

## Экспериментальный комплекс «Гроза»

На Тянь-Шанской высокогорной станции ФИАН (ТШВНС) создан экспериментальный комплекс «Гроза», где ведутся работы по изучению процессов в грозовой атмосфере и исследованию их взаимосвязи с космическим излучением. Эти работы имеют как фундаментальное, так прикладное назначение.

ТШВНС представляет собой уникальное место для изучения грозового разряда, поскольку высота его расположения – 3400 м над уровнем моря – соответствует высоте прохождения грозовых облаков над горами Северного Тянь-Шаня.

В настоящее время комплекс «Гроза» состоит из следующих установок: ливневой триггерной системы, регистрирующей прохождение космических лучей, системы сцинтилляционных NaI-детекторов, многорядных ионизационных спектрометров поглощения, двух независимых радиосистем, работающих в диапазоне частот 0,1 – 30 МГц и ~ 250 МГц, двух детекторов скачка статического электрического поля и его высокочастотной составляющей, детекторов тепловых нейтронов и нейтронного супермонитора НМ-64.



**Пункты размещения (показаны цифрами) экспериментальной аппаратуры комплекса «Гроза».**

Комплекс «Гроза» – это установка нового поколения, которая позволяет одновременно регистрировать в атмосферном грозовом разряде потоки гамма излучения, высокоэнергичных электронов и позитронов, а также нейтронов, в том числе тепловых.

Исследования взаимосвязи гамма-излучения с грозовыми явлениями и с космическими лучами проводятся на Тянь-Шанской высокогорной научной станции с 1999 г. Уже первые результаты показали существенное усиление гамма излучения в диапазоне 100 – 500 кэВ во время грозы. Затем были обнаружены ярко выраженные корреляции электрического разряда в грозовой атмосфере со всплесками гамма-излучения. Это подтверждает совместное наблюдение радиоизлучения и гамма-излучения. Затем было установлено, что коротковолновое радиоизлучение каждой молнии начинается с очень короткого биполярного импульса длительностью порядка 100 нс. Была обнаружена временная корреляция кратковременных вспышек с моментами электрических разрядов (молний) внутри грозовых облаков и моментами прохождения широких атмосферных ливней (ШАЛ) через область с высокой напряженностью электрического поля внутри облаков. Обнаружена глубокая взаимосвязь космических лучей с электрическими явлениями в грозовой атмосфере.

Впервые в мире экспериментально обнаружен особый тип межоблачного разряда в атмосфере, инициированного высокоэнергичными космическими лучами.



**Подъем кабеля для верхнего детектора**

В атмосферных разрядах во время активного грозового периода наблюдалось огромное количество электронов с энергиями вплоть до МэВ и выше. Впервые на комплексе «Гроза» зарегистрированы чрезвычайно большие потоки низкоэнергичных тепловых нейтронов, генерируемых во время грозы, совпадающие по времени с моментами атмосферных разрядов.

В лабораторных условиях разрабатывается установка для имитации процессов в грозовом разряде. Для выяснения механизма инициации разряда необходимы создание разряда с хорошо воспроизводимыми параметрами, с данными о распределении электрического поля, тока, свойств среды в промежутке с высокой точностью во времени и пространстве.

Импульсный разряд в заданной начальной конфигурации электрического поля является удобным объектом для поиска новых механизмов инициации пробоя, одним из которых является механизм пробоя на убегающих электронах (ПУЭ), предложенный академиком А.В. Гуревичем, активно участвующем в организации проекта.

### **Научные цели проекта:**

- 1) Получение новых знаний и приоритетных научных результатов о роли высокоэнергичных проникающих излучений в образовании и развитии молниевых разрядов в грозовой атмосфере;
- 2) Непрерывный мониторинг всех видов ионизирующих излучений, выявление аномалий потоков космической радиации в периоды солнечной и грозовой активности и прогнозирование космической погоды;
- 3) Использование на практике новых принципов и методов защиты коммуникаций от атмосферных разрядов и обеспечение безопасности полетов летательных аппаратов в космосе и в верхних слоях атмосферы.





**Детекторы для новой установки. «Ставить там!»  
А.П. Чубенко и студенты. 2010 г.**



**Настройка сотрудниками ФИАН Чубенко А.П. и Щепетовым А.Л. системы регистрации  
установки на 3500 м н.у.м. для исследования физических процессов в атмосферных молниях.**

## Литература

1. Chubenko A.P., Antonova V.P., Kryukov S.V., Piskal V.V., Ptitsyn M.O., Shepetov A.L., Vildanova L.I., Zybin K.P., Gurevich A. V. // Intensive X-ray emission bursts during thunderstorms // *Physics Letters A* , 2000, v. 275, pp. 90 – 100;
2. Chubenko A.P., Amurina I.V., Antonova V.P., Kokobaev M.M., Kryukov S.V., Nam R.A., Nesterova N.M., Oskomov V.V., Piskal V.V., Ptitsyn M.O., Sadykov T.Kh., Shepetov A.L., Vildanova L.I., Zybin K.P., Gurevich A. V. // *Effective growth of number of cosmic ray electrons inside thundercloud* // *Physics Letters A* , 2003, v. 309, pp. 90 – 102;
3. Gurevich A.V., Karashtin A.N., Chubenko A.P., L.M.Duncan, Ryabov V.A. et al // *Experimental evidence of giant electron - gamma bursts generated by extensive atmospheric showers in thunderclouds* // *Phys.Lett. A* , 2004, v. 325, pp. 389 – 402;
4. Антонова В.П., Вильданова Л.И., Гуревич А.В., Зыбин К.П., Караштин А.Н., Крюков С.В., Рябов В.А., Птицын М.О., Чубенко А.П., Шлюгаев Ю.В., Щепетов А.Л. // *Изучение взаимосвязи процессов в грозовой атмосфере с высокоэнергичными космическими лучами на Тянь-Шаньском экспериментальном комплексе "Гроза"* // Журнал технической физики, 2007, том 77, вып. 11, стр. 109;
5. Гуревич А.В., Караштин А.Н., Рябов В.А., Чубенко А.П., Щепетов А.Л. // *Нелинейные явления в ионосферной плазме. Влияние космических лучей и пробоя на убегающих электронах на грозовые разряды* // *Успехи физических наук* 2009, том 179, № 7, стр. 779 – 790;
6. Chubenko A.P., Karashtin A.N., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Antonova V.P., Kryukov S.V., Mitko G.G., Naumov A.S., Pavljuchenko L.V., Ptitsyn M.O., Shalamova S.Ya., Shlyugaev Yu.V., Vildanova L.I., Zybin K.P., Gurevich A.V. // *Energy spectrum of lightning gamma emission* // *Physics Letters A* 2009, v.373, pp.2953 – 2958;
7. Gurevich A.V., Mitko G.G., Antonova V.P., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Kryukov S.V., Naumov A.S., Pavljuchenko L.V., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shalamova S.Ya., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *An introcloud discharge caused by extensive atmospheric shower* // *Physics Letters A* 2009, v.373, pp.3550 – 3553;
8. Antonova V.P., Gurevich A.V., Zybin K.P., Karashtin A.N., Kryukov S.V., Ryabov V.A., Ptitsyn M.O., Chubenko A.P., Shlyugaev Yu.V. and Shchepetov A.L. // *The effect of the thunderstorm activity on the Tien Shan neutron monitor data* // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 2009, v. 73, № 3, pp.394-396;
9. Антонова В.П., Вильданова Л.И., Гуревич А.В., ..., Рябов В.А., ... Чубенко А.П. и др. // *Влияние космических лучей и пробоя на убегающих электронах на образование и развитие молний в грозовой атмосфере* // *Известия ВУЗов. Радиофизика*, 2009, том LII, №9, стр.700;
10. Gurevich A.V., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Mitko G.G., Naumov A.S., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *Gamma-ray emission from thunderstorm discharges* // *Physics Letters A* 2011, v.375, pp.1619 – 1625;
11. Gurevich A.V., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Antonova V.P., Mitko G.G., Naumov A.S., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *The effective growth of gamma-ray background during a thunderstorm* // *Physics Letters A* 2011, v.375, pp.4003 – 4006;
12. Gurevich A.V., Antonova V. P., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Mitko G.G., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Vildanova L.I., Zybin K.P. // *Strong flux of low-energy neutrons produced by thunderstorms* // *Physical Review Letters*, 2012, vol. 108, p.125001;
13. Gurevich A.V., Antonova V.P., Chubenko A.P., ..., Ryabov V.A., et al // *Cosmic rays and thunderstorms at the Tien-Shan mountain station* // *Journal of Physics: Conference Series* 2013, v. 409, Article Number 012235 (23<sup>rd</sup> European Cosmic Ray Symposium, ECRS-2012, 2012, 3-7 July, Moscow, Russia);

14. Mitko G.G., Antonova V.P., Chubenko A.P.,..., Ryabov V.A., et al // *Bursts of gamma-rays, electrons and low-energy neutrons during thunderstorms at the Tien-Shan*// Journal of Physics: Conference Series 2013, v. 409, Article Number 012234 (23<sup>rd</sup> European Cosmic Ray Symposium, ECRS-2012, 2012, 3-7 July, Moscow, Russia);
15. Gurevich A.V., Antonova V.P., Chubenko A.P., Karashtin A.N., Mitko G.G., Ptitsyn M.O., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Shlyugaev Yu.V., Thu W. M., Vildanova L.I., Zybin K.P.// *Correlation of radio and gamma emissions in lightning initiation* // Physical Review Letters, 2013, Vol. 111, p.165001;