

УДК 551.510.533

Евтушенко Андрей Александрович¹, доцент, к.ф.-м.н.
e-mail: a_evtushenko@inbox.ru

Киняпина Марина Сергеевна¹, старший преподаватель,
e-mail: marinakin1@yandex.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Н.Новгород, Россия.

ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ПЕЛЕНГАЦИИ МОЛНИЕВОЙ АКТИВНОСТИ WWLLN ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ДИПОЛЬНОГО МОМЕНТА

Аннотация. В данной работе на основе данных глобальной системы грозопеленгации WWLLN за 2016 год проведен анализ «качества» исходных данных системы грозопеленгации для оценки влияния эффективности детектирования молний на результаты глобального распределения спрайтов, рассчитанных по предложенной ранее авторами параметризации [1].

Ключевые слова: глобальная система грозопеленгации WWLLN, спрайт, детектирование, молниевая активность.

Система глобального детектирования молниевой активности WWLLN работает уже более 20 лет. Основные принципы работы были сформулированы в работе [2]. Детектирование молниевой активности осуществляется на основе анализа времени прихода электромагнитного излучения в диапазоне 3-30 кГц на пункты приема по всему земному шару. Молниевый разряд считается надежно детектированным при условии приема сигнала от него на не менее чем 5 станциях. В начале работы системы количество станций не превышало 10, и можно было называть систему глобальной лишь условно. Постепенно, вместе с развитием системы, количество базовых станций росло и в 2021 году достигло 70. Оценки, приведенные на сайте <http://wwlln.net>, показывают, что для равномерного покрытия земной поверхности с расстоянием между станциями в 1000 км, необходимо «всего» 500 базовых станций. Если среднее расстояние между станциями будет составлять 3000 км, то станций необходимо около 60.

В графическом виде данные доступны онлайн всем желающим с небольшой задержкой на официальном сайте системы https://wwlln.net/TOGA_network_global_maps.htm. Полные данные доступны только после покупки и включают в себя точные координаты, время разряда и его энергию. У нашей группы такие данные есть за 2016 год и на их основе предложена параметризация для расчета глобального распределения спрайтов. В данной статье исследован вопрос об эффективности обнаружения молний системой WWLLN и проведена оценка влияния этого фактора на глобальное распределение молний по импульсным дипольным моментам и на количество спрайтов. Говоря об эффективности грозопеленгации молний системой WWLLN, нужно проанализировать отдельно 2 понятия: эффективность детектирования и относительную эффективность детектирования [3].

Белый круг на Рис. 1. с красным заполнением отображает работающую в данный момент станцию приема. Серый и черный фон отображает разделение на локальный день и ночь. Молниевые разряды отображены цветными точками с градацией от голубого до красного, что соответствует времени регистрации от 10 до 40 минут до текущего момента.

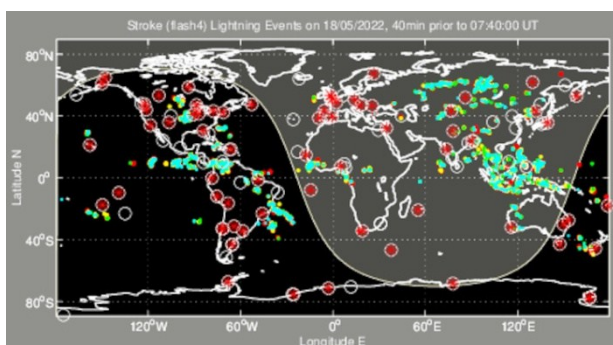


Рис. 1. Данные системы WWLLN в графическом виде.

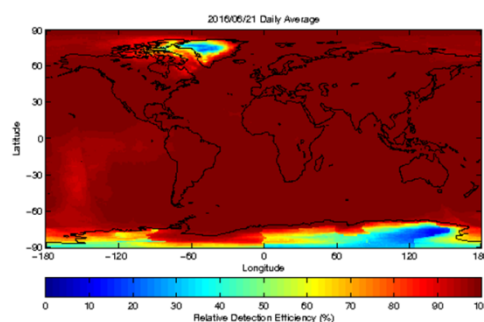


Рис. 2. Карта ОЭД за 21.06.2016

Эффективность детектирования (ЭД) представляет собой отношение количества зарегистрированных молниевых разрядов к общему количеству произошедших разрядов за период наблюдения. Принимая во внимание что общее количество произошедших разрядов величина неизвестная и именно информацию обо всех разрядах мы пытаемся иметь, то четкое определение величины ЭД не представляется возможным. Важной особенностью ЭД является ее зависимость от энергии молниевых разрядов: очевидно, что чем более мощное грозовое событие происходит, тем на большем расстоянии можно принять сигнал и тем легче детектировать. Верно и обратное утверждение: события с малой энергией детектируются плохо. Отдельного исследования этого вопроса владельцы системы WWLLN не проводили, есть только достаточно старые оценки. В среднем только 15-30% разрядов, зафиксированных 1 станцией, так же фиксируются на 5 или более станциях, при этом обычно это наиболее мощные разряды. Для тока 30 кА величина ЭД оценивается в 30%. С точки зрения глобального распределения спрайтов нас интересуют разряды с существенно более высокими пиковыми токами. По нашим расчетам от разрядов с токами менее 50 кА инициируется менее 1 % спрайтов. Вопрос зависимости ЭД от пикового тока требует более детального исследования, но для глобального распределения спрайта по нашим оценкам ЭД составляет не менее 80%.

Относительная эффективность детектирования ОЭД – это величина предложенная разработчиками системы WWLLN. Молниевый разряд является источником широкополосного электромагнитного излучения, а значит на приемных пунктах имеется распределение энергии по целому спектру частот. По каждому базовому пункту было произведено усреднение принимаемых сигналов от молний и выяснилось, что есть существенные отличия в спектральном составе. На основе различий спектрального состава принимаемого излучения на каждый день представлены карты ОЭД, доступные <http://wwlln.net/deMaps/2016/>. Даже визуально видно, что распределение достаточно равномерное и в основных районах спрайтовой активности ОЭД выше 90%. Проведенные расчеты с учетом неравномерного распределения ОЭД показывают, что количество спрайтов возрастает примерно на 4%.

Список литературы:

1. Евтушенко А.А., Киняпина М.С. Моделирование глобального распределения высотных разрядов //Транспорт. Горизонты развития. 2021: Материалы международного научно-практического форума. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2021. – URL: http://вф-река-море.рф/2021/3_9.pdf.
2. VLF lightning location by time of group arrival (TOGA) at multiple sites Dowden, R.L., Brundell, J.B.; Rodger, C.J. Source: Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, v 64, n 7, May 2002, p 817-30
3. Hutchins, M. L., R. H. Holzworth, J. B. Brundell, and C. J. Rodger, Relative Detection Efficiency of the World Wide Lightning Location Network, Radio Science, 2012RS005049, 2012.

PARAMETERIZATION OF GLOBAL DETECTION SYSTEM OF LIGHTNING ACTIVITY WWLLN DATA FOR ESTIMATION OF IMPULSE DIPOLE MOMENT DISTRIBUTION

Andrey A. Evtushenko, Marina S. Kinyapina

Abstract. In this paper, based on the data of the global lightning detection system WWLLN for 2016, we analyzed the "quality" of the initial data of the lightning detection system to assess the impact of lightning detection efficiency on the results of the global distribution of sprites calculated according to the parameterization proposed earlier by the authors.

Keywords: global system of lightning location WWLLN, sprite, detection, lightning activity.