



Результаты регистрации быстрых оптических событий наземной системой мониторинга за период с 2017 по 2019 г.

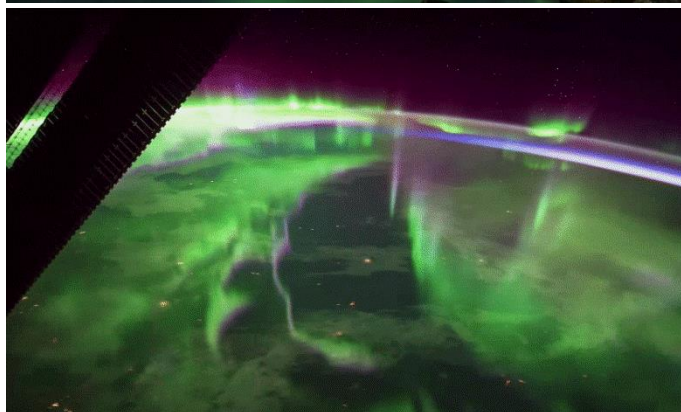
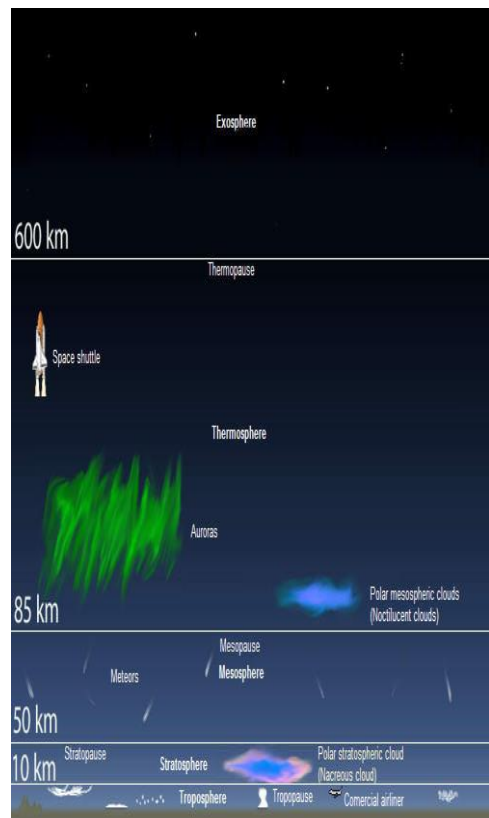
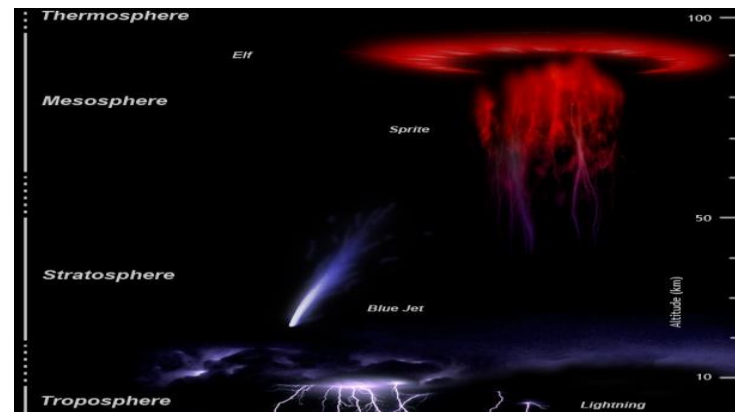
И.Д. Ткачев, Р.В. Васильев, А.В. Михалев, С.В. Подлесный

**ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ СО РАН
Иркутск, Россия**



Быстрые оптические явления в атмосфере Земли

1. Атмосферное электричество
2. Метеоры
3. Элементарные частицы и ядра ультравысоких энергий
4. Полярные сияния
5. Человеческая активность





Быстрые оптические события вне списка

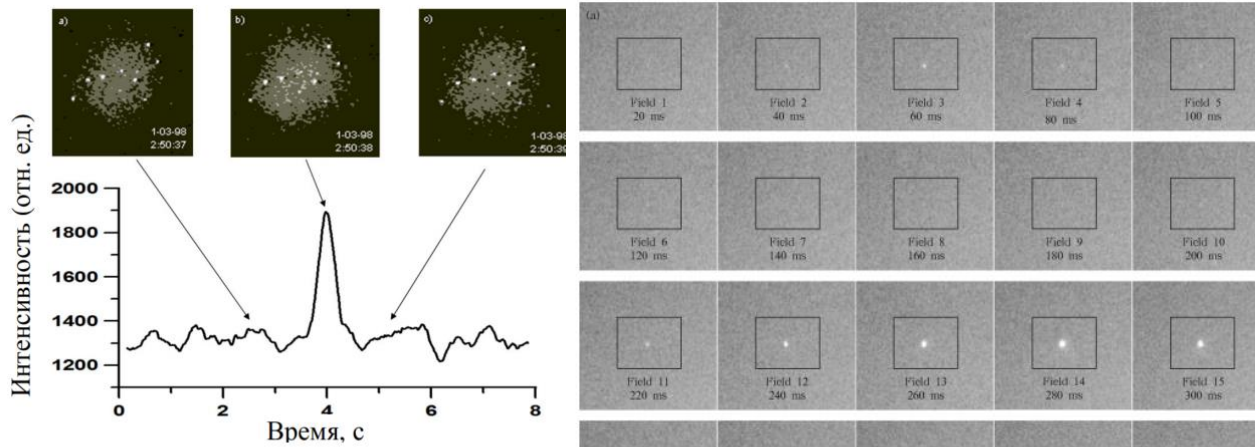


Рис. 7. Оптическая вспышка 28 февраля 1998 (18:50 UT), зарегистрированная одновременно высоко чувствительной телевизионной системой (вверху) и нитным фотометром (внизу) [Михалев, Белецкий, 2000].

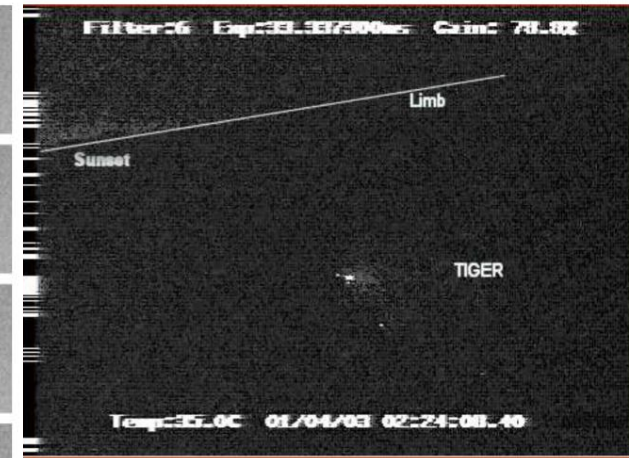
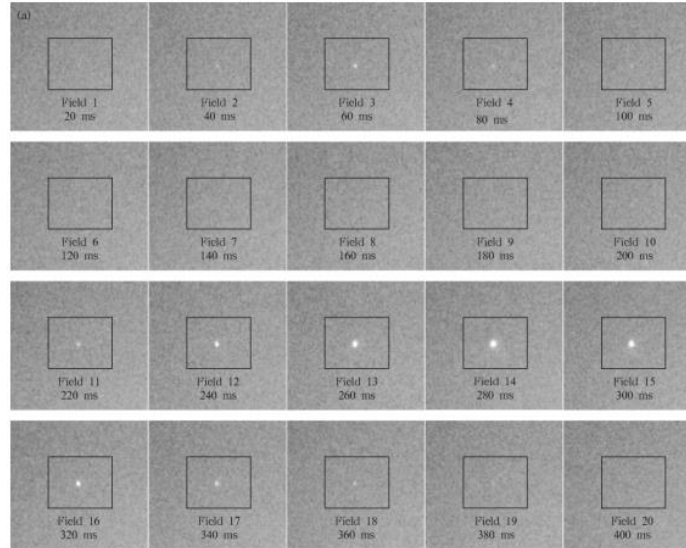


Figure 3. The brief luminosity of the TLE as observed above the Indian Ocean, east of the main storm system. Based on the assumption that the event occurred at an altitude of ~ 100 km, the computed range from the shuttle is ~ 520 km, more than 700 km from near-by thunderstorms.



1. Ogelman H. Millisecond time scale atmospheric light pulses associated with solar and magnetospheric activity // J. Geophys. Res. 1973. vol. 78, № 16. p. 3033-3039.
2. А.В. Михалев, А.Б. Белецкий. Характеристики оптических вспышек в излучении ночной атмосферы по данным мультиспектральных фотометрических и телевизионных наблюдений // Оптика атмосферы и океана. 2000. Т. 13. N. 4. С. 338–341. <http://ao.iao.ru/ru/content/vol.13-2000/iss.04/4>
3. Yair, Y., et al. Space shuttle observation of an unusual transient atmospheric emission, Geophys. Res. Lett., 32, L02801, doi:10.1029/2004GL021551. (2005).
4. Yang Jing, Lu Gaopeng, Du Jian, et al., 2014: Ground-based observations of unusual atmospheric light emissions. J. Meteor. Res., 28(4), 624–633, doi: 10.1007/s13351-014-3086-7.



Условия наблюдения

Измерения проводились в период новолуний (~2 недели) в безоблачную погоду на территории Геофизической обсерватории торы ИСЗФ СО РАН





Инструменты

Объектив: Юпитер 3

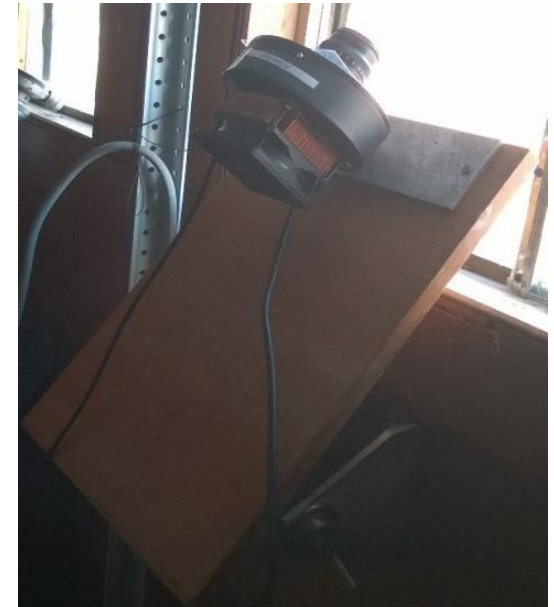
Разрешение матрицы: 1392 x 1040

Размер матрицы: 2/3 (8.77 x 6.6)

Время экспозиции: от 3.5 мкс до 110 с

Частота кадров: от 7.7 Гц до 19.5 Гц

Рабочий спектральный диапазон: 400-800 нм



Высококчувствительная система, созданная на базе электронно-оптического преобразователя 3-го поколения EPM102G-04-22C и камеры Vaumer HXG40NIR на базе ПЗС матрицы CMOSIS CMV4000.

Разрешение матрицы: 2048x2048

Размер пикселя: 5.5x5.5

Время экспозиции: 200мс



Инструменты/события

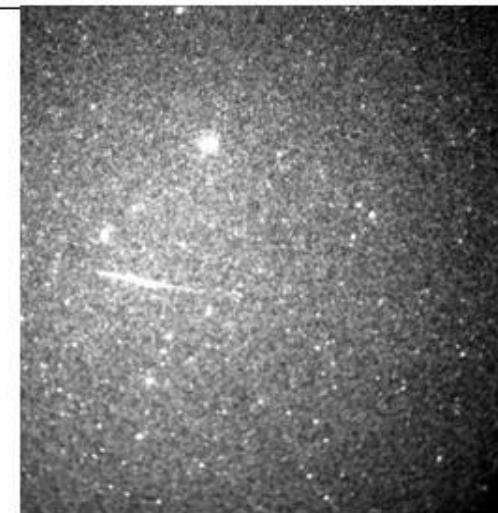
Спутник

Метеор

ПЗС ФОТОМЕТР



ЭОП





Алгоритм поиска вспышек

1. Выбирается сканирующее окно определенной длительности
2. С шагом в один кадр производится поиск по данным за всю ночь
3. На каждом шаге проверяется условие:

$$(I_{\text{middle}} - I_{\text{mean}}) > 3\sigma,$$

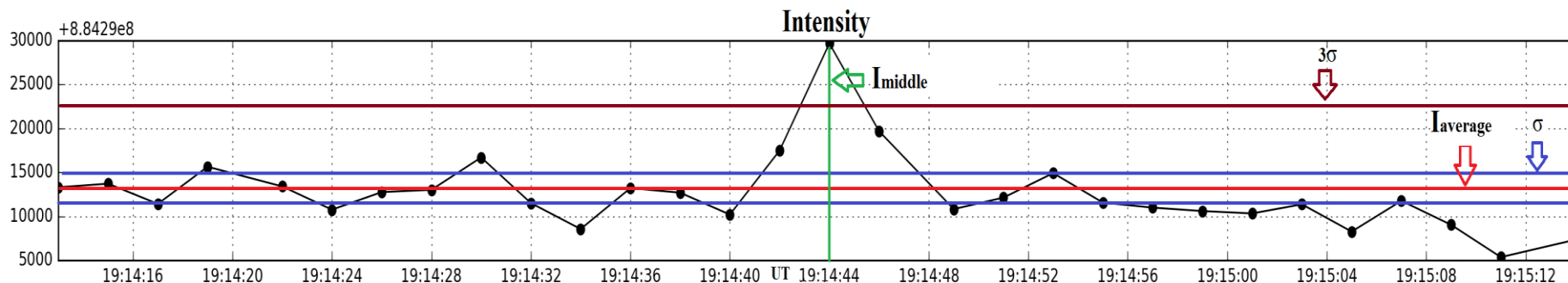
где

I_{middle} - значение интенсивности в середине окна,

I_{mean} - среднее значение интенсивности в окне,

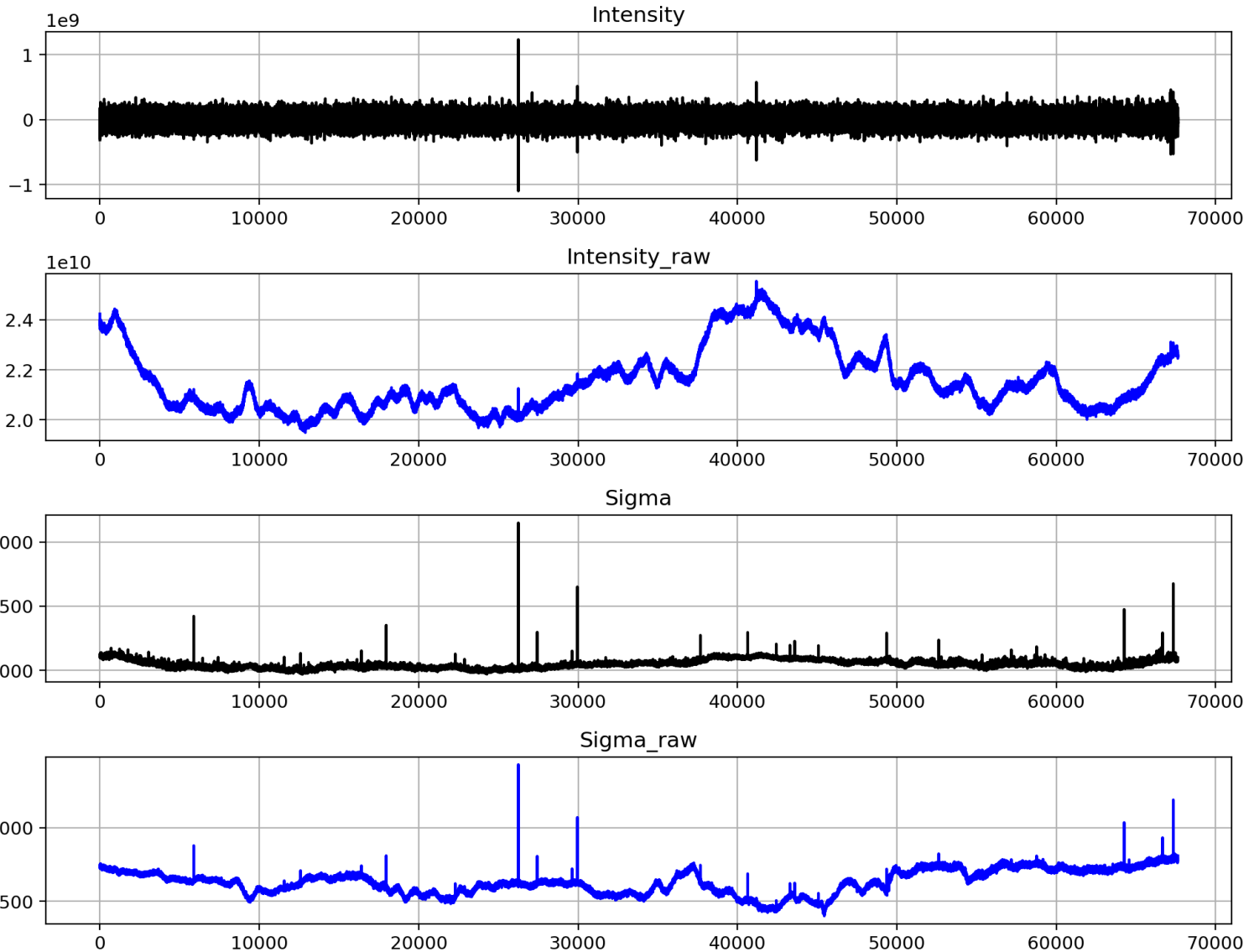
σ - среднеквадратичное отклонение интенсивности внутри сканирующего окна

4. Всё, что выше порога 3σ , регистрируется как событие





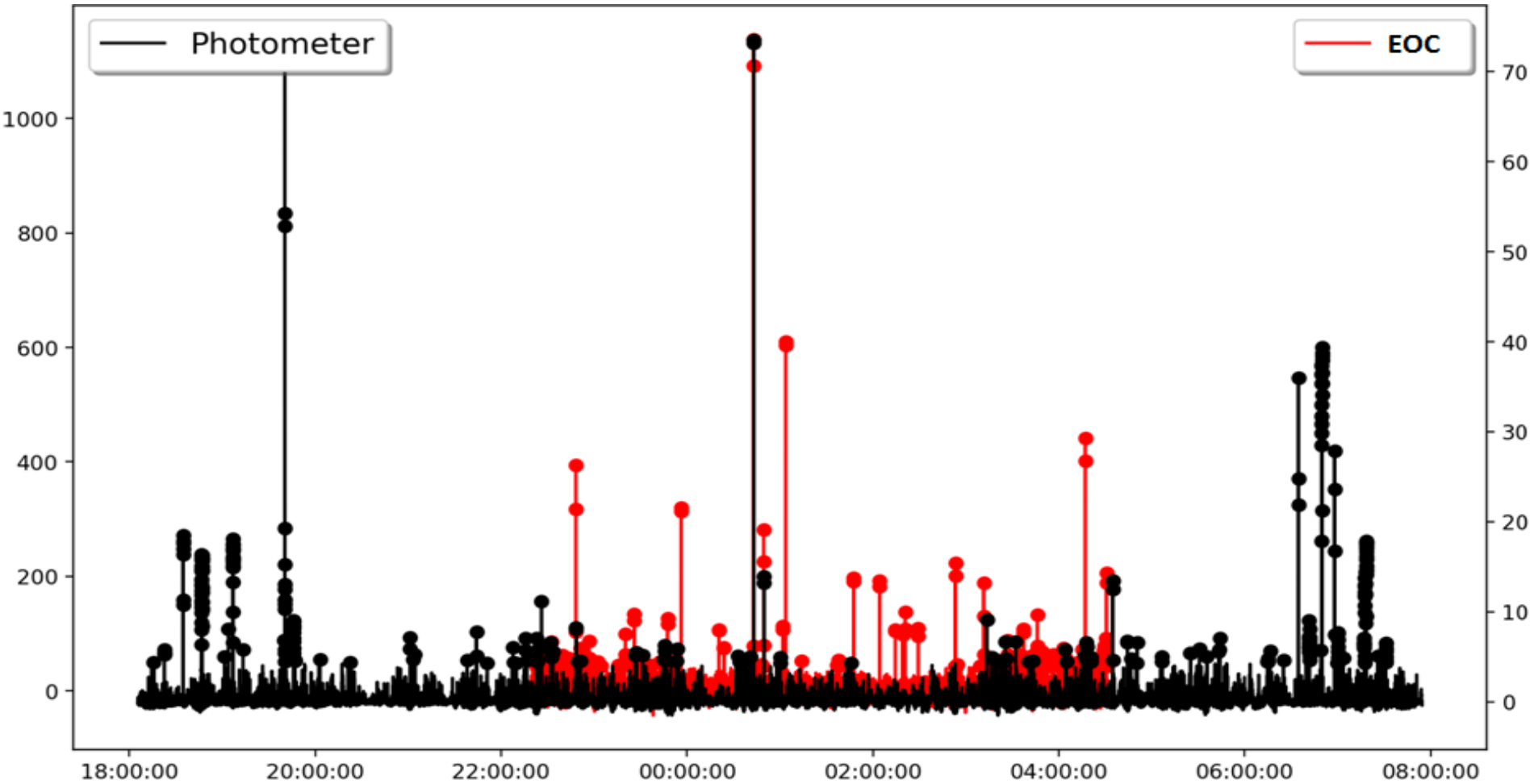
Статистические характеристики



Интегральная интенсивность и стандартное отклонение для первоначальных данных (синие кривые) и для производной (черные кривые). Для ночи 12.13.18. По оси X номер кадра.



Одновременная регистрация событий



Стандартное отклонение производной для ЭОПа (красная кривая) и ПЗС Фотометра (черная кривая). Для ночи 12.13.18. По оси x - локальное время.

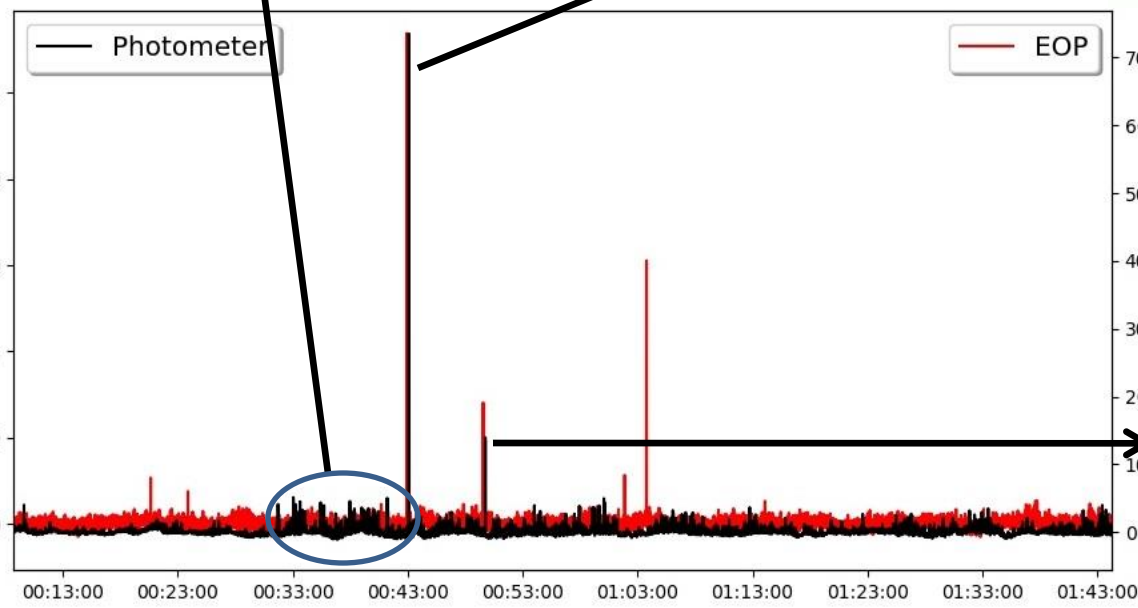
2018-12-13-16-28-00



2018-12-13-16-43-00

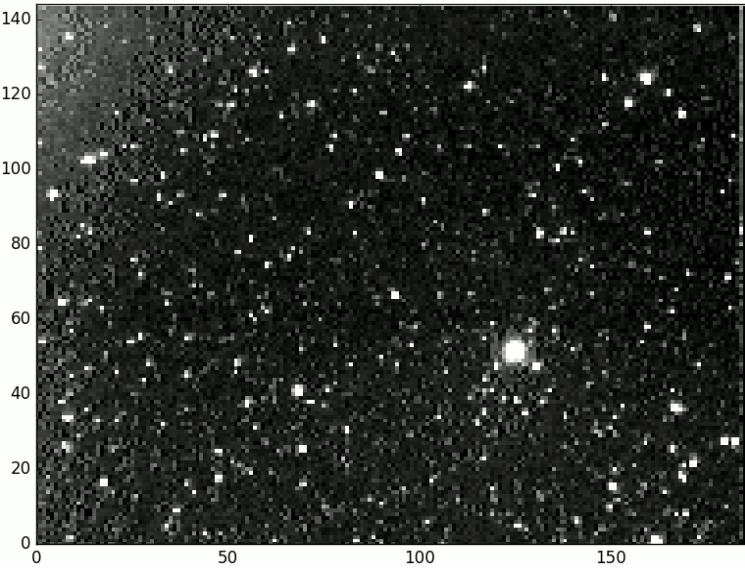


2018-12-13-16-49-36



Результаты

2018-04-21-18-15-36

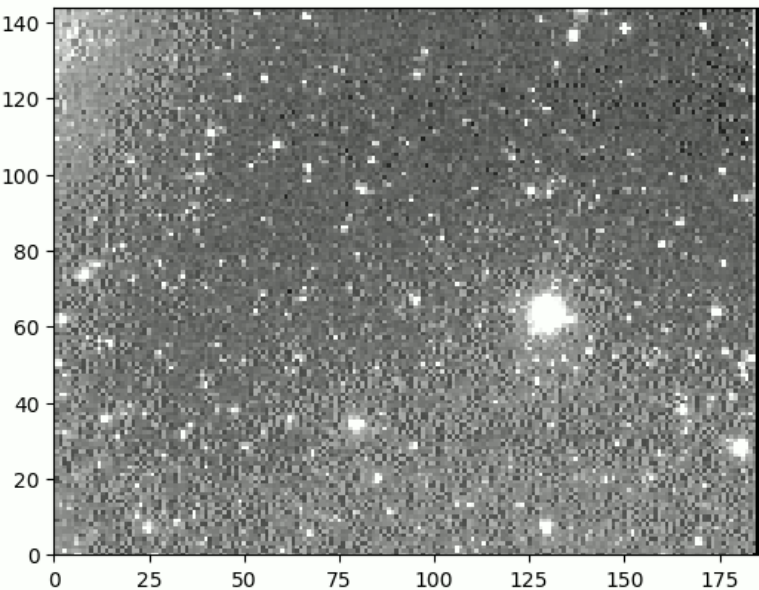


2018-12-12-11-20-29

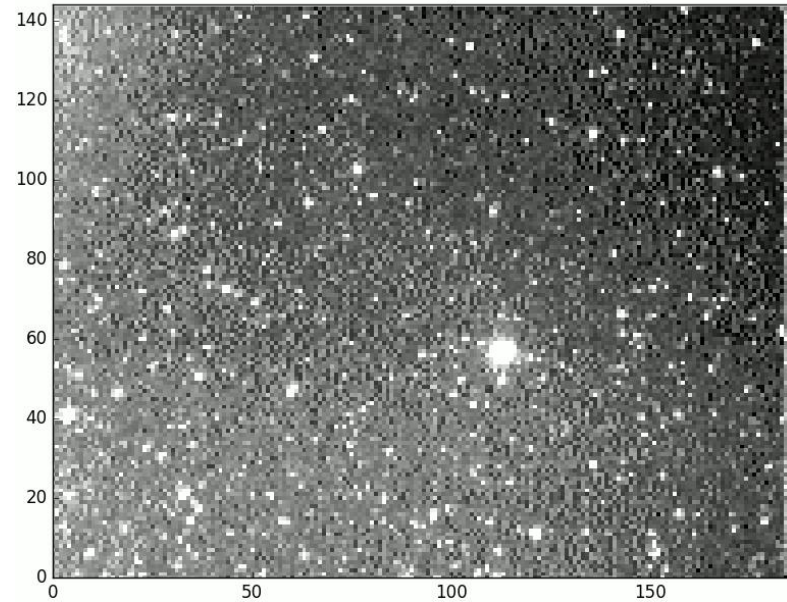


Спутники

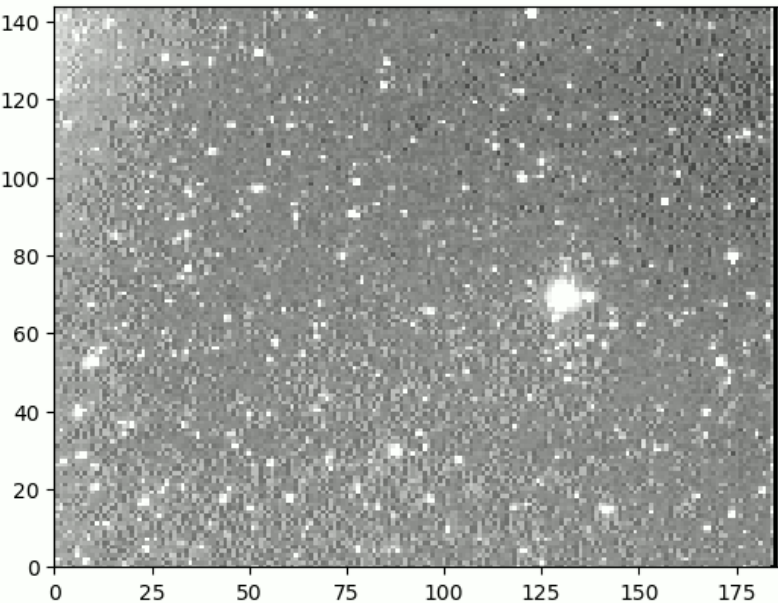
2017-05-29-17-02-00-9504



2018-04-21-14-13-40



2017-05-24-18-10-19-1369



2016-12-01-17-39-24



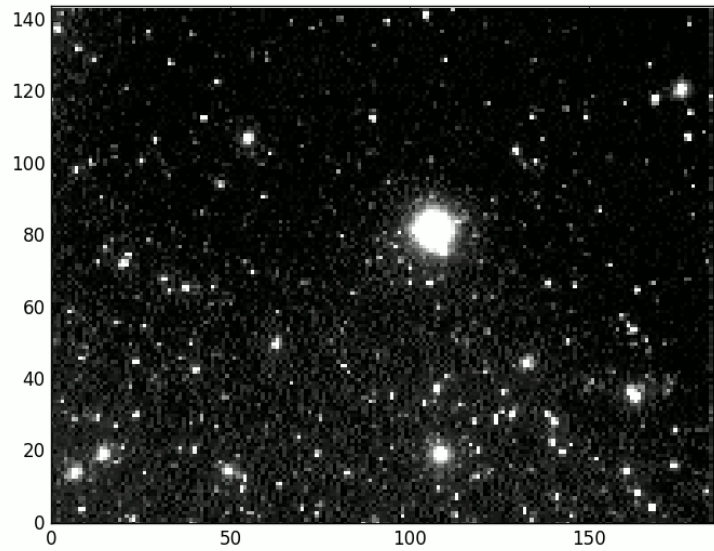
Метеоры



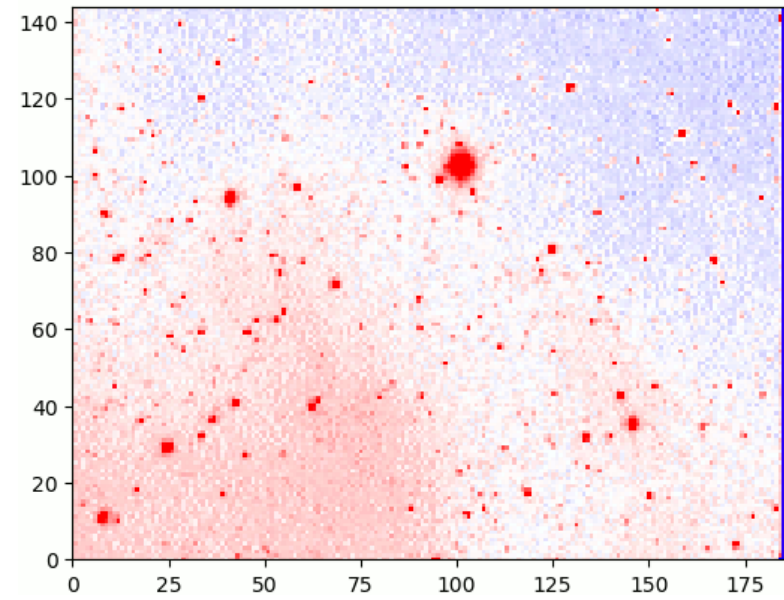
2018-12-13-16-43-00



2017-03-27 17:30:27



2017-01-19-16-18-14-1013

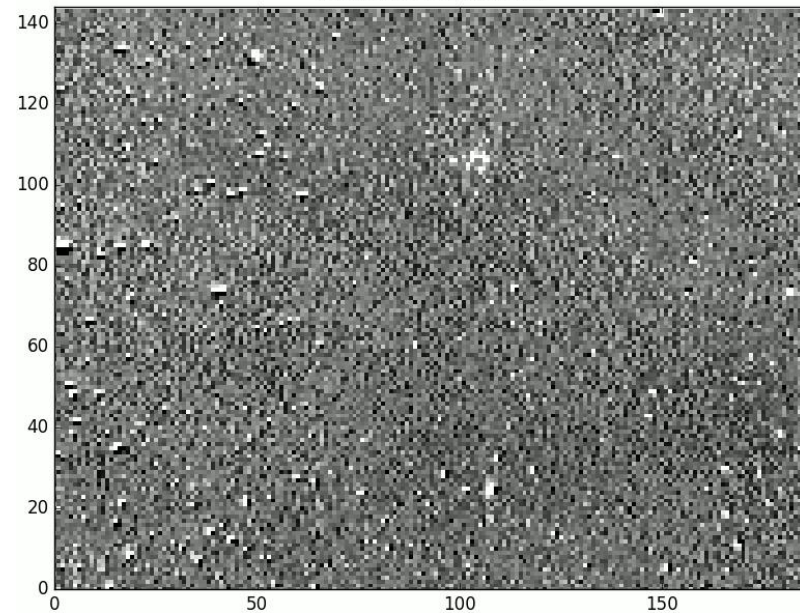


Вспышки

2018-12-13-18-07-20



2017-02-13-12-33-13





Пример одновременно зарегистрированных событий во время Апрельской сессии

Интегральная интенсивность

эксперимента

Инструменты/дата	12.04.18	14.04.18	16.04.18	17.04.18	19.04.18	20.04.18	21.04.18	22.04.18
ПЗС Фотометр	36	40	25	20	13	3	22	18
ЭОП	75	23	63	33	4	15	51	42
Количество совпадений	7 (2 спутника)	2	3	3	0	1	5 (1 метеор, 2 спутника)	3 (2 спутника)

Сигма производной

Инструмент/дата	12.04.18	14.04.18	16.04.18	17.04.18	19.04.18	20.04.18	21.04.18	22.04.18
ПЗС Фотометр	100	19	10	12	29	9	17	17
ЭОП	116	31	17	38	20	53	131	122
Количество совпадений	10	3	4	8	2	1	13	12

Заключение

Проведен эксперимент по синхронному наблюдению быстрых оптических событий. Получена база данных событий зарегистрированных одновременно. Выделены типы полученных событий.

Разработаны алгоритмы для автоматического поиска одновременных событий.

Спасибо за внимание!