

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016»** атты  
XI Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»**

PROCEEDINGS  
of the XI International Scientific Conference  
for students and young scholars  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір  
Астана

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2016»  
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS  
of the XI International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2016»**

**2016 жыл 14 сәуір**

**Астана**

**ӘӨЖ 001:37(063)**

**КБЖ 72:74**

**F 96**

**F96** «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2016. – .... б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-764-4**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**ӘӨЖ 001:37(063)**

**КБЖ 72:74**

**ISBN 978-9965-31-764-4**

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2016

Конфигурация нематических патчей образующихся через случайное поле Изингового модели. (б) Соответсвий сопротивлением сети моделирования локальной анизотропной проводимости в каждом нематическом патче. Сплошные линии — маленькие резисторы, а точечные линии — большие.

Макроскопические сопротивление анизотропного нематика. Трансформируется под вращением одинаковым путем как ориентационный порядок  $m = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_i \sigma_i$  и кандидат для измерения порядка нематика. Анизотропное сопротивление  $R_a = \left[ \frac{(r+1)/(r-1)}{R_{xx} - R_{yy}} \right] \left[ \frac{R_{xx} + R_{yy}}{R_{xx} + R_{yy}} \right]$ , где  $r \equiv R_{xx}(m \rightarrow 1) / R_{yy}(m \rightarrow 1)$  [12] внешне диапазонная макроскопическое сопротивление в полно ориентированном состояний. Чтобы получить транспортную свойство, мы наносим карту на каждую структуру локальную нематического ориентаций обрабатывающего через Monte Carlo симулятором для случайного поля Изингового модели.

#### Список использованных источников

1. S. A. Kivelson, E. Fradkin, and V. // J. Emery, Nature (London) 1998. № 393. P. 550.
2. S. Chakravarty, R. B. Laughlin, D. K. Morr, and C. Nayak. // Phys. Rev. B 63. 2001. P. 094503.
3. C. Panagopoulos, M. Majoros, T. Nishizaki, and H. Iwasaki // Cond-mat/0412570.
4. C. Panagopoulos, M. Majoros, and A. Petrovic'. // Phys. Rev. B 69. 2004. P.144508.
5. E.W. Carlson, K.A. Dahmen, E. Fradkin, S. A. Kivelson. Hysteresis and Noise from Electronic Nematicity in High-Temperature Superconductors // PHYSICAL REVIEW LETTERS. 2006. PRL 96. P. 097003.
6. Y. Ando, K. Segawa, S. Komiyama, and A. N. Lavrov // Phys. Rev. Lett. 2002. № 88. 137005
7. A. Abanov, V. Kalatsky, V. L. Pokrovsky, and W. M. Saslow // Phys. Rev. B 51. 1995. P. 1023.
8. C. Reichhardt, C. J. Olson Reichhardt, and A. R. // Bishop, Europhys. Lett. 72. 2005. P. 444.
9. Y. Imry and S. K. Ma // Phys. Rev. Lett. 35. 1975. P. 1399.
10. P.G. de Gennes, J. Prost, The Physics of Liquid Crystals, second ed. – England: Oxford, Clarendon Press, 1993.
11. P. Chaikin and T. Lubensky. Principles of Condensed Matter Physics. – England: Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

УДК 539.1.074

#### ДЕТЕКТИРОВАНИЕ МЮОНОВ

**Саитов Асылбек Аскарлович**

Студент 5 курса кафедры ядерной физики, новых материалов  
и технологий ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – М.Мырзахмет

В последнее время ученые стали проявлять повышенный интерес к исследованию мюонов. Подобный интерес обусловлен не только интригующей разницей в массах мюона и электрона, при наблюдаемом тождестве их взаимодействий; изучение свойств мюонов может пролить свет на особенные характеристики взаимодействий при очень больших энергиях. Существуют несколько проблем, которые решаются или в определенной части решены при изучении космических мюонов больших энергий. Так, помимо научно-исследовательского

интереса, мюоны представляют интерес и с точки зрения практического использования. Существующий метод мюонной томографии позволяет диагностировать степень деградации бетона, определять наличие тяжелых элементов, таких как свинец, уран, плутоний, для выявления ядерной контрабанды; также с помощью мюонов представляется возможным «сканирование» зданий или древних сооружений на предмет скрытых полостей.

Существует несколько путей детектирования элементарных частиц. В целом все детекторы можно разделить на два типа: трековые детекторы, которые измеряют траекторию частиц, и калориметры, которые измеряют их энергии. Трековые детекторы стараются проследить за движением частиц, не внося при этом никаких искажений. Калориметры, наоборот, должны полностью поглотить частицу, чтобы измерить ее энергию. Характерная особенность мюонов заключается в том, что они очень медленно теряют энергию при движении сквозь вещество. Так происходит из-за того, что они, с одной стороны, очень тяжелые, поэтому не могут эффективно передавать энергию электронам при столкновении, а во-вторых, они не участвуют в сильном взаимодействии, поэтому они слабо рассеиваются на ядрах. В результате мюоны могут пролететь до момента своей остановки многие метры вещества, проникнув туда, куда не долетают никакие другие частицы. Это, с одной стороны, делает невозможным измерение энергии мюонов с помощью калориметров (ведь полностью мюон поглотить не удастся), но с другой стороны, позволяет хорошо отличать мюоны от других частиц.

Отдельный вопрос — это идентификация частиц, то есть выяснение того, что за частица пролетела сквозь детектор. Это не составило бы труда, зная мы массу частицы, но как раз ее мы обычно и не знаем. С одной стороны, массу в принципе можно вычислить по формулам релятивистской кинематики, зная энергию и импульс частицы, но, к сожалению, погрешности в их измерении обычно столь велики, что не позволяют отличить, например, пи-мезон от мюона из-за близости их масс.

В этой ситуации имеется четыре основных метода идентификации частиц:

- По отклику в разных типах калориметрах и в мюонных трубках.
- По энерговыделению в трековых детекторах. Разные частицы производят разное количество ионизации на сантиметр пути, и ее можно измерить по силе сигнала с трековых детекторов.
- С помощью черенковских счетчиков. Если частица летит сквозь прозрачный материал с коэффициентом преломления  $n$  со скоростью больше, чем скорость света в этом материале (то есть больше, чем  $c/n$ ), то она испускает черенковское излучение в строго определенных направлениях. Если в качестве вещества детектора взять аэрогель (типичный показатель преломления  $n = 1,03$ ), то черенковское излучение от частиц, движущихся со скоростью  $0,99 \cdot c$  и  $0,995 \cdot c$ , будет существенно различаться.

С помощью времяпролетных камер. В них с помощью детекторов с очень высоким временным разрешением измеряется время пролета частицей определенного участка камеры и из этого вычисляется ее скорость.

Мюоны возникают в верхних слоях атмосферы на высоте около 15 км под воздействием космических лучей. Частицы космических лучей (протоны и альфа-частицы с небольшой примесью тяжелых ядер, позитронов и антипротонов), попадая в атмосферу, вызывают возникновение каскадов вторичных частиц, в том числе и мюонов, которые и достигают поверхности Земли. Основной причиной возникновения мюонов является распад пионов. Мюоны открыты в 1936 году Карлом Андерсоном и с тех пор будоражат умы ученых. Интересно, что тот факт, что мюоны достигают поверхности Земли, является следствием специальной теории относительности. Время жизни этих мюонов составляет около 2,2 мкс и они бы смогли пролететь только около 660 м. Но из-за их очень высокой скорости время жизни мюонов увеличивается и они успевают пролететь намного большее расстояние. Интенсивность вызванных космическими лучами вторичных частиц составляет около 1 частицы в минуту на  $1 \text{ см}^2$  площади. Средняя энергия мюонов на поверхности Земли составляет 3 ГэВ.

Одним из приборов, позволяющих детектировать космические мюоны, является устройство на основе счетчика Гейгера. Устройство представляет собой массив из двух или трех счетчиков Гейгера, расположенных друг над другом. Счетчики должны быть хорошо экранированы от внешних электромагнитных помех и друг от друга, для этого между двумя счетчиками, находящимися друг над другом на расстоянии около одного сантиметра, расположены свинцовые пластины толщиной 1,3 мм - над и под счетчиками Гейгерами и между ними. Частица естественного земного излучения, попадая в один из счетчиков Гейгера, вызывает в нем разряд, но теряет при этом и энергию и уже не сможет вызвать разряд в другом счетчике. Но так как энергия мюонов очень высока, то они проходят через два или три счетчика, почти не теряя энергии и практически одновременно вызывая разряд в каждом из них. Важно отметить, что скорость счета мюонов очень низка, так для счетчиков Гейгера с малой активной площадью может потребоваться час или даже больше времени для получения статистически значимых результатов.

Но наиболее интересным, и ко всему прочему, наиболее доступным способом детектирования мюонов можно считать способ основанный на работе обычных фотокамер на смартфонах или вебкамер на ноутбуках. Эти камеры имеют в своем составе CMOS-сенсоры, аналогичные тем, что используются для детектирования частиц в LHC - Большом адронном коллайдере. Известен проект, участником которого я являюсь, под названием DECO - Distributed Electronic Cosmic-Ray Observatory университета University of Wisconsin-Madison, который объединяет пользователей по всему миру в распределенную обсерваторию, являющуюся частью Global Sensor Web предназначенную для обнаружения космических лучей и других высокоэнергетических частиц с помощью цифровых камер смартфонов и планшетов под управлением операционной системы Android. Особенностью проекта является то, что абсолютно каждый, у кого есть в руках соответствующий смартфон, может быть вовлечен в этот международный проект. После установки специализированного приложения на смартфон, он становится в прямом смысле слова детектором космических лучей. Запуск приложения осуществляется автоматически после перехода в режим ожидания (выключения экрана). Для устранения влияния освещения (дневного или искусственного) необходимо заклеить "глазок" камеры изолентой, причем лучше в несколько слоев. Впоследствии после нескольких часов работы приложения, становятся доступны изображения следов различных частиц:

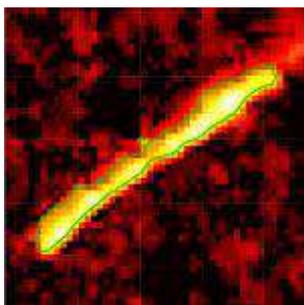


Рис.1. Мюон

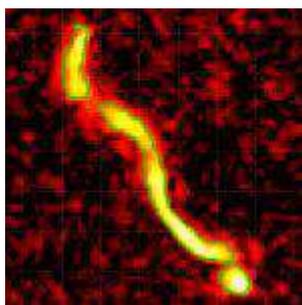


Рис.2. «Червь»

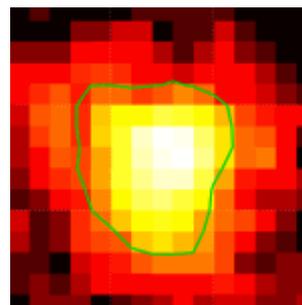


Рис.3. «Пятно»

1. Мюон - след мюона, представляющий собой прямую линию.
2. «Червь» - изогнутый след электрона, являющийся либо результатом комптоновского рассеяния гамма-квантов (в большинстве случаев), либо результатом земного бета-распада радиоактивных материалов.
3. «Пятно» - размытый маленький "червь".

А так выглядят следы всех трех типов (сделаны с выдержкой 3600 секунд в лаборатории NOAO lab в Tucson) из работы "Radiation events in astronomical CCD images" исследователя Donald E. Groom:

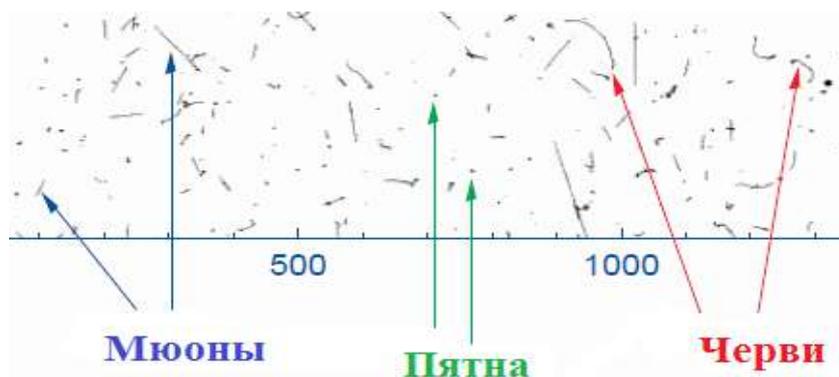


Рис.4. Снимок всех типов следов. Из работы исследователя Donald E. Groom.

Как указывает Donald E. Groom, в большинстве лабораторий частота регистрации "червей" и "пятен" в два раза превышает частоту регистрации мюонов, а экранирование свинцовым экраном толщиной 1 см снижает частоту регистрации "червей" и "пятен" до уровня меньшего, чем для мюонов.

Используя эти методы, мы можем в определенной степени исследовать физику космических мюонов, а учитывая легкодоступность некоторых из них, любой начинающий исследователь получает возможность приобщиться к общему делу людей по всему миру, внося свой собственный вклад в развитие науки в целом.

#### Список использованных источников

1. К. Групен. «Детекторы элементарных частиц» // Сибирский Хронограф. - Новосибирск, 1999.
2. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин. «Частицы и ядра. Эксперимент». - М.: Издательство МГУ, 2005.
3. Н.М. Никитюк. Прецизионные микровершинные детекторы // ЭЧАЯ. 1997. Т. 28. Вып. 1. С. 191-242.
4. Smith, Alan R.; McDonald, et. all. Radiation events in astronomical CCD images. // Proc. SPIE 2002. Vol. 4669. P. 172-183
5. Francis Halzen, Dan Hooper. High-energy Neutrino Astronomy: The Cosmic Ray Connection. 2002
6. Parizot E. The Pierre Auger Observatory: status, results and perspective. 2007
7. H.E.S.S. Source of the month January report. 2005

УДК 538.971

## РАСЧЕТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ И ЭНЕРГЕТИКИ АКЦЕПТОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ZNO

Сокабаева А.Ш. \*, Ерболатова Г.Ж. \*, Усеинов А.Б. \*\*

\* Магистрант, \*\* старший преподаватель  
 ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан  
 Научный руководитель - А.Т. Акылбеков

### Введение

Оксид цинка (ZnO) является перспективным полупроводниковым материалом в оптоэлектронике. Благодаря электронным свойствам, имеется интерес создания на его основе светодиодов, солнечных батарей, газовых сенсоров и многих других устройств.