

# Организация базы данных многопунктовой грозопеленгации для мониторинга грозоопасности

Ф.А. Кутерин, А.А. Булатов, Ю.В. Шлюгаев  
ИПФРАН

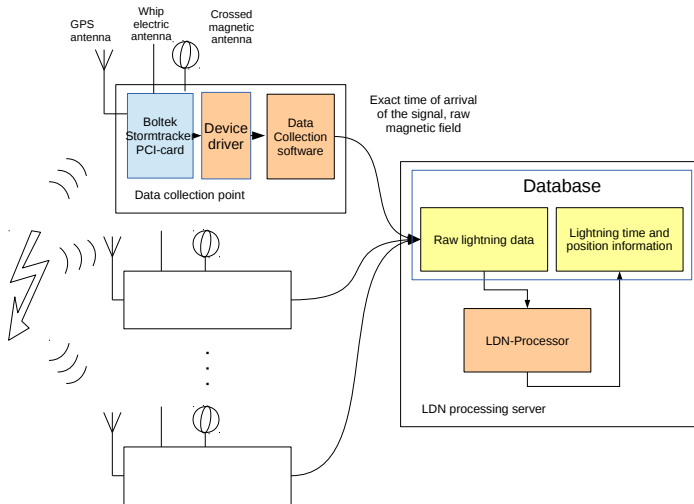
IV международная конференция по молниезащите, 28.05.2014

## Характеристики пассивных многопунктовых систем

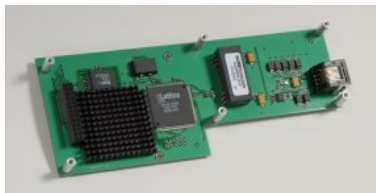
Система	Принцип	Диапазон	Год испытания	Общее число пунктов	Длина базы, км	Дальность действия сенсоров, км	Вероятность обнаружения	Точность координат, км	Точность пеленга, град
LPATS Lighting positioning and tracking system	РДМ	СДВ	1966	31	350	1800	0.85	8	
LLP Lighting location and protection	УМ	СДВ	1979	60	200	400	0.9	1.5	1.5
NLDN National lightning detection network	РДМ	СДВ	1983	80	300	400	0.6	1	
IMPACT Improved Accuracy Using Combined Technology	Комб	СДВ	1987	130	400	400	0.8	0.6	
SAFIR	УМ	УКВ	1990	30	50	200	0.9	1	
ДСГ Дальневосточная система грозоопеленгации (LLP)	УМ	СДВ	1992	4	150	400	0.93	1.5	1
APC автоматизированная радиотехническая система	РДМ	СДВ	1994	7	700	1000	0.8	8	
ALDIS Austrian lightning detection and information system	УМ	СДВ	1994	8	250	200	0.98	5	>3
CGLSS Cloud-to-ground lightning surveillance system	УМ	УКВ	1995	15	60	200	0.99	1.5	2
Верея-МР	Комб	СДВ	1997	20	1000	1500	0.8	5	1
LDAR-2 Lightning Detection and Ranging System	РДМ	УКВ	2001	7	10	20	0.9	0.3	0.5
АГПД	ПДМ	СДВ	2004	2	100	100	0.9	1	1

- Запись электрических и магнитных полей в RAW-формате
- Получение сведений о молниевых разрядах:
  - Тип вспышки
  - Перенесенный заряд
  - Ток разряда
  - Дипольный момент
- Интеграция с системой краткосрочного прогноза опасных явлений, разработка которой происходит в данный момент.

# Суктура гронопеленгационной сети

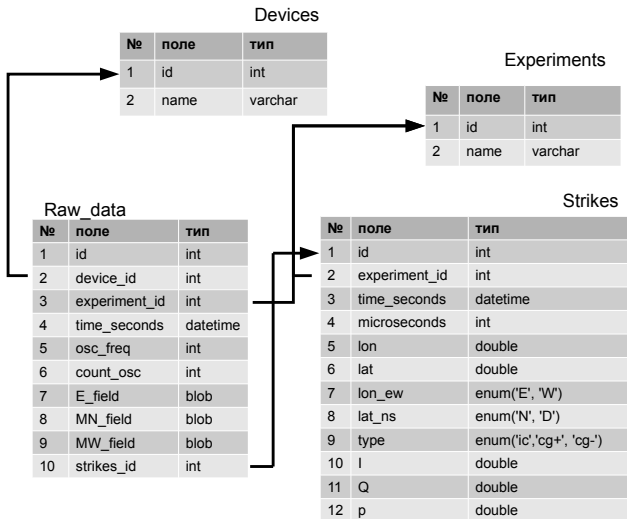


# Приемное устройство Boltek Stormtracker + LTS/2

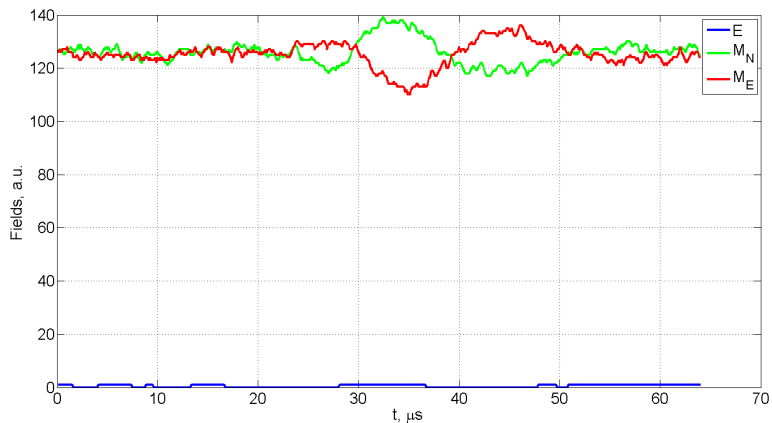


Изображения с сайта <http://boltek.com>.

# Суктруктура таблиц БД



# Пример формы сфериков



$$\alpha(t) = \arctan \left( \frac{B_{WE}}{B_{SN}} \right) \quad (1)$$

$$\alpha = \arctan \left( \frac{\int_0^T \text{sign}(B_{WE}) B_{SN} dt}{\int_0^T |B_{WE}| dt} \right) \quad (2)$$

$$\gamma = \sqrt{\left( \int_0^T \text{sign}(B_{WE}) B_{SN} dt \right)^2 + \left( \int_0^T |B_{WE}| dt \right)^2} / \int_0^T |\vec{B}| dt \quad (3)$$

$$D(\varphi, \theta) \equiv \sum_i \gamma_i (\alpha(\varphi, \theta, P_i) - \alpha_i)^2 \rightarrow \min \quad (4)$$

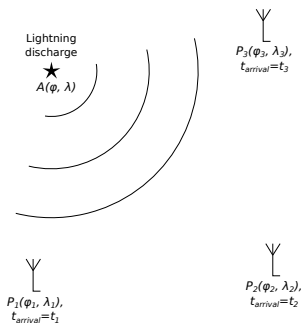
$\alpha(\varphi, \theta, P_i)$  — направление от грозопеленгатора  $P_i$  на пробную точку  $(\varphi, \theta)$ .



# Разностно-дальномерный метод

$$\begin{aligned}t_1 - t_0 &= \rho(A, P_1)/c, \\t_2 - t_0 &= \rho(A, P_2)/c, \\t_3 - t_0 &= \rho(A, P_3)/c\end{aligned}\quad (5)$$

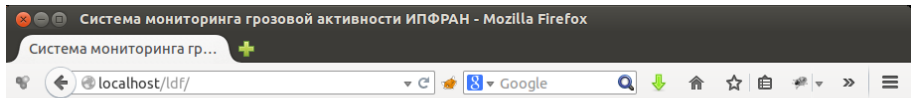
$$U(\varphi, \theta) = \sum_{i \neq j} [(t_i - t_j) - (\rho(A, P_i)/c - \rho(A, P_j))/c]^2 \rightarrow \min. \quad (6)$$



$$Q(\varphi, \theta) = \xi D(\varphi, \theta) + \psi U(\varphi, \theta) \rightarrow \min \quad (7)$$

Функционалы  $D(\varphi, \theta)$  и  $U(\varphi, \theta)$  определены выше формулами (4) и (6)

# Визуализация молниевой активности



Май 2014

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

06 : 00 : 00

06 : 00 : 30

Показать

- Создана и развернута система грозопеленгации.
- Первичные данные (формы сфериков) записываются.
- Система готова к тестированию алгоритмов местоопределения молниевых вспышек и их параметров.