

Препринт ЕФИ 1081(44)-88

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



С.Р.ГЕВОРКЯН

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО  
ФОТОРОЖДЕНИЮ МЕЗОНОВ НА АТОМНЫХ  
ЯДРАХ В ЕрФИ

ЦНИИАтоминформ  
ЕРЕВАН—1988

Նախնատիպ ԵՓԻ-1081(44)-88

Ս.Ռ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ԱՏՈՄԻ ՄԻՋՈՒԿՆԵՐԻՑ ՄԵԶՈՆՆԵՐԻ ՓՈՏՈԾՆՄԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒ ՀՆՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ ԵՐՓԻ-ՈՒՄ\*

Ներկայացված է տեսական, այդ թվում ԵրՓԻ-ում կատարված հետա-  
զոտությունների կարճ ակնարկը՝ նուկլոններից և միջուկներից ու-  
զոնանաների Ֆոտո- և էլեկտրաճնման վերաբերյալ :

Երևանի Փիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1988

---

\*Չվերցվել է ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Հ.Հ. Վարդապետյանի ծննդյան  
60-ամյակին նվիրված ԵրՓԻ-ի Գիտատվական կազմակերպության խորհրդի նիստում,  
1987 թ. մայիսի 26-ին:



Центральный научно-исследовательский институт информатики  
и технико-экономических исследований по атомной науке  
и технике (ЦНИИатоминформ) 1988 г.

Preprint YERPHI-1081(44)-88

S.R. GEVORKIAN

THE HISTORY AND PERSPECTIVES OF INVESTIGATIONS ON  
THE MESON PHOTOPRODUCTION ON ATOMIC NUCLEI IN YERPHI\*

A brief review of theoretical investigations, among them those carried out in YERPHI on photo- and electroproduction of resonances on nucleons and nuclei, is presented.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1988

---

\* Reported at the Scientific Engineering Council of YERPHI in 26.05.1987 dedicated to the 60th birthday anniversary of H.H. Vartapetian, academician of Arm.SSR Ac. Sci.

Препринт ЕФИ-1081(44)-88

УДК 539.172.3:539.14

С.Р.ГЕВОРКЯН

**ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФОТОРОЖДЕНИЮ  
МЕЗОНОВ НА АТОМНЫХ ЯДРАХ В ЕРФИ\***

Прибеден краткий обзор теоретических исследований, в том числе выполненных в ЕрФИ по процессам фото- и электророждения резонансов на нуклонах и ядрах.

Ереванский физический институт

Ереван 1988

---

\* Доклад прочитан на заседании Научно-технического совета Ереванского физического института 26.05.87г, посвященном 60-летию со дня рождения академика АН АрмССР Г.А.Вартапетяна

К концу 60-х годов заметно возрос интерес к процессам взаимодействия фотонов с атомными ядрами. К этому времени для процессов фоторождения при высоких энергиях была создана модель векторной доминантности (МДВМ) с различными модификациями [1]. Согласно МДВМ фотон высокой энергии ( $E_\gamma \gg 2 \text{ ГэВ}$ ), прежде чем провзаимодействовать с веществом, переходит в векторный мезон  $V$  ( $\rho, \omega, \varphi, \dots$ ) на время, допускаемое соотношением неопределенности  $\tau = 2E_\gamma / m_V^2$  ( $m_V$  - масса векторного мезона).

В 1967 г. Л. Стодольски предложил [2] прямую проверку МДВМ идея которой заключалась в следующем. Если фотон до взаимодействия с ядром переходит в векторный мезон, то полное сечение по взаимодействию с ядром  $\sigma(\gamma A)$  должно вести себя как функция атомного номера ядра  $A$  по закону  $\sigma(\gamma A) \sim A^{2/3}$ , в противном случае эта зависимость линейна  $\sim A$ .

Дальнейшее развитие эта идея получила в работах [3-5], в которых было показано, что этот эффект зависит от энергии фотона, причем изменение в  $A$ -зависимости должно происходить при энергиях 5-10 ГэВ. В работе [5] было теоретически пред-

сказано, что в случае справедливости МДВМ сечения некогерентного фоторождения мезонов на ядрах должны иметь сильную энергетическую зависимость (падать с увеличением начальной энергии).

В 1969 г. на Стэнфордском ускорителе был выполнен эксперимент [6] по некогерентному фоторождению заряженных пионов на различных ядрах при энергиях  $E_\gamma = 8$  и  $16$  ГэВ, из которого следовало, что в этом энергетическом интервале в пределах экспериментальных ошибок нет энергетической зависимости сечений. Чтобы сделать однозначные заключения, необходимо было по возможности расширить энергетический интервал.

В 1971 г. Г.А.Вартапетяном с сотрудниками был выполнен эксперимент [7] по некогерентному фоторождению заряженных пионов на различных ядрах на синхротроне ЕрФИ при энергиях  $E_\gamma = 2$  и  $3$  ГэВ. Совместно с данными, полученными в Стэнфорде, эти результаты однозначно свидетельствовали о наличии адронной компоненты у фотона, однако отсутствие заметной энергетической зависимости у эффективных нуклонных чисел  $A^{eff} = \frac{d\sigma}{dt}(\gamma A \rightarrow \pi X) / \frac{d\sigma}{dt}(\gamma N \rightarrow \pi X)$  указывало на то, что природа взаимодействия фотонов с ядром сложнее, чем предсказывалось моделью векторной доминантности.

Основываясь на результатах этих работ, Р.Фейнман в 1972 г. писал [8] : "... в настоящее время нет никакого объяснения такому расхождению, и его изучение представляет собой прекрасную задачу".

В середине 60-х годов в работе [9] было предложено использовать ядерные мишени в качестве прибора, позволяющего определять полные сечения взаимодействия нестабильных частиц с нукло-

нами. Это обусловлено тем, что время жизни нестабильной частицы в лабораторной системе координат пропорционально лоренц-фактору  $\tau = E/m$  и при достаточно больших энергиях ( $E \gg 2 \text{ ГэВ}$ ) становится больше характерных размеров ядер ( $R \sim 4-7 f$ ), так что нестабильная частица, рожденная в ядре, успевает в нем провзаимодействовать. В начале 70-х годов, благодаря экспериментам, выполненным [1] в DESY, SLAC и Корнелле, были определены полные сечения взаимодействия  $\rho$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$  мезонов с нуклонами.

В 1973 г. Г.А.Вартапетяном с сотрудниками впервые было измерено [10] некогерентное сечение фоторождения  $\eta^0$ -мезона при высоких энергиях на различных ядрах, и было получено полное сечение взаимодействия  $\eta^0$ -мезона с нуклонами, которое оказалось в интервале, не противоречащем предсказанию модели кварков.

В настоящее время в ЕРФИ под руководством Г.А.Вартапетяна разработана физическая программа и начата подготовка к принципиально новому классу экспериментов по фото- и электророждению резонансов на нуклонах и ядрах. Из них хотелось бы выделить два чрезвычайно интересных направления.

Векторные мезоны могут быть поляризованы как поперечно, так и продольно (в отличие от реального фотона, который всегда поперечно поляризован). В процессах когерентного (без развала ядра) фоторождения векторных мезонов, ввиду сохранения S-начальной спиральности, извлекаются полные сечения взаимодействия поперечно-поляризованных векторных мезонов с нуклонами  $\sigma_T(VN)$ . Сечения же продольно-поляризованных векторных мезонов с нуклонами  $\sigma_L(VN)$  практически неизвестны. Теоретические модели

предсказывают для этой величины широкий интервал значений от нуля до  $\sigma_T(VN)$ .

Планируемый в ближайшие годы эксперимент в ЕрФИ по некогерентному фоторождению  $\omega$ -мезонов на различных ядрах [II] позволит извлечь величину  $\sigma_L(\omega N)$  и проверить справедливость различных теоретических подходов. Отметим, что такие исследования предпочтительны именно в интервале энергий Ереванского синхротрона, так как при больших энергиях доля продольно-поляризованных  $\omega$ -мезонов уменьшается (их образование связано с обменом полюсами ненатуральной четности, вклад которых вымирает с энергией).

Второе направление исследований связано с возможностью определения из ядерных данных полных сечений взаимодействия тяжелых векторных мезонов ( $M_V > 1$  ГэВ) с нуклонами  $\sigma_M(VN)$ . В подходах типа обобщений МДВМ предполагается [I], что величина  $\sigma_M(VN)$  уменьшается с ростом массы векторного мезона по закону  $\sigma_M(VN) \sim M_V^{-2}$ .

Согласно сегодняшним представлениям о структуре адронов тяжелые мезоны ( $\rho'(1600)$ ,  $\varphi'(1680)$  и т.д.) являются радиальными возбуждениями своих основных состояний ( $\rho$ ,  $\varphi$  и т.д.). В этом случае величина  $\sigma_M(VN)$  должна расти с массой мезона, а не уменьшаться! Эксперименты по фоторождению тяжелых векторных мезонов на ядрах (в частности, фоторождение  $\rho'(1600)$ ) планируются в ЕрФИ, позволят прояснить эту парадоксальную ситуацию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bauer T.H. et al. The hadronic properties of the photon in high-energy interaction. *Rev.Mod.Phys.* 1978, vol. 50, p.251.
2. Stodolsky L. Hadronlike behavior of  $\gamma, V$  -nuclear cross sections. *Phys.Rev.Lett.*, 1967, vol.18, p.135.
3. Грибов В.Н. Взаимодействие  $\gamma$ -квантов и электронов с ядрами при высоких энергиях. *ЖЭТФ*, 1969, т.57, с.1306.
4. Brodsky S., Pumplin J. Photon-nucleus total cross sections *Phys.Rev.* 1969, vol.182, p.1794.
5. Gott K., Yennie D.R. Vector mesons and nuclear optics. *Phys.Rev.*, 1969, vol.182, p.1595.
6. Boyarsky A.M. et al. Single and photoproduction from complex nuclei at 8 and 16 GeV. *Phys.Rev.Lett.*, 1969, vol.123, p.1343.
7. Abrahamian L.O. et al. Single  $\pi^{\pm}$  photoproduction from complex nuclei at 2 and 3 GeV. *Phys.Lett.*, 1972, vol.38B, p.544.
8. Фейнман Р. Взаимодействие фотонов с адронами. М.: Мир, 1975.
9. Drell S.D., Trell J.S. Determination of  $\rho$  -nucleon total cross sections from coherent photoproduction. *Phys. Rev.Lett.*, 1966, vol.16, p.552.
10. Abrahamian L.O. et al.  $\eta$  -meson photoproduction on nuclei and determination of N -interaction total cross-section. *Phys.Lett.*, 1973, vol.44B, p.301.

II. С.Г.Геворкян, Жамкочян В.М. Некогерентное фоторождение  $\omega$ -мезонов на ядрах при высоких энергиях. Научное сообщение ЕФИ-187(33)-76, Ереван, 1976.

Рукопись поступила 12 октября 1987 г.

**С.Р.ГЕВОРКЯН**

**ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФОТОРОЖДЕНИЮ  
МЕЗОНОВ НА АТОМНЫХ ЯДРАХ В ЕрФИ**

**Редактор Л.П.Мукаян**

**Технический редактор А.С.Абрамян**

---

**Подписано в печать 20/УП-88г.**

**Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,5**

**Зак.тип.№ 362**

**ВФ-03167 формат 60x84/16**

**Тираж 299 экз. Ц. 8 к.**

**Индекс 3624**

---

**Отпечатано в Ереванском физическом институте**

**Ереван 36, ул.Братьев Алиханян, 2 .**

**The address for requests:  
Information Department  
Yerevan Physics Institute  
Markaryan St., 2  
Yerevan, 375036  
Armenia, USSR**

**индекс 3624**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**