

ATTENTION MICROFICHE USER,

The original document from which this microfiche was made was found to contain some imperfections that reduce full comprehension or some of the text despite the good technical quality of the microfiche itself. The failures may be:

- missing or illegible pages/figures;
- wrong pagination;
- poor overall printing quality, etc...

We normally refuse to microfiche such a document and request a replacement document (or page) from the national INIS Centre concerned. However, our experience shows that many months pass before such documents are replaced. Sometimes the Centre is not able to supply a better copy or, in some cases, the pages that were supposed to be missing correspond to a wrong pagination only. We feel that it is better to proceed with distributing the microfiche made of these documents than to withhold them till the imperfections are removed. If the removals are subsequently made then replacement microfiche can be issued. In line with this approach then, our specific practice for microfiching such documents is as follows:

1. A microfiche of an imperfect document will be marked with a special symbol (black circle) on the left of the title. This symbol will appear on all masters and copies of the document (1st fiche and trailer fiches) even if the imperfection is on one fiche of the report only.
2. If the incorrectnesses are not too general the reason will be specified on a sheet such as this, in the space below.
3. The microfiche will be considered as temporary, but sold at the normal price. Replacements, if they can be issued, will be available for purchase at the regular price.
4. A new document will be requested from the supplying Centre.
5. If the Centre can supply the necessary pages/document a new master fiche will be made to permit production of any replacement microfiche that may be required.

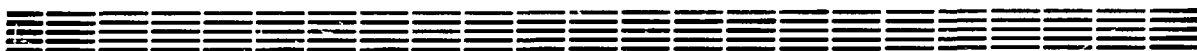
-----  
The original document from which this microfiche has been prepared has these imperfections:

- missing pages/figures numbered: 9, 10, 11 + 12
- wrong pagination
- poor overall printing quality
- combinations of the above
- other

INIS Clearinghouse  
I.A.E.A.  
P.O. Box 100  
A-1400, VIENNA  
AUSTRIA

Препринт ЕФИ-1216(2)-90

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



А.С.БАГДАСАРЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

**ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО  
ФОТОРОЖДЕНИЮ  $\pi^0$  - МЕЗОНОВ**

ЦНИИатоминформ  
ЕРЕВАН-1990

Նախնատիպ ԵՖԻ- 1216(2)-90

Ա.Ս.ԲԱՂՎԱՍԱՐՅԱՆ, Ժ.Վ.ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Պ<sup>0</sup>-ՄԵԶՈՆՆԵՐԻ ՖՈՏՈԾՆՄԱՆ ՓՈՐՁԱՐԱՐԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ  
ՖԵՆՈՄԵՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Կատարվել է Ֆոտոնների 0,7 + 1,6 ԳէՎ էներգիաների տիրույթում  
Պ<sup>0</sup>-մեզոնների ֆոտոծնման վերաբերյալ փորձարարական տվյալների ֆենո-  
մենոլոգիական վերլուծությունը:

Երևանի Փիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1990



Preprint YERPHI-1216(2)-90

A.S. BAGHDASSARIAN, Zh.V. PETROSSIAN

PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA ON  
PHOTOPRODUCTION OF  $\pi^0$ -MESONS

A phenomenological analysis of experimental data on photoproduction of  $\pi^0$ -mesons in the energy range of photons from 0.7 to 1.6 GeV is made.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1990

Препринт ЕФИ-1216(2)-90

УДК 539.172.3:539.126.34

А.С.БАГДАСАРЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ДАНЫХ ПО ФОТОРОЖДЕНИЮ  $\pi^0$ -МЕЗОНОВ

Проведен феноменологический анализ экспериментальных данных  
по рождению  $\pi^0$ -мезонов в области энергии фотонов  
0,7 - 1,6 ГэВ.

Ереванский физический институт

Ереван 1990

В электромагнитных взаимодействиях исследование процессов фоторождения псевдоскалярных мезонов на нуклонах в резонансной области энергий представляет большой интерес, так как позволяет получить информацию об электромагнитных характеристиках нуклонных резонансов, имеющую важное значение для изучения структуры адронов, уточнения их классификации по теории симметрии и получения свойств электромагнитного тока адронов.

Экспериментальным исследованием этой актуальной физической задачи занимаются в ряде научных центров страны (ЕрФИ, ХФТИ) и за рубежом (SLAC, Daresbury и др.).

Более десяти лет авторами работ [I-II] проводятся систематические измерения поляризационных параметров (асимметрии сечения реакции  $\Sigma$ , компонент вектора поляризации протонов  $P_y$ ,  $P_{xz}$ ) в реакции фоторождения  $\pi^0$ - мезона на протоне



в резонансной области энергии первичных фотонов  $E_\gamma = (0.7-1.5)$  ГэВ под углами рождения пионов  $\theta_{\pi^0}^* = 40^\circ-80^\circ$  в с.ц.м. В настоящее время мы располагаем по параметрам  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$  в сумме 113

измеренными точками. Полученные результаты измерений по  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$  сравниваются с результатами феноменологических анализов Меткалфа-Уолкера [12] и Феллера [13], а также дисперсионного анализа при фиксированном передаваемом импульсе [14]. Из сравнения следует, что зависимости поляризационных параметров от  $E_\gamma$  и  $\theta_{\pi^0}^*$  не описываются (даже качественно) ни одним из анализов [12-14]. На наш взгляд, одна из причин наблюдаемого разногласия заключается в том, что при сравнении новых экспериментальных данных с результатами какого-либо анализа эти данные не входят в состав экспериментального набора (банк данных), по которому ведется подгонка парциальных амплитуд и амплитуд фона данным анализом. Более того, во всех до сих пор выполненных анализах использовались данные по дифференциальным сечениям и по поляризационным параметрам, которых более чем на порядок меньше по количеству измеренных точек, чем дифференциальных сечений. При этом статистическая точность измерений дифференциального сечения значительно лучше, чем точность измерений поляризационных параметров.

Исходя из вышеизложенного, нами проводился новый феноменологический анализ в рамках изобарной модели Уолкера [15] по совокупности измеренных нами поляризационных параметров  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$  [I-II] совместно с данными дифференциального сечения реакции (I) [16]. В банк данных включались также данные, взятые из [17] по  $P_y$ - поляризации протонов в тех же областях  $\Delta E_\gamma$  и  $\Delta \theta_{\pi^0}^*$ , в которых нами измерялись параметры  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$ . Анализ проводился для области энергии фотонов  $E_\gamma = (0,7-1,6)$  ГэВ. Взятые для анализа количество измеренных точек по дифференциальному сечению и по параметрам  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$  в сумме было

одинаковым и равным 200 точкам. В амплитудах фоторождения пионов учитывались вклады электрической части борновского члена, нуклонных резонансов и нерезонансного фона. К экспериментальным данным ( $d\sigma/d\Omega$ ,  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$ ) подгонялись величины парциальных амплитуд и параметры фона одновременно. Набор нуклонных резонансов со своими характеристиками и исходные значения подгоняемых параметров резонансов и фона были взяты из работы [12].

В качестве иллюстрации на рис.1-7 приведены результаты настоящего анализа и анализа [12] вместе с экспериментальными данными. Из сравнения видно, что результаты нового анализа без ухудшения описания экспериментальных данных по зависимости дифференциального сечения реакции (1) от энергии качественно описывают совокупность наших данных по зависимости поляризационных параметров  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$  от  $E_\gamma$  и  $\theta_{\pi^0}^*$ . Отметим, что данные по  $\Sigma$ , взятые из работ [18,19] и представленные на рис.2 (знаком  $\Phi$ ), не были включены в банк данных для анализа. На рис.7 дана зависимость  $T$  - асимметрии от  $E_\gamma$ . Экспериментальные данные [18,19], приведенные на этом рисунке, также не использовались в феноменологическом анализе.

Значения парциальных амплитуд, полученные в настоящем анализе с описанием  $\chi^2$  на точку  $\sim 2$ , приведены в табл.1 вместе с результатами анализа [12]. Из табл.1 видно, что половина подогнанных значений амплитуд  $A_{\rho^\pm}$ ,  $B_{\rho^\pm}$  для рассматриваемого набора резонансов существенно отличается (до двух раз) от значений, приведенных в работе [12].

Для сравнения результатов настоящего анализа с предсказаниями кварковых моделей [20,21] в табл.2 представлены значения

амплитуд радиационных распадов резонансов со спиральностью  $1/2$  и  $3/2$ . Из сравнения видно заметное сближение значений амплитуды  $A_{1/2}$ , полученное в настоящем анализе, с предсказаниями кварковых моделей для резонансов  $S_{31}(1650)$  и  $P_{11}(1780)$ . В случае резонанса  $P_{33}(1750)$  сближение наблюдается как для амплитуды  $A_{1/2}$ , так и для  $A_{3/2}$ .

Таким образом, из результатов настоящего анализа по небольшой статистике экспериментальных данных по набору  $\Sigma$ ,  $P_y$ ,  $P_{xz}$  следует необходимость проведения нового анализа с привлечением мировых данных по всем наблюдаемым величинам ( $dG/d\Omega$ ,  $\Sigma$ ,  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ ,  $T$ ,  $H_x$ ,  $G_z$ ) для количественного описания экспериментальных зависимостей наблюдаемых от  $E_\gamma$  и  $\theta_{\pi^0}^*$ , а самое главное — для дальнейшего уточнения электромагнитных характеристик нуклонных резонансов.

Нами начата работа по выполнению такого анализа в широкой области энергии фотонов ( $E_\gamma^{\min} \sim 200$  МэВ) и включением в анализ как неучтенных в настоящем анализе резонансов, так и уточненных значений масс и ширин резонансов.

Частичные амплитуды Таблица 1

Резонанс	Масса, ГэВ	Ширина ГэВ	Частичная амплитуда	Значение частичных амплитуд, $\mu\text{Б}^{1/2}$	
				по $MU [12]$	наш результат
$S_{11}$	1,53	0,100	$A_{0+}$	$0,423 \pm 0,112$	$0,420 \pm 0,110$
$S_{31}$	1,66	0,150	$A_{0+}$	$-0,707 \pm 0,254$	$-0,353 \pm 0,118$
$S_{11}$	1,70	0,150	$A_{0+}$	$0,078 \pm 0,092$	$0,052 \pm 0,052$
$P_{11}$	1,65	0,160	$A_{1-}$	$0,264 \pm 0,088$	$0,177 \pm 0,058$
$P_{31}$	1,65	0,230	$A_{1-}$	$-0,141 \pm 0,283$	$-0,087 \pm 0,194$
$P_{13}, P_{33}$	1,67	0,120	$A_{1+}$	$0 \pm 0,071$	$0,071 \pm 0,051$
			$B_{1+}$	$0 \pm 0,071$	$0,071 \pm 0,080$
$D_{13}$	1,51	0,120	$A_{2-}$	$0,030 \pm 0,035$	$0,035 \pm 0,035$
			$B_{2-}$	$1,060 \pm 0,071$	$1,065 \pm 0,071$
$D_{13}, D_{33}$	1,73	0,130	$A_{2-}$	$0 \pm 0,071$	$0,033 \pm 0,037$
			$B_{2-}$	$0 \pm 0,071$	$0,024 \pm 0,036$
$D_{15}$	1,65	0,140	$A_{2+}$	$0,035 \pm 0,042$	$0,042 \pm 0,050$
			$B_{2+}$	$-0,098 \pm 0,056$	$-0,093 \pm 0,046$
$F_{15}$	1,69	0,135	$A_{3-}$	$0,035 \pm 0,048$	$0,070 \pm 0,051$
			$B_{3-}$	$0,396 \pm 0,049$	$0,341 \pm 0,040$
$F_{35}$	1,88	0,250	$A_{3+}$	$0,109 \pm 0,141$	$0,101 \pm 0,141$
			$B_{3+}$	$0,040 \pm 0,082$	$0,043 \pm 0,082$
$F_{37}$	1,93	0,200	$A_{3+}$	$0,199 \pm 0,099$	$0,155 \pm 0,085$
			$B_{3+}$	$-0,168 \pm 0,042$	$-0,162 \pm 0,042$

Амплитуды радиометрических расщеплений,  $10^{-3}$  ГэВ $^{-1/2}$  Таблица 2

Энергия (МэВ, ГэВ)	Спираль- ность	Числитель- знаменатель	Числитель- знаменатель	$\sigma$ [12]	Резонансная интерференция [23]	Резонансная интерференция [22]
S <sub>11</sub> (1535)	1/2	62 ± 15	0 ± 12	37	37	20
S <sub>31</sub> (1550)	1/2	52 ± 17	105 ± 36	47	47	60
S <sub>11</sub> (1700)	1/2	8 ± 3	12 ± 15	0	0	49
P <sub>11</sub> (1780)	1/2	-66 ± 24	-111 ± 40	-40	-40	-30
P <sub>31</sub> (1900)	1/2	-22 ± 45	-32 ± 65	30	30	-
P <sub>13</sub> (1750)	1/2	25 ± 18	0 ± 25	100	100	-
	3/2	-21 ± 25	0 ± 22	-50	-50	-
P <sub>33</sub> (1750)	1/2	38 ± 20	0 ± 30	34	34	-
	3/2	26 ± 18	0 ± 55	60	60	-
D <sub>13</sub> (1730)	1/2	16 ± 16	0 ± 34	0	0	-18
	3/2	6 ± 10	0 ± 29	0	0	-4
D <sub>13</sub> (1520)	1/2	-6 ± 6	-6 ± 6	-34	-34	-25
	3/2	165 ± 11	165 ± 11	109	109	157
D <sub>15</sub> (1670)	1/2	12 ± 15	10 ± 13	0	0	3
	3/2	40 ± 20	42 ± 24	0	0	6
D <sub>33</sub> (1670)	1/2	12 ± 38	0 ± 48	18	18	117
	3/2	15 ± 55	0 ± 41	99	99	151
F <sub>15</sub> (1800)	1/2	-15 ± 20	-8 ± 11	-10	-10	-
	3/2	21 ± 16	12 ± 16	60	60	-
F <sub>35</sub> (1890)	1/2	17 ± 5	17 ± 6	-20	-20	-
	3/2	-28 ± 55	-20 ± 55	-	-	-
F <sub>37</sub> (1890)	1/2	-10 ± 25	-58 ± 25	-50	-50	-
	3/2	-93 ± 24	-95 ± 24	-70	-70	-

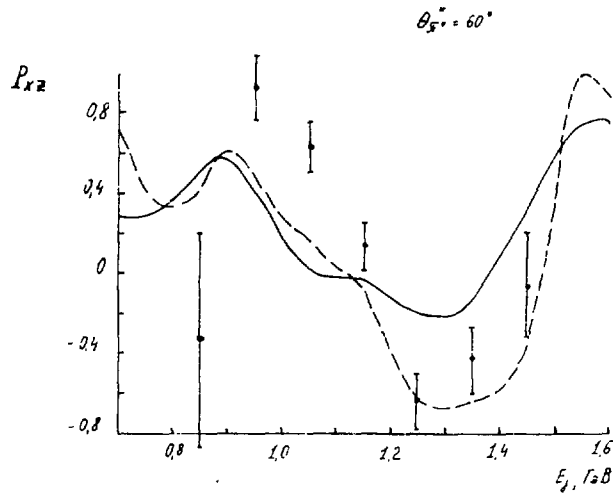


Рис.5 Зависимость  $P_{xz}$  - поляризации протонов от энергии фотонов для угла рождения  $\pi^0$ - мезонов  $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$  в с.ц.м. Экспериментальные данные взяты из работы [3]. Сплошная кривая - результаты анализа КУ [12], пунктирная кривая - результаты нашего анализа.

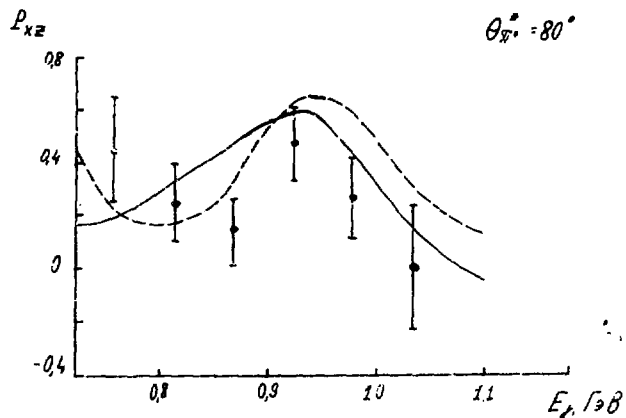


Рис.6 Зависимость  $P_{xz}$  - поляризации протонов от энергии фотона для угла рождения  $\pi^0$ - мезонов  $\theta_{\pi^0}^* = 80^\circ$  в с.ц.м. Экспериментальные данные взяты из работы [10]. Сплошная кривая - результаты анализа МУ [12], пунктирная кривая - результаты нашего анализа.

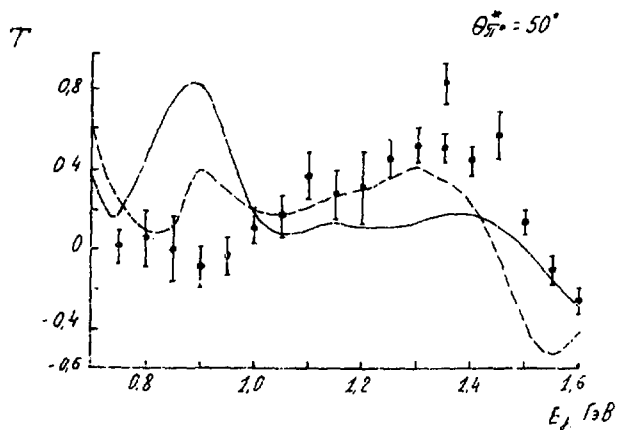


Рис.7 Зависимость асимметрии  $T$  от энергии фотонов для угла рождения  $\pi^0$ - мезонов  $\theta_{\pi^0}^* = 50^\circ$  в с.ц.м. Экспериментальные данные взяты из работ [1,4]. Сплошная кривая - результаты анализа МУ [12], пунктирная кривая - результаты нашего анализа.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян Р.О. и др. Измерение асимметрии в фоторождении  $\pi^0$ - мезона в резонансной области. ЯФ, т.26, вып.5, 1977.
2. Авакян Р.О. и др. Измерение асимметрии в фоторождении  $\pi^0$ - мезона для углов пиона в с.ц.м.  $40^\circ$  и  $50^\circ$  в резонансной области ЯФ, т.29, вып.5, 1979.
3. Авакян Р.О. и др. Измерение поляризации протонов в реакции  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  на линейно-поляризованном пучке фотонов. ЯФ, т.36, вып.2(8), 1982.
4. Авакян Р.О. и др. Измерение поляризации протонов отдачи в реакции фоторождения  $\pi^0$ - мезона для угла  $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$  в резонансной области. ЯФ, т.37, вып.2, 1983.
5. Авакян Р.О. и др. Измерение асимметрии сечения реакции  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  в резонансной области. ЯФ, т.38, вып.5(II), 1983.
6. Авакян Р.О. и др. Измерение асимметрии сечения реакции  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  для угла  $\theta_{\pi^0}^* = 80^\circ$  в резонансной области энергии. Изв.АН Арм.ССР, Физика, т.19, вып.3, 1984.
7. Авакян Р.О. и др. Измерение асимметрии сечения реакции  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  для угла рождения пиона  $65^\circ$  в с.ц.м. в резонансной области. Изв. АН Арм.ССР, Физика, т.19, вып.1, 1984.
8. Авакян Р.О. и др. Угловая зависимость асимметрии сечения реакции  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  в резонансной области. ЯФ, т.40, вып.4(10), 1984.
9. Авакян Р.О. и др. Измерение поляризации протонов в реакции фоторождения  $\pi^0$ - мезона для угла  $\theta_{\pi^0}^* = 70^\circ$  на линейно-поляризованном пучке фотонов. ЯФ, т.46, вып.5(II), 1987.

10. Авакян Р.О. и др. Измерение поляризации протонов в реакции  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$  для угла  $\theta_{\pi^0}^* = 80^\circ$  на линейно-поляризованном пучке фотонов. ЯФ, т.48, вып.6(12), 1988.
11. Авакян Р.О. и др. Исследование энергетической и угловой зависимости поляризации протонов в реакции фоторождения  $\pi^0$  - мезона на водороде на линейно-поляризованном пучке фотонов. Изв. АН Арм.ССР, Физика, т.23, вып.5, 1988.
2. Metcalf W.J., Walker R.L. A Phenomenological Analysis of Pion Photoproduction. Nucl.Phys., 1974, V.B76, p.253-289.
13. Feller P., Fukushima M., Horikawa N. et al. a Phenomenological Analysis on  $\gamma p \rightarrow \pi^+ n, \pi^0 p$  below 1.2 GeV. Nucl. Phys., 1976, V.B 104, p.219-244.
14. Aznauryan I.G., Акопов N.Z., Bagdasarian A.S. Analysis of Pion Photoproduction on Nucleons in the Resonance Region. EFI-264(57)-77.
15. Walker R.L. Phenomenological Analysis of Single-Pion Photoproduction. Phys. Rev., 1969, V.182, N.5, p.1729-1748.
16. Barton J.S., Booth P.S.L., Carroll L.J. et al. The Photoproduction of Neutral Pions from Protons between 0,7 GeV and 1.7 GeV. Daresbury preprint, DL/P208, 1974.
17. Коновалов О.Г. Поляризация протонов и свойства резонансов в фоторождении пионов на нуклонах. Докторская диссертация, Харьков, 1987.
18. Menze B., Pfeil W., Wilcke R. Compilation of Pion Photoproduction Data. Bonn Univ., 7-1, 1977.

19. Bussey P.I., Raine C., Ruthergleyn I.G. et al. Polarization Parameters in Neutral Pion Photoproduction. Nucl. Phys., 1979, V.B154, N.3, p.492-502.
20. Feynman R.P., Kislinger M., Ravndal F. Current Matrix Elements from a Relativistic Quark Model. Phys.Rev.D, 1971, V.3, N.11, p.2706-2732.
21. Азнаурян И.Г., Багдасарян А.С. Радиационные распады нуклонных резонансов мультиплета  $[70, 1^-]$  в релятивистской модели кварков. ЯФ, 1985, т.41, вып.1, с.249-269.

Рукопись поступила 30 ноября 1989 г.

А.С. БАГДАСАРЯН, Ж.В. ПЕТРОСЯН

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО  
ФОТОРОЖДЕНИЮ  $\pi^0$ -МЕЗОНОВ

Редактор Л.П. Мукаян

Технический редактор А.С. Абрамян

---

Подписано в печать 15/III-90г.

ВФ-01339

Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,8

Тираж 299 экз. Ц. 10 к.

Зак. тип. № 01

Индекс 3649

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте

Ереван 36, ул. Братъев Алиханян, 2

The address for requests:  
Information Department  
Yerevan Physics Institute  
Alikhanian Brothers 2,  
Yerevan, 375036  
Armenia, USSR

**ИНДЕКС 3649**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**