

Каталог событий TGE (Thunderstorm ground enhancements) 2021 года по данным космофизического комплекса ЕНУ, Казахстан



Морзабаев А.К.¹, Махмұтов В.С.², Ерхов В.И.², Тулеков Е.А.¹, Филиппов М.В.²

1 – Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан

2 – Физический институт им.П.Н. Лебедева РАН, г.Москва, Россия

Контакты: morzabaev@mail.ru



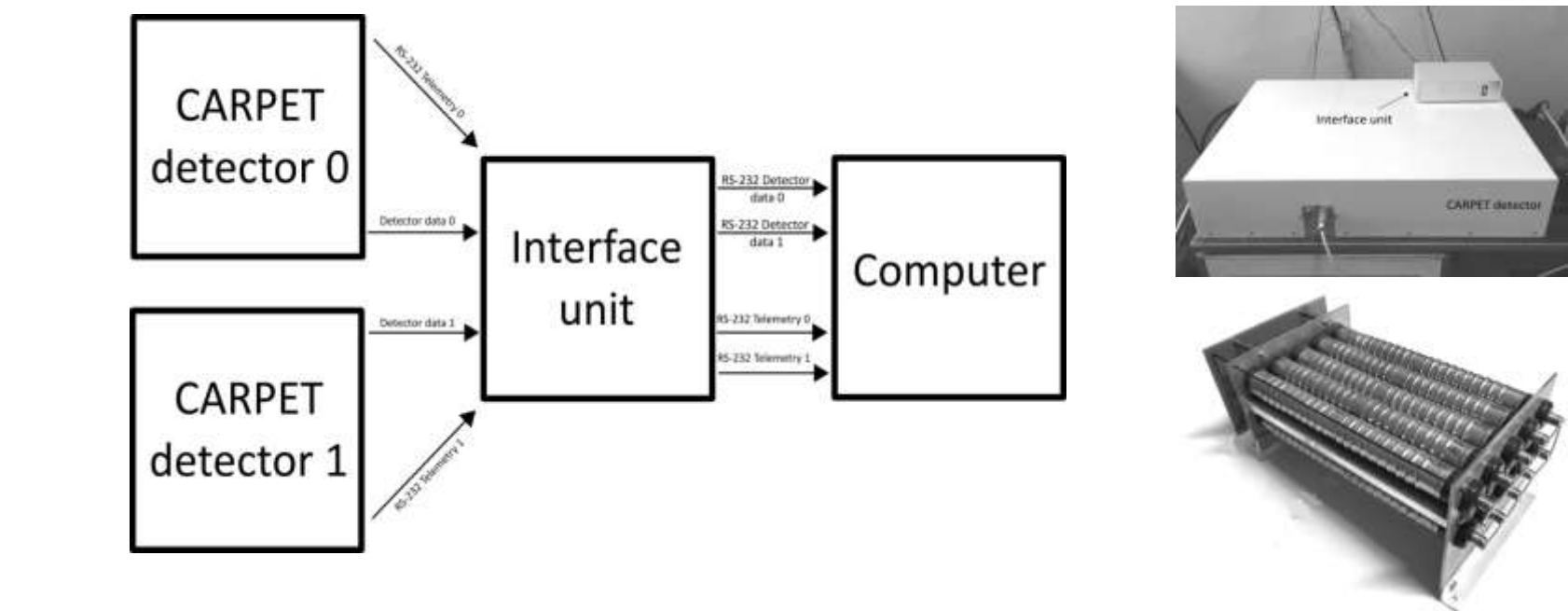
1. Введение

В 2015 г. на физико-техническом факультете Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева (г. Нур-Султан, Республика Казахстан), в содружестве с сотрудниками Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, был создан космофизический комплекс, состоящий из детектора CARPET (2 модуля), нейтронного детектора и электростатического флюксметра EFM-100. В 2016 году к первой части детектора был подключен дополнительный модуль детектора CARPET для повышения статистической точности экспериментальных данных. Представлены основные характеристики созданного комплекса и результаты полученных экспериментальных данных

2. Детектор CARPET/ASTANA



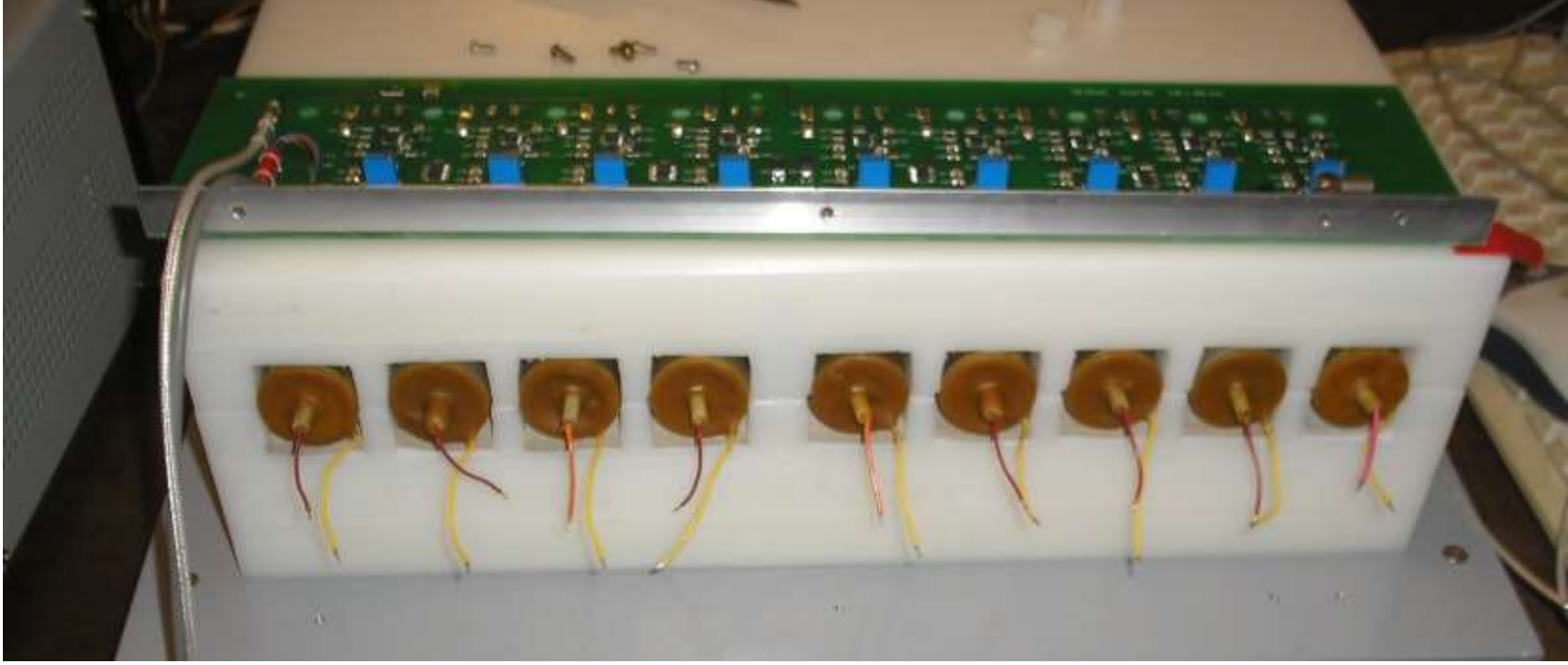
3. Блок-схема CARPET/ASTANA



Детекторами прибора CARPET/ASTANA являются газоразрядные счетчики типа CTC-6, объединенные в 12 блоков. 10 счетчиков в каждом. Каждый блок имеет два слоя. Верхний встречный слой отделен от нижнего встречного слоя алюминиевым фильтром толщиной 7 мм. Прибор регистрирует частицы с энергиями: в каналах «UP» и «LOW» - электроны и позитроны с энергиями $E > 200$ кэВ, протоны с $E > 5$ МэВ, мюоны с $E > 1,5$ МэВ и $E > 20$ кэВ фотоны (эффективность менее 1%). Канал «TEL» (совпадение) обнаруживает более энергичные частицы: электроны с энергией $E > 5$ МэВ, протоны с $E > 30$ МэВ и мюоны с $E > 15,5$ МэВ.

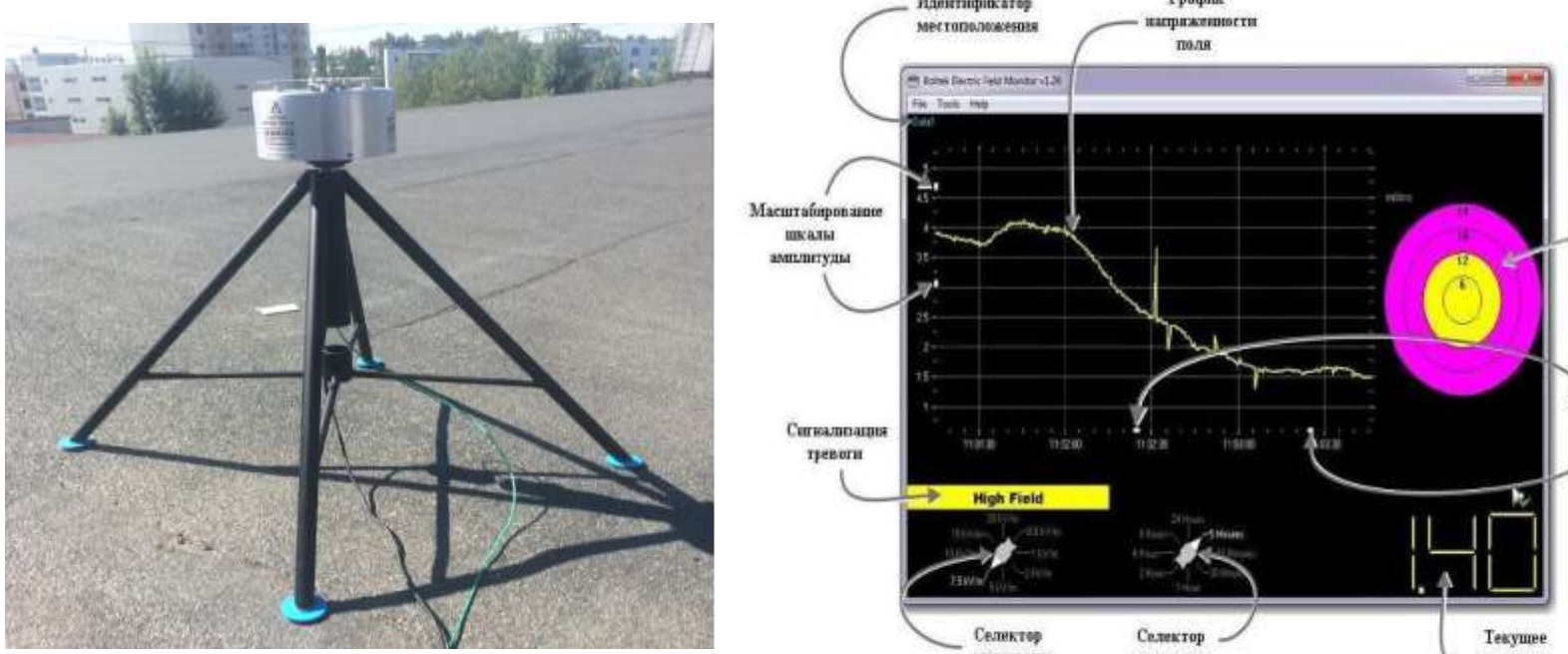
4. Нейтронный детектор

Нейтронный детектор (НД) предназначен для измерения потоков тепловых нейтронов (размеры НД: 140x410x480). Модуль детекторов состоит из девяти детекторов СНМ-18, расположенных между двумя слоями полиэтилена. Общая высота 125 мм. Полиэтилен используется для замедления быстрых нейтронов до тепловых энергий ($E_n \approx 0,025$ эВ), поскольку эффективность детектирования быстрых нейтронов детектора СНМ-18 составляет всего около 10%.



5. Электростатический флюксметр

Электростатический флюксметр EFM-100 (Boltex, Canada) предназначен для мониторинга электрического поля атмосферы, позволяет не только детектировать грозовые разряды, но и определять состояние высокой напряженности электрического поля, предшествующее первым разрядам молний. В основу работы устройства заложен принцип действия электростатического генератора



6. Мониторинг и просмотр данных CARPET

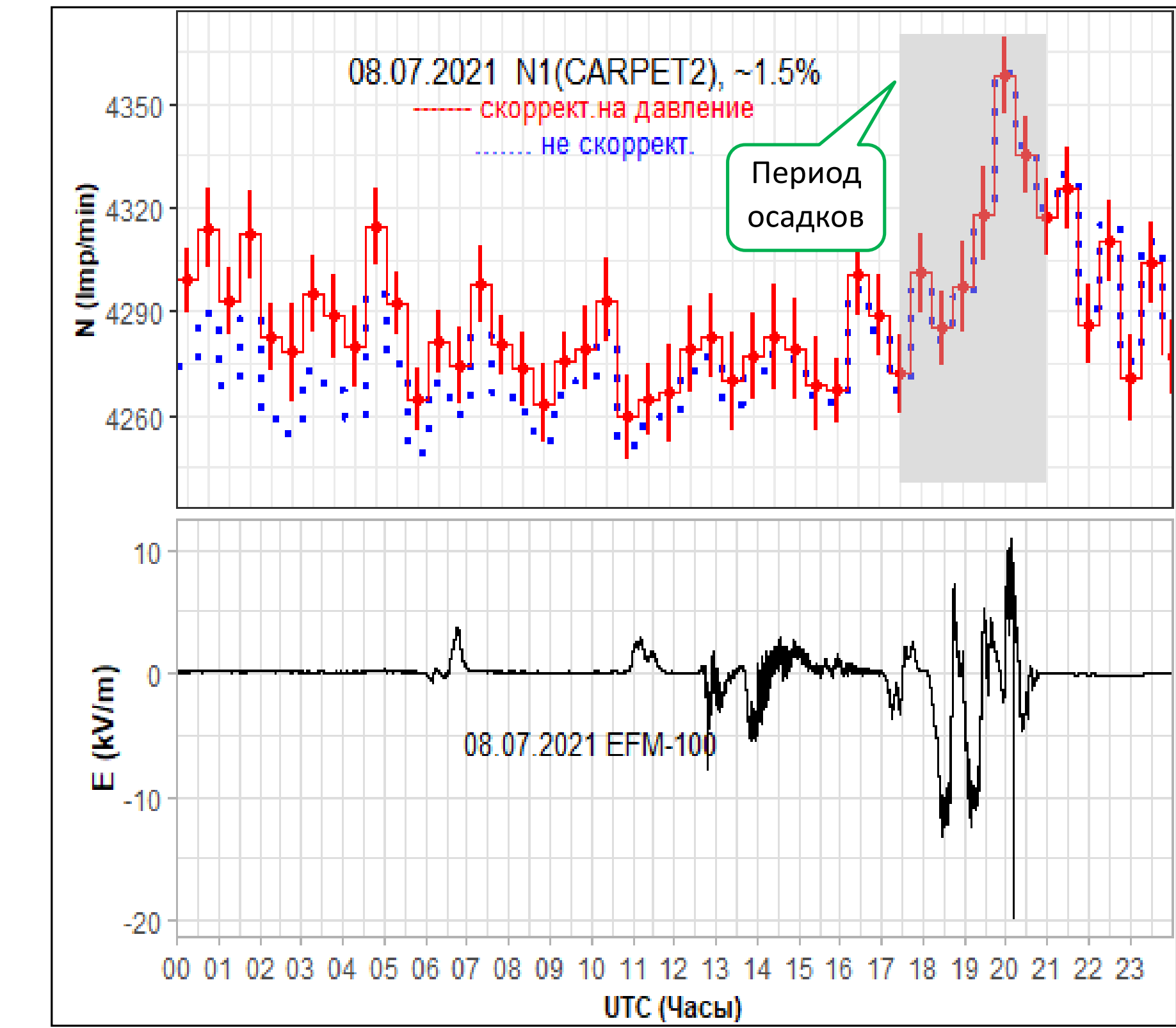
Данные измерений, с помощью специального ПО «CARPET monitor» фиксируются, обрабатываются, записываются. В конце дня формируются два файла: файл данных регистрации частиц по трем каналам (CH1, CH2 и TEL) и файл данных телеметрии (температура, давление, параметры напряжения).



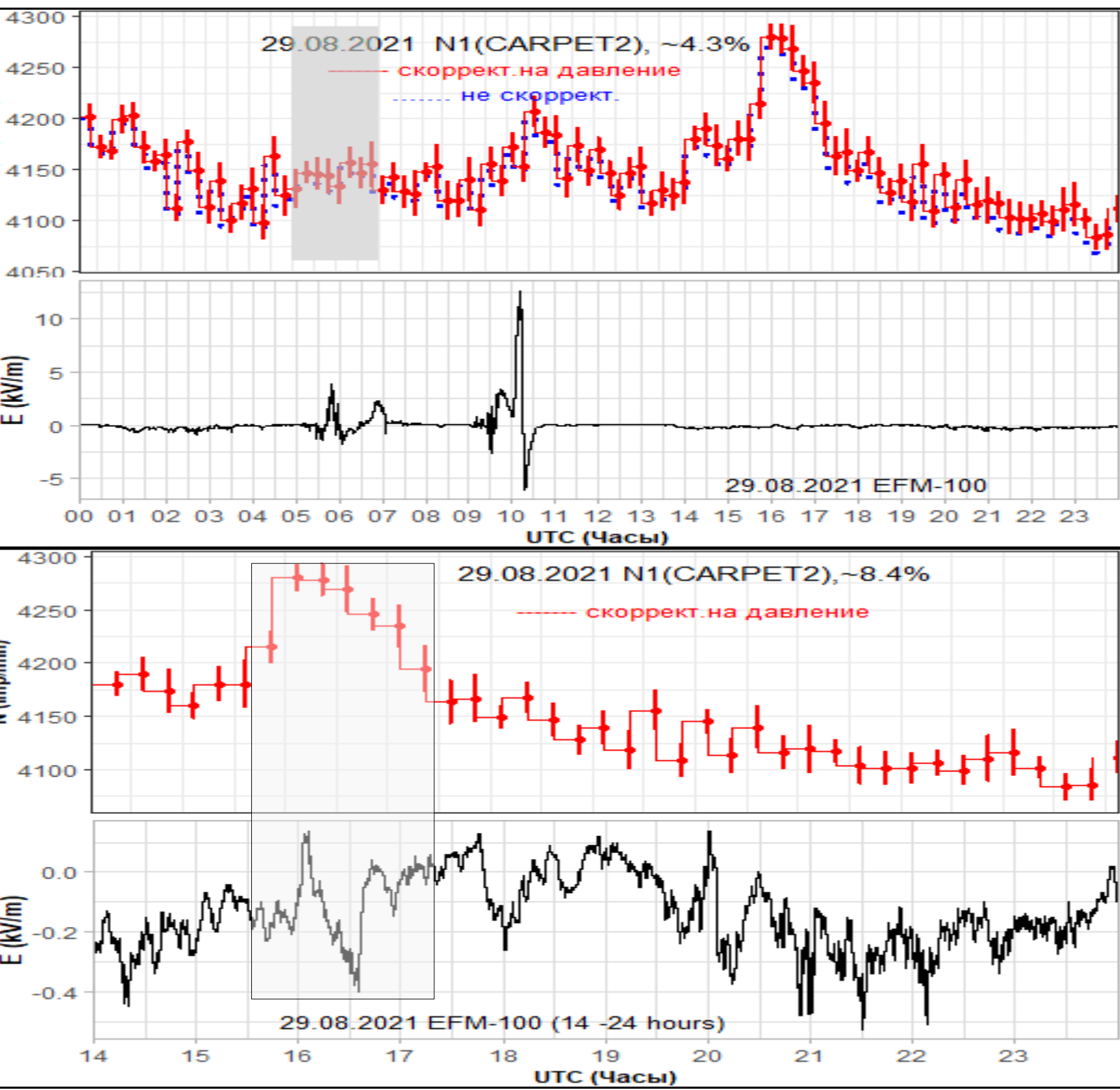
На рисунке показано окно программы с тремя кривыми, отражающими текущее изменение во времени счета трех каналов. Время интегрирования данных может задаваться в программе равным 1, 5, 15, 30 и 60 секундам.

7. Результаты анализа полученных данных

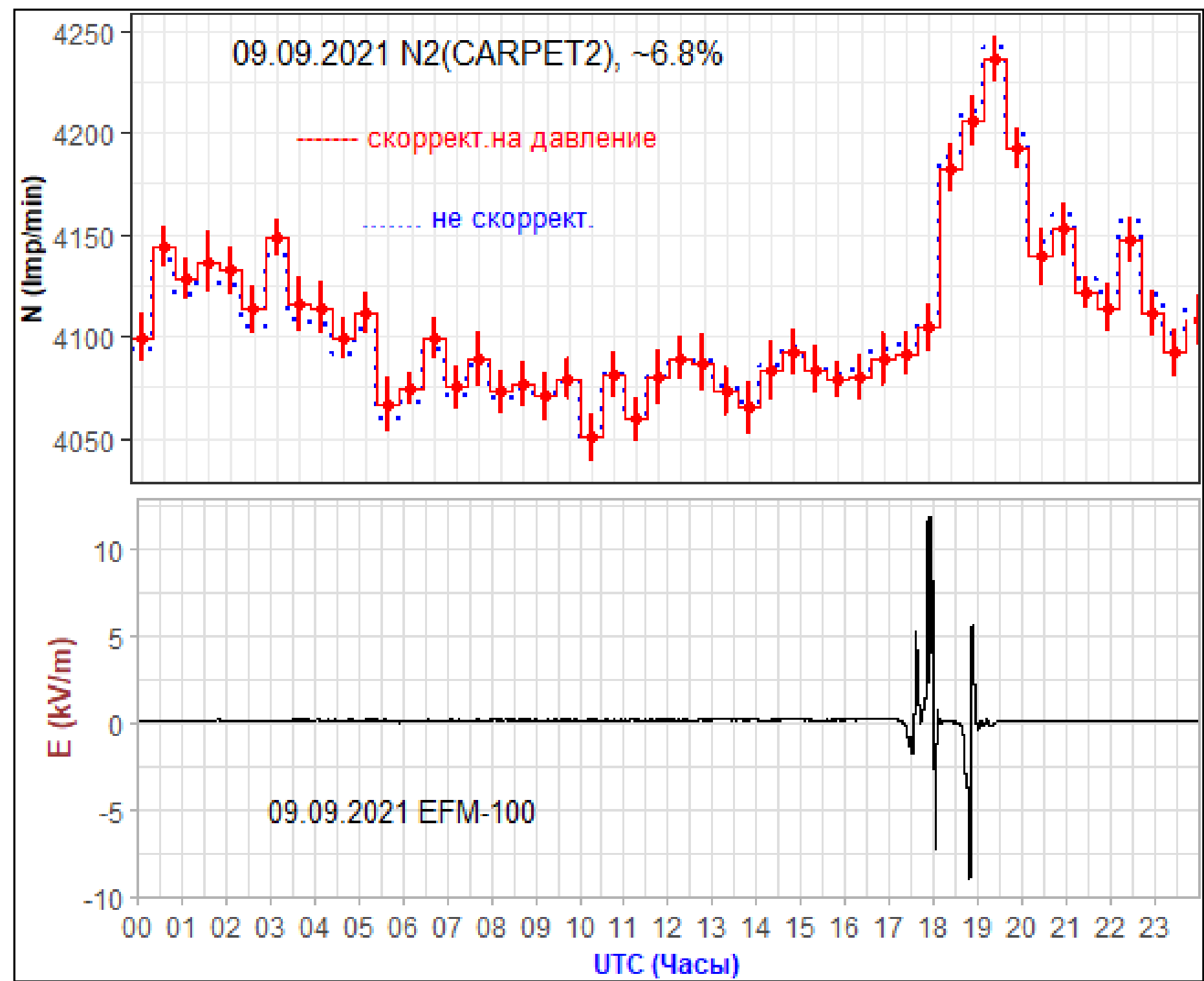
Временное изменение скорости счета канала N1 модуля CARPET2, градиента потенциала приземного электрического поля, осадки



Временное изменение скорости счета в канале N1 модуля CARPET2, градиента потенциала приземного электрического поля, осадки



Временное изменение скорости счета в канале N2 модуля CARPET2, градиента потенциала приземного электрического поля, 09.09.2021



8. Результаты

Случаи возрастных счетов (относительно фонового)

CARPET в каналах N1, N2, N12 на ~1-20%

Месяц/Год	КОБЕР						НД
	CARPET1			CARPET2			
	N1 -Up	N2- Low	N12- Tel	N1 -Up	N2- Low	N12- Tel	
Июль 2021г	5	5	0	6	6	3	0
Август 2021г	2	2	0	5	5	0	0
Сентябрь 2021	4	4	0	10	10	1	0
Октябрь 2021	2	2	0	9	9	0	0
Ноябрь 2021	2	2	0	8	8	2	0
Итого	15	15	0	38	38	6	0

9. Результаты

Месяц/Год	Количество превышений счета КОВРА (дни)	Грозы, грозовая активность	Осадки	Вариации градиента потенциала
Июль 2021г	6	3	6	5
Август 2021г	5	4	4	5
Сентябрь 2021г	10	0	7	10
Октябрь 2021г	9	0	8	8
Ноябрь 2021г	8	0	8	8
Итого	38	7	33	36
Итого %		18.4%	86.8%	94.7%

10. Резюме

- Экспериментальные данные космофизического комплекса ЕНУ позволяют регистрировать и исследовать приземные грозовые превышения TGE – увеличение потока частиц относительно фонового, регистрируемое детекторами вблизи земной поверхности при прохождении над ними электрифицированных облаков, грозовой активностью, грозами, излучением естественных радионуклидов;
- Создан каталог событий для 2021г (для периода наличия экспериментальных данных EFM);
- Проведенный анализ событий показал что не все регистрируемые события могут быть описаны в рамках существующих моделей таких как релятивистская лавина убегающих электронов (RREA), модификация энергетических спектров электронов (MOS) , модель обратной связи внутри облачных электронно-гамма-лавины, усиление потока электронов в импульсивных, 10-100-метровых, интенсивных электрических полях на кончиках лидеров молнии , вариации потока гамма-излучение радонового и торонного происхождения при выпадении осадков;
- Отдельные события превышения скорости счета каналов CARPET над фоновыми значениями наблюдаемые при отсутствии грозовой активности, гроз, в ряде случаев осадков предлагается рассматривать как приземные превышения (GE)

11. Ссылки

1) 2) M. V. Filippov, V. S. Makhmutov, Yu. I. Stozhkov, O. S. Maksumov, G. A. Bazilevskaya, A. K. Morzabayev, and Ye. A. Tulekov. Characteristics of the ground-based “CARPET-ASTANA” instrument for detecting charged component of cosmic rays and preliminary analysis of the first experimental data. Nuclear instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 2020, Vol. 959, 163567. DOI: 10.1016/j.nima.2020.163567

2) E. A. Tulekov, V. S. Makhmutov, G. A. Bazilevskaya, Yu. I. Stozhkov, A. K. Morzabaev, M. V. Philippov, V. I. Erkhov, and A. S. Dyusembekova. Ground-based Instrument for the Study of Cosmic Ray Variation in Nur-Sultan. Geomagnetism and Aeronomy, 2020, Vol. 60, No. 6, pp. 693–698. DOI: 10.1134/S0016793220060134

3) Tulekov Ye. A., Morzabaev A. K., Makhmutov V. S., Yerkhov V. I. Study of the electric field variation based on preliminary observations at the ENU cosmophysical complex in 2020 . Journal “Bulletin of the Karaganda University”, Series “Physics”. 2021. Vol.102 No. 2. pp. 693-698