

УДК:551.594.21;223

РЕАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ С МОЛНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

¹Сафаров Саид Гасан оглы, ²Мехтиева Гюльнара Шамсаддин гызы

¹Национальный Департамент по Гидрометеорологии МЭПР Азербайджанской Республики, AZ1154 Баку, просп. Г.Алиева, 10, моб: +994502250681, ²Бакинский Государственный Университет, AZ1148, Баку, Азербайджан

В данной работе по данным гидрометеорологических станций исследуются грозовые явления на территории Азербайджана, выявляются особенности их распределения по территории. Показывается, что наблюдаемые в грозах молнии в основном линейные, а шаровые молнии встречаются значительно редко. В работе также представлены современные версии по механизму образования шаровых молний и по их использованию в качестве альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: атмосферное электричество, гроза, шаровая молния, радиальные колебание плазмы, молекулярная электролюминесценция, микродозовый ядерный синтез
E-mail:safarov53@mail.ru

Введение

Грозовые явления отрицательно влияют на многие отрасли народного хозяйства, особенно на авиацию, энергетику и др. [1]. Электрические разряды (молнии), возникающие при грозах, часто являются причиной лесных пожаров, разрушений различных сооружений, нарушений линий связи и электропередачи, приводят к гибели скота, к человеческим жертвам, создают опасные ситуации для авиации. Поэтому исследование физической природы и климатологических аспектов таких явлений представляет большой научный и практический интерес. Одновременно молнии несут огромное количество энергии, которое затрачивается в долях секунды. Если человечество научится управлять этой энергией, она может стать наилучшим и самым эффективным источником альтернативной энергии. Поэтому исследование физической природы и климатологических аспектов таких явлений представляет большой научный и практический интерес.

Грозы наблюдаются в основном в теплый период года, при развитии конвекции в неустойчивой атмосфере. Гроза возникает при интенсивно протекающем процессе конденсации в мощно-кучевых и кучево-дождевых облаках с оледеневающей вершиной.

Образование гроз связано с прохождением холодных фронтов, процессами конвекции и мощными восходящими потоками в атмосфере. Возникновение гроз находится в тесной зависимости от орографии. Последнее способствует возникновению мощных восходящих движений воздуха, обострению холодных фронтов. На образование гроз также значительно влияют ориентация и высота склонов, орографическая защищенность [1, 2]. На наветренной стороне склонов грозы образуются чаще, чем на подветренной стороне. В большинстве случаев ослабление грозовой деятельности на подветренной стороне склонов связано с орографическим фоновым эффектом.

1. Распределение дней с грозой по территории Азербайджана

Изучению грозовых явлений на территории Азербайджана посвящены относительно немногочисленные работы [1, 2 и др.].

Характер распределения гроз по территории Азербайджана по данным 34 гидрометеорологических станций за период 1966-2006 гг. представлен на рис.1, из которого следует, что из-за разнообразия форм рельефа и других факторов среднегодовое число дней с грозой меняется в достаточно широких пределах – от 5 до 43 дней. Наименьшее число дней с грозой отмечается на морских и прибрежных станциях. По мере удаления от Каспийского побережья и увеличения высоты местности его значение постепенно растет [2].

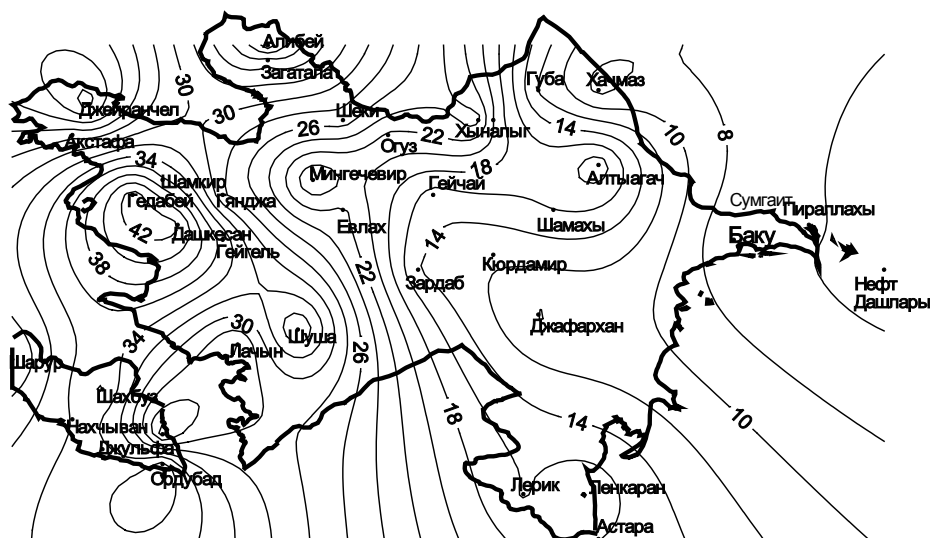


Рис. 1. Карта-схема распределения среднегодового числа дней с грозой по территории за период 1966-2006 гг [2].

На северном и северо-восточном склонах Малого Кавказа распределение среднегодового числа дней с грозой в основном имеет зональность. Если на станциях Акстафа, Шам-кир и Гянджа этот показатель составляет 27-28 дней, то в предгорной и горной части территории оно увеличивается до 35-43 дней. Однако в отдельных предгорных территориях эта закономерность несколько нарушается. В общем, наблюдается медленное уменьшение числа дней с грозой с запада на восток (рис. 1). Точнее, на станциях Дашкесан и Гейгель (курорт), расположенных выше и восточнее от станции Гядабей, отмечается меньшее количество дней с грозой. Наибольшее количество гроз наблюдается в май-июнь месяцах.

На территории южного склона Большого Кавказа на интенсивность и повторяемость грозовой деятельности сказывается влияние горных хребтов. Наибольшее количество гроз отмечается на склонах гор, обращенных в сторону преобладающих влажных воздушных потоков. При таких ситуациях вынужденный подъем воздушных потоков усиливает динамическую турбулентность и восходящих течений, которые, в свою очередь, создают дополнительный импульс к образованию мощной конвекции в атмосфере, необходимой для формирования грозовой деятельности. Одновременно наблюдается уменьшение грозовой активности с запада на восток (рис. 1). На этой территории среднегодовое число суток с грозой

изменяется от 27 до 42. Количество дней с грозой по месяцам распределено неравномерно. Основное их количество наблюдается в май-июнь месяцах.

Территория Нахчыванской Автономной Республики является одной из грозоопасных зон Азербайджана. Распределение гроз по Нахчыванской зоне своеобразно (рис.1). В долинных и предгорных территориях среднегодовое число дней с грозой варьирует в пределах 34-39. При этом наблюдается слабое увеличение грозовой активности с высотой. Начиная с определенной высоты, наблюдается так называемая инверсия грозовой активности. В частности, для высокогорной станции Парагачай отмечается относительно невысокая грозовая активность - 23 дней. Наибольшая грозовая активность наблюдается в мае, а в сентябре отмечается слабый второй максимум. Если на северо-восточном склоне Малого Кавказа и на южном склоне Большого Кавказа за период март-июнь в среднем наблюдается всего 52-57% грозовых дней, то в Нахчыванской зоне - 68-72%. Такое раннее развитие грозовой активности, видимо, связано со значительной оголенностью склонов гор и межгорных долин, а также их своеобразной ориентацией. Как известно, весной в результате солнечного излучения оголенные склоны гор нагреваются быстрее, чем участки, покрытые лесом и альпийскими лугами. Увлажненный в результате таяния снега и нагретый на скалах воздух создает благоприятное условие для развития конвекции в атмосфере, образованию облаков вертикального развития и соответственно грозовой ситуации. Уменьшение грозовой деятельности в летних месяцах (июль, август) наоборот, в основном, связано со значительным дефицитом влажности приземного воздуха, обусловленным чрезмерным нагреванием подстилающей поверхности [2].

Территория юго-восточного склона Малого Кавказа, в том числе Нагорного Карабаха также является грозоопасной (данные имеются до 1991 г.). Самыми грозоопасными месяцами являются май и июнь, где в среднем наблюдается 60-63% грозовых дней. Зональность распределения грозовых явлений выражена слабо. Здесь основную роль играют орография и экспозиция склонов гор относительно направления преобладающих влажных воздушных масс. Среднегодовое число дней с грозой по данным ст. Шуша и Ханкенди составляет около 35 дней. Однако в отдельных местах данной зоны грозовая активность значительно выше [2].

Как видно из рис. 1, на остальной территории Азербайджана грозовая активность заметно ниже. На станциях северо-восточного склона Большого Кавказа среднегодовое число дней с грозой колеблется от 7 дней (на прибрежных и равнинных территориях), до 25 дней в высокогорьях (ст. Хыналыг). На данной территории грозовая активность, в общем, имеет зональное распределение, хотя наблюдается некоторая зависимость от экспозиции склонов гор и долин. Уменьшение грозовой активности на подветренной относительно господствующих воздушных масс стороне, вероятно, связано с орографическим фоновым эффектом (ст. Гырыз). На грозовую деятельность также влияет удаленность от Каспийского моря. Повторяемость гроз имеет значительные годовые колебания, которые выражаются в относительно больших значениях коэффициентов вариации.

На морских и прибрежных станциях (Нефт Дашлары, Пираллахы, Баку, Сумгаит) наблюдается наименьшее число дней с грозой (5-7 дней). Здесь на уменьшение грозовой активности влияют морские бризы [1, 2].

2. Линейные и шаровые молнии

Грозы сопровождаются молнией и раскатами грома. Молния - одно из самых удивительных явлений природы, которое на протяжении тысячелетий поражало воображение людей. Она связана с атмосферным электричеством. Атмосферное электричество образ-

преимущественно в результате фотоэффекта и в меньшей степени в результате «трения молекул друг о друга» [3]. Однако в кучего-дождевых облаках электризация облачных частиц в основном связана с их столкновениями. Мелкие частицы имеют положительные заряды, а более крупные – отрицательные.

Как известно, молнии по механизму образования в основном разделяются на линейные и шаровые. Линейные молнии наиболее изучены, чем шаровые. В метеорологических станциях наблюдения ведутся в основном за линейными молниями, так как шаровые молнии встречаются крайне редко. Вероятность увидеть шаровую молнию хотя бы раз в жизни составляет 1 к 10 000.

2.1. Линейные молнии

Наиболее часто молния возникает в грозовых кучево-дождевых облаках и очень редко в слоисто-дождевых облаках. Однако молния также бывает при вулканических извержениях, торнадо и пылевых бурях.

Молнии наблюдаются в основном в теплый период года, при развитии конвекции в неустойчивой атмосфере.

Динамику развития кучего-дождевых облаков и связанных с ними грозовых явлений удобно исследовать по данным радиолокационных наблюдений.

Молния образуется после того, когда высота верхней границы мощно-кучевого (Cu Cong) облака достигает уровень естественной кристаллизации (температура меньше -22°C) водяных капель. С увеличением высоты верхней границы облака, его водности и ледности частота повторения молний увеличивается, в основном за счет внутриоблачных разрядов.

В данной работе использовались данные наблюдений 4-х автоматизированных систем управления, созданных на базе метеорологического радиолокатора МРЛ-5 с применением соответствующих программно-технических комплексов.

По данным многолетних радиолокационных наблюдений грозоградовые процессы по особенностям ячейковой структуры и динамике развития в основном делятся на одначейковые, суперячейковые и многоячейковые.

Горизонтальные размеры одначейковых грозоградовых облаков небольшие (3-5 км) и время их жизни относительно короткая. Частота и интенсивность молний при таких облаках относительно невысокая.

Суперячейковое грозоградовое облако состоит из одной мощной конвективной ячейки (рис. 2), поэтому здесь преобладают внутриоблачные молнии, частота повторения которых очень велика. Мощные вертикальные потоки и турбулентность создают благоприятные условия для пространственного разделения противоположных зарядов, и таким образом возникновения молний (мощными вертикальными потоками более мелкие облачные частицы, которые имеют положительные заряды, поднимаются на более высокие слои, а крупные – на относительно низкие). Крупные горизонтальные (рис. 2а) и вертикальные размеры (рис. 2б) суперячейковых облаков, большая концентрация облачных частиц и большие скорости восходящих потоков создают благоприятные условия для частой повторяемости мощных внутриоблачных электрических разрядов.

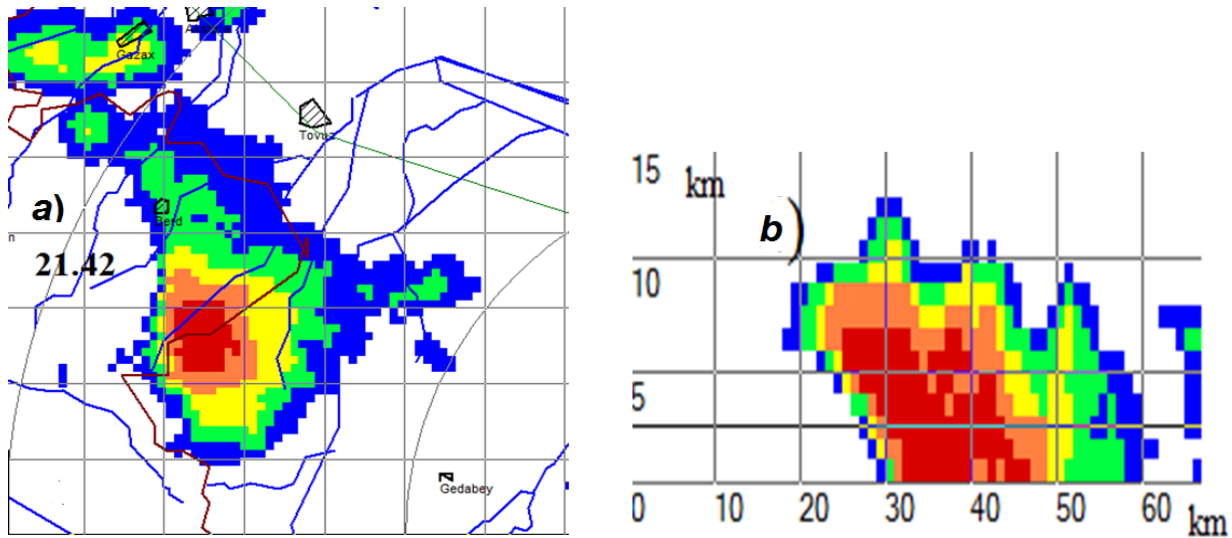


Рис. 2. Горизонтальное (а) и вертикальное (б) сечение радиоэха суперячейкового грозового облака 10.06.2014 г.

При многоячейковых грозоградовых (рис. 3) процессах молнии возникают как внутри отдельных ячеек, так и между соседними конвективными ячейками, находящимися в различных стадиях развития, а в относительно редких случаях между облаком и землей.

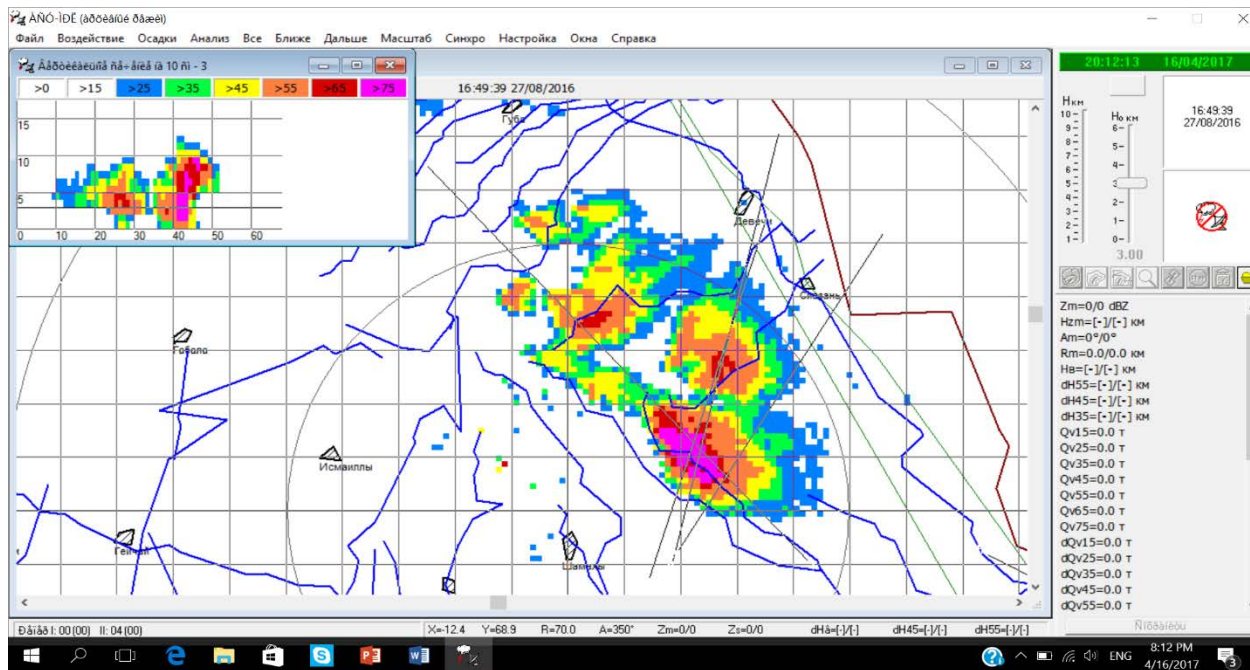


Рис. 3. Горизонтальное и вертикальное сечения радиоэха многоячейкового грозоградового процесса 27.08.2016 г.

Линейные молнии имеют колоссальную энергию, однако реализовать ее как альтернативный источник пока что не удается никому. Проблема заключается в слишком

быстротечности данного явления. Продолжительность шаровых молний относительно дольше, однако, как отмечено выше, ее природа до конца не изучена.

2.2. Шаровые молнии

Шаровая молния - это наблюдаемое во время грозы проявление атмосферного электричества. По свидетельству очевидцев, шаровая молния —одиночное замкнутое шаровидное образование, обладающее большой светимостью и, по-видимому, не чувствительное ни к какой внешней силе [4]. По данным многолетних наблюдений размер шаровых молний составляет несколько сантиметров. Время их жизни может составлять до нескольких минут, что значительно больше, чем у линейных молний. Энергия шаровых молний может изменяться от кДж до нескольких МДж. Они свободно могут проходить через крошечные отверстия [5].

Информация очевидцев о шаровой молнии обычно носит противоречивый характер. Однако можно с уверенностью сказать, что в последние годы на территории Азербайджана участились случаи поражения людей и различных объектов от ударов молнии. Анализ этих случаев показывает, что в большинстве их грозовая активность (повторяемость разрядов) не была высокой, уровень конденсации (соответственно нижняя граница облаков) была низкой и люди погибали при относительно редкой молнии, когда они вели разговор по мобильному телефону на открытой местности. 29 сентября 2012 г. в утренние часы в результате удара молнии временно прекратила работу Мингечевирская гидроэлектростанция, которая снабжена надежными молниеотводными устройствами. Анализ радиолокационной картины облачности и ее радиолокационных характеристик показали, что она не была достаточно мощной (рис. 4). Приведенные выше примеры приводят к мысли, что они могли быть связаны с шаровыми молниями.

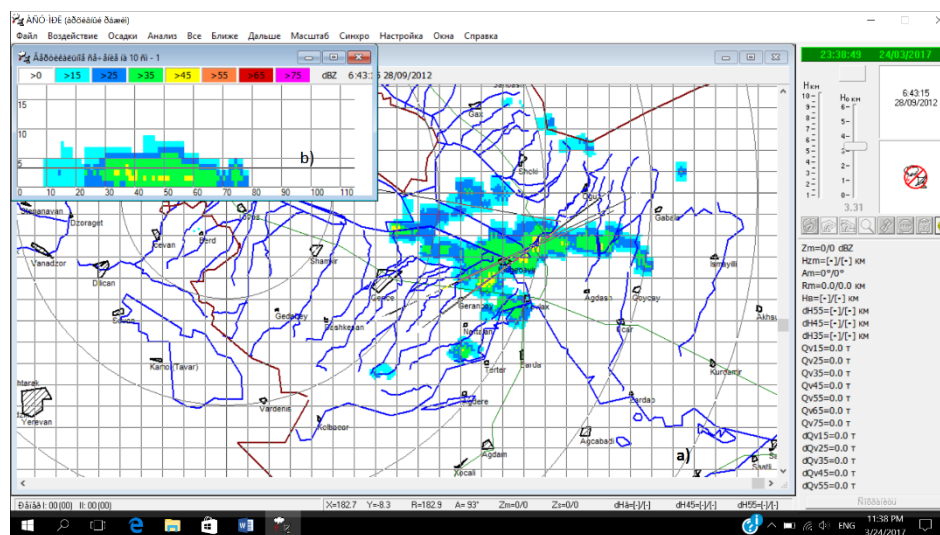


Рис.4. Радиозэхо грозового облака, приведшее к временной остановке работы Мингечевирской гидроэлектростанции с 06.43 утра 28.09.2012 г. а) горизонтальное сечение; б) вертикальное сечение.

К настоящему времени природа шаровых молний не до конца изучена, однако для объяснения их образования существуют несколько взглядов.

Например, Дж. Барри считает, что шаровые молнии характеризуются относительно низкой температурой, их нельзя рассматривать как классическую плазму с характеристиками, присущими полностью ионизованному веществу, концентрация электронов и ионов должна быть довольно низкой. По его мнению энергия, необходимая для поддержания явления, запасается на метастабильных уровнях молекул, что и определяет относительно большую длительность существования явления. При этом он применяет термин «молекулярная электролюминесценция», и при этом он считает, что явление имеет электрическую природу в том смысле, что его образование, вероятнее всего, связано с атмосферными электрическими разрядами [4].

Некоторые исследователи предполагают, что шаровая молния возникает тогда, когда обычная линейная молния ударяет в богатую кремнием почву, и как только поверхность земли нагревается до такой степени, что начинает испаряться, углерод из нее восстанавливает кремний из его диоксида, который широко распространен в почвенном слое. В воздушной среде этот кремний еще раз окисляется, причем достаточно быстро, давая весь этот разноцветный спектр излучения, который мы и видим как шаровую молнию [5]. Таким образом часть исследователей считают, что шаровая молния образуется в результате химической реакции.

Несколько иная модель образования шаровой молнии, основанная на радиальных колебаниях заряженных частиц допускает, что ее ядро может содержать одну или несколько сферически симметричных колебаний плазмы. Такое описание шаровых молний было выполнено в рамках как классического, так и квантового подходов [5 и др.]. Слишком большая энергия шаровых молний не может быть объяснена химической реакцией, поэтому сторонники данного подхода считают, что, вероятно, в шаровых молниях происходит микродозовый ядерный синтез, а радиальные плазменные колебания действуют как естественный ускоритель, обеспечивающий усиление плотности в ее центре. Такое поведение плотности является следствием квантового описания шаровой молнии в рамках модели, сделанной М. Дворниковым и другими [6].

Некоторые исследователи считают, что возникновению шаровых молний способствуют микроволны. Например, Китайские исследователи выдвинули гипотезу о том, что эти микроволны исходят от пучка электронов, которые разгоняются почти до скорости света, когда молния ударяет в землю. Эти электроны разгоняются до таких скоростей под воздействием электрического поля, возникающего, когда поток электронов пошагово движется от основания облака к земле непосредственно перед яркой вспышкой молнии. Эти быстрые электроны, в свою очередь, порождают интенсивное микроволновое излучение. А микроволновое излучение, в свою очередь, порождает плазму, заряжая окружающий воздух. Это излучение оказывает достаточно сильное давление, чтобы сформировать из рассеянной плазмы пузырь, который мы называем шаровой молнией [7].

Таким образом, согласно различным теориям, шаровая молния может представлять собой:

- облако раскаленных кремниевых частиц
- природную ядерную реакцию
- эпилептическую галлюцинацию возникающую из-за воздействия линейной молнии
- миниатюрную черную дыру
- наполненный микроволнами пузырь плазмы

Вполне возможно, что шаровые молнии бывают разных типов, и имеют разную природу.

Изложенные выше примеры показывают, что линейные молнии в определенных условиях могут превратиться в шаровые молнии. Чтобы использовать огромную энергию линейных молний в качестве альтернативной, необходимо научиться превратить ее в шаровую

молнию и управлять ею. С этой точки зрения горные и предгорные территории Azerbaijan имеют богатые ресурсы линейных молний.

Список литературы

1. Климат Azerbaijan /под ред. А.А. Мадат-заде, Э.М.Шыхлинского. Баку: Из-во АН Аз. ССР, 1968, 343 с. (102)
2. Сафаров С.Г. Грозовые явления на территории Azerbaijan // Гидрометеорология и Экология, Алматы, 2007, № 3, с. 44-54.
3. Орлов Е.Ф. Механизм возникновения природной шаровой и линейных молний, а также магнитного поля планет // Исследования в области естественных наук. 2013. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://science.snauka.ru/2013/10/6108> (дата обращения: 25.11.2016).
4. Барри Дж. Шаровая молния и четочная молния (перевод с английского). Москва, Мир, 1983, 287 с.
5. https://www.pravda.ru/science/eureka/discoveries/16-01-2014/1188033-globe_lighting-0/
6. M. Dvornikov & S. Dvornikov, "Electron gas oscillations in plasma: Theory and applications", in 'Advances in Plasma Physics Research, Vol. 5', ed. by F. Gerard (NY, Nova Sci. Publ., 2006), pp. 197 – 212, physics/0306157
7. Новая гипотеза о происхождении шаровой молнии [Электронный ресурс] // Электронный журнал «Земля. Хроники жизни», размещено 2 августа 2016 г. – Режим доступа: <http://earth-chronicles.ru/news/2016-08-02-94694>

Article received 2017-07-04