

О РАДИОИЗЛУЧЕНИИ ГРОЗОВЫХ ОБЛАКОВ

Сальникова А. И.¹

¹*Сальникова Алена Игоревна – студентка факультета ФИТЭ, Пензенский
Государственный Университет
г. Пенза, Российская Федерация*

Аннотация: *на земном шаре примерно 60 % неба всегда покрыто облаками. Количество облаков в том или ином регионе зависит от его географических координат и от времени. Облачный покров относится к числу основных факторов формирования погоды и климата на Земле. По своим электрическим характеристикам облака подразделяются на грозовые и негрозовые. В данной статье рассмотрено радиоизлучение грозовых облаков.*

Ключевые слова: *грозовые облака, молнии, грозы, разряд, электромагнитное поле, атмосфера, осадки.*

ABOUT THE RADIO EMISSION OF THUNDERCLOUDS

Salnikova A. I.¹

¹*Salnikova Alena Igorevna – student of the faculty of FITE, Penza State University
Penza, Russian Federation*

Abstract: *on the globe, about 60 % of the sky is always covered with clouds. The number of clouds in a particular region depends on its geographical coordinates and on time. Cloud cover is one of the main factors in the formation of weather and climate on Earth. According to their electrical characteristics, clouds are divided into thunderstorms and non-thunderstorms. In this article, the radio emission of thunderclouds is considered.*

Keywords: *storm clouds, lightning, thunderstorms, discharge, electromagnetic field, atmosphere, precipitation.*

УДК 551.594.221

Грозовым облаком называется кучево–дождевое облако, внутри которого (или между ним и земной поверхностью) наблюдаются кратковременные электрические разряды — молнии. Наличие молний — основная особенность грозовых облаков. В мире каждый год бушует огромное количество гроз.



Средняя продолжительность электрической активности одного кучево-дождевого облака составляет около 20–30 минут. Грозовые облака неравномерно распределены по миру. Большинство из них (около 75%) наблюдается в диапазоне между 30° S и 30° N. Наибольшая интенсивность грозовых облаков наблюдается в трех регионах: Азия, Африка и Европа, север Южной Америки и Центральная Америка.

Грозовые облака — это локализованные области с выраженной конвективной и электрической активностью. Они могут включать в себя одну или несколько ячеек. Средний радиус этих ячеек составляет 2 км. В средних широтах подобные облака располагаются на высоте 8–12 км. Развитие грозовой тучи можно разделить на три фазы: зарождение, зрелость и распад. Первая стадия характеризуется наличием сильного восходящего потока теплого влажного воздуха и появлением молнии. Во время стадии зрелости электрическая активность и влагосодержание облака увеличиваются, а во время фазы распада происходит ослабление восходящего движения воздуха, уменьшение электрической активности и выпадение осадков [1, с. 4–5].

Грозовые облака не появляются в пустынных районах с засушливым воздухом, не возникают в местах с холодным воздухом. Они появляются в местах с теплым и влажным воздухом. Причина этого в том, что для образования грозовых облаков требуется много влаги. Грозовые облака возникают в зоне развитой конвекции, где скорость воздуха максимальна и может достигать нескольких метров в секунду. Предпосылкой для образования грозовых облаков является наличие сильного потока горячего, влажного и ионизированного воздуха, содержащего частицы аэрозоля [1, с. 6–7].

Рассмотрим общую схему распределения заряда облака на стадии зрелости. Преобладает положительная дипольная структура с положительным зарядом наверху облака и с отрицательным зарядом внизу. Нижний положительный заряд находится в основании облака и под ним. Ионы, движущиеся под действием электрического поля, образуют щит на краю облака, скрывая электрическую структуру облака от наблюдателя. Измерения



показывают, что в разных географических условиях отрицательный заряд грозовых облаков находится в атмосфере с температурой от -5 до -17 °С. Чем больше скорость восходящего потока в облаке, тем выше находится центр основного отрицательного заряда. Плотность заряда составляет 1–10 Кл/км. Есть часть молний с инверсным содержанием зарядов — положительный заряд внутри облака, а вверху отрицательный. К тому же имеется структура с 4 и более участками объемных зарядов, которые обладают различной полярностью.

Осадки играют важную роль в образовании зарядов. Разряд молнии сопровождался градом и каплями воды. По наблюдениям Кютнера, в 93% случаев твердые компоненты наблюдались в грозовых облаках. Было предложено множество механизмов формирования электрической структуры кучево–дождевых облаков, однако до сих пор эта научная область остается областью исследований. Основная выдвинутая гипотеза заключается в том, что когда большие частицы облака заряжены отрицательно, а мелкие частицы заряжены положительно, большие частицы падают быстрее, чем более мелкие компоненты, что приводит к разделению зарядов в пространстве. Этот механизм согласуется с лабораторными экспериментами, показывающими сильный перенос заряда, когда частицы льда или града взаимодействуют с кристаллами льда в присутствии капель переохлажденной воды. Знак и величина заряда, переносимого во время контакта, зависит не только от температуры и влажности облака, но и от размера кристаллов льда, скорости удара и других факторов.

Также возможно функционирование и иных способов электризации. Если величина заряда, расположенного в облаке становится огромной, то между зонами, имеющими противоположные знаки, будет наблюдаться разряд. Он также может происходить между облаками и Землей, между облаками и атмосферой, а также между облаками и ионосферой [4].

Существует несколько путей электризации водяных капель и кристаллов в кучево–дождевых облаках, которые были воспроизведены в лабораторных условиях. В облаке могут существовать несколько механизмов электризации.



1. Электризация ионами. Заряд частиц в облаках может меняться вследствие взаимодействия с ионами. Параметры, определяющие данное взаимодействие — размер частицы (r) и длина свободного пробега (l) частицы. Если r много больше l , то имеет место диффузионный режим электризации частиц.

2. Электризация вследствие разделения контакта гидрометеоров. Результатом столкновения гидрометеоров облака становится либо их коагуляция, либо разделение контакта. Разрушение контакта гидрометеоров, а также спонтанное разрушение частиц сопровождается их электризацией.

3. Электризация вследствие коагуляции облачных гидрометеоров. При слиянии вследствие столкновения облачных частиц, частица–коллектор приобретает заряд гидрометеоров, которые соединились с ней. Для разноименно заряженных частиц вероятность столкновения и слияния возрастает, для одноименно заряженных — убывает. Это приводит к тому, что в облаках, содержащих большое количество заряженных частиц, коагуляция может протекать быстрее, чем в облаках, в которых отсутствуют частицы с большими зарядами.

4. Индукционная электризация гидрометеоров. Разделение заряда при разрыве контакта частиц может происходить под индукционным воздействием электрического поля. В сильных электрических полях прямой контакт не обязателен: обмен зарядами осуществляется коронными или искровыми разрядами между поляризованными частицами [2, с. 89].

Электромагнитные волны всегда преследовали человека и все живое на Земле. Однако раньше, много веков назад такие волны ярко выражены не были. К примеру, раньше электромагнитные поля приписывали к драгоценным камням. Считалось, что от них исходит какая–то своеобразная энергетика, которая была способна менять настроение и здоровье человека, животного или растения. Данное влияние могло быть как положительным, так и отрицательным.

В настоящее время влияние электромагнетизма на людей и окружающую среду смещается от «вероятности» к реальности. Все устройства,



вырабатывающие или использующие электрическую энергию, являются источниками электромагнитного излучения. К ним относятся телевизионные и радиолокационные станции, линии электропередач высокого напряжения, рентгеновские, плазменные и лазерные устройства, ядерные реакторы и так далее. Мобильная связь стала для человека мощным источником электромагнитных волн.

Несколько лет назад физики обнаружили, что грозы производят изотопы, антивещества (позитроны), а также некоторые химические элементы. А до этого были обнаружены гамма-излучение и грозовые нейтроны. Сила тока в молнии может составлять от десятков тысяч до сотен тысяч ампер при температуре 30 000 К. Это сопоставимо с температурами горячих небесных светил. К примеру, поверхность на солнце нагревается всего до 6000К. Молния может генерировать поток нейтронов. Однако механизм этого явления не выяснен. В 2012 году от грозовых облаков был обнаружен другой тип гамма-излучения — гамма-свечение с продолжительностью от нескольких секунд до нескольких минут.

Чем быстрее электрон, тем меньше сопротивления он встречает на своем пути, поэтому он ускоряется еще больше. Такие электроны называют убегающими. Одновременно появляются и медленные электроны, делающие воздух электропроводным, что приводит к электрическому пробояю — молнии. Таким образом, свойства этого явления позволяют объяснить загадки гроз.

Но откуда появляются «затравочные» электроны в атмосфере, которые представляют собой спусковой механизм для пробоя? По мнению А. В. Гуревича, их формируют высокоэнергичные частицы или космические лучи, которые пронизывают атмосферу. Сталкиваясь с атомами газов в воздухе, они могут поспособствовать появлению огромного потока вторичных электронов и иных частиц, которые именуются широкими атмосферными ливнями.

В 2018 году физики из Японии наблюдали гамма-излучение, после которого был разряд молнии. По их мнению, это говорит о том, что в будущем можно будет предсказывать грозу, примерно, за 10 минут ее появления. Данное



свойство будет полезным для обеспечения безопасности оборудования и всего живого на Земле [3].

Как мы увидели, в верхних слоях атмосферы скрывается целый мир интересных и малоизученных явлений, который до конца XX века оставался неизвестным. Благодаря развитию цифровых технологий за последние 20 лет удалось исследовать оптико–электрические процессы в верхних слоях атмосферы, установить взаимосвязь между грозовым электричеством в тропосфере и откликом ионосферы на электромагнитные возмущения. Таким образом, выяснилось, что молнии представляют собой естественный, дополнительный к космическим лучам источник изотопов в атмосфере, таких как ^{13}N , ^{15}N , ^{15}O , ^{17}O , ^{13}C и ^{14}C . В дальнейшем исследования покажут, производят ли грозы другие изотопы (например, бериллия, водорода, гелия). Наблюдая за ядерными реакциями из-за грозы, мы понимаем, что они имеют огромное значение для изучения атмосферы Земли и её изотопного состава. Несмотря на то, что за последний период времени частота исследований излучений молний увеличилась, вопросы остались. И грозы таят еще много нового для ученых и исследователей.

Список литературы

1. Ермаков В.И., Стожков Ю.И. Физика грозовых облаков. М.: Препринт ФИАН РФ №2. 2004. – 39 с.
2. Кашлева, Л.В. Атмосферное электричество: учебное пособие.– СПб.: Изд. РГГМУ, 2008.–116 с.
3. Грозовой реактор. [Электронный ресурс] – URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/435167/Grozovoy_reaktor. (Дата обращения: 11.08.2021).
4. Структура и механизм электризации грозового облака. [Электронный ресурс] – URL: https://studopedia.net/4_34373_glava--struktura-i-mehanizm-elektrizatsii-grozovogo-oblaka.html. (Дата обращения: 11.08.2021).

