

Исследование электрического поля в Якутске в 2009-2012 гг.

Козлов В.И., Муллаяров В.А., Тарабукина Л.Д., Торопов А.А.

Институт космофизических исследований и аэрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН,
Россия
v.kozlov@ikfia.ysn.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований электрического поля около земной поверхности с помощью электростатического флюксметра за период 2009-2012 гг. Число дней с хорошей погодой представлено в Таблице 1. * - нет данных.

Таблица 1. Число дней с хорошей погодой

	2009	2010	2011	2012	Среднее (мин; макс)
Январь	13	17	25	25	20 (13; 25)
Февраль	*	12	19	25	19 (12; 25)
Март	1	21	22	11	18 (1; 22)
Апрель	*	22	21	18	20 (18; 22)
Май	11	9	14	23	15 (9; 23)
Июнь	11	11	13	13	12 (11; 13)
Июль	21	10	7	23	15 (7; 23)
Август	21	14	11	16	16 (11; 21)
Сентябрь	*	14	18	20	18 (14; 20)
Октябрь	*	11	21	25	19 (11; 25)
Ноябрь	*	17	22	22	20 (17; 22)
Декабрь	10	23	29	21	23 (10; 29)

В Якутии, из-за резко-континентального климата наблюдается больше дней с хорошей погодой относительно Европейской части России и Камчатки, где наблюдения E_z ведутся уже много лет. Максимальное число дней с хорошей погодой в Якутске наблюдается в зимние и весенне-осенние месяцы (от 10 до 29 дней в месяц), а минимальное – в летние месяцы (от 7 до 23 в месяц). С июня по декабрь идет в среднем нарастание числа дней с хорошей погодой, далее это количество держится до апреля, и до июня идет спад. Величина самого поля также меняется с сезоном. Сезонные вариации E_z в периоды спокойной погоды показаны на Рис. 1. Максимум поля наблюдается в апреле, а минимум в декабре.

Усредненные суточные характеристики для 12 месяцев представлены на Рис. 2.

Зимой в центральной Якутии при низкой температуре в населенных пунктах образуются морозные (ледяные) туманы (смог). Годовое число дней с туманом колеблется в пределах 40-90. В г. Якутске в среднем 62 туманных дня в году. Максимальное количество туманных дней приходится на декабрь-февраль. С 1970 по 1990 гг. выявлено наличие положительных трендов в многолетнем ходе продолжительности туманов [1]. В центре Якутска в течение 20 лет (1970-1990 гг.) наблюдалось увеличение средней суммарной продолжительности зимних туманов от 486 ч (до 1963 г.) до 712 ч, которое сопровождается ростом повторяемости непрерывных туманов, с продолжительностью более 48 ч. В начале 1970-х годов доля таких туманов составляла 3%, к концу 80-х годов - 18%. В северной

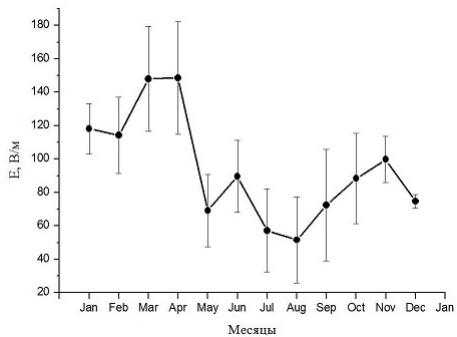


Рис. 1. Усредненные сезонные вариации E_z в периоды спокойной погоды.

части Якутска наблюдалось 50-60 дней с туманом, с суммарной продолжительностью 750 ч [1]. На станциях и постах гидрометеослужбы туманное явление наблюдается визуально. Однако наступление зимнего тумана очень хорошо видно на показаниях электростатического флюксметра. На Рис. 3 показано, как увеличиваются межсекундные флюктуации в момент появления ледяного тумана. Межсекундные вариации возрастают по амплитуде в 2,9 раза. Отметим, что, в отличии от летних туманов, которые сгущаются постепенно, зимний (ледяной туман) возникает очень резко.

Таблица 2. Число дней с туманом

	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Сумма
2009	4	14	18	20	0	56
2010	7	19	11	11	0	48
2011	3	16	15	15	0	49
2012	5	16	9	13	2	45

Как видно из приведенных в таблице 2 (число дней с туманом) и в таблице 3 (число часов с туманом) и приведенных выше литературных данных, в Якутске с 90-х годов по настоящее время число дней с туманом и количество часов с туманом держится на одном уровне.

Таблица 3. Число часов с туманом

	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Сумма
2009	30	158	240	327	0	755
2010	188	276	204	144	0	788
2011	32	152	276	279	0	739
2012	99	255	155	120	3	602

Показания электростатического флюксметра позволили получить статистические данные о грозовой активности в г. Якутске. Опираясь на модельные представления, приведенные в [2], величина электрического поля на расстоянии около 3 км от грозового разряда практически сохраняет изначальное значение, на расстоянии 10 км падает в 10 раз, а на расстоянии 30 км – почти в 100 раз. Таким образом, флюксметр регистрирует изменение вертикальной компоненты электрического поля в радиусе до 10 км. Так как электростатический флюксметр регистрирует вертикальную компоненту поля, то импульсы

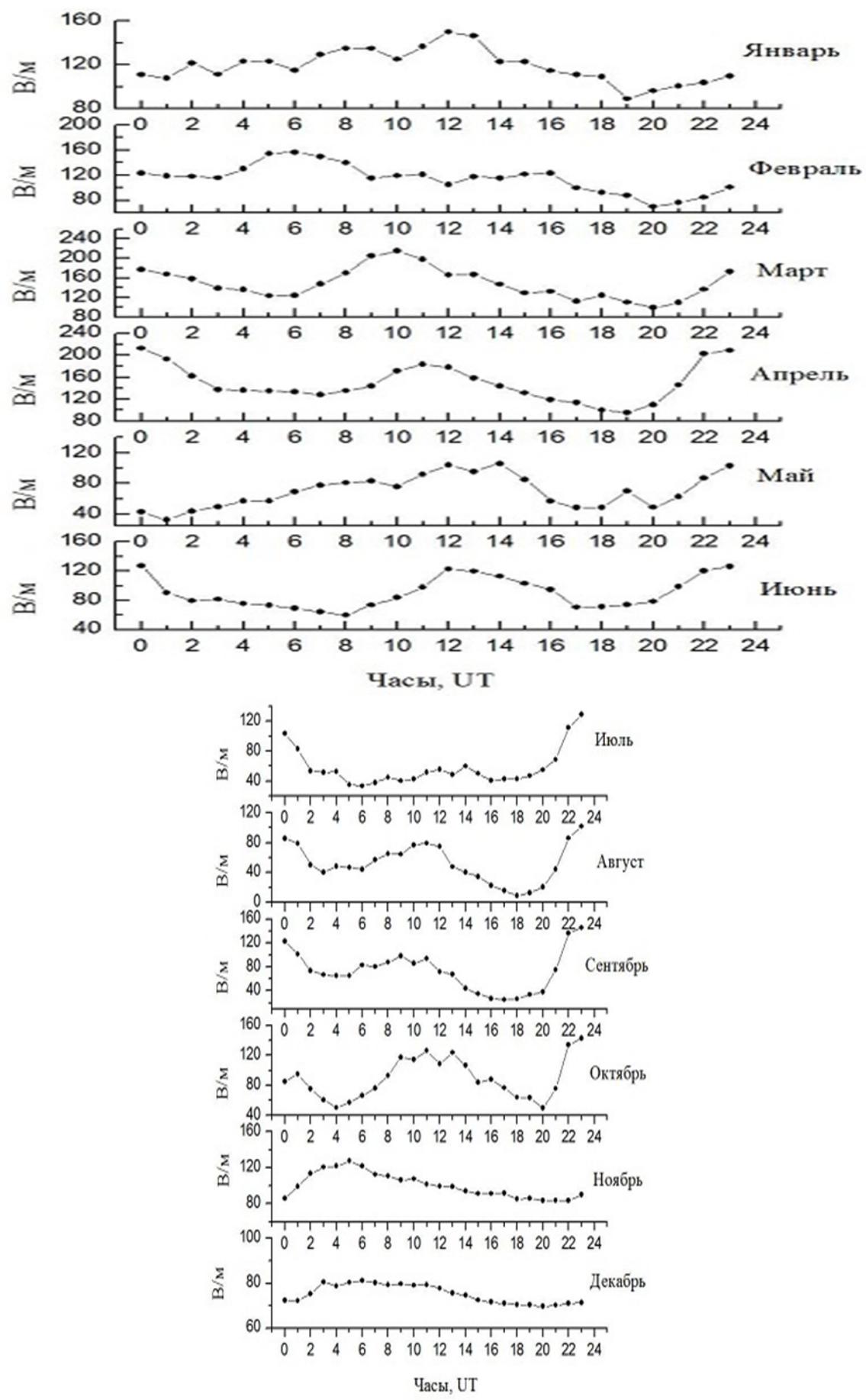


Рис. 2. Усредненные суточные характеристики для 12 месяцев.

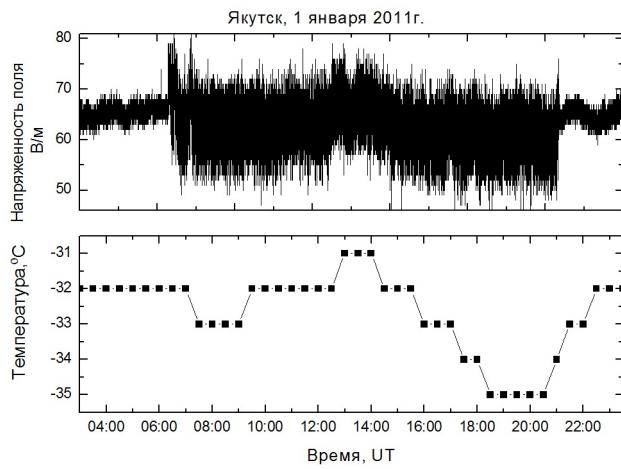


Рис. 3. Увеличение меж секундных флюктуаций E_z во время ледяного тумана – верхняя панель, и температура воздуха – нижняя панель

регистрируются только от молний, канал которых имеет преимущественно вертикальную проекцию, то есть тип “облако-земля” (ОЗ). Отбор импульсов от молний производился по амплитуде импульса: отношение сигнал-шум более 10 дБ. Дополнительно производилась отметка о близости произошедшей молнии так же по амплитуде: при отношении сигнал-шум импульса более 20 дБ молния считалась близкой к датчику. Грозовая активность характеризуется наличием хотя бы одного импульса, соответствующего близкой молнии. Длительность грозовой активности рассчитывалась как разность между временем последнего разряда в рассматриваемом возмущении поля и первого. Полярность молний определялась по знаку произошедшего импульса. При отрицательных грозовых разрядах отклонение поля происходит в положительную сторону, а при положительных - наоборот.

Грозовая активность по территории г. Якутска наблюдается с конца мая до середины августа: (2009 г.) 7 июня – 7 августа; (2010) 24 мая – 30 июля; (2011) 1 июня – 5 августа; (2012) 1 июня – 4 августа. В среднем сезон грозовой деятельности длится 64 дня. Настоящие инструментальные наблюдения сверялись с наблюдениями метеостанций г. Якутска и показали совпадение по числу дней с грозой. За четыре года наблюдений (2009-2012 гг.) за грозами с помощью электростатического флюксметра в г. Якутск было зарегистрировано 43 дня с 54 событиями грозовой деятельности: 9 дней - 13 гроз (2009), 10 дней - 13 гроз (2010), 13 дней – 16 гроз (2011), 11 дней – 13 гроз (2012). За один день могло пройти несколько событий грозовой активности (но не более трех). Также наблюдалось 12 событий прохождения электрически заряженных облаков над флюксметром без молниевых разрядов. Месяцами с наибольшей интенсивностью грозовой активности являются июнь и июль. В 2010 и 2011 гг большее число грозовых дней попадало на июль. Количество часов грозовой активности в целом составило 97 часов за четыре года: 18,5 ч. (2009), 23,5 ч. (2010), 37 ч. (2011), 18,1 ч. (2012). В среднем молниевая активность длилась около 1,5 ч., при этом полное возмущение электрического поля от грозового облака могло длиться в среднем 2,5 часа и до 6 ч. Полное количество ОЗ разрядов за четыре года – 2528. Число ОЗ разрядов в год: 449 (2009), 596 (2010), 806 (2011), 677 (2012). Средняя за 4 года плотность ОЗ разрядов по городу ($1,204 \text{ молнии}/\text{км}^2\text{год}$) почти в 16 раз превысила среднюю плотность по окружающей местности с радиусом 400 км ($0,074 \text{ молнии}/\text{км}^2\text{год}$). Число грозовых разрядов О-З в одной грозе, проходящей мимо флюксметра, достигало 220, а в среднем равно 44. Половина всех значений количества разрядов в одной грозе находятся в интервале от 6 до 60 разрядов, 80% случаев - в интервале от 3 до 100. Суточный ход близок к виду полуволны с максимумом в интервале от 17 до 20 LT. Лишь в 2011 г. наблюдались

интенсивные грозы в утренние часы, что смешило максимум на 6-7 ч. LT. Частотность грозовых разрядов О-З варьировалась от 0,07 до 2,49 разряда в минуту, в среднем – 0,53 разряда в минуту. 50% значений располагаются в интервале 0,21-0,66 разряд/мин, 90% - интервал 0,11-1,55 разряд/мин. Изменения частотности по годам: 0,55 (2009), 0,43 (2010), 0,53 (2011), 0,64 (2012). Медианное значение доли отрицательных разрядов для одной грозы – 65%. 50% значений принадлежат интервалу 36-84%, 90% значений – интервалу 7-100%. Доля отрицательных ОЗ разрядов за все рассмотренные годы – 60%. В то же время для территории радиусом 400 км в среднем – около 88%. Возможно, высокая доля положительных разрядов связана с наличием высоких объектов в городе. Среднее значение интервала между импульсами в одной грозе – 2 мин 25 сек (2,416 мин), медиана – 1 мин 5 сек (1,083 мин), мода – 16 сек (0,266 мин). В целом длительность интервала – от 2 секунд (0,033 мин) до 1 ч. 48 мин 35 сек (108,583 мин). Длительность близкая к часу или более соответствует отсутствию молний между началом и в концом грозы.

Грозовая активность в г. Якутске значительно выше, чем в зоне радиусом 400 км вокруг Якутска, что объясняется тем, что город является “островом тепла”.

Работа поддержана грантами РФФИ 12-05-98528-р_восток_a и 12-02-00174-а и программами Мин.ОиНРФ Гос. задание 2.1626.2011 и ФЦП НИИ-ПКИР Соглашение № 8404.

Литература

1. Абаников В.Н. Характеристики туманов в городской среде и их микроклиматическое районирование: автореферат дис. канд. геогр. наук.- Санкт-Петербург, 1998.
2. Ross M., Cummer S.A., Nielsen T.K., Zhang Y. Simultaneous remote electric and magnetic field measurements of lightning continuing currents // J.G.R. 2008. 113, D20125. doi:10.1029/2008JD010294.

Research of the electric field in Yakutsk in 2009-2012

Kozlov V.I., Mullayarov V.A., Tarabukina L.D., Toropov A.A.

YG Shafer Institute of Space Physics Research and Aeronomy SB RAS, Russia

The results of experimental studies of the electric field near the Earth's surface by electrostatic fluxmeter for the period 2009-2012 are presented. Diurnal and seasonal variations during calm weather conditions are shown. Features of electric field behavior during winter fogs are described. Characteristics of storms, obtained during electric field registration in Yakutsk for the mentioned 4-year period, are analyzed. Variations of neutron monitor readings during thunderstorms are considered.