

УДК 52.063

## РЕГИСТРАЦИЯ ГАММА-КВАНТОВ ОТ КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ И БЛАЗАРА МАРКАРЯН 421 В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ БОЛЕЕ 3–4 ТэВ АТМОСФЕРНЫМ ЧЕРЕНКОВСКИМ ТЕЛЕСКОПОМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ TAIGA

© 2021 г. Л. Г. Свешникова<sup>1, \*</sup>, И. И. Астапов<sup>2</sup>, П. А. Безъязыков<sup>3</sup>, М. Бланк<sup>1, 3</sup>, А. Н. Бородин<sup>4</sup>, М. Брюкнер<sup>5</sup>, Н. М. Буднев<sup>3</sup>, А. Булан<sup>1</sup>, А. Вайдянатан<sup>5</sup>, Р. Вишневецкий<sup>5</sup>, П. Волчугов<sup>1</sup>, Д. Воронин<sup>6</sup>, А. Р. Гафаров<sup>3</sup>, А. Ю. Гармаш<sup>6, 7</sup>, В. М. Гребенюк<sup>4, 8</sup>, О. А. Гресс<sup>3</sup>, Т. И. Гресс<sup>3</sup>, А. А. Гринюк<sup>4</sup>, О. Г. Гришин<sup>3</sup>, А. Н. Дячок<sup>3</sup>, Д. П. Журов<sup>3</sup>, А. В. Загородников<sup>3</sup>, А. Л. Иванова<sup>3</sup>, Н. Н. Калмыков<sup>1</sup>, В. В. Киндин<sup>2</sup>, С. Н. Кирюхин<sup>3</sup>, В. А. Кожин<sup>1</sup>, Р. П. Кокоулин<sup>2</sup>, К. Г. Компаниец<sup>2</sup>, Е. Е. Коростелева<sup>1</sup>, Е. А. Кравченко<sup>6, 7</sup>, А. П. Крюков<sup>1</sup>, Л. А. Кузьмичев<sup>1</sup>, А. Кьявасса<sup>10</sup>, М. Лаврова<sup>3</sup>, А. А. Лагутин<sup>11</sup>, Ю. Лемешев<sup>3</sup>, Б. К. Лубсандоржиев<sup>12</sup>, Н. Б. Лубсандоржиев<sup>1</sup>, Р. Р. Миргазов<sup>3</sup>, Р. Мирзоян<sup>3, 13</sup>, Р. Д. Монхоев<sup>3</sup>, Э. А. Осипова<sup>1</sup>, А. Пан<sup>3</sup>, М. И. Панасюк<sup>1</sup>, Л. В. Паньков<sup>3</sup>, А. Л. Пахоруков<sup>3</sup>, А. А. Петрухин<sup>2</sup>, В. А. Полещук<sup>3</sup>, М. Попеску<sup>14</sup>, Е. Г. Попова<sup>1</sup>, А. Порелли<sup>5</sup>, Е. Б. Постников<sup>1</sup>, В. В. Просин<sup>1</sup>, В. С. Птускин<sup>15</sup>, А. А. Пушкин<sup>3</sup>, Р. И. Райкин<sup>11</sup>, Г. И. Рубцов<sup>12</sup>, Е. В. Рябов<sup>3</sup>, Я. И. Сагань<sup>4, 8</sup>, В. С. Самолига<sup>3</sup>, А. Ю. Сидоренков<sup>12</sup>, А. А. Силаев<sup>1</sup>, А. А. Силаев (мл.)<sup>1</sup>, А. В. Скурихин<sup>1</sup>, М. Слунечка<sup>4</sup>, А. В. Соколов<sup>6, 7</sup>, Я. Суворкин<sup>2</sup>, В. А. Таболенко<sup>3</sup>, А. Танаев<sup>2</sup>, Б. А. Таращанский<sup>3</sup>, М. Терновой<sup>2</sup>, Л. Г. Ткачев<sup>4, 8</sup>, М. Тлужиконт<sup>9</sup>, Н. Ушаков<sup>6</sup>, Д. Хорнс<sup>9</sup>, И. И. Яшин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова”,  
Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Москва, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”, Москва, Россия

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Иркутский государственный университет”, Научно-исследовательский институт прикладной физики, Иркутск, Россия

<sup>4</sup>Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

<sup>5</sup>Немецкий электронный синхротрон (DESY), Цойтен, Германия

<sup>6</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования “Новосибирский национальный исследовательский государственный университет”, Новосибирск, Россия

<sup>7</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение “Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук”, Нижний Новгород, Россия

<sup>8</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области “Университет “Дубна”, Дубна, Россия

<sup>9</sup>Институт экспериментальной физики университета Гамбурга, Гамбург, Германия

<sup>10</sup>Физический факультет университета Турина и Национальный институт ядерной физики, Турин, Италия

<sup>11</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Алтайский государственный университет”, Барнаул, Россия

<sup>12</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>13</sup>Институт Макса Планка, Мюнхен, Германия

<sup>14</sup>Институт космических наук, Бухарест, Румыния

<sup>15</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн имени Н.В. Пушкова Российской академии наук, Москва, Россия

\*E-mail: tf110@mail.ru

Поступила в редакцию 19.10.2020 г.

После доработки 19.11.2020 г.

Принята к публикации 28.12.2020 г.

В Тункинской долине, в 50 км от озера Байкал в настоящее время проводятся работы по созданию гибридной гамма-обсерватории TAIGA, предназначенной для исследования гамма-излучения и потоков заряженных космических лучей в диапазоне  $10^{13}$ – $10^{18}$  эВ. Представлены первые результаты по регистрации гамма-квантов от Крабовидной туманности за 44 ч наблюдения и блазара Маркарян 421 за 62 ч со значимостью около 5–6 сигма одним из телескопов TAIGA-IACT.

DOI: 10.31857/S0367676521040372

## ВВЕДЕНИЕ

Астрофизический комплекс TAIGA (Tunka advanced instrument for cosmic ray physics and gamma-ray astronomy) [1–4], расположенная в Тункинской долине недалеко от озера Байкал, является установкой, нацеленной на исследования гамма-излучения в области более 3–4 ТэВ. Это самая северная обсерватория в мире, что позволяет исследовать источники с высокими склонениями. В ней реализован гибридный метод регистрации гамма-квантов [1–4], в котором широкоугольные черенковские станции (TAIGA-HiSCORE) и несколько атмосферных черенковских телескопов (АЧТ) (принятое в английской литературе сокращение – IACT (imaging atmospheric Cherenkov telescope) располагаются на достаточно большом расстоянии друг от друга [1]. В 2017 был введен в строй и начал полноценно функционировать первый атмосферный черенковский телескоп, в 2018 г. представлены первые результаты по реализации гибридного метода детектирования [7], порог которого оказывается около 40 ТэВ для гамма-квантов.

ТэВ-ное излучение от Крабовидной туманности (Краба), которая считается остатком сверхновой, вспыхнувшей в 1054 г. относительно недалеко от Земли, впервые было зарегистрировано около 30 лет назад [6], что положило начало бурно развивающейся гамма-астрономии высоких энергий. С тех пор проведено с десяток новых экспериментов, открыто около двухсот ТэВ-ных источников (TeV-Catalogue) [7], но каждый новый эксперимент начинал с регистрации гамма-излучения от Крабовидной туманности, которая рассматривается как “стандартный гамма источник”.

Для сопоставления данных с результатами, полученными на других установках при более низких, ТэВ-ных энергиях, в настоящей статье представлены результаты по регистрации гамма-излучения от Крабовидной туманности и блазара Маркарян 421 одним из телескопов эксперимента TAIGA. Маркарян 421 также является одним из наиболее изученных блазаров с быстроменяю-

щимся потоком в ТэВ-ном энергетическом диапазоне [8].

## ТЕЛЕСКОП TAIGA-IACT

Телескоп TAIGA-IACT имеет составное зеркало системы Дэвиса–Коттона площадью  $8.5 \text{ м}^2$  из 29 сегментов, с фокусным расстоянием – 4.75 м. В фокусе зеркал установлена регистрирующая камера из 560 ФЭУ с диаметром фотокатода около 19 мм каждый. Диаметр угла обзора камеры –  $9.6^\circ$ . Угол обзора каждого пикселя –  $0.36^\circ$ . Камера собирается из однотипных кластеров по 28 ФЭУ в каждом (в нескольких кластерах на краю камеры число ФЭУ меньше 28). Описание системы сбора информации, триггерной системы и калибровки можно найти в [1, 2, 4]. Существенно новым в работе телескопа в сезоне 2019–2020 было применение новой методики слежения за источником, “wobbling” метод, предложенный в [9] и реализованный в TAIGA [10]. Он заключается в том, что при слежении за источником с прямым восхождением  $Ra$  и склонением  $Dec$  телескоп направлен не на источник, а на точку  $Ra + 1.2^\circ$ , а затем через 20 мин перенаправлен на точку  $Ra - 1.2^\circ$  при фиксированном склонении. В результате в каждый момент времени положение источника ( $Ra$ ,  $Dec$ ) оказывается не в центре системы координат камеры, а сдвинуто на  $\pm 1.2$  градуса в точку  $X_{on}$ ,  $Y_{on}$ , меняющуюся со временем. Положение фоновой области в каждый момент времени выбирается как “анти-источник” с координатами  $X_{off} = -X_{on}$ ,  $Y_{off} = -Y_{on}$ . Преимуществом такого подхода является экономия времени, так как не надо выделять отдельное время на измерение фона около источника. Во-вторых, исключаются возможные погрешности, связанные с неоднородностью камеры и неоднородностью условий наблюдения, так как траектория источника в камере и траектория фоновых измерений практически совпадает со сдвигом по времени 20 мин.

Наблюдения телескопом в сезоне 2019–2020 гг. проводились с октября по апрель с разделением времени между 4 основными источниками: бли-

жайшими блазарами Mkn421, Mkn501, Крабом и Сверхновой SNRG106.6 + 2.94 (Bumerang). Темп счета зависел от погоды и снежного покрова и, в среднем, составлял около 100 Гц. Темп счета событий, в которых регистрировался сигнал от ШАЛ, составлял около 8–12 Гц.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ СОБЫТИЙ

Процедура реконструкции событий состоит из формирования имиджа события на матрице ФЭУ (выделение пикселей), определения параметров имиджа, и разбивается на несколько этапов.

А) Выходные данные камеры телескопа являются суммой амплитуд полезного сигнала и фона (пьедесталы). Величина пьедесталов и их среднеквадратичные отклонения для каждого пикселя вычисляются по 2-х минутным интервалам для исключения временной зависимости. После вычитания пьедесталов формируется матрица амплитуд  $Am(X_i, Y_i)$  в числе фотоэлектронов (ф. э.).

Б) Проводится процедура очищения (cleaning) имиджа от пикселей, амплитуда сигнала в которых происходит от флуктуации светового фона: пиксель входит в имидж ШАЛ и отбирается, если амплитуда превышает “высокий” порог  $N_1$ , и есть хотя бы один соседний пиксель, амплитуда в котором превышает значение “низкого” порога  $N_2$ . Обычно пороги выбираются как  $N_1 \sim 14\text{--}16$  ф. э.,  $N_2 = 7\text{--}8$  ф. э. при флуктуациях фона 2–3 ф. э. После очищения имиджа определяется полное число пикселей, вошедших в имидж  $N_{pix}$ , и полное число фотоэлектронов в имидже  $Size$ .

В) Определение параметров эллипса Хилласа [11] по матрице  $Am(X_i, Y_i)$  для двух наборов: относительно положения источника  $X_{on}, Y_{on}$  и относительно положения фона  $X_{off}, Y_{off}$ :  $dist$  – расстояние от взвешенного центра имиджа до положения источника ( $X_{on}, Y_{on}$ ) или фона ( $X_{off}, Y_{off}$ );  $width$  – ширина эллипса,  $length$  – длина эллипса,  $Con$  – концентрация,  $alpha$  – угол между основной осью эллипса Хилласа и вектором, направленным из центра тяжести имиджа на положение источника или фона.

Г) Проведение полного Монте-Карло (М-К) моделирования [12] с учетом конструкции установки, оптической системы телескопа, триггерной системы сбора данных для фона (протонов, ядер гелия) и гамма квантов; настройка М-К до полного согласования параметров экспериментального фона и фона, полученного в М-К моделировании: по  $Size$ , по спектрам, по угловому и пространственному распределению имиджей по камере. Таким образом находится набор параметров имиджей, позволяющий наиболее эффективно подавить фон и зарегистрировать гамма-кванты.

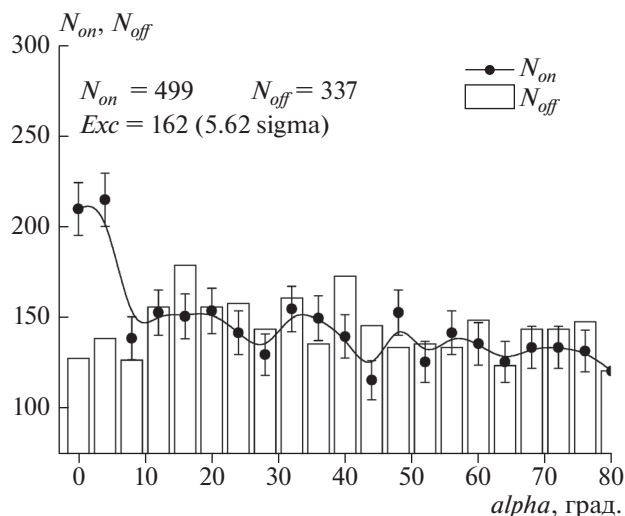


Рис. 1. Распределение по параметру  $alpha$  для наблюдений источника (“On”) и для фоновых (“Off”) событий от Крабовидной туманности. Критерии отбора:  $Size > 125$  ф. э.;  $dist = 0.36\text{--}1.44^\circ$ ,  $0.024^\circ < width < 0.068^\circ \times (\lg Size - 0.047)^\circ$ ,  $Length < 0.31^\circ$ ,  $Con > 0.54$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая экспозиция Краба в Тункинской долине в сезоне 2019–2020 гг. составила 31 день с октября по конец февраля с хорошей погодой, по 2–4 ч в день, всего около 90 ч, это около 50% полного возможного времени наблюдения Краба в Тункинской долине. За это время получено около 3 млн. событий, прошедших триггер отбора. В настоящей статье мы представляем первую часть статистики – 1.5 млн – событий, полученных за 13 дней в октябре – ноябре, и прошедших триггер. Всего – 44 ч наблюдения.

При отборе гамма-подобных ливней наиболее общепринятым и самым простым распределением для отличия гамма-ливней от ливней от протонов и ядер КЛ (после подавления фона по остальным параметрам Хилласа) является распределение по параметру углу  $alpha$ . Все гамма-кванты, пришедшие от источника (“On”) имеют измеренный угол  $alpha$  менее 15 градусов, а для фоновых событий (“Off”) распределение по  $alpha$  равномерное, как следует из М-К симуляций. На рис. 1 представлено распределение по  $alpha$  для “On” событий и для “Off” событий с шагом  $4^\circ$ , отобранных по оптимальным критериям:  $Size > 125$  ф.э;  $dist = 0.36\text{--}1.44^\circ$ ,  $0.024 < width < 0.068^\circ \times \lg Size - 0.047^\circ$ ,  $length < 0.31^\circ$ ,  $Con > 0.54$ . В области  $alpha < 10^\circ$  оказалось, что число событий при направлении на источник составляет  $N_{on} = 490$ , а при направлении на фон  $N_{off} = 337$ , избыток составляет  $Exc = 162$  событий со значимостью  $5.62\sigma$ , а в области

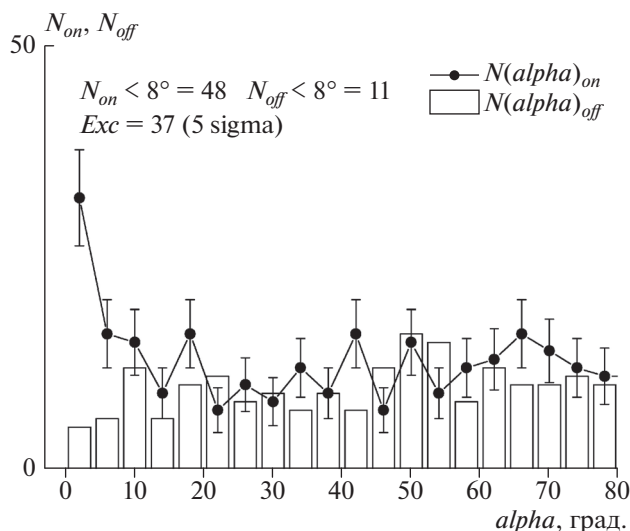


Рис. 2. Распределение по параметру  $\alpha$  для “On” и для “Off” событий от блазара Мкн421. Критерии отбора:  $Size > 172$  ф. э.;  $dist = 0.5^\circ - 1.25^\circ$ ,  $0.024^\circ < Width < 0.068^\circ \times \lg Size - 0.045^\circ$ ,  $Length < 0.31^\circ$ ,  $Con > 0.44$ .

$\alpha < 6^\circ$   $Exc = 141$  событие со значимостью около  $5.87\sigma$ . Подавление фона для Краба по вышеуказанным критериям при отборе  $Size > 125$  ф. е. происходит в 3000 раз, а пороговая энергия регистрации оказывается около 4 ТэВ.

Второй зарегистрированный источник — это хорошо измеренный в ТэВ-ном излучении блазар Маркарян 421 [8]. Экспозиция Мкн421 в Тункинской долине в сезоне 2019–2020 составила с ноября по конец февраля 62 ч с хорошей погодой. На рис. 2 представлено распределение по  $\alpha$  для “On” событий и для “Off” событий с шагом  $4^\circ$ , отобранных по оптимальным критериям:  $Size > 172$  ф. е.;  $dist = 0.5^\circ - 1.25^\circ$ ,  $0.024^\circ < width < 0.068^\circ \times \lg Size - 0.045^\circ$ ,  $length < 0.31^\circ$ ,  $Con > 0.44$ . В области  $\alpha < 10^\circ$ ,  $N_{on} = 48$ ,  $N_{off} = 11$ , избыток составляет  $Exc = 37$  ливней со значимостью  $5.77\sigma$ , а в области  $\alpha < 6^\circ$   $Exc = 141$  событие со значимостью около  $5\sigma$ . Критерии отличаются от критериев для Краба, поскольку Мкн421 наблюдается под зенитным углом 10–15 град, а Краб под зенитным углом 30–40 град, что приводит к понижению фона и порога регистрации. Однако средний поток от Мкн421 ниже, чем от Краба в среднем и только во время вспышек превышает его. Коэффициент подавление фона для Мкн421 по вышеуказанным критериям с порогом  $Size > 172$  ф. е. составляет 1800, а пороговая энергия регистрации оказывается около 2–3 ТэВ. Опираясь на данные М-К симуляций было показано, что полученные спектры по энергии гамма-квантов от Краба и Мкн421

не противоречат измерениям, проведенным ранее в других экспериментах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отработана методика восстановления параметров имиджей в камере телескопа TAIGA-IACT. Показана эффективность “Wobbling” моды слежения телескопом за источником, позволяющая эффективно использовать время наблюдения источника. Проведено моделирование методом Монте-Карло регистрации гамма-квантов и адронов и получено хорошее согласие с экспериментом. Найдены оптимальные параметры подавления фона. Обнаружен избыток гамма-квантов от Крабовидной туманности в интервале энергий  $\sim 4$ –30 ТэВ, 178 гамма-квантов за 44 ч наблюдения со значимостью  $\sim 5.9\sigma$ . Получен избыток гамма-квантов от блазара Мкн421 за 62 ч наблюдения 37 гамма-квантов в области энергий 3–10 ТэВ со значимостью  $\sim 5\sigma$ .

Работа поддержана Минобрнауки России (тема государственного задания FZZE-2020-0024, соглашение № 075-15-2019-163), РНФ (проекты № 19-72-20067 (раздел 1, 3, 4, 5), № 19-72-20173 (раздел 2), РФФИ (проекты № 19-52-44002 и № 19-32-60003).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичев Л.А., Астапов И.И., Безъязыков П.А. и др. // ЯФ. 2018. Т. 81. № 1. С. 1; Kuzmichev L.A., Astapov I.I., Bezyazeev P.A. et al. // Phys. Atom. Nucl. 2018. V. 81. No. 4. P. 497.
2. Budnev N., Astapov I., Bezyazeev P. et al. // J. Instrum. 2020. V. 15. No. 09. P. 1.
3. Tluczykont M., Hampf D., Horns D. et al. // Astropart. Phys. 2014. V. 56. P. 42.
4. Kuzmichev L. (TAIGA Collaboration) // Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. A. 2020. V. 952. Art. No. 161830.
5. Свешникова Л.Г., Астапов И.И., Безъязыков П.А. и др. // Изв. РАН. Сер. физ. 2019. Т. 83. № 8. С. 1061; Svshnikova L.G., Astapov I.I., Bezyazeev P.A. et al. // Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 2019. V. 83. No. 8. P. 922.
6. Weekes T.C., Cawley M.F., Fegan D.J. et al. // Astrophys. J. 1989. V. 342. P. 379.
7. <https://www.ssdsc.asi.it/tgevcacat>.
8. Punch M., Akerlof C.W., Cawley M.F. et al. // Nature. 1992. V. 358. No. 6386. P. 477.
9. Stepanian A., Lamb R. et al. // Astropart. Phys. 1994. V. 2. No. 2. P. 137.
10. Zhurov D., Gress O., Sidorov D. et al. // J. Phys. Conf. Ser. 2019. V. 1181. Art. No. 012045.
11. Hillas A.M. // Proc. 19th ICRC. (La Jolla, 1985). V. 3. P. 445.
12. Grinyuk A., Postnikov E., Svshnikova L. // Phys. Atom. Nucl. 2020. V. 83. P. 262.

## Detection of gamma-rays with energy more than 3–4 TeV from Crab Nebula and blazar Markaryan 421 by imaging atmospheric Cherenkov telescope in experiment TAIGA

L. G. Sveshnikova<sup>a, \*</sup>, I. I. Astapov<sup>d</sup>, P. A. Bezyazeev<sup>b</sup>, M. Blank<sup>a, c</sup>, A. Borodin<sup>c</sup>, M. Brückner<sup>l</sup>, N. Budnev<sup>b</sup>, A. Bulan<sup>a</sup>, A. Vaidyanathan<sup>e</sup>, R. Wischnewski<sup>l</sup>, P. Volchugov<sup>a</sup>, D. Voronin<sup>f</sup>, A. Gafarov<sup>b</sup>, A. Garmash<sup>e, h</sup>, V. Grebenyuk<sup>c, j</sup>, O. Gress<sup>b</sup>, T. Gress<sup>b</sup>, A. Grinyuk<sup>c</sup>, O. Grishin<sup>b</sup>, A. Dyachok<sup>b</sup>, D. Zhurov<sup>b</sup>, A. Zagorodnikov<sup>b</sup>, A. Ivanova<sup>b</sup>, N. Kalmykov<sup>a</sup>, V. Kindin<sup>d</sup>, S. Kiryuhin<sup>b</sup>, R. Kokoulin<sup>d</sup>, K. Kompaniets<sup>d</sup>, E. Korosteleva<sup>a</sup>, V. Kozhin<sup>a</sup>, E. Kravchenko<sup>e, h</sup>, A. Kryukov<sup>a</sup>, L. Kuzmichev<sup>a</sup>, A. Chiavassa<sup>n</sup>, M. Lavrova<sup>c</sup>, A. Lagutin<sup>i</sup>, Yu. Lemeshev<sup>b</sup>, B. Lubsandorzhev<sup>f</sup>, N. Lubsandorzhev<sup>a</sup>, R. Mirgazov<sup>b</sup>, R. Mirzoyan<sup>a, k</sup>, R. Monkhoev<sup>b</sup>, E. Osipova<sup>a</sup>, A. Pan<sup>c</sup>, M. Panasyuk<sup>a</sup>, L. Pankov<sup>b</sup>, A. Pakhorukov<sup>b</sup>, A. Petrukhin<sup>d</sup>, V. Poleschuk<sup>b</sup>, M. Popescu<sup>a</sup>, E. Popova<sup>a</sup>, A. Porelli<sup>l</sup>, E. Postnikov<sup>a</sup>, V. Prosin<sup>a</sup>, V. Ptuskin<sup>g</sup>, A. Pushnin<sup>b</sup>, R. Raikin<sup>i</sup>, G. Rubtsov<sup>f</sup>, E. Rjabov<sup>b</sup>, Y. Sagan<sup>c, j</sup>, V. Samoliga<sup>b</sup>, A. Sidorenkov<sup>a</sup>, A. Silaev<sup>a</sup>, A. Silaev, Jr.<sup>a</sup>, A. Skurikhin<sup>a</sup>, M. Slunecka<sup>c</sup>, A. Sokolov<sup>e, h</sup>, Y. Suvorkin<sup>b</sup>, V. Tabolenko<sup>b</sup>, A. Tanaev<sup>b</sup>, B. Tarashansky<sup>b</sup>, M. Ternovoy<sup>b</sup>, L. Tkachev<sup>c, j</sup>, M. Tluczykont<sup>m</sup>, N. Ushakov<sup>f</sup>, D. Horns<sup>m</sup>, I. Yashin<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>b</sup>Institute of Applied Physics, Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

<sup>c</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

<sup>d</sup>National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia

<sup>e</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

<sup>f</sup>Institute for Nuclear Research RAS, Moscow, Russia

<sup>g</sup>Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation RAS, Moscow, Russia

<sup>h</sup>Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS, Novosibirsk, Russia

<sup>i</sup>Altai State University, Barnaul, Russia

<sup>j</sup>Dubna State University, Dubna, Russia

<sup>k</sup>Max-Planck-Institute for Physics, Munich, Germany

<sup>l</sup>DESY, Zeuthen, Germany

<sup>m</sup>Institut für Experimentalphysik, University of Hamburg, Hamburg, Germany

<sup>n</sup>Dipartimento di Fisica Generale Università di Torino and INFN, Torino, Italy

<sup>o</sup>Institute of Space Science, Bucharest, Romania

\*e-mail: tf110@mail.ru

TAIGA is currently underway in the Tunka valley, 50 km from the lake Baikal, create a hybrid gamma-ray observatory, designed to study gamma radiation and charged cosmic ray fluxes in the energy range  $10^{13}$ – $10^{18}$  eV. We present the first results on the detection of gamma-rays from the Crab Nebula for 44 hours of observation and the Mkn421 blazar for 62 hours of observation with a significance of about 5–6 sigma, registered by one of the TAIGA-IACT telescopes.