

## Глобальное внезапное ионосферное возмущение от космического гамма-всплеска GRB221009A по данным регистрации ОНЧ-излучения Якутской меридиональной цепочки и глобальной системы AWDANet

По данным «Космического гамма-телескопа Ферми» (Fermi Gamma-ray Space Telescope) на околоземной орбите 9 октября 2022 года был зафиксирован рекордно мощный гамма-всплеск «GRB221009A» за все время наблюдений. Источник «GRB221009A» находится в созвездии «Стрелец» на расстоянии 1,9 миллиард световых лет ( $z \approx -0.15$ ), что считается аномально близким расстоянием для мощных и длительных гамма-всплесков. Гамма-всплеск наблюдался и на других многих космических и наземных обсерваториях. Например, в каталоге событий орбитальной обсерватории «Neil Gehrels Swift» гамма-всплеск обозначается как «Swift J1913.1+1946». Обсерватория LHAASO (Large High Altitude Air Shower Observatory) в Китае обнаружила фотоны с энергией выше 10 ТэВ. Кроме того, различные авторы показали сильное внезапное ионосферное возмущение (ВИВ) от гамма-всплеска «GRB221009A», заключающееся во внезапном увеличении или уменьшении силы электромагнитных сигналов от радиопередатчиков ниже 100 кГц, распространяющихся в волноводе «Земля-Ионосфера» для отличающихся трасс по расстоянию и расположению.

В настоящей работе представлены результаты наблюдения внезапного ионосферного возмущения, полученные по данным очень низкочастотных (ОНЧ) приемников Якутской меридиональной цепочки: Радиофизического полигона «Ойбенкель» и ПГО «Тикси» а также по данным глобальной сети автоматического обнаружения и анализа вистлеров (AWDANet): Seattle (США), Dunedin (Новая Зеландия), Marion Island (ЮАР), Tihany (Венгрия), Humain (Бельгия) и Tvarminne (Финляндия). В роли источников электромагнитных сигналов использовались радиопередатчики в диапазоне частот от 16.4 кГц до 40 кГц, находящиеся в Австралии, Индии, США, Японии, Южной Корее, Франции, Великобритании и Норвегии. Длина рассматриваемых радиотрасс варьируется от 500 км до 10500 км.

Полученные нами результаты показывают глобальный характер внезапного ионосферного возмущения как в дневной, так и в ночной ионосфере Земли, так как проекция источника гамма-всплеска на Земную поверхность (22.22 с.ш., 71.22 в.д.) пришлась на вечерние часы. Были выделены три эффекта: 1) «W-эффект» - повторяющий форму гамма-всплеска «GRB221009A» и наблюдаемый с максимальной величиной уменьшения амплитуды ОНЧ-сигнала до 5.29 дБ для всей области ночной ионосферы. 2) «L-эффект» - наблюдаемый для дневной области ионосферы до приблизительно 52 с.ш. с максимальной величиной уменьшения амплитуды ОНЧ-сигнала до 3.9 дБ. 3) «A-эффект» - наблюдаемый для дневной области ионосферы от 52 с.ш. до 60 с.ш. с максимальной величиной увеличения амплитуды ОНЧ-сигнала до 0.7 дБ. Выше 60 с.ш. воздействие гамма-всплеска на ионосферу Земли не наблюдается. Наблюдения за изменениями состояния D-слоя ионосферы с помощью регистрации ОНЧ-радиоволн во время их распространения в волноводе «Земля-ионосфера» позволяет проводить мониторинг космических гамма-всплесков.

Работа выполнена в рамках государственного задания (номер госрегистрации № 122011700182-1).

**Primary authors:** КАРИМОВ, Рустам (Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия); БАИШЕВ, Дмитрий (Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия); ЛИХТЕНБЕРГ, Янош (Отдел космических исследований кафедры геофизики и космических наук Этвишского университета (ELTESRG), Будапешт, Венгрия)

**Presenter:** КАРИМОВ, Рустам (Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия)