плазмы в течение длительного времени (сравнимого со временем жизни шаровой молнии) ее необходимо подпитывать внешним источником энергии, одним из вариантов которого является СВЧ-излучение. Из этих рассуждений, в частности, следует, что если шаровая молния поддерживается за счет внутренней энергии, ее природа не может быть связана с плазмой. К сожалению, это не учитывается в ряде новых предложений.

Другой пример относится к излучению шаровой молнии. Как следует из обработки наблюдательных данных, излучательная температура шаровой молнии составляет порядка 2000 К. При этой температуре и при атмосферном давлении окружающего воздуха время тушения возбужденных состояний весьма мало. Для этих условий источник излучения должен быть равновесным, т.е. излучательная температура должна совпадать с температурой излучающих элементов шаровой молнии. Отсюда, в частности, следует, что вещество шаровой молнии не может быть органическим — оно сгорит. Тем самым, проблема шаровой молнии прошла определенный путь эволюции и содержит в своем арсенале определенный набор элементов, позволяющих отвергать ошибочные гипотезы.

Как видно, проблема шаровой молнии находится на некотором этапе понимания, более выгодном, чем для некоторых других явлений свечения в атмосфере. Одно из них, которое названо явлением Хессдалена, составило основу второй из конференций. Хессдален — долина в средней части Норвегии. В долине имеется около 100 домов, длина долины 12 км, максимальная ширина 5 км, по ней протекает небольшая речка; высота гор, окружающих долину, примерно 1000 м над уровнем моря. С 1981 г. жители эпизодически наблюдали сильное свечение в темное время суток. Это свечение получило название "явление Хессдалена" [6]. Обычно оно бывает вечером, ночью и ранним утром, чаще всего осенью, зимой и ранней весной, т.е. в темные времена.

Наблюдаются три типа странных огней. Первый подобен яркому желтому шару или ядру, он может существовать в течение 1–2 часов, перемещаясь по долине и меняя свое место через 5–10 минут. Второй тип имеет яркий беловато-голубой цвет, временами он мерцает. Обычно он наблюдался над горами. Третий тип включает в себя несколько огней, связанных друг с другом. Огни Хессдалена стали появляться с конца 1981 г. и наблюдались несколько сот раз с 1981-го до 1984 г. Они стали исчезать в 1984 г., и в 1985 г. наблюдалось всего несколько случаев. Сейчас огни Хессдалена появляются редко — в зимний сезон 1993–1994 гг. зафиксировано около 30 событий.

В 1983 г. в Норвегии усилиями ученых-энтузиастов был создан "Хессдален-проект", целью которого было изучить это явление с использованием парка современных приборов. Эти приборы включали в себя видеокамеру с сеткой, инфракрасный датчик, спектральный анализатор, сейсмограф, магнитометр, радар, гелий-неоновый лазер, счетчик Гейгера-Мюллера. Проект включал в себя два периода измерений — январь—февраль 1984 г., в котором наблюдалось 53 случая свечения, и январь 1985 г., когда не было обнаружено ни одного случая свечения. Был получен ряд интересных результатов. Например, лазерный луч, направленный на светящийся объект, вызывает его двойную вспышку, радар обнаруживает светящийся объект как отражающий сигнал радара, что позволило оценить скорость светящегося объекта. Приведу еще один интересный результат. Однажды светящийся объект оставил след на снегу в виде спирали глубиной 2–3 см. Анализ следа показал количество бактерий в следе примерно в 100 раз меньше, чем рядом со следом.

В то же время проведенных измерений недостаточно, чтобы можно было однозначно судить о природе светящихся образований, а для других выводов недостаточно точности или статистики. Поэтому решено провести еще один этап проекта в 1994–1998 гг. под названием "Неидентифицированные светящиеся атмосферные явления в Хессдалене", и данная конференция является одним из его мероприятий. Центральное место на конференции занял доклад д-ра E. Strand, который был организатором этой конференции и научным руководителем обоих проектов, а также д-ра B.G. Naug, который описал технику для второго "Хессдален-проекта". Специальное время на конференции было выделено для обсуждения методики измерения, и практически каждый участник внес свои предложения.

Интересно, что в рамках первого хессдаленского проекта было получено несколько фрагментов видео-

фильмов, на которых зафиксировано как явление Хессдалена, так и шаровая молния. Анализ этих фрагментов обещает дать интересную информацию о рассматриваемых объектах.

Отмечу особенности "Хессдален-проекта" и самой конференции. По сути дела, этот проект является первой комплексной программой для исследования долгоживущих светящихся объектов в атмосфере, которая проводится на высоком профессиональном уровне, соответствующим современным научным программам. Поэтому значение этого проекта выходит как за рамки национальной научной программы, так и исследуемого явления. Во-вторых, светящиеся явления в атмосфере разной природы могут иметь общие закономерности, поэтому их правильнее рассматривать во взаимосвязи. По этой причине обе конференции включают в себя не только доклады по шаровой молнии и явлению Хессдалена, но и по другим светящимся явлениям в атмосфере. Одним из них являются горгоны — движущиеся светящиеся объекты, являющиеся результатом вулканической деятельности. Энтузиаст изучения этого явления — американский ученый E.W. Bach для этой цели совершил экспедиции в разные районы мира. Знание многих языков, включая русский, помогло собрать ему интересную информацию, имеющую культурно-историческое и научное значение. Далее, в качестве дополнения 2 даются отрывки из доклада д-ра Баха на второй конференции, который по сути дела является его отчетом о поездке на Филиппины.

В заключение замечу, что проблема шаровой молнии находится в более продвинутом состоянии по сравнению с проблемой других долгоживущих светящихся явлений в атмосфере, поскольку в нее вложено больше усилий. Эта проблема является предметом научных исследований свыше 100 лет, и по ней опубликованы тысячи научных работ. С другой стороны, "Хессдален-проект" дает хороший пример подхода к такого типа проблемам, включая как комплексные измерения в рамках разработанной программы, так и привлечение интеллектуальных ценностей, полезных для этой программы. Опыт изучения того и другого объекта может быть использован и для других светящихся явлений в атмосфере (например, УФО), находящихся на другом уровне понимания и изучения.

Б.М. Смирнов

Список литературы

1. Гладышев Г.П., Смирнов Б.М. *УФН* **157**, 364 (1989).
2. Дайкхайс Г.С. *УФН* **161** (1), 187 (1991).
3. Дайкхайс Г.С. *УФН* **163** (5), 124 (1993).
4. *Progress in Ball Lightning Research. The Vizotum Project* (Ed. Keul A.) (Salzburg, 1993), 126 p.
5. Keul A.G., Bychkov V.L. *J. Meteorology (UK.)* **18**, 370 (1993).
6. Strand E. In [4], p. 102.

Дополнение 1

Принципы статистической обработки банков наблюдательных данных

PACS numbers: 93.85.+q

Среди существующих средств управления банками данных нам кажется наиболее удобным Clipper 5.0. Он позволяет создавать самостоятельные программы статистической обработки, удобные в