

Пространственное распределение плотности грозовых разрядов на Востоке России по данным дистанционных наблюдений

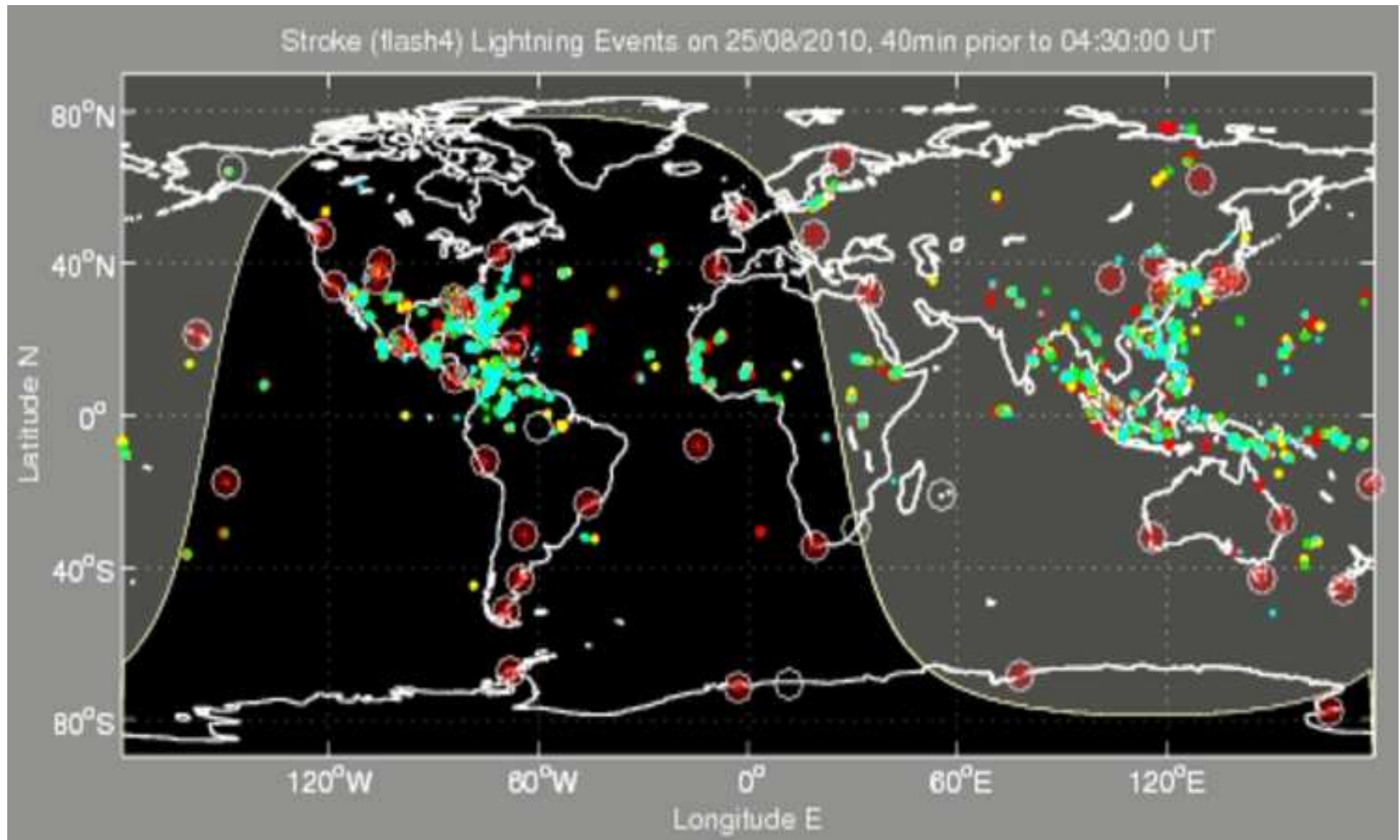
**Козлов В.И., Муллаяров В.А., Каримов Р.Р.
Институт космofизических исследований и
аэрoномии им. Ю.Г. Шафeра СО РАН**

v.kozlov@ikfia.ysn.ru

Представлены данные по регистрации инструментальным методом плотности грозовых разрядов и динамике гроз на территории Северной Азии (60° - 170° в.д. и 40° - 80° с.ш.). Приведены карты плотности грозовых разрядов, широтные и долготные вариации этой плотности и зависимость плотности от высоты рельефа. Также приведено соотношение между количеством грозовых разрядов различного

- В последнее время появилось и бурно развивается методика зондирования гроз с помощью пассивных радаров
- [Dowden R.L., Brundell J.B. Rogder C.J. VLF lighting location by time of group arrival (TOGA) at multiple sites // J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 2002. V. 64, №7. P. 817-879.
- Casper, P.W., Bent, R.B., 1992. Results from the LPATS USA national lightning and tracking system for the 1991 lightning season. Proceedings of the 21st International Conference Lightning Protection, Berlin, Germany, September, pp. 339–342.].
- Кроме того имеются системы спутниковых наблюдений за распределением и активностью грозовых разрядов [Christian H.J., Blakeslee R.J., Bossippio D.J. et al. Global frequency and distribution of lightning as observed by the optical transient detector (OTD) // Proceedings of 11th International Conference on Atmospheric Electricity, USA, Alabama, 1999, 726-729.].
Однако нужно отметить, что над северной Азией спутниковые наблюдения велись только в прошлом и всего около пяти лет

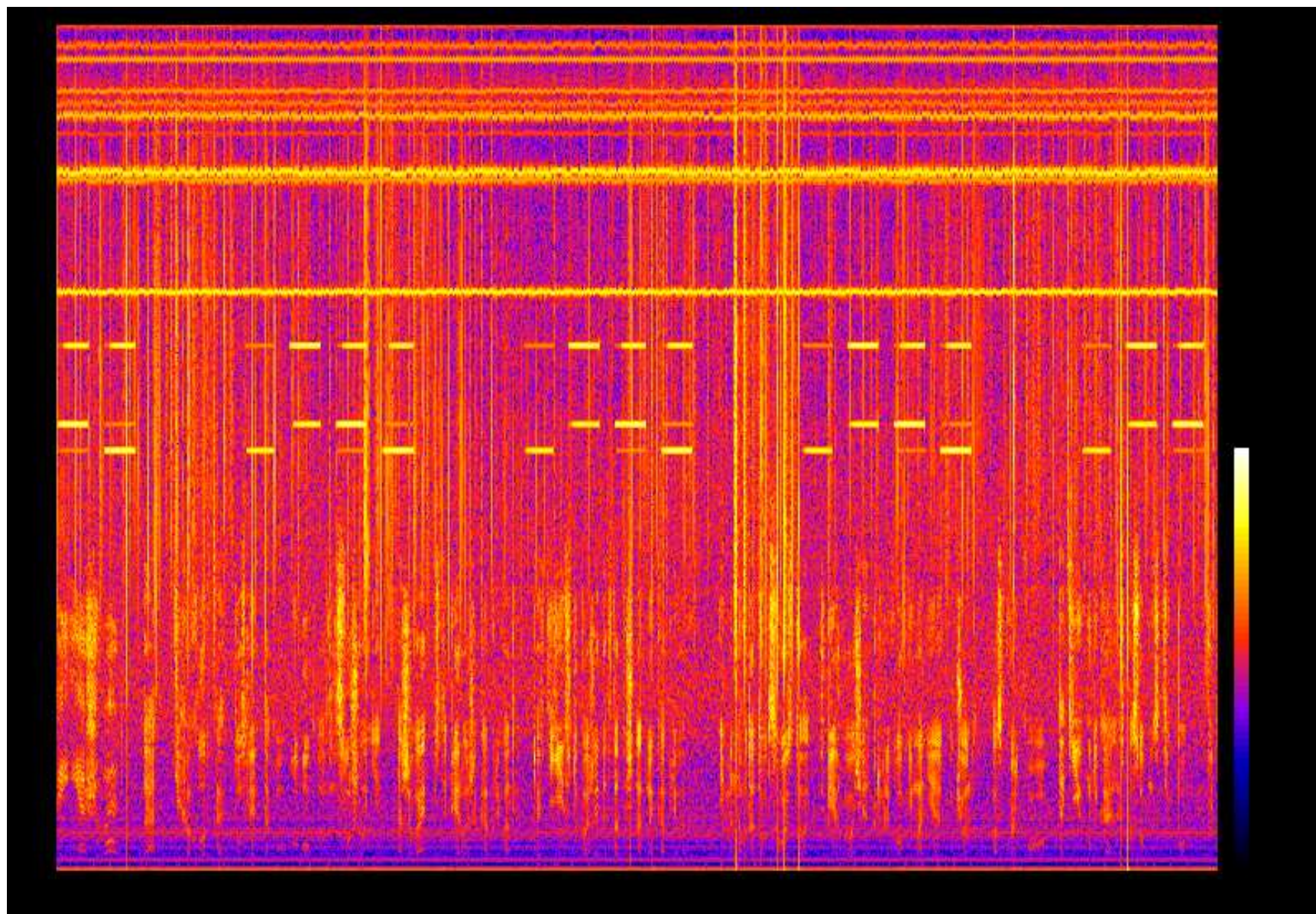
Мировая сеть (25 станций) и пример регистрации гроз <http://wwln.net/>



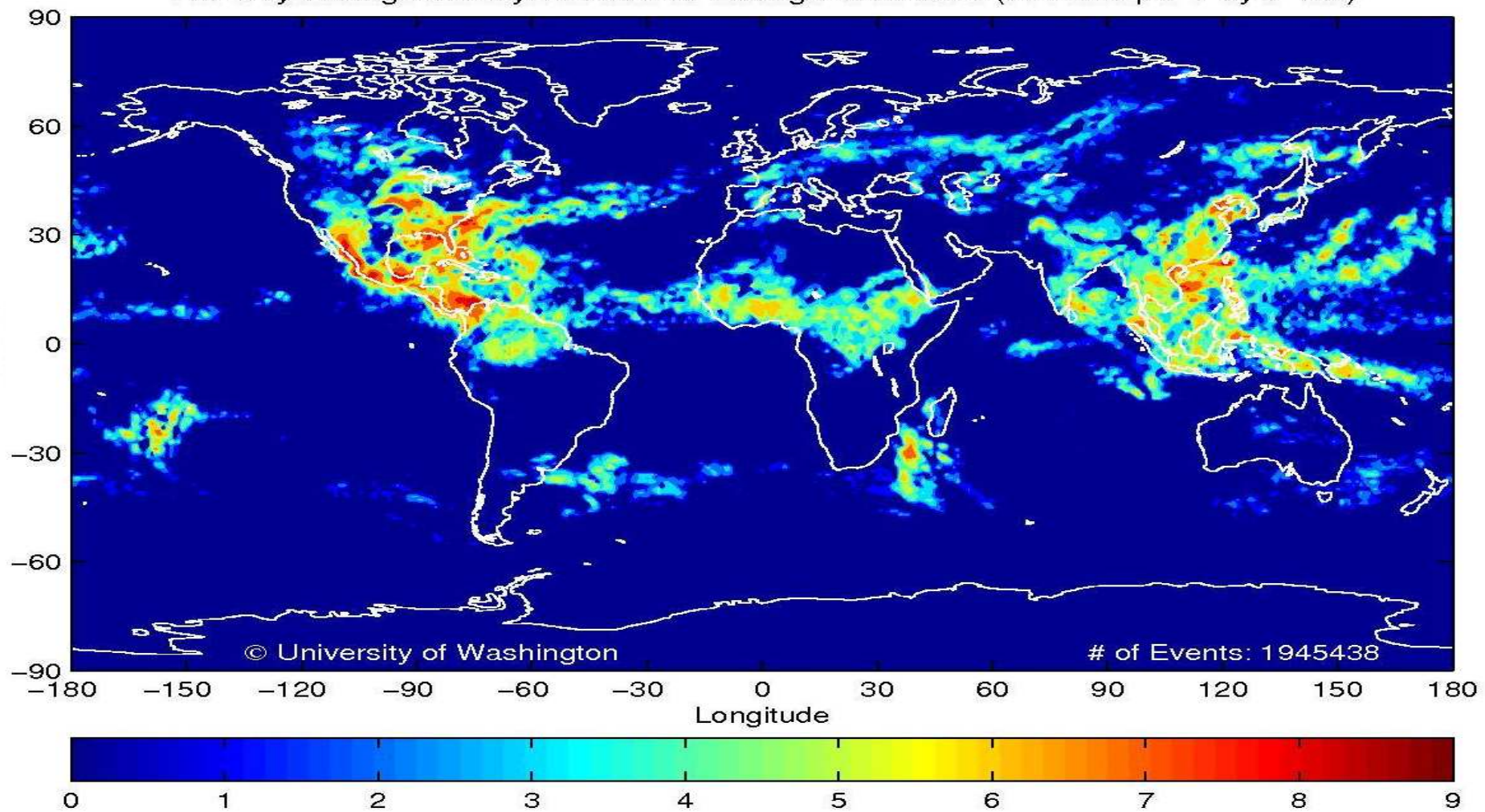
- Один из приемных пунктов этой сети расположен на станции Якутск. Этот пункт в настоящее время является единственным пунктом системы WWLLN в Североазиатском регионе на территории России. В ближайшее время вступит в строй станция на Камчатке. Каждая из этих станций посылает на центральный обрабатывающий компьютер, расположенный в Америке, точное время прибытия импульса грозового разряда - атмосферика. С помощью этой информации со всех станций определяется за десять минут месторасположение и количество грозовых разрядов по всей Земле с точностью до нескольких километров.
- Метод основан на измерении группового времени прихода волновых пакетов в ОНЧ – диапазоне частот: 3-30 кГц. В каждом приемном пункте, входящей в состав глобальной системы WWLLN, установлен в качестве приемной антенны вертикальный электрический «штырь». В Якутске высота штыревой антенны составляет 1,5 метра. Для усиления сигнала атмосферика используется ОНЧ - широкополосный предварительный усилитель производства ИКФИА СО РАН.

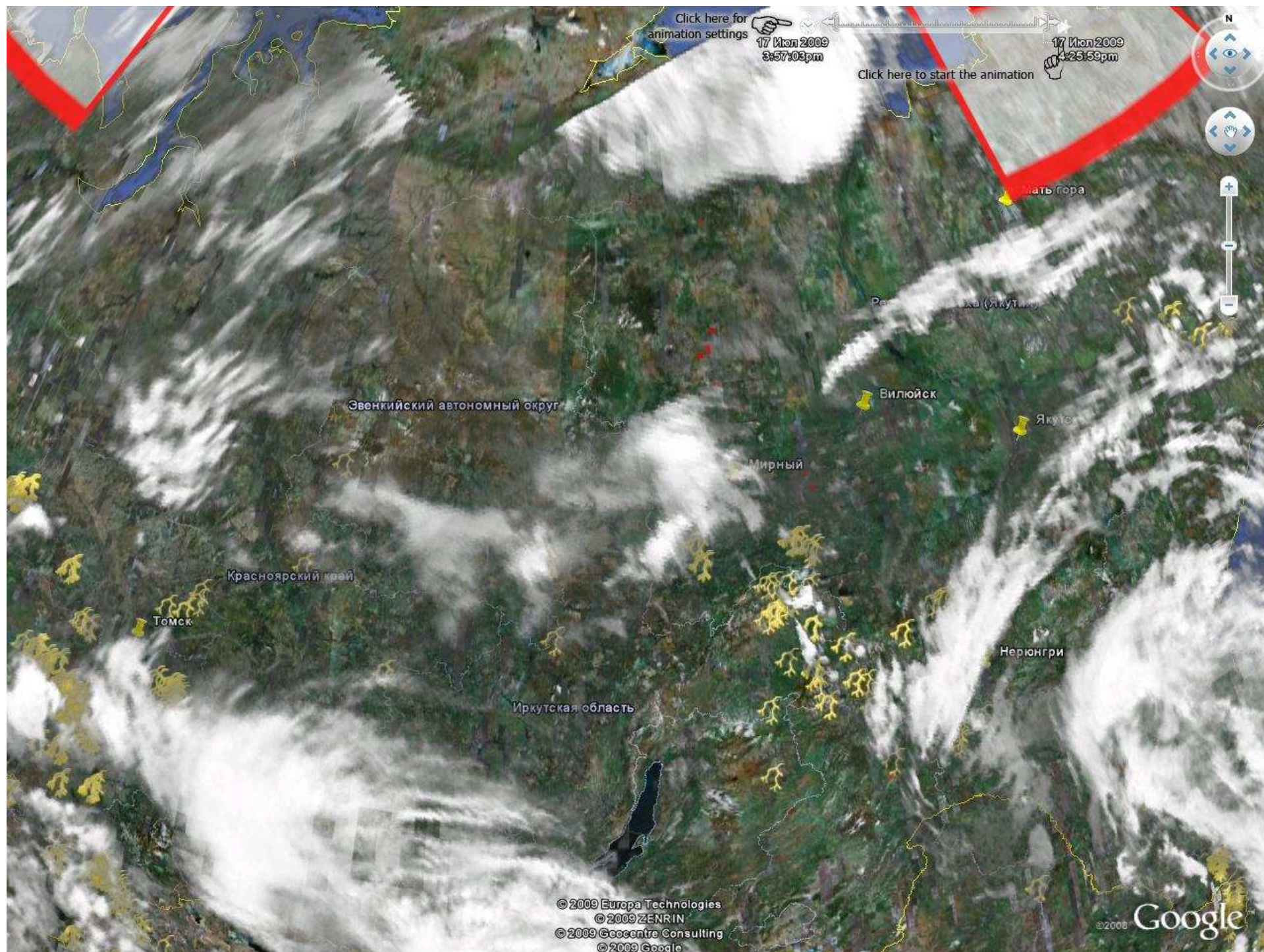
- [Dunedin](#) and [ScottBase](#) University of Otago/Te Whare Wānanga o Otāgo (New Zealand)
- [Darwin](#) Charles Darwin University (Australia)
- [Brisbane](#) Griffith University, Brisbane
- [Perth](#) Murdoch University, Perth
- [Singapore](#) National University of Singapore
- [Ōsaka](#) Ōsaka University
- **[Moscow](#) Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation (ISMIRAN)**
- [Budapest](#) Eotvos Lorand University
- [Seattle](#) University of Washington
- [Boston](#) Massachusetts Institute of Technology
- [Durban](#) and [Hermanus](#) and [SANAE Base](#) University of KwaZulu-Natal (South Africa)
- [Sao Paulo](#) INPE (Brazilian National Institute for Space Research)
- [Suva](#) University of the South Pacific (Fiji)
- [Los Alamos](#) Los Alamos National Laboratory
- [Mexico](#) Universidad Nacional Autonoma de Mexico
- [Tahiti](#) Universite de la Polynesie Francaise
- [Tel Aviv](#) Tel Aviv University
- [Sheffield](#) University of Sheffield
- [Lisbon](#) Portugal Meteorological Institute
- [Huancayo](#) Instituto Geofisico del Peru
- [Puerto Rico](#) University of Puerto Rico, Mayaguez
- [Cordoba](#) Universidad Nacional de Cordoba (Argentina)
- [Finland](#) SodankyaGeophysical Observatory, Sodankyla, Finland
- [Honolulu](#) University of Hawaii at Manoa
- [Rothera](#) British Antarctic Survey
- [Lanzhou](#) Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Insitute, Chinese Academy of Sciences
- [Ascension Is.](#) British Geological Survey and BAS
- [Kingston](#) and [Davis](#) Australian Antarctic Division
- [Hermanus](#) Hermanus Magnetic Observatory and University of KwaZulu-Natal (South Africa)
- [Boulder](#) USGS/Magnetic Observatories (USA)
- [UCLA](#) Dept. of Atmospheric and Oceanic Sciences (USA)
- [Costa Rica](#) Center for Geophysical Research (CIGEFI), University of Costa Rica (Costa Rica)
- **[Yakutsk](#) Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy**
- [Beijing](#) and [Nanjing](#) Chinese Academy of Sciences
- [Scott Base](#) Antarctica New Zealand
- [Tallahassee](#) Florida State University, Department of Meteorology

Сонограмма Aug 25 05:00:00 2010
Yakutsk



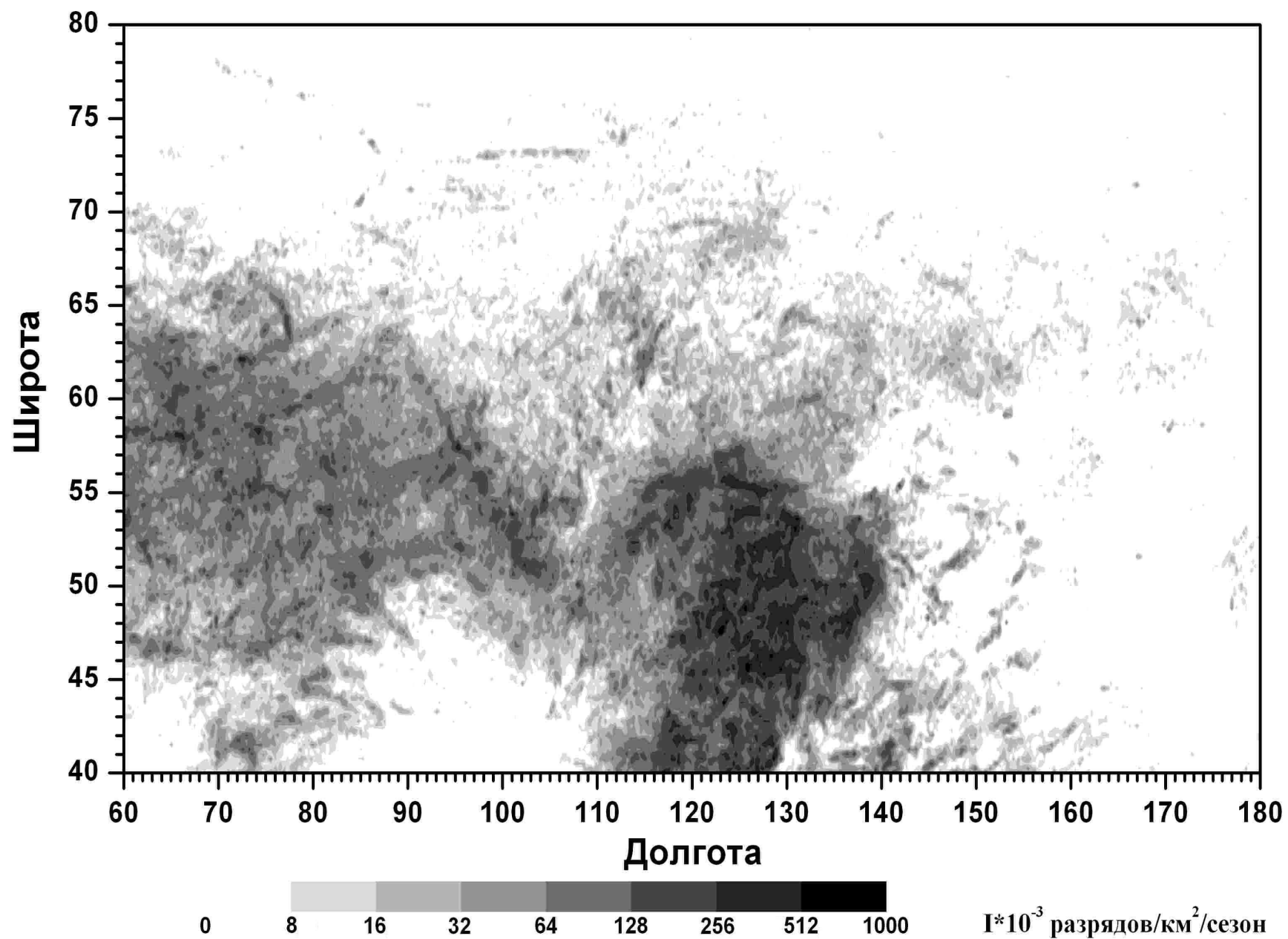
Five Day Average Density: 2010/08/19 Through 2010/08/23 (#Strokes per 1° by 1° Bin)



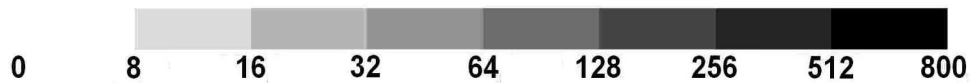
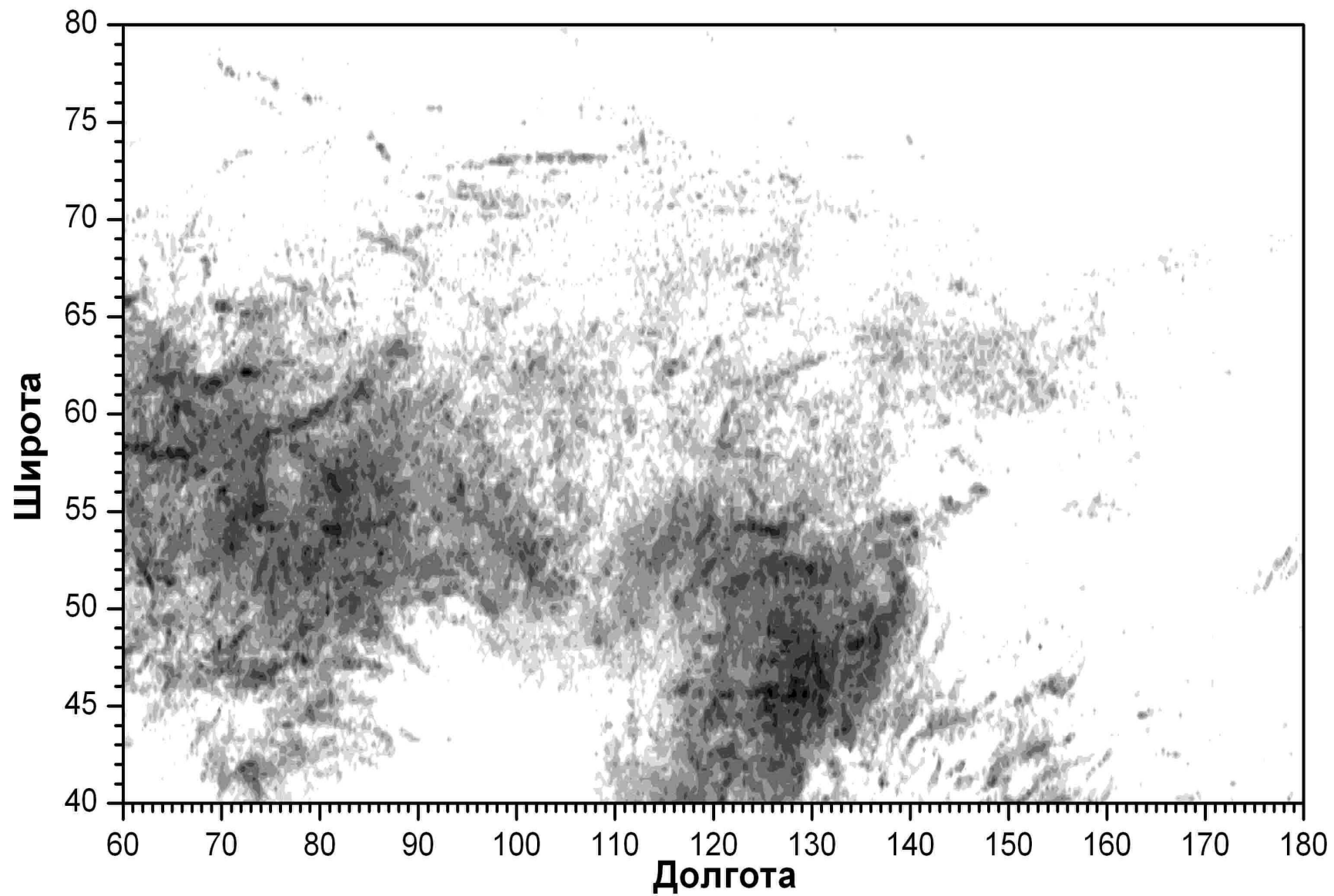


- Так как в системе WWLL локализация молний зависит от точности определения времени прихода атмосферика в приемный пункт и от точности местоположения самого приемного пункта, то для этих целей используются сигналы GPS. Один из них в коде NMEA передает в ПК в универсальное время с точностью до ближайшей секунды, а также год, месяц, день, час, минуту, секунду, географическую широту и долготу места. Другой сигнал – PPS – импульс длительностью 10 мкс с передним фронтом 1 мкс и с частотой следования 1 Гц поступает на второй стереоканал звуковой карты. Чтобы иметь эти два сигнала в ПК, используется GPS-антенна со специальным блоком, в котором имеется генератор, формирующий PSS-сигналы. В Якутске в используется GPS- часы – Thunderstorm фирмы Trimbl. В звуковой карте оба сигнала (и атмосферик, и PPS-сигнал) оцифровываются с частотой 48 кГц, то есть с шагом по времени 20 мкс, и далее обрабатываются в ПК в каждом приемном пункте по одинаковым алгоритмам для определения группового времени прихода атмосферика относительно импульса PPS.

июнь-август 2009 и 2010 года (0.25*0.25 град²) Сибирь



июнь-август 2009 года (0.25*0.25 град²) Сибирь

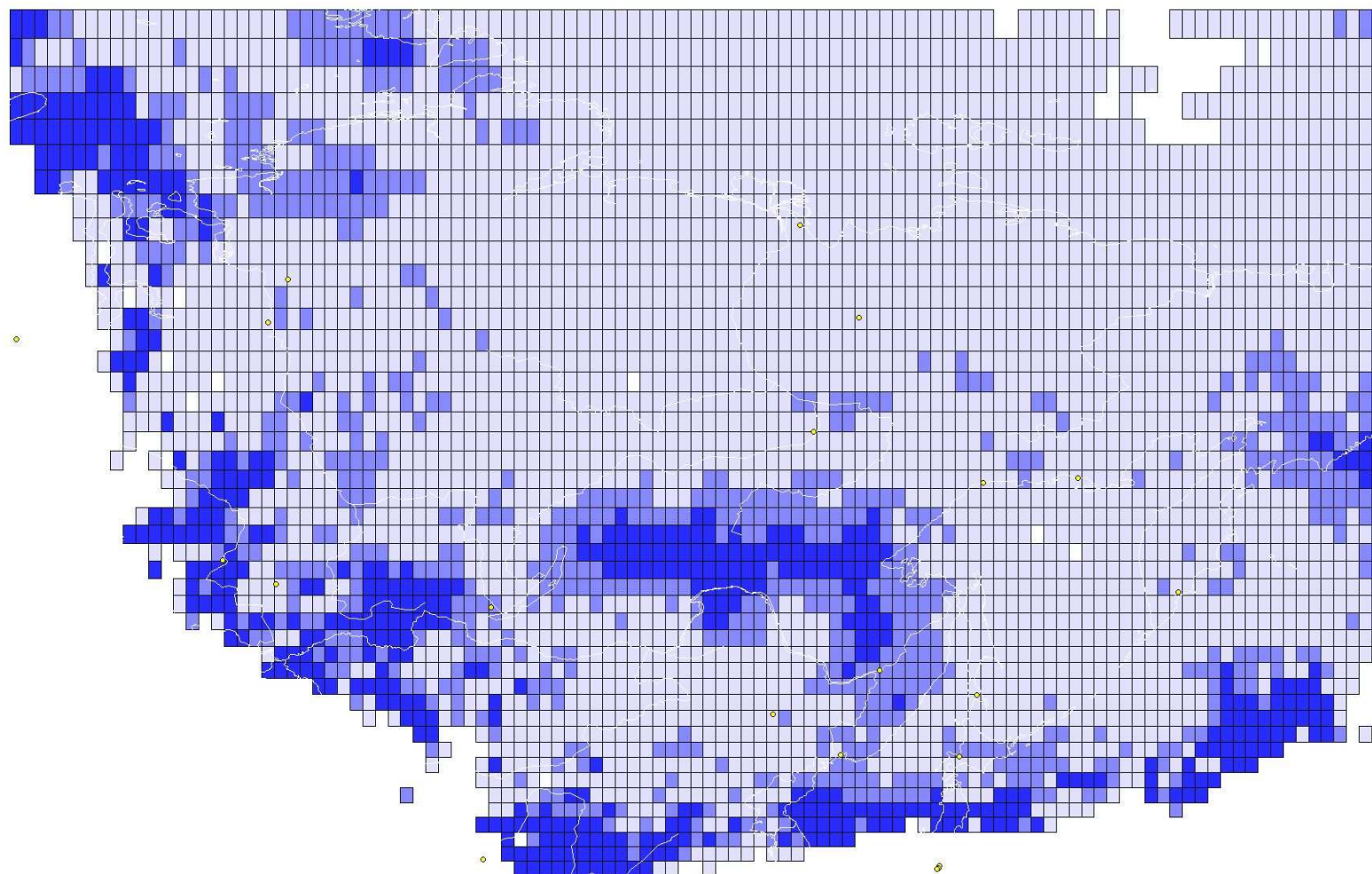


$I \cdot 10^{-3}$ разрядов/км²/сезон

66° В.Д.

175° В.Д.

80° С.Ш.



35° С.Ш.

% 12 - 21 22 - 25 26 - 66

Низкая облачность – 2009 г.

66° В.Д.

175° В.Д.

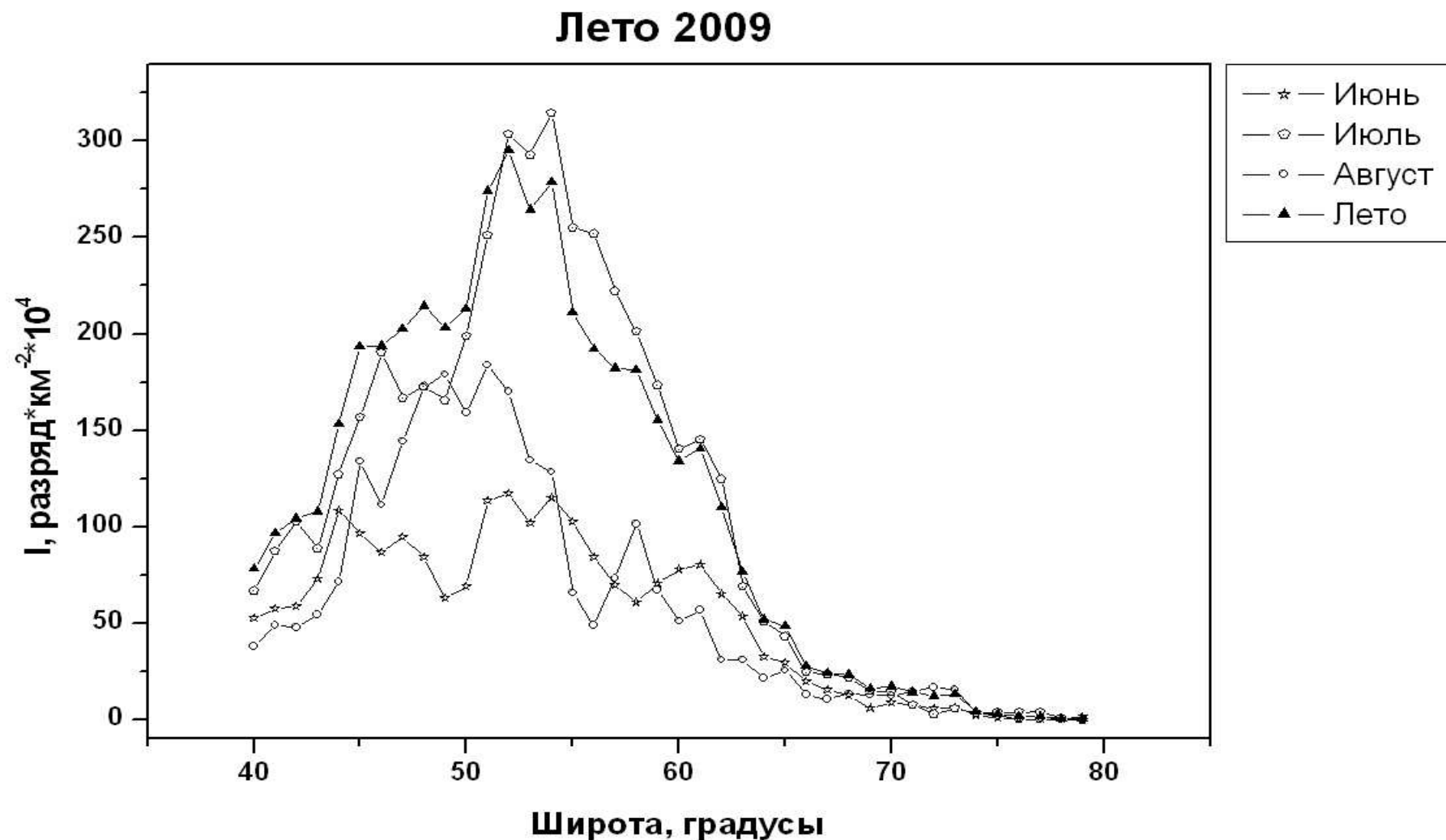
80° С.Ш.

35° С.Ш.

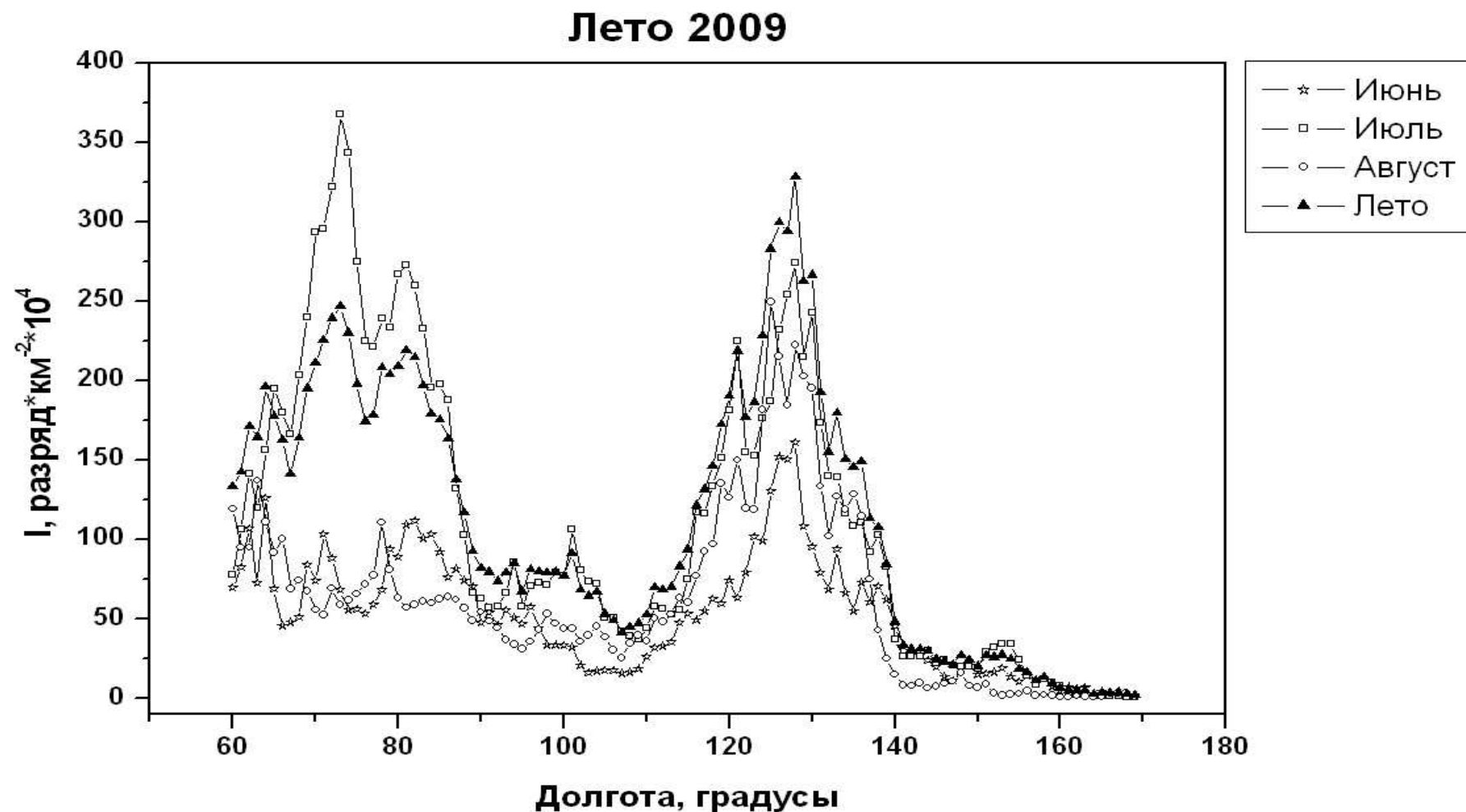
% 40 - 52 53 - 58 59 - 63 64 - 69 70 - 92

Полная облачность – лето 2009 г.

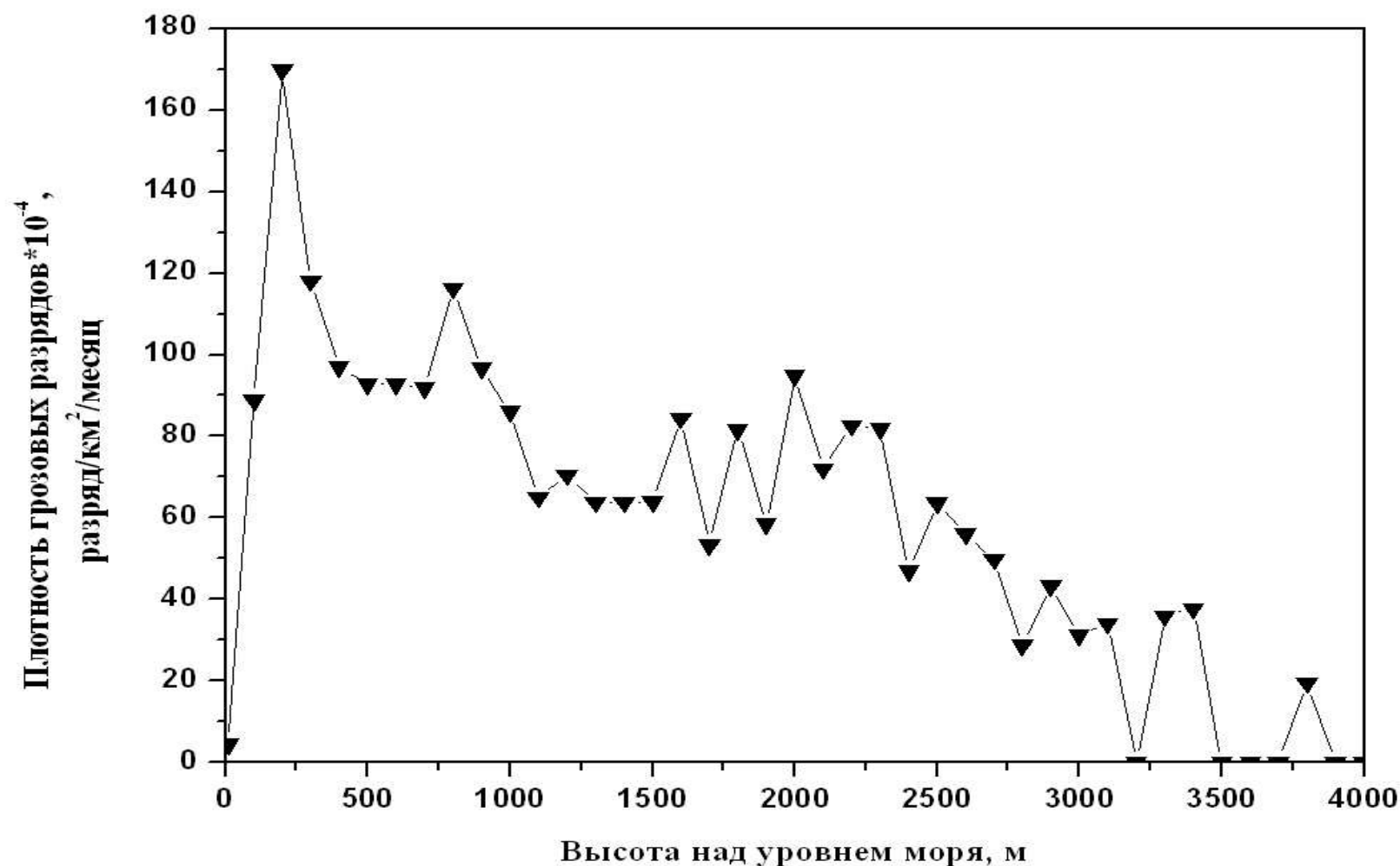
Широтный ход плотности грозовых разрядов за летний сезон 2009 г.



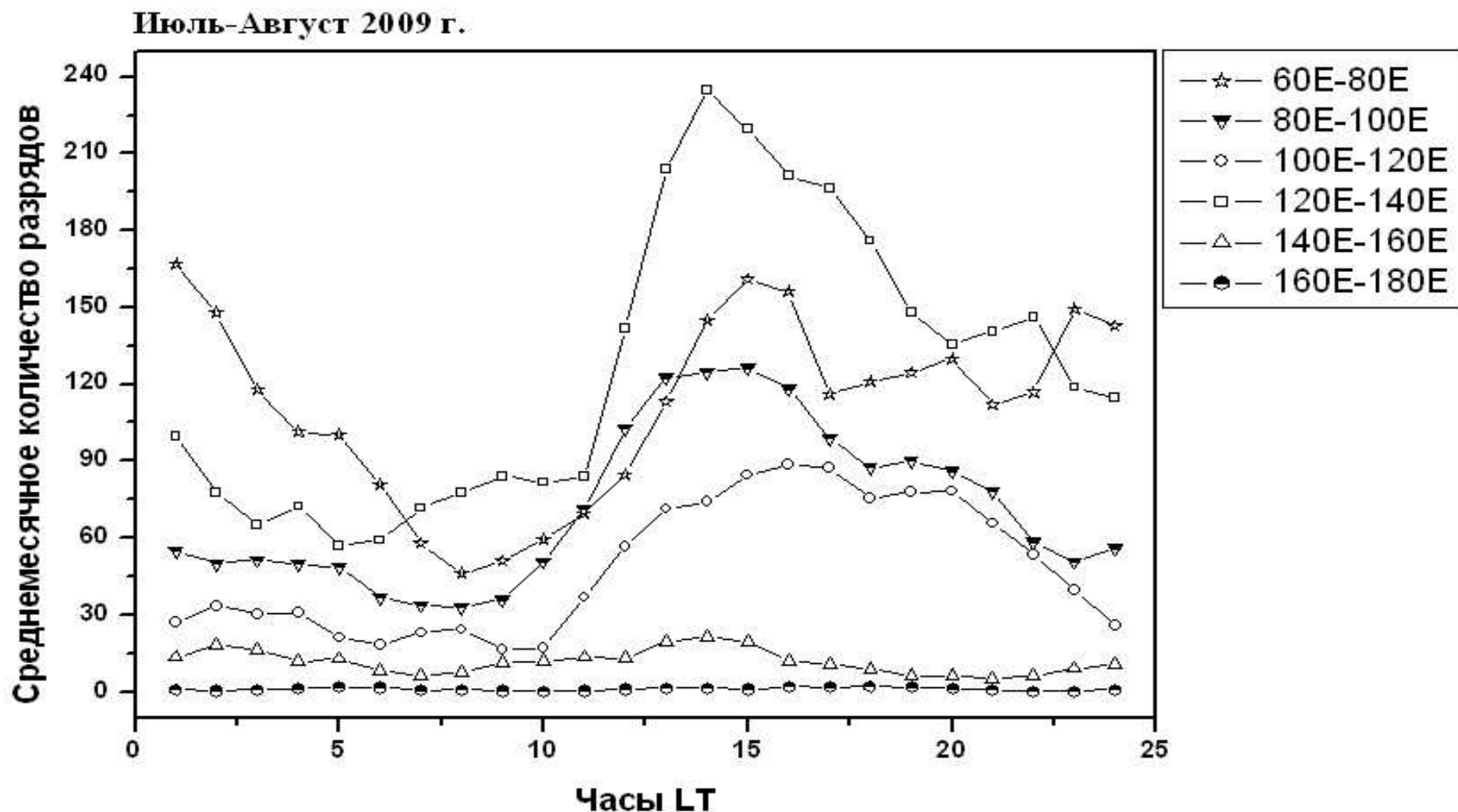
Долготный ход плотности грозовых разрядов за летний сезон 2009 г.



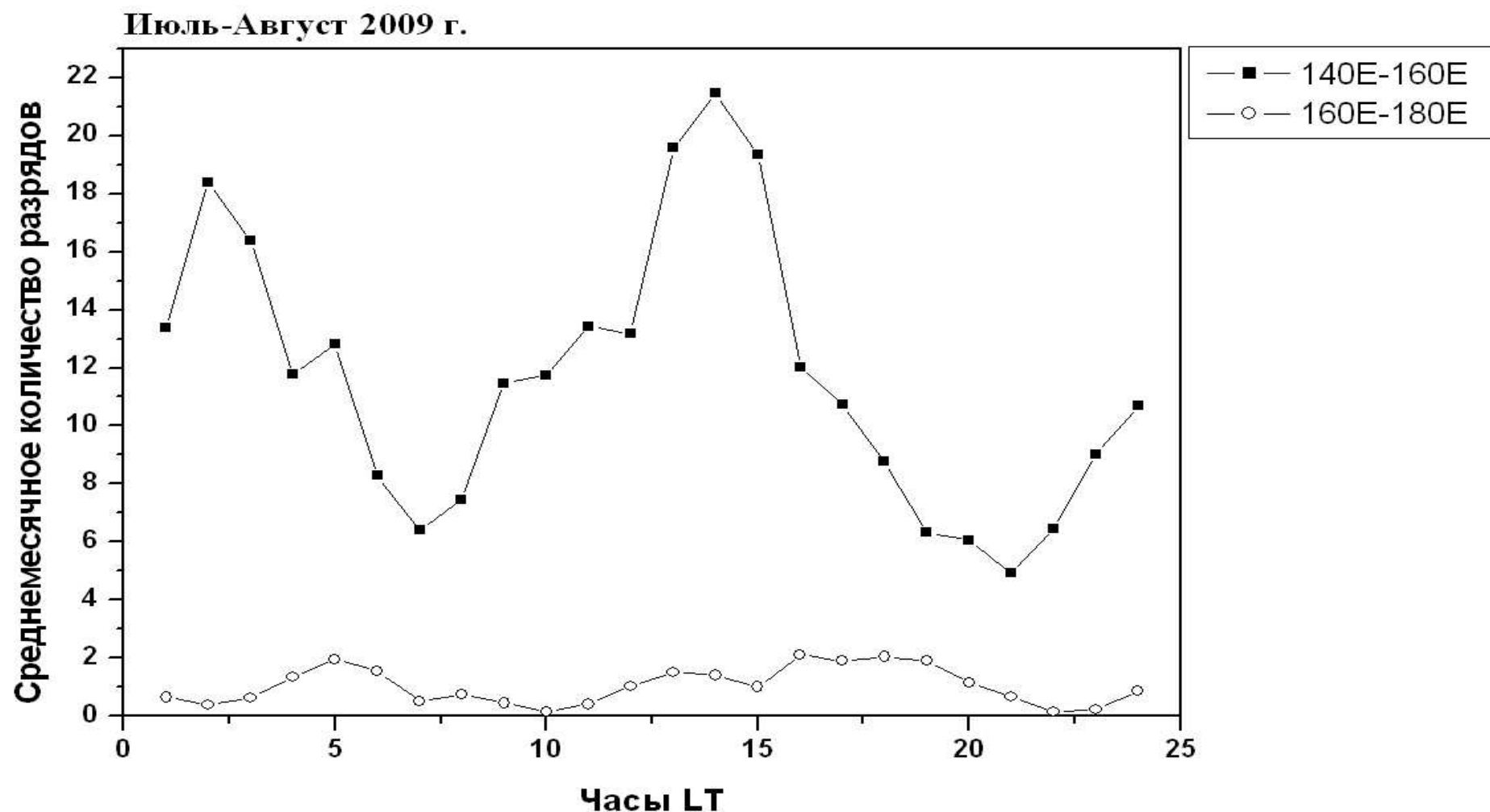
Плотностью разрядов в зависимости от высоты местности над уровнем моря.



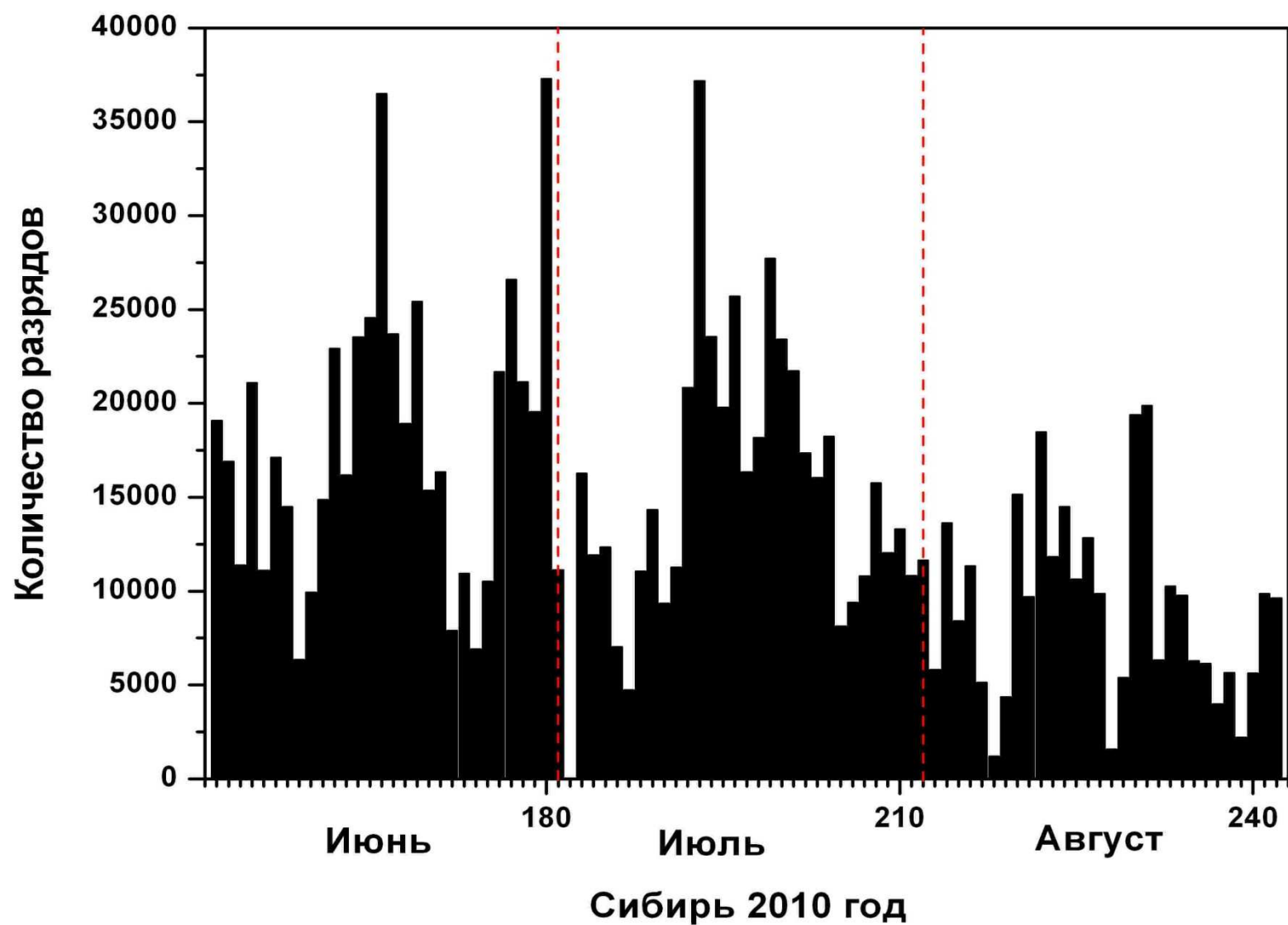
Суточный ход грозových разрядов для различных долготных поясов от 60 град. в.д. до 180 град. в.д. с шириной пояса в 20 град. Время поясов взято для долгот 75; 90; 105; 135; 150 и 165



Суточный ход грозových разрядов для различных долготных поясов:
от 140 град. в.д. до 160 град. в.д. (время пояса -долгота 150 град.) и
от 160 град. в.д. до 180 град. в.д. (время -долгота 165 град.).

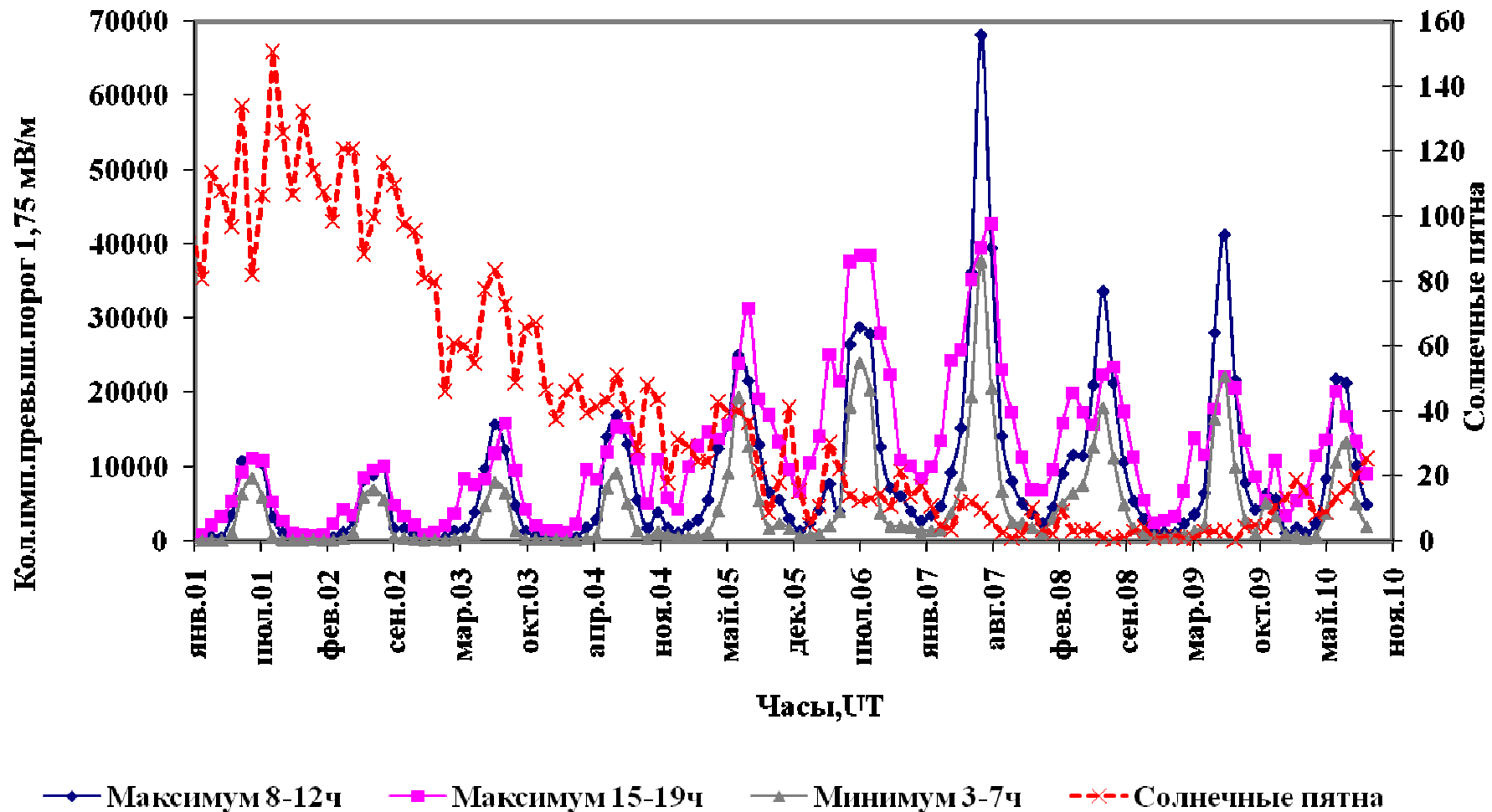


Сезонный ход активности гроз для Сибири



- **Всего пассивным грозоурадаром с радиусом обзора 480 км, установленном в Якутске, зарегистрировано за летний сезон 2009 г в центральной Якутии на площади 720 000 кв. км 66294 грозовых разрядов.**
- **Грозовая активность и динамика относительного числа отрицательных разрядов имела максимум интенсивности в июле и резкий спад к августу. Наземные разряды составили в среднем за сезон 65%. Из числа наземных разрядов в среднем за сезон 90% составляют отрицательные разряды, что соответствует наблюдавшимся на территории Якутии в другие годы .**
- **Резко выраженный максимум грозовой активности в июне приходится на вечернее время (18 ч. по местному времени), в конце июля (максимум гроз данного года для июля в Центральной Якутии пришелся на 27-30 июля) смещается на ночные часы. По территории центральной Якутии летом 2009 г. проходили пять циклонических волн. Наблюдается превышение числа межоблачных и внутриоблачных разрядов и повышенное число положительных наземных грозовых разрядов в начале и конце волны интенсивности.**

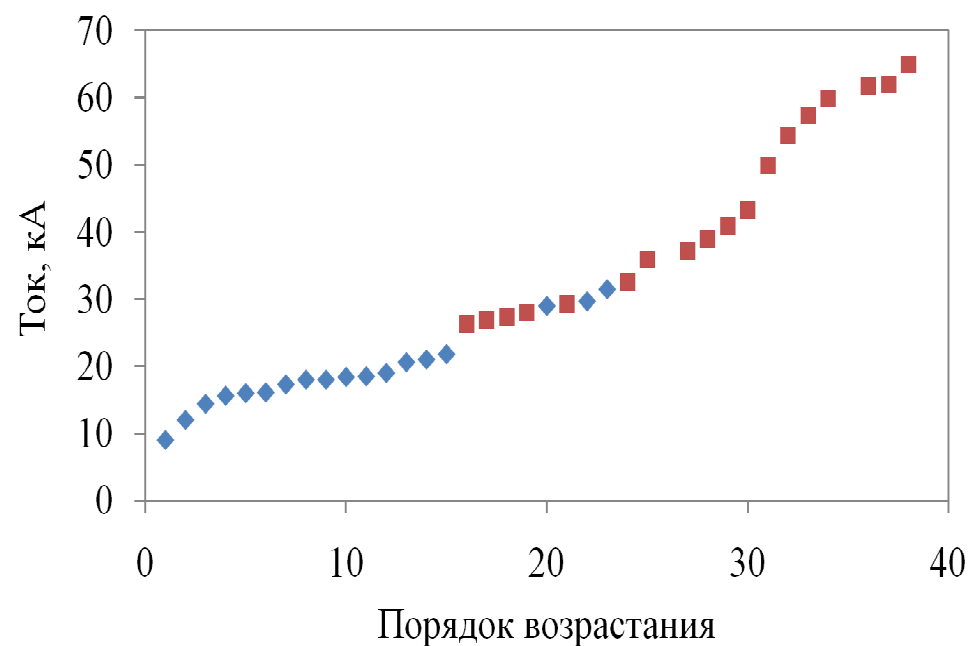
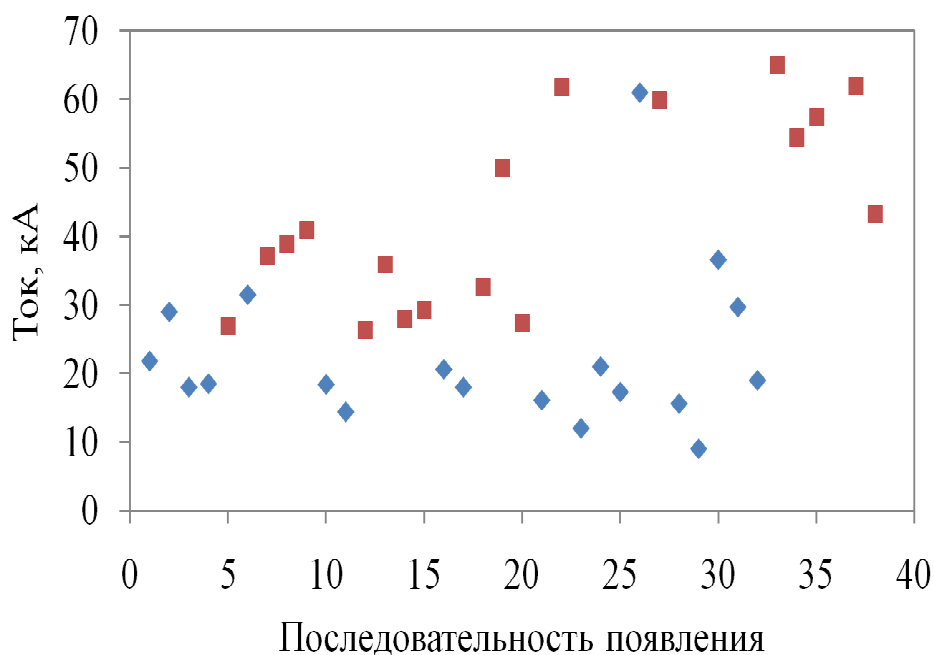
Вариации количества радиоимпульсов грозовых разрядов с площади радиусом 10000 км



• **Оценены токи, текущие по каналу наземной молнии** [V.A Rakov., R. Thottappillil, M.A. Uman, J. Geophys. Res., 1992. Т. 97. Р. 11,527-11,533]. **Медианное значение токов 28 кА с квантилями 14 и 40 кА. Большие амплитуды тока (в 2 раза) соответствуют положительным разрядам «облако-земля».**

- Напряженность принимаемого сигнала - от 1 В/м до 6 В/м с медианой – 2 В/м
- Медианная величина тока оказалась равной 28 кА
- Квантили имеют значения 18кА и 40 кА

Тип	Медиана	Квантиль1	Квантиль3	Минимальное	Максимальное
Отрицательные	18,5	16	23,6	9	61
Положительные	40	30,2	56,7	26,4	65
Все	28	18,5	40	9	65



♦ отрицательные разряды ■ положительные разряды

♦ отрицательные разряды ■ положительные разряды

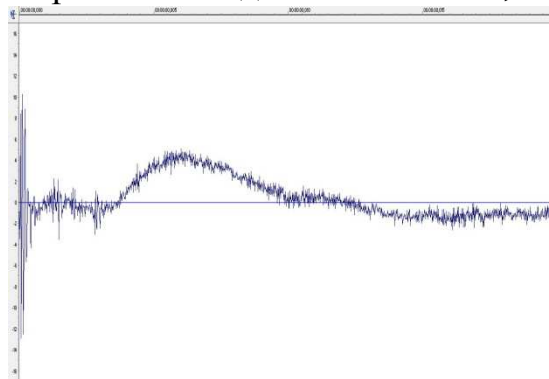
- Длительность принимаемого радиосигнала, состоящего из ОНЧ и СНЧ радиоимпульсов, изменялась в интервале от 6 до 56 мс, с модальным значением в 14 мс. СНЧ компонента была представлена частотами от 170 до 60 Гц с течением времени и наблюдалась в 67% случаев после положительного наземного разряда. Запаздывание СНЧ сигнала от соответствующего ему атмосферика лежало в пределах 7 мс, с наиболее вероятными длительностями – 1 и 2 мс (36% и 37% соответственно).
- В 15% наблюдается возникновение двух наложенных СНЧ компонент, ассоциированных с одним положительным атмосфериком. Время запаздывания второго пика амплитуды (сигнал от спрайта) находится в пределах от 2 до 11 мс, и зарегистрирован один случай с запаздыванием 40 мс.

СНЧ-радиосигналы, имеющие сбои по фазе

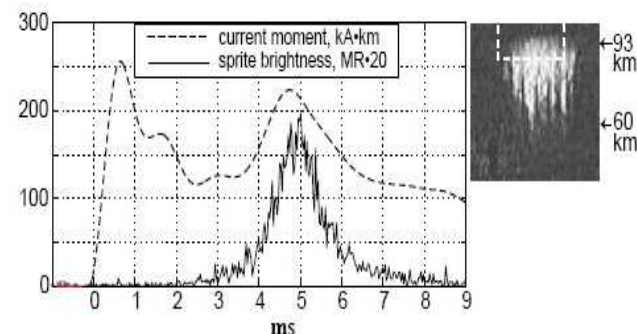
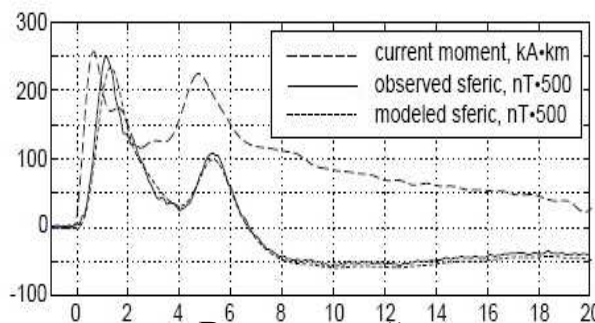
Измерения от 22 июля 1996

S. A. Cummer, U. S. Inan, T. F. Bell, and C. P. Barrington-Leigh

Время наблюдения – 07:48:36,682

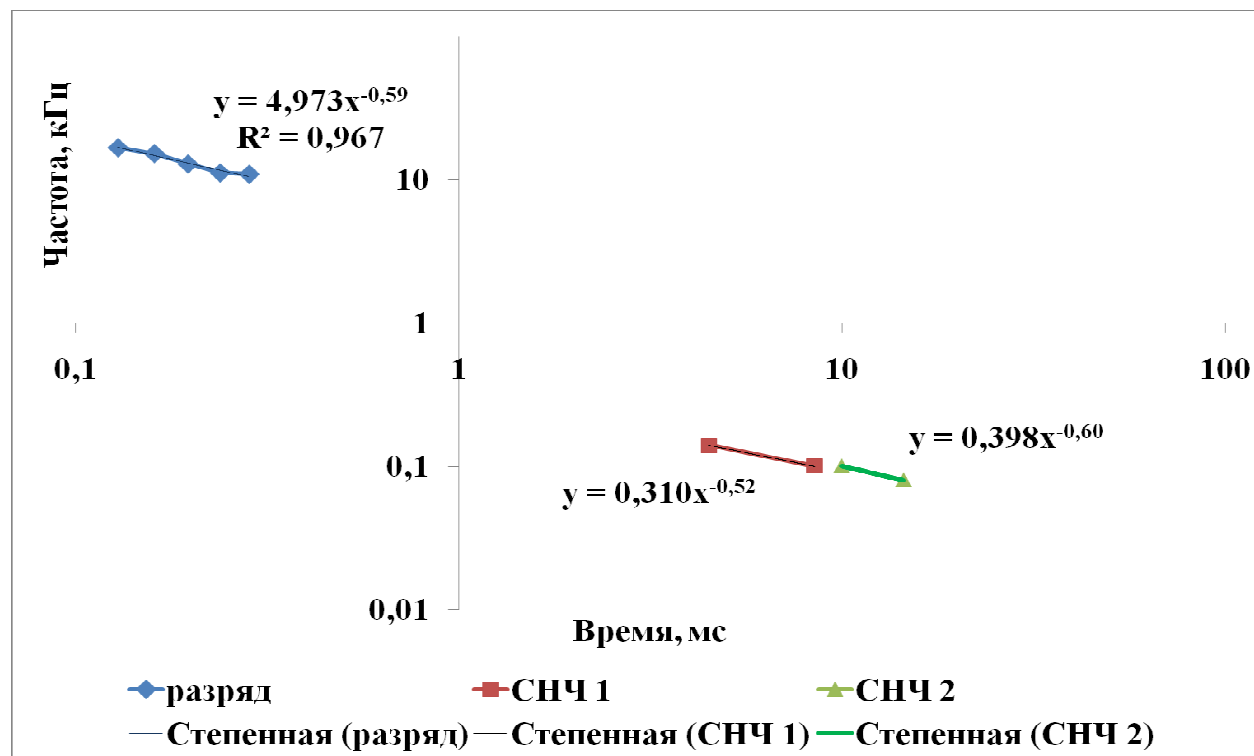


Наблюдаемый СНЧ-сферик (нТ),
Смоделированный СНЧ-сферик (нТ),
Выделенный момент тока (кА*км)



Выделенный момент тока (кА*км), яркость спрайта (МР),
Видео изображение

Зарегистрировано 37
случаев из 251 – 14,7%
Время запаздывания
лежало в пределах от 2 до
11 мс,
также зафиксирован
1 случай – 40 мс.



A photograph of a calm lake with a dense forest in the background. In the foreground, there are several trees, some with peeling bark, and a grassy bank. The text "Спасибо за внимание" is overlaid in the center.

Спасибо за
внимание

Антенна грозопеленгатора



Гроза над Якутской установкой широких атмосферных ливней частиц сверхвысоких энергий



Радиосигнал, визуализированный с помощью
программы SoundForge 6.0

Нижняя облачность

66 в.д.

175 в.д.

80 с.ш.

