

## АНАЛИЗ СУХИХ ГРОЗ ПО ДАННЫМ WWLLN

**Ф.Г. Сарафанов, А.П. Попыкина, Н.В. Ильин**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
Нижегород, Россия  
sfg180@yandex.ru

## ANALYSIS OF DRY THUNDERSTORMS ACCORDING TO WWLLN DATA

**F.G. Sarafanov, A.P. Popykina, N.V. Ilyin**

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia  
sfg180@yandex.ru

**Аннотация.** В работе рассматривается статистика гроз по данным WWLLN за последние несколько лет. Найден эффект смещения максимума распределения энергий разрядов в сухих грозах. Обсуждаются возможные физические механизмы, обуславливающие наблюдаемое различие.

**Ключевые слова:** сухие грозы, лесные пожары, грозопеле.

**Abstract.** In this paper, we consider the statistics of thunderstorms according to the WWLLN data for the last few years. The effect of shifting the maximum distribution of discharge energies in dry thunderstorms has been found. Possible physical mechanisms responsible for the observed difference are discussed.

**Keywords:** dry thunderstorms, wildfires, lightning detection.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всем мире все более актуальной становится проблема лесных пожаров. Их количество имеет тенденцию к росту. Например, с 1983 г. в США площадь, затронутая лесными пожарами, ежегодно возрастает, что связывают с изменением климата вследствие глобального потепления [Westerling, 2016].

В ряде исследований также предполагается существенная связь глобальной молниевой активности с процессом глобального потепления. Физически рост грозовой активности может быть спровоцирован ускорением процессов разделения заряда в атмосфере в условиях повышения конвекции и содержания влаги, которые связаны с глобальным потеплением [Price, Rind, 1990]. Логично предположить, что существуют физические причины, связывающие рост числа лесных пожаров с увеличением грозовой активности [Mueller et al., 2020].

Одним из известных механизмов связи грозовой активности и вероятности развития лесных пожаров является поджог лесов сильными многокомпонентными разрядами молний во время сухих гроз [Rorig et al., 2007]. В данной работе проводится попытка выделить предположительно сухие грозы из данных мировой сети грозопеленгации WWLLN, архивов погоды и краткосрочных прогнозов компьютерной модели погоды WRF и уточнить их свойства.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ

Для получения необходимой статистики был рассмотрен доступный для исследования ряд данных мировой грозопеленгационной сети WWLLN в пределах Нижегородской области (54–57° N, 41–46° E) за 2019–2021 гг. По данным метеостанций было выделено 20 сухих гроз: три в 2019, четыре в 2020 и десять в 2021 г. За этот период WWLLN зарегистрировала 36247 вертикальных разрядов во время сухих гроз и 115170 разрядов за весь период наблюдений.

Во время сухих гроз, для которых наблюдения на метеостанции совпали с регистрируемой WWLLN грозовой активностью, наблюдается повышенная температура вблизи поверхности Земли, что подтверждается краткосрочными прогнозами WRF, рассчитываемыми на сетке 240×240 км с начальными данными GFS в пределах области. Пример распределения температур во время сухой грозы 14 июля 2021 г. приведен на рис. 1.

На основе вышеприведенных рядов данных был получен интересный результат по распределению энергий разрядов молнии. Средняя энергия молнии во время сухой грозы (937 кДж) оказалась почти вдвое выше средней энергии молнии в целом (480 кДж), что отражено в изменении распределения количества разрядов с заданными энергиями на рис. 2.

Одно из возможных объяснений повышения средней энергии разрядов может основываться на разнице основных параметров обычных и сухих гроз. В первую очередь это температура вблизи поверхности, особенно высокая во время сухих гроз (27–32°). С одной стороны, высокая поверхностная температура означает увеличение вертикального градиента температуры и усиление процессов конвекции, что является одним из существенных факторов зарядки грозового облака [Mareev, Demytyeva, 2017].

С другой стороны, количество разрядов облако–Земля, которые регистрирует WWLLN и которые и интересны в контексте лесных пожаров, относительно количества внутриоблачных разрядов может меняться в зависимости от свойств подстилающей поверхности. Так, над океаном частота появления вертикальных разрядов в 2–3 раза ниже, чем над сушей, что обусловлено множеством качественных различий [Price, Asfur, 2006].

К таким различиям относится разное для суши и океана число вертикальных неоднородностей поверхности, на которых может стартовать встречный лидер, без которого вероятность пробоя разряда из облака до Земли существенно меньше. Возможно,

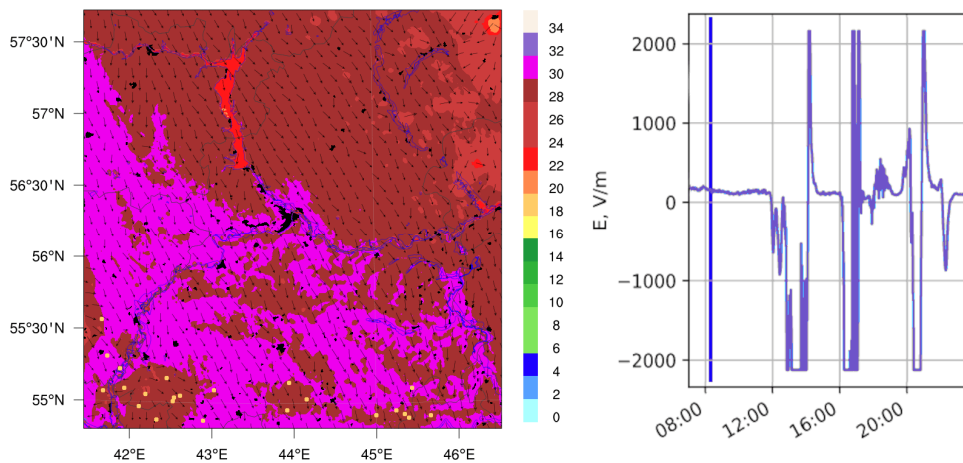


Рис. 1. Распределение температуры на уровне двух метров (WRF), разряды молний (WWLLN) и измерения электрического поля во время грозы 14 июля 2021 г.

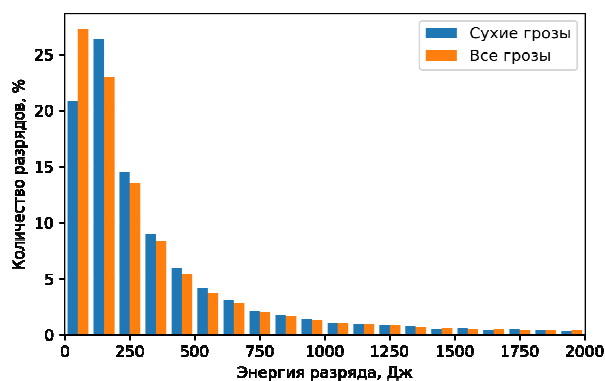


Рис. 2. Распределение энергий разрядов сухих гроз (синий цвет) и всех гроз (желтый цвет)

в случае сухих гроз свой вклад в вероятность формирования встречного лидера дает малая влажность поверхности и большее количество пылевых частиц в воздухе. В настоящее время в рамках данной работы начато детальное исследование возможных факторов сухих гроз, в том числе частоты развития сильных разрядов сухой и обычной гроз при прочих равных условиях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках простого анализа данных мировых грозопеленгационных сетей и архивов фактических погодных данных выявлены простые закономерности в статистике грозовой активности во время сухих гроз: возросшая по сравнению со средней энергия разрядов сухих гроз, что является очередным подтверждением важности исследования связи сухих гроз с лесными пожарами. Дальнейшее развитие работы предполагает исследование возможных физических механизмов, приводящих к найденному расхождению средних энергий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Mareev E.A., Demytyeva S.O. The role of turbulence in thunderstorm, snowstorm, and dust storm electrification. *J. Geophys. Res.: Atmos.* 2017. Vol. 122, no. 13. P. 6976–6988.
- Mueller S., Thode A., Margolis E., et al. Climate relationships with increasing wildfire in the southwestern US from 1984 to 2015. *Forest Ecology and Management.* 2020. Vol. 460. 117861.
- Price C., Asfur M. Can lightning observations be used as an indicator of upper-tropospheric water vapor variability? *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2006. Vol. 87. P. 291–298.
- Price C., Rind D. The effect of global warming on lightning frequencies. *The AMS 16<sup>th</sup> Conference on Severe Storms and Atmospheric Electricity.* 1990. 19920045362.
- Rorig M., McKay S., Ferguson S., Werth P. Predicting wildfire risk through dry thunderstorm potential. *J. Appl. Meteor. Climat.* 2007.
- Westerling A.L. Increasing western US forest wildfire activity: sensitivity to changes in the timing of spring. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 2016. Vol. 371, 20150178.