

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ГРОМОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 537.591:539.1.074

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЧЕНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ,
КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕУПРУГОСТИ, СПЕКТРОВ
ПРИ ЭНЕРГИЯХ 10^{11} - 10^{13} эВ

Специальность 01.04.16 - Физика атомного ядра и
элементарных частиц

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

ЕРЕВАН - 1984

Работа выполнена в Институте физики АН ГССР.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук
КОТЛВИТЯНСКИЙ Д.М.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор МАМУЗШАНИ Д.А.
(ЕрФИ)
кандидат физико-математических наук
ШАВЕЛЕСКИИ Ю.М.
(ЛВФИ)

Ведущая организация: Научно-исследовательский институт
ядерной физики МГУ.

Защита диссертации состоится "28" февраля 1984 г.
в 14⁰⁰ часов на заседании Специализированного Совета
Д 034.03.01 при Ереванском физическом институте (г. Ереван-36,
ул. Маркаряна 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕрФИ.

Автореферат разослан "26" января 1984 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета
кандидат физ.-мат. наук

В.А. Шахбазян

В.А. ШАХБАЗЯН

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертация посвящена измерению границы сечения неупругого взаимодействия протонов с ядрами атомов воздуха и исследованию парциальных коэффициентов неупругости K_y . Измерения были проведены на комплексной установке Высокогорной станции Цхра-Цхаро им. Г.Е. Чиковани Института физики АН ГССР, состоящей из магнитного искрового спектрометра и ионизационного калориметра. В установку, по настоянию автора, был внесен ряд изменений, позволивших измерить и оценить соответствующие параметры.

Актуальность темы. Актуальность изучения неупругих столкновений частиц высоких энергий с ядрами определяется тем, что в рождении частиц на ядрах проявляется специфичность процесса формирования конечных адронных состояний и кварк-партоновой структуры адронов, изучение которых во взаимодействии с нуклонами затруднительно или невозможно. Несмотря на то, что ускорителями на встречных кольцах освоена энергия

$E \approx 150$ ТэВ для протон-антипротонных взаимодействий, основным источником экспериментальной информации о характеристиках адрон-ядерных взаимодействий при энергии > 200 ТэВ остаются исследования в космических лучах.

Одним из важнейших последних достижений ускорительных экспериментов на коллайдерах является утверждение о пропорциональности полного сечения нуклон-нуклонного взаимодействия квадрату логарифма энергии, наблюдаемое после прохождения широкого минимума в области энергий Серпухова и Батавии.

Во взаимодействиях на ядрах ситуация в указанном вопросе не столь однозначна. Потому актуальны каждые дополнительные измерения сечения в надускорительных энергиях, особенно с оригинальной методикой.

Подобным исследованием является эксперимент по измерению нижней границы сечения неупругого взаимодействия протонов с ядрами атомов воздуха в диапазоне энергий 0,4 - 4 ТэВ - одной из целей данной работы.

Доменирующим процессом сильных взаимодействий при высоких энергиях является множественное рождение частиц. Важной характеристикой множественного рождения является парциальный коэффициент неупругости K_{γ} .

Интерес в процессах, приводящих к рождению γ -квантов (главным образом через распад нейтральных мезонов) в значительной мере опирается на предположение, что наиболее существенные черты механизма передачи энергии в заряженную и нейтральную компоненту в адрон-ядерных взаимодействиях одинаковы, поэтому изучение генерации нейтральных частиц - это часть общей проблемы множественного рождения частиц. С другой стороны, изучать нейтральные частицы в ряде случаев методически удобнее.

В вопросе изучения K_{γ} основные исследования касались его зависимости от атомного номера ядра мишени A . Однако

многочисленные обособленные измерения этой величины не позволяют сделать однозначных выводов, столь необходимых для понимания динамики и пространственно-временной структуры взаимодействия адронов. Значительно информативнее исследование на различных ядрах энергетического параметра K_{γ} совместно с множественностью, угловыми характеристиками и т.д., что позволит прояснить динамику процесса множественного образования и зависимость $K_{\gamma}(A)$ в частности. Это делает актуальным исследование зависимости K_{γ} от множественности вторичных заряженных частиц M_{γ} на ядрах от полиэтилена до свинца, что и было одной из целей данной работы.

Цель работы. 1. Измерение b_{p-air} на установке с применением магнитного искрового спектрометра в диапазоне энергий 0,4-4 ТэВ.

2. Измерение K_{γ} во взаимодействиях адронов с ядрами C, N_2, Al, Si, Pb в диапазоне энергий 0,1 - 5 ТэВ для определения A зависимости K_{γ} .

3. Исследование зависимости K_{γ} от множественности вторичных заряженных частиц.

Научная новизна работы. Исследование b_{p-air} впервые проделано с помощью помещенных в магнитное поле визуальных детекторов, позволивших четко определить потоки одиночных космических адронов. В качестве индикатора адронного потока использовались зарегистрированные взаимодействия с веществом используемых мишеней. Применение магнитного искрового спектрометра исключило такие важные систематические эффекты как δ -электроны и частицы обратного тока из поглотителя

калориметра. Для понимания механизма внутриядерных взаимодействий адронов высокой энергии большой интерес представляет изучение зависимости K_{γ} от атомного номера ядра мишени A . Результаты измерения K_{γ} различными авторами имеют методические сдвиги, а данные по A зависимости противоречивы. Важное значение в таких исследованиях приобретает идентичность условий проведения эксперимента с различными мишенями. При постановке настоящего эксперимента набор статистики велся одновременно по различным мишеням.

В работе на установке Цхра-Цкаро впервые была исследована зависимость K_{γ} от множественности вторичных заряженных частиц в столкновениях на различных ядрах, что дало представление о динамике взаимодействия лидирующей частицы с ядерными нуклонами, о каскаде медленных частиц внутри ядра. Исследование зависимости $K_{\gamma}(n_s, A)$ позволило прояснить природу зависимости K_{γ} от A .

Практическая ценность работы. В диссертации предложена и подробно разработана методика анализа одиночного потока протонов, прошедших атмосферу воздуха без взаимодействия, методика выделения взаимодействия от истинно одиночных частиц, оценка всевозможных методических эффектов. Полученный рост сечения $Bp-air$ соответствует расчетам по глауберовской модели.

Исследование доли энергии переданной вторичным частицам в зависимости от энергии, атомного номера ядра мишени и множественности вторичных заряженных частиц имеет важное значение для выбора модели взаимодействия, а так же для тех работ,

которые будут выполнены как на современных, так и на будущих ускорителях.

Полученные в диссертации экспериментальные результаты позволяют прояснить ряд существенных деталей процесса множественной генерации при столкновении адронов высокой энергии с ядрами, а приведенные оценки могут быть использованы в теоретических разработках для определения параметров моделей адрон-ядерных взаимодействий.

В процессе строительства установки Цхра-Цкаро выполнен ряд оригинальных технических решений, которые могут быть использованы в технике эксперимента по физике элементарных частиц. В особенности это устройство быстрого контроля чистоты инертного газа и система экранировок и развязок электроники установки от высоковольтных импульсов питания искровых камер и сетевых помех.

Апробация работы и публикации. Диссертация написана по материалам 12 опубликованных работ, список которых приводится в конце автореферата диссертации. Основные результаты докладывались на Всесоюзной конференции по физике космических лучей (Москва, 1970 г.), Всесоюзном совещании по проекту АНИ (Москва, 1981 г.), сессии ОИФ АН СССР 1982 г., Всесоюзной школе по неупругим взаимодействиям (Бакуриани, 1983 г.), на семинарах в ФИАНе, НИИЯФ МГУ, ОИИ, ИФ АН ГССР.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения. Она изложена на 110 страницах, содержит 19 таблиц и 25 рисунков. Приложение состоит из 16 рисунков. Список цитируемой литературы

включает 84 наименования.

II. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается общая характеристика современного состояния исследований неупругих взаимодействий на ядрах при высоких энергиях, обсуждается актуальность темы диссертационной работы и приводится ее структура.

Первая глава содержит литературный обзор как теоретических, так и экспериментальных исследований по отраженной в диссертации тематике. В ней определена специфика работ, выполненных на установках с использованием адронов космического излучения. Дана постановка задач, решаемых в диссертации и определено ее место в общей картине исследований.

Во второй главе описана установка Цхра-Цкаро, на которой выполнен эксперимент, с акцентацией на элементы, созданные под руководством и при непосредственном участии автора. Диссертация базируется на экспериментальном материале, полученном с 1969 по 1981 г.г. на установке в различных ее модификациях.

Главной отличительной чертой всех вариантов установки Цхра-Цкаро является наличие визуальных детекторов, размещенных в объеме сильного магнитного поля, и работа с чистыми мишенями, когда с большой достоверностью устанавливается факт зарождения регистрируемого взаимодействия в веществе с заданным атомным номером. Подавляющая доля материала получена на основной установке, эксплуатируемой с 1976 года.

Установка "Цхра-Цкаро 2" состоит из магнитного искрового спектрометра, системы фотографирования, сменных мишеней, ионизационного калориметра и сцинтиляционного "мастера" (триггерного устройства).

Магнитный искровой спектрометр состоит из двух блоков искровых камер, расположенных над и под магнитом. Каждый блок включает в себя два ряда искровых камер, прослоенных мишенями. Верхний блок служит для регистрации взаимодействия и определения пространственно-импульсных характеристик, в основном "широкого конуса", а нижний - для "узкого конуса". Для экспериментов без измерения импульсов заряженных частиц, - а это основная доля материала, использовался нижний блок камер. Светосила установки в этом случае $\sim 1 \text{ м}^2 \cdot \text{стерадиан}$.

На установке применен единый модуль искровых камер, размерами $1,5 \times 1,4 \times 0,2 \text{ м}^3$ в односекционном и двухсекционном вариантах. В каждом ряду - две камеры. Расстояния между этими рядами $\sim 1 \text{ м}$, а между верхними и нижними блоками $\sim 3 \text{ м}$. Фотографирование производится тремя фотоаппаратами. Два нижних фотоаппарата используются для регистрации в нижнем блоке искровых камер. Один спаренный фотоаппарат в верхнем блоке искровых камер.

Ионизационный калориметр содержит 12 рядов ионизационных камер, прослоенных четырьмя свинцовыми и восемью железными поглотителями полной толщиной $\sim 1300 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$. Так как ионизационный калориметр является основным измерительным прибором в работе обсуждаются методические и аппаратные погрешности при оценке энергии первичной частицы.

Сцинтиляционная система запуска состоит из двух рядов плоских детекторов. Один расположен непосредственно под нижними искровыми камерами (под слоем свинца в 4 t -единицы). Другой в толще поглотителя калориметра на уровне $\sim 25 t$ -единиц (4 свинцовых $\sim 15 t$ и один из железа $\sim 10 t$), т.е. в районе усредненного максимума электронно-ядерного каскада.

Особенностью установки является возможность одновременной работы на двух и более различных мишенях. Как в верхнем, так и в нижнем измерительном блоке можно поместить в одном ряду две мишени из различных веществ и менять их в течении эксперимента, что необходимо для устранения систематических эффектов. Соответственно разделен на две полностью самостоятельные части и сцинтиляционный детектор.

Для обеспечения совместной работы перечисленных устройств осуществлена развязка электроники от высоковольтных импульсов питания искровых камер и сетевых помех посредством размещения системы искровых камер в сварной металлический объем с ее полной гальванической изоляцией от земли, применением светомастера и разделительного сетевого трансформатора.

Третья глава посвящена измерению сечения неупругого взаимодействия протонов с ядрами атомов воздуха. В основу метода заложена разница в вертикальных потоках протонов первичного космического излучения и протонов, не испытавших взаимодействия с атмосферой воздуха на всей длине пролета до уровня наблюдения. Сечение определялось по формуле:

$$b_{p-aiz} = \frac{A \ln \frac{F_p(\geq E, 0)}{F_p(\geq E, X)}}{N_a X}$$

где A - средний атомный вес воздуха, $F_p(\geq E, 0)$, $F_p(\geq E, X)$ - соответственно потоки протонов с энергией больше E на границе атмосферы и на глубине наблюдения X , N_a - число Авогадро.

В эксперименте задача измерения сечения b_{p-aiz} сводилась к измерению потока $F_p(\geq E, X)$, для чего были использованы взаимодействия в мишенях установки с последующим переходом к потокам. Оценка $F_p(\geq E, 0)$ производилась по "спектру Никольского".

Было отобрано 701 взаимодействие, удовлетворяющее следующим условиям:

1. Схождение частиц ливня в точку взаимодействия, обязательно расположенную в границах соответствующих мишеней. Множественность заряженных частиц $n_s \geq 2$.
2. Наличие частиц сопровождения, параллельных оси ливня ($\alpha \leq 5^\circ$), не более трех.
3. Наличие измерения энергии по ионизационному калориметру.

Из указанных ливней были отобраны 458 так называемых "чистых" события, в которых отсутствовали частицы сопровождения. Для отобранных и "чистых" взаимодействий были построены интегральные спектры диапазона энергий 0,4 - 7 ТэВ. Показатель интегрального спектра для обоих распределений

$$\gamma - 1 = 2,0 \pm 0,1.$$

Переход от числа взаимодействий к искомым потокам протонов осуществлялся по формуле:

$$F_p = \frac{N_{int} \cdot K' \cdot K_p}{(1 - e^{-\frac{x}{\lambda}}) S \Omega t}$$

где N_{int} - число взаимодействий в мишени, толщиной x , λ - пробег на взаимодействие. Учет толщины мишени необходим потому, что лишь некоторая доля первичных адронов, пропорциональная сечению, рождает ливень и регистрируется.

K' - итоговый поправочный коэффициент, учитывающий ряд систематических эффектов в измерении потоков одиночных адронов: а) оценка неучтенных частиц сопровождения как за пределами искровых камер, так и вблизи оси ливня за счет неразличимости сопровождения от продуктов взаимодействия, б) переход к вертикальному потоку, в) учет неполадок на установке, г) учет "мертвого" времени установки. В виду особенности установки Цхра-Цкаро, а именно наличием размещенных в магнитном поле визуальных детекторов, в эксперименте по измерению

$\beta\text{-}\alpha\text{-}\gamma$ не принимались во внимание обычно учитываемые эффекты на δ -электроны и частицы обратного тока.

K_p - коэффициент перехода от адронного потока к протонному, рассчитанный из данных станции Арагац по спектрам компонент адронного потока на уровне гор.

$S \Omega t$ - множитель учета светосилы установки для конкретной мишени и времени набора статистики для данной мишени.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию парциальных коэффициентов неупругости K_y . В работе детально

описывается методика измерения как интегральных, так и индивидуальных (для каждого взаимодействия) K_y . В основной доле материала измерения проводились по формуле

$$K_y = \frac{0,14 N_{max}}{E_0}$$

где N_{max} - ионизация в максимуме каскадной кривой, обусловленной электронно-фотонной компонентой, E_0 - энергия взаимодействия. Для интегральных измерений значения N_{max} и E_0 усреднялись по отобранной группе событий.

Основной целью исследования было изучение зависимости K_y от атомного веса ядра мишени и энергии. Потому главное условие отбора материала состояло в расположении точки генерации ливня в границах определенных мишеней, что устанавливалось по стереофотографиям визуальных детекторов.

Наличие информации о множественности вторичных частиц и переход к измерениям индивидуальных K_y позволили произвести детальное исследование A зависимости K_y , определить каналы этой зависимости, прояснить динамику множественного образования. Автором впервые произведено комплексное исследование зависимости $K_y(n_s)$ на ядрах мишеней $C H_2$, $A l$, $C u$, $P b$. Для сравнения результатов по различным мишеням распределения K_y впервые построены в масштабе относительной множественности $n_s / \langle n_s \rangle$. Поведение зависимости $K_y(n_s, A)$ иллюстрирует таблица отношений K_y для мишеней свинца и полиэтилена в интервалах относительной множественности $n_s / \langle n_s \rangle$

$\frac{N_s}{\langle N_s \rangle}$	0,25-	0,5-	0,75-	1,0-	1,25-	1,5-	>1,75
	-0,5	-0,75	-1,0	-1,25	-1,5	-1,75	
$\frac{K_{\gamma Pb}}{K_{\gamma CH_2}}$	0,97±	0,96±	1,06±	1,12±	1,42±	1,36±	1,09±
	±0,10	±0,09	±0,08	±0,09	±0,12	±0,14	±0,11

Измерения K_{γ} произведены на смешаном потоке адронов космического излучения диапазона энергий 0,1 - 5 ТэВ. Статистика следующая:

I. Средние K_{γ} , а) "Цхра-Цкаро 1" - 510 события

б) "Цхра-Цкаро 2" - 840 события

II. Зависимость $K_{\gamma}(N_s, A)$ - 1343 события.

В приложении приведены принципиальные схемы электроники, разработанные автором диссертации.

III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

I. При непосредственном участии диссертанта создана крупнейшая установка "Цхра-Цкаро" по исследованию неупругих взаимодействий космических адронов с ядрами в диапазоне энергий 0,1 - 10 ТэВ. Основными узлами установки являются магнитный искровой спектрометр с набором фотоаппаратов, сменные тонкие мишени, система спинтилляционного запуска, ионизационный calorimeter.

Регистрируются неупругие взаимодействия со следующими характеристиками каждого ливня: точка взаимодействия и вещество мишени, множественность, частицы сопровождения и обратного тока, энергия, коэффициенты неупругости K_{γ} , K^{\pm} ,

угловые характеристики и в ряде случаев направление и тип заряда первичного адрона. Главным условием, обеспечивающим указанный набор сведений, является развязка электроники установки от помех высоковольтных импульсов питания искровых камер. На установке "Цхра-Цкаро" проводится широкий круг исследований и в частности вопросы данной работы.

Вклад автора заключается в следующем:

- Введение γ -блока в ионизационный calorimeter.
 - Значительное расширение динамического диапазона электронных каналов ионизационного calorimeter. Введение "индивидуальной" калибровки.
 - Система запуска установки.
 - Электрическое и газовое питание искровых камер.
 - Система экранировок и развязок электроники установки от высоковольтных импульсов питания искровых камер и сетевых помех.
 - Основная электроника эксперимента.
2. Измерена нижняя граница сечения неупругого взаимодействия протонов с ядрами атомов воздуха.

E_0 ТэВ	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	$\geq 0,8$	$\geq 1,0$
σ_{p-aiz} мб	253 ± 4	255 ± 5	257 ± 5	264 ± 4

E_0 ТэВ	$\geq 1,5$	$\geq 2,0$	$\geq 3,0$	$\geq 4,0$
σ_{p-aiz} мб	274 ± 8	270 ± 8	278 ± 11	286 ± 14

3. Измерены средние парциальные коэффициенты неупругости K_{γ} . Показана независимость K_{γ} от энергии взаимодействия и диапазоне 0,1 - 5 ТэВ.

4. Получено, что в выражении зависимости K_{γ} от атом-

ного номера ядра мишени вида $K_{\gamma} \sim A^{\alpha}$; $\alpha = 0,07 \pm 0,4$ и $\alpha = 0,08 \pm 0,03$ соответственно для энергий меньше и больше 1 ТэВ.

5. Исследование зависимости K_{γ} от множественности вторичных заряженных частиц N_S во взаимодействиях космических адронов на ядрах мишеней (CH_2, Al, Cu, Pb) диапазона энергий 0,1 – 5 ТэВ дало следующие результаты:

а) От малых множественностей до средних K_{γ} не зависит от A . Это говорит о квазинуклонном характере взаимодействий при $N_S < \langle N_S \rangle$

б) Зависимость K_{γ} от A проявляется в области множественностей больше средней с максимумом в районе $\sim 1,5 < N_S \rangle$, где в аппроксимации $K_{\gamma} \sim A^{\alpha}$ $\alpha = 0,12 \pm 0,02$. Т.Е. именно в этой области множественности ядерные эффекты проявляются сильнее всего.

в) Для множественностей $N_S > 2 < N_S \rangle$ зависимость K_{γ} от A несколько стирается. Такое поведение кажется естественным с точки зрения аддитивной кварковой модели, так как при больших значениях N_S и на легких и на тяжелых ядрах взаимодействуют все кварки налетающей частицы.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Бердзенишвили О.Л., Гарибашвили Д.И., Громов Ю.А. и др. Изучение взаимодействия ядерно-активных частиц с энергией $10^{11} - 10^{12}$ эВ с помощью ионизационного калориметра. - Изв. АН СССР. сер. физ., 1971, т.35, № 10, с. 2033-2035.

2. Бердзенишвили О.Л., Громов Ю.А., Михайлов В.А., Котляревский Д.М. Устройство для изучения взаимодействия космических лучей с ядрами. Авторское свидетельство № 444484, 23 июня 1972.

3. Атанелишвили М.И., Бердзенишвили О.Л., Гуссак В.В., Громов Ю.А. и др. Модель установки "Цхра-Цқаро" для исследования ядерных взаимодействий космических частиц в интервале энергий $10^{11} - 10^{13}$ эВ. - Тбилиси: изд-во Мецниереба, 1976, сб. "Ядерные взаимодействия при высоких энергиях", с. 135-138.

4. Бердзенишвили О.Л., Громов Ю.А., Гуссак В.В. и др. Анализатор ионизационного калориметра "Цхра-Цқаро". - Тбилиси: изд-во Мецниереба, 1977, сб. "Процессы множественной генерации при высоких энергиях", с. 127-130.

5. Атанелишвили М.И., Бердзенишвили О.Л., Бицадзе Г.С., Гарсеванишвили Л.П., Громов Ю.А. и др. Новая установка "Цхра-Цқаро" для исследования взаимодействий космических лучей в интервале энергий 0,4 – 10 ТэВ. - Изв. АН СССР, сер. физ., 1978, т. 42, № 7, с. 1479-1482.

6. Громов Ю.А., Котляревский Д.М., Кананов С.Д. и др. Широкоазорные искровые камеры установки "Цхра-Цқаро". - ПТЭ, 1979, № 4, с. 79-81.

7. Бердзенишвили О.Л., Гарсеванишвили Л.П., Громов Ю.А. и др. Исследование взаимодействий космических адронов с ядрами в интервале энергий от 50 до 5000 ГэВ. - Изв. АН СССР, сер. физ., 1980, т. 44, № 3, с. 505-508.

8. Габуния Л.Л., Громов Ю.А., Кананов С.Д. и др. Исследование ядерных взаимодействий космических адронов на высоте

2500 м над уровнем моря. - Изв. АН СССР, сер. физ., 1981,
т. 45, с. 1208-1214.

9. Бердзенишвили О.Л., Гарсеванишвили Л.П., Громов Ю.А.
и др. Исследование взаимодействий адронов с ядрами при энергии
I - 10 ТэВ. - Изв. АН СССР, сер. физ., 1982, т. 46, № 9,
с. 1765-1766.

10. Громов Ю.А. Исследование зависимости парциальных
коэффициентов неупругости K_γ от множественности вторичных
заряженных частиц. - Ереван: сб. "Вопросы атомной науки и
техники", сер. техника физ. эксперим., 1983, вып. 1/13, с.90-91.

11. Berdzenishvili O.L., Garsevanishvili L.P., Gromov Yu.A.
Some characteristics of nuclear active component of cosmic Rays
in the atmosphere depth 760 g/cm². 17th ICRC-1981, Paris,
HE-42-16. p.266-269.

12. Gromov Yu.A. Investigation of inelasticity coef -
ficient K_γ for hadron interactions with nuclei. 17th ICRC,
1981, Paris, HE.3-21, p.103-106.

Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 401

ВФ - 06163

Тираж 170

Подписано к печати 29.12.83г. Формат издания 60x84/16

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, Маркаряна 2