

Астроклимат равнинных высокогорных зон Большого Алтая по данным спутникового дистанционного зондирования: потенциал для размещения полномасштабного гамма-астрономического эксперимента

Е. Ю. Мордвин^{1,2}, Н. В. Волков^{1,2}, А. И. Ревякин¹, Р. Тогоо³, коллаборация TAIGA

¹Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, Россия, 656049

²Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, пр. Академика Лаврентьева, 6, Новосибирск, Россия, 630090

³Институт физики и технологий Монгольской академии наук, Улан-Батор, Монголия

e-mail: zion0210@gmail.com, skype: zion0210

АННОТАЦИЯ

Обсуждается проблема выбора территории для проектирования полномасштабной гамма-обсерватории, обусловленная необходимостью повышения чувствительности и энергетического порога регистрации гамма-квантов существующего комплекса гамма-обсерватории TAIGA.

Проведено исследование астроклиматических условий для выполнения ночных астрофизических наблюдений на территории Большого Алтая, рассматриваемого в качестве возможного региона размещения полномасштабной гамма-обсерватории. С использованием ночных данных радиометра VIIRS спутниковой платформы Suomi NPP, а также данных гиперспектрометра AIRS спутника Aqua получены пространственные распределения доли безоблачных событий и содержания водяного пара в атмосфере для нескольких периодов активных фаз астрофизических наблюдений.

В последнее десятилетие гамма-астрономия является одним из самых динамично развивающихся направлений астрофизики высоких энергий. Основными предпосылками к развитию являются сравнительно низкий уровень чувствительности существующих в настоящее время гамма-телескопов и, как следствие, предельный энергетический диапазон 100 ГэВ – 20 ТэВ регистрируемых фотонов. Вместе с тем область энергий $E > 100$ ТэВ представляет сегодня наибольший интерес.

К территории расположения полномасштабной гамма-обсерватории, помимо оптимальных географических условий, также предъявляется ряд серьезных требований по содержанию водяного пара и аэрозолей в атмосфере, частоте облачных событий, уровню светового загрязнения. С учетом приведенных выше требований при проектировании полномасштабной гамма-обсерватории важную роль могут играть данные современных спутниковых систем.

ТЕХНИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА

Информация о наличии в атмосфере облачных структур получена на основе продукта VIIRS Cloud Mask (маска облачности), алгоритма обработки данных радиометра VIIRS версии 1.5.08.04. Конечный продукт обработки данных VIIRS для каждого пиксела с разрешением 750 метров содержит коэффициент надежности: облачно, вероятно облачно, вероятно ясно или ясно.

Значения полного влагосодержания атмосферы содержатся в продукте RetStd (AIRS only) алгоритма обработки данных ИК-зондировщика AIRS версии 6.2.2.0. Результаты обработки получены с разрешением $1^\circ \times 1^\circ$.

Параметры рельефа подстилающей поверхности (ПП) определены согласно цифровой модели местности SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) с пространственным разрешением 90×90 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результат совместного анализа измерений VIIRS и данных цифровой модели местности, представленный на рисунке 1, позволил идентифицировать районы, для которых высота участков подстилающей поверхности больше 1500 м над уровнем моря и угол уклона местности не более 5° . Видно, что в качестве возможного района для размещения полномасштабной гамма-обсерватории наиболее подходит район западной части Чуйской степи вблизи населенного пункта Кош-Агач (49.89° с.ш., 88.22° в.д.) и плато озера Хубсугул (Монголия) (51.2° с.ш., 99.5° в.д.). Здесь доля безоблачных событий приблизительно равна 73% и 67% соответственно.

Также по данным ночных измерений гиперспектрометра AIRS/Aqua установлено среднее содержание водяного пара в атмосфере для территории Большого Алтая. Результаты этих расчетов, полученных для 18 сезонов гамма-астрономических наблюдений с октября 2002 по март 2020 г., показаны на рисунке 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено исследование астроклиматических условий для выполнения ночных астрофизических наблюдений на территории высокогорного Большого Алтая. Определено, что в качестве возможных районов для размещения полномасштабного гамма-астрономического эксперимента с топографической и астроклиматической точек зрения наиболее подходят район Чуйской степи (Республика Алтай, Россия) и плато озера Хубсугул (аймак Хувсгел, Монголия). При учете инфраструктурных особенностей (транспортная доступность, возможности по организации энергообеспечения и др.) предпочтительным является полигон в западной части Чуйской степи.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант No 19-52-44002).

Рис. 1. Средняя доля событий с безоблачной атмосферой для территории Республики Алтай (а) и района плато озера Хубсугул (б) по данным ночных измерений VIIRS/SNPP для восьми сезонов наблюдений с октября 2012 по март 2020 гг. на высотах 1500 м над уровнем моря и уклоном местности не более 5°

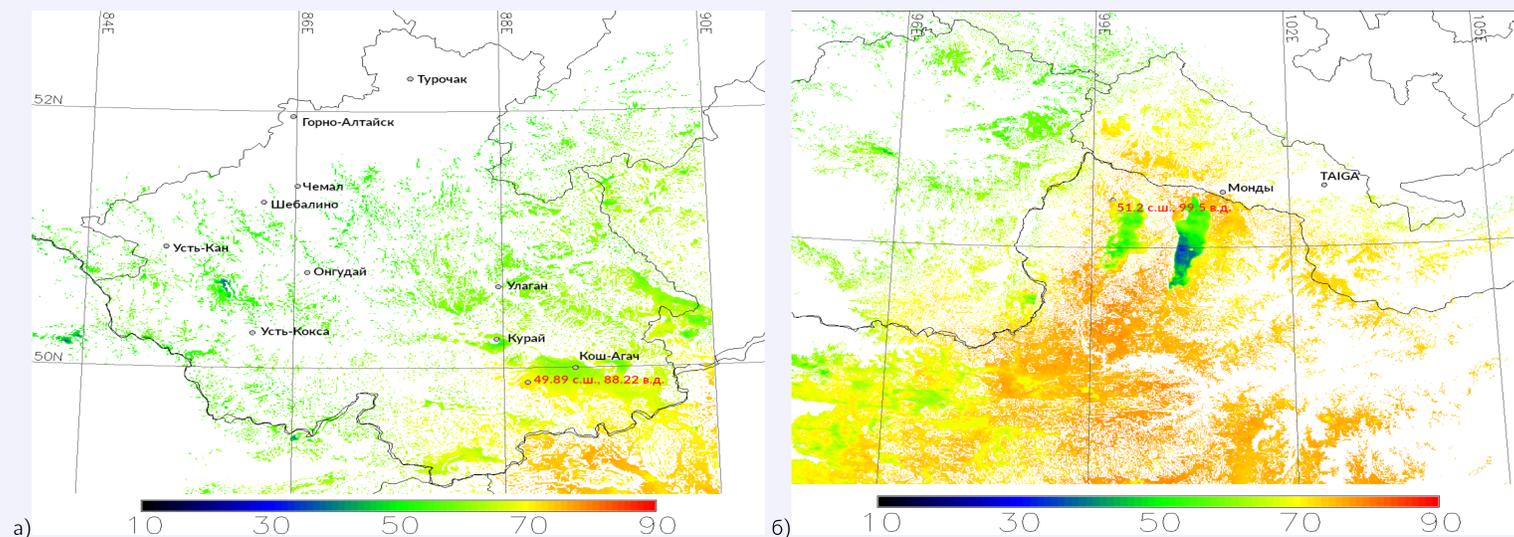


Рис. 2. Усредненное содержание водяного пара в атмосфере ночью по данным AIRS/Aqua для территории Республики Алтай (а) и района плато озера Хубсугул (б) для 18 сезонов гамма-астрономических наблюдений с октября 2002 по март 2020 г.

