

УДК 621.391.821

РАЗРЯДЫ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОЦЕССА ЗЕМНОГО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА

Тажибаев К. Т., Омуркулов Т. А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР,
сш. им. Токоева Ак-Суйского района.

Разряды в верхней атмосфере – это происходящие над грозовыми облаками световые вспышки. Следует отметить, что такое крупномасштабное, простирающееся на десятки километров, явление в верхней атмосфере Земли было открыто всего около 20-ти лет назад. Первое документированное свидетельство их существования относится к 1989 г., хотя наблюдения случались и раньше. Существует несколько разновидностей таких вспышек: красные спрайты, эльфы, синие гигантские струи (джеты). Окраска вспышек и их форма зависят от высоты, на которой они происходят. В отличие от наблюдаемых на Земле молний, вспышки (*разряды*) в верхней атмосфере имеют яркий цвет, обычно красный или синий, и покрывают большие пространства в верхних слоях атмосферы. Наблюдать эти вспышки можно как с Земли, так и с космических станций. Необходимо отметить, что пока эти явления ещё слабо изучены [1].

Разновидности разрядов в верхней атмосфере и их расположение по высоте даны на фотографии (рис. 1).

Красные спрайты – крупномасштабные электрические разряды, происходящие высоко над грозовыми облаками. Как правило, они

образуются группами, на высоте 80-145 км над поверхностью Земли. Спрайты имеют форму типа вытянутые "щупальца" в нижней части и форму в виде арки - в верхней. По внешней форме спрайты друг от друга могут сильно различаться и могут иметь другие формы, отличающиеся от указанной выше. Спусковым механизмом их появления являются разряды молний между грозовыми облаками и землёй. Продолжительность свечения красных спрайтов составляет всего несколько миллисекунд. Впервые они были сфотографированы учёными из Университета Миннесоты летом 1989 г. Иногда спрайты сопровождаются так называемой гало длительностью около миллисекунды. Под термином "гало" в данном случае подразумевается область слабого оптического свечения на высотах около 50 км и толщиной в десяток километров.

Голубые струи (голубые джеты), похожие по форме на узкие усеченные конуса, наблюдаются в нижней части ионосферы на высоте 40-50 км над землёй. Конус голубого джета выстреливается вверх из верхней части грозового облака со скоростью около 120 км/с. Начала джетов - яркие и узкие. Продолжительность явления составляет доли секунды.

Гигантские струи (гигантские джеты, gigantic jets) "связывают" вершины грозовых облаков (16 км) с ионосферой (70-80 км). Впервые они были сфотографированы в сентябре 2001 г. учёными обсерватории Аресибо. В июле 2002 г. пять гигантских струй, размером 60-70 км, наблюдались с Тайваня. Длительность их составляла около секунды, и по своей форме они подразделялись на "древовидные струи" (tree jets) и "конусообразные струи" (carrot jets) [2].

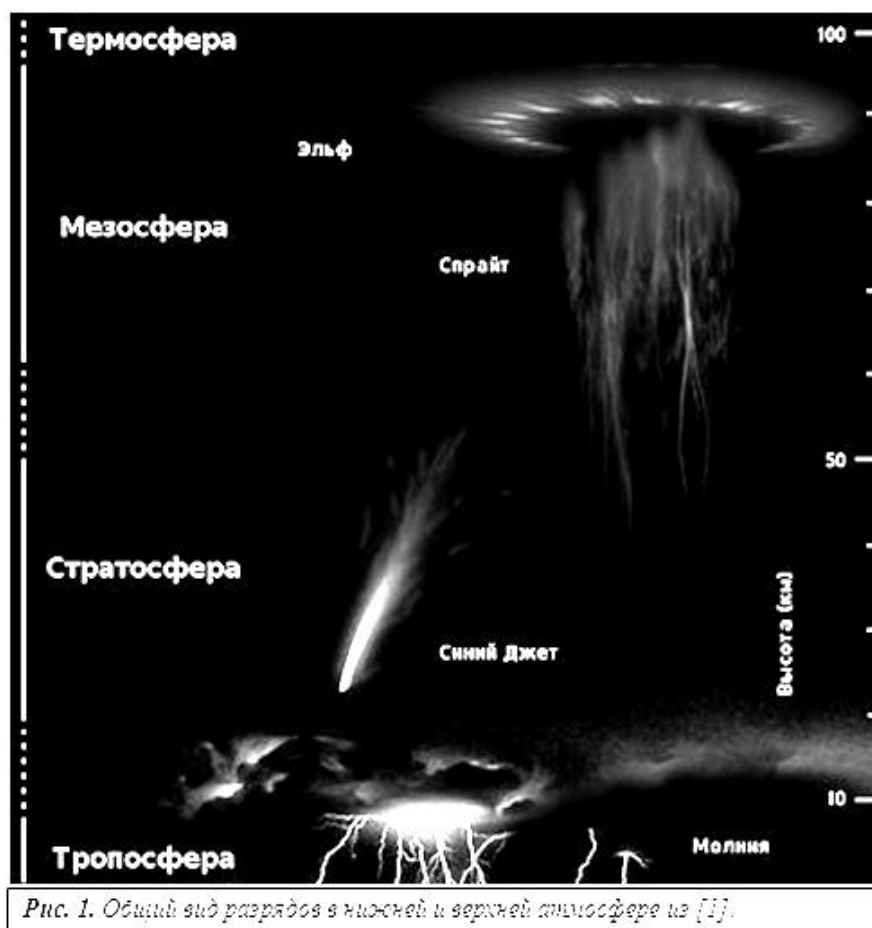


Рис. 1 - Разряды в нижней и верхней атмосфере [1].

Эльфы выглядят как быстро расширяющееся в плоскости тусклое свечение, достигающее в диаметре сотен километров. Их наблюдают в ионосфере на высоте приблизительно 100 км. Длительность существования эльфа около одной миллисекунды. Предполагается, что причина появления эльфов – ускоренные электромагнитным импульсом электроны.

Настоящая работа является логическим продолжением научной статьи о грозах [3]. Анализируя данные указанной работы можно отметить, что разряды в верхней атмосфере (далее сокращенно РВА) также являются составной частью генерации электрического и магнитного полей Земли. В этой связи отметим основные положения статьи о грозах, так как РВА обычно происходят над грозовыми облаками и имеют прямую связь с разрядами обычных линейных

молний. Напомним, что вследствие движения заряженных частиц лоренцовые силы приводят к разделению зарядов по знакам. При грозовых молниях «облако-земля» часть отрицательного заряда нижней части облака уходит в землю (рис. 2).

Что же происходит с положительным зарядом верхней части облака? В данной работе мы попытались ответить на этот вопрос, подробно объясняя механизм эльфов, тем самым - приближаться шаг за шагом к пониманию сущности данного природного явления, не вдаваясь в подробности механизма образования спрайтов и джетов. Для полного объяснения механизма всех форм РВА видимо потребуются еще длительные исследования многих ученых.

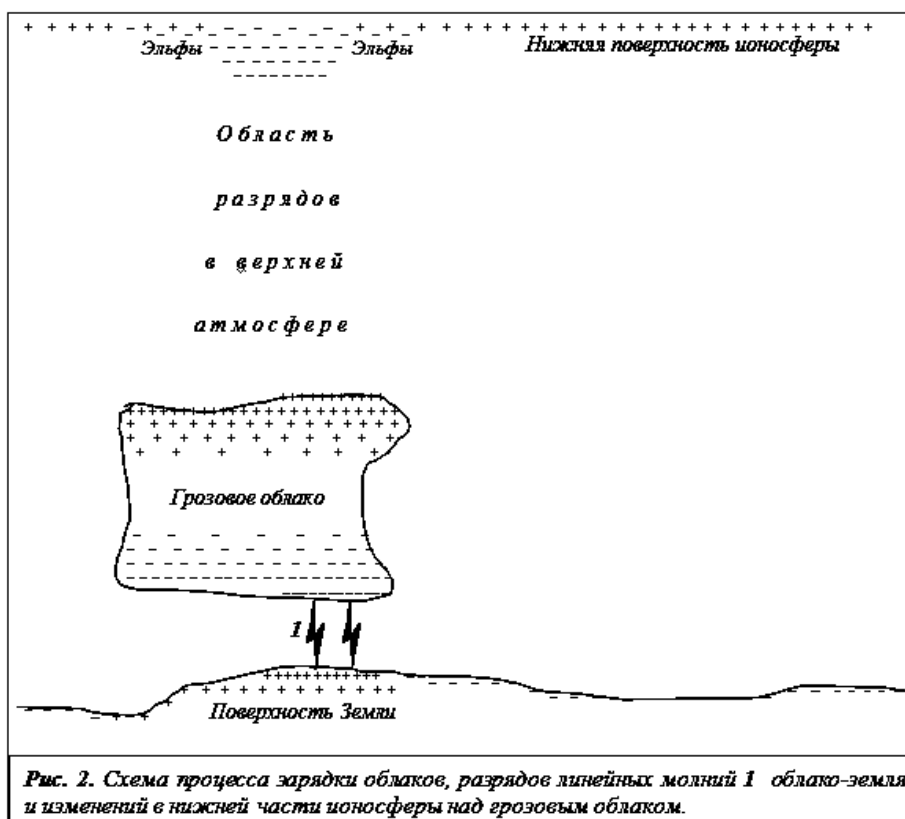


Рис. 2 – Схема зарядки грозового облака, разрядов линейных молний 1 «облако-земля» и разрядов в нижней ионосфере над грозовым облаком.

Рассмотрим вопросы о физической сущности разрядов в верхней атмосфере. О механизме разделения зарядов в кучевых и грозовых облаках достаточно подробно сказано в работе [3]. Поэтому вначале

целесообразно рассмотреть природу подготовленного (созревшего) для потенциальной грозы облака, в котором основная масса отрицательного заряда расположена в нижней половине облака, а положительного – в верхней (рис. 2). Причиной такого разделения зарядов в кучевых и грозовых облаках, как утверждается в работе [3], является действие силы Лоренца на заряды (ионы и электроны) со стороны магнитного поля Земли (МПЗ).

Подобно тому, как в обкладках конденсатора положительные и отрицательные заряды удерживают друг друга посредством электрического поля (ЭП), положительные и отрицательные заряды в грозовых облаках также удерживают друг друга, пока другие взаимодействия не нарушат их удержания. К другим взаимодействиям можно отнести: действие со стороны МПЗ, а именно действие силы Лоренца, которая противодействует удержанию зарядов и растягивает облако в вертикальном направлении; гравитационные и конвективные силы, которые перемешивают разделенные заряды. В момент удара линейной молнии «облако – земля» с уходом части отрицательного заряда облака в землю, происходит мгновенное скачкообразное понижение напряженности ЭП внутри облака и такое же повышение напряженности ЭП над грозовым облаком, следовательно, происходит резкое уменьшение вышеупомянутой удерживающей силы. Вследствие этого под действием силы Лоренца со стороны МПЗ часть положительного заряда верхней половины облака вынуждена уйти вверх к ионосфере. При этом, каким типом разряда свершится этот уход, спрайтами или джетами, определяется напряженностью электрического поля, а также давлением, влажностью, температурой и прочими параметрами воздуха в верхней атмосфере над облаком. Здесь не упомянуто об эльфах, так как механизм их проявления несколько иначе, и о котором далее будет сказано более подробно.

Эльфы, по определению авторов исследовавших данный вид разряда [2], выглядят как быстро расширяющееся в плоскости тусклое свечение, достигающее в диаметре сотен километров (рисунок 1). Эти разряды наблюдаются в ионосфере на высоте приблизительно 100 км. Длительность существования эльфа около одной миллисекунды. Предполагается, что причина появления эльфов – ускоренные электромагнитным импульсом электроны. В работе приведен предположительный механизм.

Автор работы считает [3], что настоящий механизм проявления эльфы намного проще, так как нечто подобное происходит на поверхности земли под грозовым облаком. Как известно из работы [4], под безоблачным небом на земной поверхности преобладают отрицательные заряды. На земной поверхности под грозовым облаком преобладают положительные заряды. Нечто подобное происходит и в нижней части ионосферы. Над безоблачным небом в ионосфере преобладают положительные заряды [4, 5]. Над мощным грозовым облаком в нижней поверхности ионосферы, под действием электрического поля верхней части грозового облака, образуется круговая область, где преобладают отрицательные заряды (рисунок 2). В момент удара линейной молнии «облако – земля» с уходом части отрицательного заряда облака в землю напряженность электрического поля в верхней атмосфере над грозовым облаком скачкообразно возрастает и центр круговой области в ионосфере перемещается вниз. В результате этого в ионосфере над облаком образуется область, с преобладающим отрицательным зарядом, в форме чашки (широкого усеченного конуса). По краям этой области, где перемешиваются и соприкасаются положительные и отрицательные заряды (положительные ионы и электроны) происходит интенсивная рекомбинация ионов, что и является причиной округлого свечения (рисунок 1). Свечение завершается вслед за доставкой в ионосферу

излишнего положительного заряда верхней части облака разрядами спрайтов или джетов. Центр этой области не светится, так как здесь в основном только отрицательный заряд, поэтому интенсивной рекомбинации не происходит.

Таким образом, приходим к основным заключениям данной работы: во-первых, также как линейные молнии, РВА являются одной из сторон глобального электромагнитного процесса Земли; во-вторых, подобно тому, как посредством линейных молний МПЗ снабжает отрицательным зарядом Землю, посредством РВА МПЗ снабжает положительным зарядом ионосферу Земли, поддерживая тем самым непрерывную генерацию атмосферного ЭП Земли, и в то же время МПЗ поддерживается за счет непрерывного вращения планеты вокруг собственной оси [3, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Омуркулов Т.А. и др. Грозы как составная часть генерации глобального электрического и магнитного полей Земли: Вестник Иссык-Кульского университета № 35: – Каракол 2013.
2. Фейнман Р. Лейтон Р., Сэндс М.. Фейнмановские лекции по физике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1977.
3. Омуркулов Т.А. Сущность магнитного поля Земли: Вестник Иссык-Кульского университета № 25: – Каракол 2010.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Молния>.
5. <https://ru-cosmos.livejournal.com>.