

[Конкурент: 28 января 2013](#)

[Общество](#)

[Проект](#)

В режиме мегасайнс

В Тункинской долине строится первый в мире гамма-телескоп нового класса

Автор: [Юлия ПЕРЕЛОМОВА](#)

90 млн. рублей – такова сумма мегагранта Министерства образования и науки РФ, на который претендуют учёные научно-исследовательского института прикладной физики ИГУ. Если эти деньги будут получены, их направят на амбициозный международный проект Tunka HISCORE. В Тункинской долине на астрофизическом полигоне ИГУ будет построен широкоугольный гамма-телескоп площадью около 100 кв. км, аналогов которому нет в мире. Он предназначен для изучения гамма-квантов – фотонов сверхвысокой энергии, приходящих на Землю от неизвестных пока источников в нашей Галактике и Метагалактике. Эта работа позволит приблизиться к разгадке природы сверхмощных астрофизических источников энергии и принесёт новую информацию о механизмах ускорения частиц до огромных энергий.



№ 1 из 5 - [купить фото](#)

Гамма-астрономия сейчас на особом подъёме – по всему миру разрабатываются проекты телескопов нового поколения. На фото один из таких проектов – СТА (Cherenkov Telescope Array)

Автор фото: [Дмитрий ДМИТРИЕВ](#)

«Проблемное место в современной физике»

«Гамма-телескопов, работающих по такому же принципу, что и будущий Tunka HISCORE, на Земле нет. Этот телескоп станет первым в мире, – говорит доктор физико-математических наук, профессор, директор НИИПФ ИГУ Николай Буднев. – Объект изучения телескопов подобного класса – так называемые космические лучи, открытые 100 лет назад. Как оказалось впоследствии, излучение это в основном состоит из протонов и ядер, которые могут иметь энергию в миллиард раз больше, чем энергия, до которой разгоняются частицы на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе. До сих пор ни один физик мира не может сказать: вот этот конкретный объект в нашей Галактике является источником излучения, порождающего частицы с такими гигантскими энергиями. Более того, не удалось установить сами физические принципы, механизмы – каким образом осуществляется ускорение до сверхвысоких энергий. Это одно из наиболее проблемных

мест в современной физике, несмотря на то что существует множество моделей, теорий и предположений».

Протоны и ядра, основная составляющая космических лучей, – это заряжённые частицы. Во время движения частицы от объекта генерации до Земли её траектория многократно искривляется в магнитных полях, существующих в галактиках. Грубо говоря, телескоп фиксирует одно направление «прихода» частицы, а объект, её породивший, находится совсем в другом месте. «Наилучший способ экспериментально установить, где же расположены источники космического излучения и как они работают, – это наблюдение фотонов сверхвысокой энергии, которые наряду с протонами и ядрами, по современным представлениям, должны генерироваться в этих объектах. По природе это кванты электромагнитной энергии, как и обычный свет, но энергия таких фотонов, называемых гамма-квантами, намного больше. Эти частицы не заряжены, поэтому, родившись в каком-то источнике, они двигаются к Земле по прямой линии. Регистрируя их с какой-либо небесной точки, мы можем указать на место расположения источника. Изучая потоки фотонов, их энергии, можно попытаться понять природу объекта и установить механизмы ускорения частиц до сверхвысоких энергий».

К сожалению, гамма-кванты до поверхности Земли не долетают. Их можно регистрировать с помощью аппаратов, находящихся на околоземной орбите, но поток гамма-квантов от далёких объектов слишком мал, поэтому для их исследования нужны детекторы площадью в несколько квадратных километров. Но есть и другой способ. Когда гамма-кванты попадают в верхние слои земной атмосферы, они взаимодействуют с каким-нибудь из ядер этих слоёв атмосферы. Разбивают ядро и порождают новые частицы за счёт своей энергии, далее образуются мощнейшие каскады частиц (широкие атмосферные ливни). «Вторичные продукты» этих каскадов и достигают поверхности Земли. Именно они фиксируются последние 20 лет современными гамма-телескопами, построенными по всей планете. Однако по принципу работы аналогов гамма-обсерватории Tunka HISCORE среди них нет.

«Это большой, мощный проект»



Николай Буднев известен в Иркутской области как один из авторов проекта Байкальского нейтринного телескопа, нашумевшего проекта «Тунка-133» и вот теперь – гамма-телескопа

Автор фото: [Дмитрий ДМИТРИЕВ](#)

Практически все существующие гамма-телескопы устроены таким образом: это вогнутое зеркало, в фокусе которого находится сложная матрица из огромного числа высокочувствительных приёмников света. Они регистрируют вспышки света, возникающие во время развития каскадов в верхних слоях атмосферы, рассказывает Николай Буднев. Но размеры телескопа ограничены – самое большое зеркало не будет превышать 30 м в диаметре. Такой телескоп может наблюдать гамма-кванты в очень небольшом диапазоне углов с того направления, куда он направлен. Кроме того, установки такого размера позволяют регистрировать гамма-кванты лишь до определённой энергии, потоки частиц с более высокими энергиями слишком малы для них, они уже не «ловятся». Результаты расчётов говорят, что для регистрации гамма-квантов высоких энергий нужны установки диаметром не меньше квадратного километра, а лучше 10 и 100 кв. км. Зеркала такого размера, конечно же, создать невозможно. Вот поэтому учёные и стали задумываться о другом, новом типе гамма-телескопа. Несколько лет назад группа немецких исследователей из университета Гамбурга предложила проект наземной установки, детекторы в которой устроены иначе, чем в действующих гамма-телескопах. Они регистрируют свет в очень широком диапазоне углов. С какого бы направления гамма-квант ни прилетел, детекторы его «поймают».

Немцы долго думали, где строить такую установку: в Австралии, Южной Америке или Южной Африке. Нужен был астроклимат, который предполагает большое количество ясных, хороших ночей, высокую прозрачность атмосферы. Крупных городов рядом тоже быть не должно. А ещё хорошо иметь коллектив, способный на месте сделать большую часть работ по строительству прибора и проведению на нём измерений. Таких сочетаний на Земле немного.

– Ещё в 2009 году в Тункинской долине, на астрофизическом полигоне ИГУ, совместно с НИИ ядерной физики МГУ, немецким физическим центром DEZY и Туринским университетом была построена установка «Тунка-133», – рассказывает Николай Буднев. – Она тоже наблюдает вспышки света, возникающие при взаимодействии частиц с атмосферой, но по своим характеристикам не способна из всего потока событий выделять те, что произошли благодаря гамма-квантам.



№ 3 из 5 - [купить фото](#)

Доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией отдела излучений и вычислительных методов НИИ ядерной физики МГУ Леонид Кузьмичев – один из тех, кто создавал «Тунку-133»

Автор фото: [Дмитрий ДМИТРИЕВ](#)

Тогда и было решено строить новый гамма-телескоп на базе астрофизического полигона ИГУ в Тункинской долине, используя опыт и знания российских учёных. Новый совместный проект был назван Tunka HISCORE, и в 2012 году на астрофизическом полигоне началось строительство гамма-обсерватории размером не менее 10 кв. км (в будущем, возможно, она займёт и большую площадь).

Это единственный крупномасштабный физический проект, реализуемый на территории России, в который Германия, Италия и другие страны уже вкладывают серьёзные деньги, утверждает Николай Буднев. Компоненты для первого опытного детектора немецкие учёные привезли в Тунку в апреле 2012 года. Иркутские физики его опробовали и с учётом выявленных недостатков уже на месте сделали три следующих детектора. Осенью все они были введены в эксплуатацию.

Если вы попадёте на астрополигон ИГУ в Тункинской долине, вы не увидите впечатляющих размерами инструментов, мощных телескопов, как, к примеру, в Саянской солнечной обсерватории ИСЗФ. Всё прозаичнее: каждый детектор «Тунки-133» напоминает большой бак, стоящий в поле. Но расположенные внутри приёмники света (фотоэлектронные умножители), регистрирующие отдельные кванты света, и сверхбыстрая электроника позволяют получать данные о космических частицах с недостижимой для других установок точностью. Сейчас таких «баков» установки «Тунка-133», распределённых на площади 3 км, – 175. Это и есть телескоп, как говорят учёные, «совокупность отдельных детекторов». Детекторы обслуживает электронная система, информация по оптическим кабелям уходит в единый центр, где происходит её предварительная обработка и фиксация.



№ 4 из 5 - [купить фото](#)

Не стоит искать на астрополигоне в Тункинской долине масштабные астрономические инструменты. Уникальный телескоп – это несколько сотен «баков» со светоуловителями, установленные в поле

Автор фото: [Дмитрий ДМИТРИЕВ](#)

Затем данные через спутник передаются в Иркутск, Москву, Гамбург, где они изучаются и анализируются. Стоимость одного лишь фотоумножителя для установки «Тунка-133» – около 100 тысяч рублей. В новом проекте Tunka HISCORE принцип аналогичен: в «ящиках», определённым образом распределённых прямо на поверхности земли, поставлены светособирающие конусы и фотоумножители. Цена «ящика» только по комплектующим около полумиллиона рублей. В этом году учёные надеются развернуть не менее 20 детекторов тестовой установки. К 2015-му они рассчитывают иметь телескоп площадью один квадратный километр. В целом же необходимо установить не менее двух тысяч детекторов. В 2013 году оптические детекторы установок «Тунка-133» и Tunka HISCORE будут дополнены детекторами заряжённых частиц, уже прибывшими в Москву из Германии, их таможенная стоимость 2 млн. евро, а общий вес – 24 тонны.

«Для реализации проекта создана международная коллаборация, в которую вошли Гамбургский университет, ИГУ, НИИЯФ МГУ, ИЯИ РАН, ИЗМИРАН, ОИЯИ, ДЕЗИ и другие российские организации и университеты. Это большой, мощный проект, в который будет вовлечено значительное число известных учёных со всего мира», – говорит Николай Буднев. Так же, как и «Тунка-133», как знаменитый ускоритель в ЦЕРНе, будущий телескоп не будет принадлежать какой-то стране или организации – это общемировое достояние. К примеру, для «Тунки-133» фотоумножители предоставил Туринский университет, все механические конструкции сделаны специалистами ИГУ, электронные схемы – треть в Германии, треть в Иркутске, треть в Москве. «Это международная практика, все физики в подобных экспериментах так живут, потому как мощнейшие установки дороги и для их создания нужно много людей с разными знаниями, одна организация не может «потянуть» такой проект, рассказывает Николай Буднев. «Утверждать, что научные результаты будут принадлежать какой-то московской организации, немецкой или иркутской, тоже нельзя. Все участники коллаборации – равноправные собственники научных результатов», – добавляет учёный.

[Жизнь на гранты](#)



№ 5 из 5 - [купить фото](#)

Руками аспирантов и студентов на астрополигоне делается очень многое. Коллектив уникальный, уверен Николай Буднев

Автор фото: [Дмитрий ДМИТРИЕВ](#)

«Это единственный крупный эксперимент на территории России, в который вкладывается Европа, – говорит Буднев. – На практике российские учёные едут со своими компонентами в ЦЕРН, в Германию, в Америку. К примеру, многие важнейшие компоненты Большого адронного коллайдера (ЛHC) сделаны в Новосибирске и Дубне. Комплектующие, а с ними и российские специалисты, отправляются на Запад. Тунка – это единственное место в России, куда комплектующие для крупного проекта везут в обратном направлении – из Европы. И для участия в таком проекте к нам приезжают работать европейские учёные, которые привозят новые технологии и суперсовременное оборудование, на котором в том числе учатся наши студенты и аспиранты». Специалисты НИИПФ совместно с германскими коллегами планируют принять участие в конкурсе так называемых мегагрантов Министерства образования и науки РФ. На три года можно получить 90 млн. рублей. Эти средства, если удастся выиграть конкурс, будут направлены на установку Tunka HISCORE, которая должна появиться до 2015 года. Общая сумма затрат на её создание – около 200 млн. рублей. В целом же стоимость будущей установки от 1,5 млрд. до 3 млрд. рублей.

Николай Буднев напомнил только об одном аспекте: мощный научный коллектив НИИПФ ИГУ существует пока на мизерные средства. В ИГУ, как и в других вузах страны, кроме московского и ленинградского университетов, наука штатным образом из бюджета не финансируется. Институт живёт на гранты, а такое существование – это очень большой риск и нестабильность (только годовая плата за электричество при эксплуатации «Тунки-133» составляет 500 тыс. рублей). Буднев не исключает возможности подачи заявки на включение Tunka HISCORE в российский проект мегасайнс (развитие национальной исследовательской инфраструктуры на базе нескольких крупных научных установок). В этом случае удалось бы получить разово крупные средства на проект, что в совокупности с зарубежными вливаниями позволило бы избежать Tunka HISCORE участи научного «долгостроя».