

Новые достоверные данные о фоторасщеплении ядра ^{160}Gd

В. В. Варламов^{1,*}, В. Д. Кайдарова^{2,†}, В. Н. Орлин¹

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ)

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
физический факультет, кафедра общей ядерной физики
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

(Статья поступила 17.10.2018; Подписана в печать 23.10.2018)

При использовании объективных физических критериев достоверности проанализированы экспериментальные данные по сечениям парциальных фотонейтронных реакций на ядре ^{160}Gd , полученные на пучке квазимоноэнергетических аннигиляционных фотонов и метода разделения нейтронов по множественности. Установлено, что экспериментальные сечения парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$ введенным критериям не удовлетворяют. В рамках экспериментально-теоретического метода оценки сечений реакций, удовлетворяющих критериям достоверности, получены новые данные о сечениях парциальных и полной фотонейтронной реакции на ядре ^{160}Gd . Обнаружены значительные расхождения экспериментальных и оцененных сечений, обусловленные недостоверными распределениями нейтронов между каналами с различной множественностью.

PACS: 25.20.-x УДК: 539.17

Ключевые слова: гигантский дипольный резонанс, сечения парциальных фотонейтронных реакций, множественность нейтронов, критерии достоверности данных, экспериментально-теоретический метод оценки сечений, новые достоверные сечения.

ВВЕДЕНИЕ

Большинство данных по сечениям парциальных фотонейтронных реакций получено с помощью квазимоноэнергетических аннигиляционных фотонов в Ливерморе (США) и Сакле (Франция). Использовался метод разделения образующихся нейтронов по множественности, определяемой по данным о кинетической энергии нейтронов. Конкретные реализации этого метода получения информации о сечениях парциальных реакций различались, следствием чего стали существенные расхождения между сечениями парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, намного превосходящие статистические погрешности и достигающие 100% [1]. При этом расхождения определенно были систематическими. При сравнении данных для 19 ядер (^{51}V , ^{75}As , ^{89}Y , ^{90}Zr , ^{115}In , $^{116,117,118,120,124}\text{Sn}$, ^{127}I , ^{133}Cs , ^{165}Ho , ^{181}Ta , ^{197}Au , ^{208}Pb , ^{232}Th , ^{238}U), исследованных в обеих упомянутых выше лабораториях, было установлено, что в основном сечения реакции $(\gamma, 1n)$ имеют заметно большие величины в Сакле, тогда как сечения реакции $(\gamma, 2n)$ напротив — в Ливерморе. Было показано [2–9], что установленные расхождения обусловлены недостатками обеих реализаций метода разделения фотонейтронов по множественности. С целью анализа причин таких недостатков были предложены объективные физические критерии достоверности данных о сечениях парциальных фотонейтронных реакций и экспериментально-теоретический метод оценки сечений реакций, удовлетворяющих этим критериям [2].

С их помощью оказалось возможным анализировать и учитывать систематические погрешности экспериментальных данных независимо от способа их получения. Это тем более важно, что за исключением упомянутых выше 19 ядер, для очень большого числа других ядер, исследования были выполнены только в одной из упомянутых лабораторий. Настоящая работа посвящена получению достоверных оцененных данных по фоторасщеплению ядра ^{160}Gd , исследованного лишь в Ливерморе.

1. ПЕРЕХОДНЫЕ ФУНКЦИИ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ФОТОНЕЙТРОНОВ F_i

Исследование фоторасщепления ядра ^{160}Gd выполнено в эксперименте на пучке квазимоноэнергетических аннигиляционных фотонов в Ливерморе (США) [10]. На рис. 1 приведены энергетические зависимости переходных функций множественности нейтронов — отношений $F_i^{\text{эксп}}$ сечения конкретной парциальной реакции к сечению выхода нейтронов

$$F_i = \sigma(\gamma, in) / \sigma(\gamma, xn) = \sigma(\gamma, in) / [\sigma(\gamma, 1n) + 2\sigma(\gamma, 2n) + 3\sigma(\gamma, 3n) + \dots], \quad (1)$$

не зависящего от проблем разделения нейтронов по множественности, полученных по данным работ [10], которые сравниваются с функциями $F_i^{\text{теор}}$, рассчитанными в рамках комбинированной модели фотонуклонных реакций (КМФЯР) [11, 12]. По определению (1) значения таких отношений ни при каких условиях не должны превышать значений 1.00, 0.50 и 0.33 соответственно для реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$.

*E-mail: varlamov@depni.sinp.msu.ru

†E-mail: kaydarova@physics.msu.ru

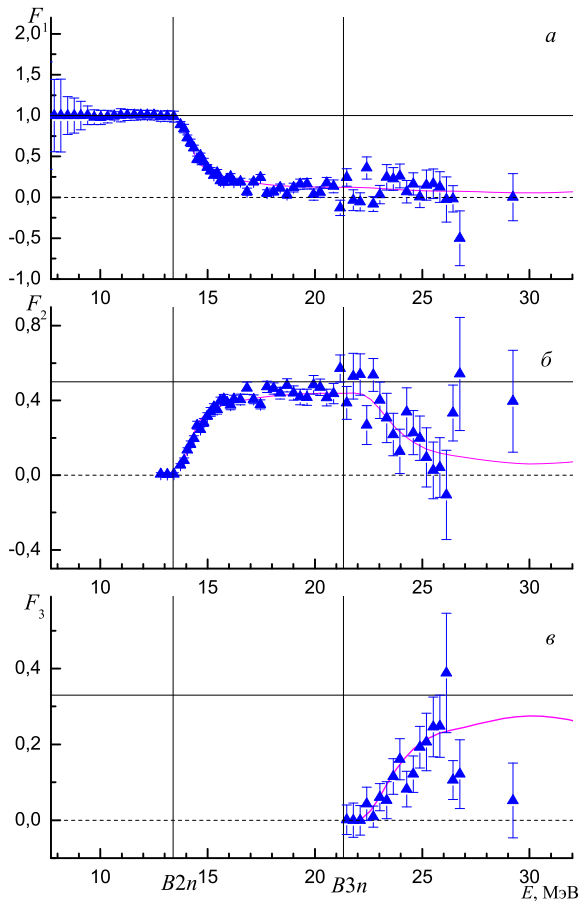


Рис. 1: Сравнение переходных функций множественности $F_i^{\text{эксп}}$ (1), полученных по экспериментальным данным ([10] — треугольники), с функциями $F_i^{\text{теор}}$, рассчитанными в КМФЯР [11, 12]: а — F_1 , б — F_2 , в — F_3

Из приведенных на рис. 1 данных хорошо видно, что энергетические зависимости экспериментальных отношений $F_i^{\text{эксп}}$, в целом соответствуют энергетическим зависимостям теоретических отношений $F_i^{\text{теор}}$, которые являются физически достоверными, соответствующими определению (1). До энергии ~ 21 МэВ значения $F_1^{\text{эксп}}$ практически совпадают, однако для многих отдельных значений при больших энергиях наблюдаются достаточно большие отклонения $F_i^{\text{эксп}}$ от $F_i^{\text{теор}}$. При этом в области энергий $\sim 21.0 - 29.5$ МэВ наблюдаются физически запрещенные отрицательные значения отношений $F_i^{\text{эксп}}$. В области энергий $21 - 23$ МэВ эти отрицательные значения очевидно коррелируют с недостоверными значениями $F_1^{\text{эксп}}$, большими допустимого значения 0.50. Отрицательные значения $F_1^{\text{эксп}}$ в области энергий $\sim 26.5 - 29.5$ МэВ очевидно коррелируют с очень большими отклонениями $F_2^{\text{эксп}}$ от $F_2^{\text{теор}}$ и $F_3^{\text{эксп}}$ от $F_3^{\text{теор}}$. Наблюдаемые корреляции свидетельствуют о том, что экспериментальное разделение нейтронов между обсуждаемыми парциальными реакциями было выполнено не вполне достоверно. Определенная часть

нейтронов из реакции $(\gamma, 1n)$ была ошибочно идентифицирована как нейтроны из реакции $(\gamma, 2n)$, в результате чего сечение первой было недостоверно уменьшено вплоть до появления запрещенных отрицательных значений, а сечение второй столь же недостоверно увеличено вплоть до появления в нем значений, для которых $F_2^{\text{эксп}} > 0.50$. Кроме того, определенная часть нейтронов из реакции $(\gamma, 2n)$ была ошибочно идентифицирована как нейтроны из реакции $(\gamma, 3n)$, в результате чего сечение первой было недостоверно уменьшено вплоть до появления запрещенных отрицательных значений, а сечение второй столь же недостоверно увеличено вплоть до появления в нем значения, для которого $F_3^{\text{эксп}} > 0.33$. Таким образом, данные, приведенные на рис. 1, свидетельствуют о том, что относительно достоверности экспериментальных [10] данных о сечениях парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$ могут быть высказаны сомнения, поскольку они не удовлетворяют объективным физическим критериям достоверности.

2. РЕАКЦИЯ ВЫХОДА НЕЙТРОНОВ $^{160}\text{Gd}(\gamma, xn)$

В рамках предложенного метода оценки сечений парциальных фотонейтронных реакций, удовлетворяющих введенным объективным физическим критериям достоверности данных [2], особое значение приобретает степень согласия с экспериментальными данными сечений реакции выхода фотонейтронов

$$\sigma(\gamma, xn) = \sigma(\gamma, 1n) + 2\sigma(\gamma, 2n) + 3\sigma(\gamma, 3n) + \dots, \quad (2)$$

рассчитанных в рамках КМФЯР [11, 12]. Эта модель хорошо протестирована на большом количестве данных для различных ядер и позволяет достаточно хорошо описывать экспериментальные данные по сечениям реакции выхода нейтронов. Однако, для достижения наилучшего согласия экспериментальных и теоретических результатов, совместно используемых в процедуре оценки

$$\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, in) = F_i^{\text{теор}} \sigma^{\text{эксп}}(\gamma, xn) \quad (3)$$

достоверных сечений реакций, предварительно экспериментальное и теоретическое сечения выхода нейтронов по возможности полностью согласуются друг с другом.

На рис. 2 с теоретическим сечением $\sigma^{\text{теор}}(\gamma, xn)$, рассчитанным в рамках КМФЯР, сравнивается экспериментальное сечение, полученное в эксперименте с квазиодноэнергетическими аннигиляционными фотонами [10]. С целью достижения максимально хорошего согласования экспериментального [10] и теоретического сечений в области основного максимума сечения, последнее было слегка скорректировано — сдвинуто в сторону больших энергий на 0.12 МэВ и умножено на коэффициент 1.066. Соответствующие числовые значения для интегральных сечений реакции приведены в табл. 1. Скорректированные теоретические сече-

Таблица I: Центры тяжести $E^{ц.т.}$ и интегральные сечения $\sigma^{инт}$ сечений реакции $^{160}\text{Gd}(\gamma, xn)$

	$E^{ц.т.}$ МэВ	$\sigma^{инт}$ МэВ мб
Область энергии	$E^{инт} = 6.00 - 13.39$ МэВ	
Эксперимент	11.56	763.36 ± 11.36
Теория - исх.	11.41	770.24 ± 24.59
Теория - корр.	11.56	763.31 ± 24.37
Область энергии	$E^{инт} = 6.00 - 21.33$ МэВ	
Эксперимент	15.48	3080.71 ± 19.70
Теория - исх.	15.41	3067.75 ± 56.61
Теория - корр.	15.48	3080.02 ± 59.85
Область энергии	$E^{инт} = 6.00 - 14.00$ МэВ	
Эксперимент	11.94	932.53 ± 12.13
Теория - исх.	11.82	948.61 ± 27.16
Теория - корр.	11.94	932.48 ± 27.16

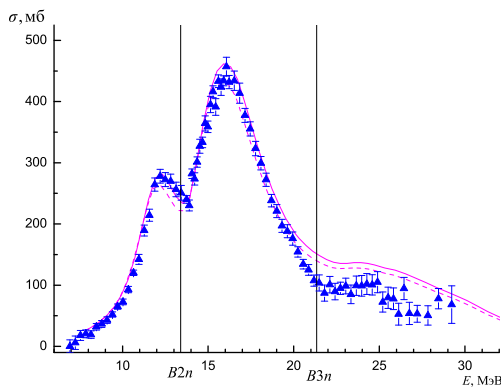


Рис. 2: Сравнение исходного (пунктирная линия) и скорректированного (сплошная линия) теоретических [11, 12] сечений реакции выхода фотонейтронов (γ, xn) с экспериментальными данными ([10] — треугольники)

ния были использованы для проведения оценки сечений парциальных реакций в рамках экспериментально-теоретического метода (3).

3. ОЦЕНЕННЫЕ СЕЧЕНИЯ ПАРЦИАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩИЕ КРИТЕРИЯМ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ

Сечения парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$ на ядре ^{160}Gd , оцененные с помощью экспериментально-теоретического метода (3) при использовании в качестве исходных экспериментальных данных сечения $\sigma^{эксп}(\gamma, xn)$, на рис. 3 сравниваются с соответствующими экспериментальными данными [10]. Приводятся также данные для сечения полной

фотонейтронной реакции

$$\sigma(\gamma, sn) = \sigma(\gamma, 1n) + \sigma(\gamma, 2n) + \sigma(\gamma, 3n) + \dots \quad (4)$$

В табл. 2 представлены интегральные характеристики экспериментальных и оцененных сечений всех обсуждаемых парциальных и полных реакций.

Из данных рис. 3 и табл. 2 видно, что расхождения между оцененными сечениями реакций, удовлетворяющих введенным критериям достоверности, и экспериментальными сечениями реакций, этим критериям не удовлетворяющими, оказываются весьма существенными. В области энергий ниже порога B_{2n} реакции $(\gamma, 2n)$, где отсутствует проблема разделения нейтронов по множественности, расхождение экспериментальных [10] и оцененных сечений реакций невелико: различие интегральных сечений составляет 1.2% (754.93 и 763.65 МэВ мб). В области больших энергий, при которых реакции $(\gamma, 1n)$ и $(\gamma, 2n)$ конкурируют, данные для обеих реакций существенно различаются. Так, для энергий до 30.0 МэВ $\sigma^{инт-оцен}(\gamma, 1n) > \sigma^{инт-эксп}(\gamma, 1n)$ на 7.1% (1495.69 и 1395.93 МэВ мб) [10], тогда как $\sigma^{инт-оцен}(\gamma, 2n) < \sigma^{инт-эксп}(\gamma, 2n)$ на 11.0% (954.28 и 1058.99 МэВ мб) [10]. При этом в области энергий до 30.0 МэВ, хотя $\sigma^{инт-оцен}(\gamma, 2n)$ оказывается меньше $\sigma^{инт-эксп}(\gamma, 2n)$ на 11%, $\sigma^{инт-оцен}(\gamma, 3n)$ превышает $\sigma^{инт-эксп}(\gamma, 3n)$ [10] на 44% (119.10 и 82.36 МэВ мб).

Такие значительные разнонаправленные расхождения наглядно иллюстрируют причины существенных систематических погрешностей результатов выполненного эксперимента [10] — недостоверное перемещение определенного количества нейтронов из канала «1n» в канал «2n» и из канала «3n» в канал «2n». Это наглядно подтверждают данные для разности между оцененными и экспериментальными сечениями, полученные отдельно для реакций $(\gamma, 1n)$ и $(\gamma, 2n)$

$$\Delta\sigma_1(\gamma, 1n) = \sigma^{эксп}(\gamma, 1n) - \sigma^{оцен}(\gamma, 1n), \quad (5)$$

Таблица II: Интегральные сечения $\sigma^{\text{ИИТ}}$ оцененных сечений полных и парциальных фотонейтронных реакций для ядра ^{160}Gd в сравнении с экспериментальными данными

Реакция	Оценка	$E^{\text{ИИТ}} = B2n = 13.4 \text{ МэВ}$	
			Эксперимент
(γ, xn)	754.93 ± 27.58		763.36 ± 11.36
(γ, sn)	754.93 ± 27.58		762.54 ± 11.34
$(\gamma, 1n)$	754.93 ± 27.58		763.65 ± 11.30
$E^{\text{ИИТ}} = B3n = 21.3 \text{ МэВ}$			
(γ, xn)	3038.31 ± 54.97		3080.71 ± 19.70
(γ, sn)	2235.71 ± 40.62		2230.98 ± 16.90
$(\gamma, 1n)$	1433.11 ± 34.53		1385.02 ± 21.08
$(\gamma, 2n)$	802.60 ± 21.39		849.73 ± 10.12
$E^{\text{ИИТ}} = 30.0 \text{ МэВ}$			
(γ, xn)	3761.53 ± 69.01		3746.38 ± 41.02
(γ, sn)	2569.06 ± 43.48		2542.75 ± 25.48
$(\gamma, 1n)$	1495.69 ± 34.72		1395.93 ± 34.82
$(\gamma, 2n)$	954.28 ± 22.83		1058.99 ± 23.74
$(\gamma, 3n)$	119.10 ± 12.78		82.36 ± 7.85

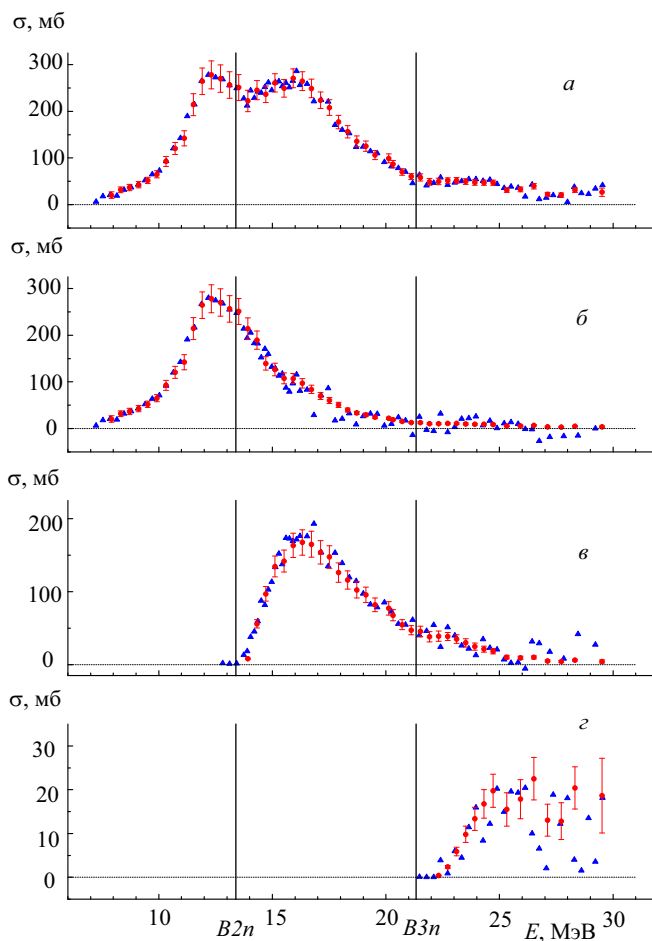


Рис. 3: Сравнение оцененных (кружки) и экспериментальных ([10] — треугольники) данных по сечениям полных и парциальных фотонейтронных реакций на ядре ^{160}Gd : а — $\sigma(\gamma, sn)$, б — $\sigma(\gamma, 1n)$, в — $\sigma(\gamma, 2n)$, г — $\sigma(\gamma, 3n)$

$$\Delta\sigma_2(\gamma, 2n) = \sigma^{\text{оцен}}(\gamma, 2n) - \sigma^{\text{эксп}}(\gamma, 2n), \quad (6)$$

приведенные на рис. 4, а также для реакций

$$\Delta\sigma_2(\gamma, 2n) = \sigma^{\text{эксп}}(\gamma, 2n) - \sigma^{\text{оцен}}(\gamma, 2n), \quad (7)$$

$$\Delta\sigma_3(\gamma, 3n) = \sigma^{\text{оцен}}(\gamma, 3n) - \sigma^{\text{эксп}}(\gamma, 3n). \quad (8)$$

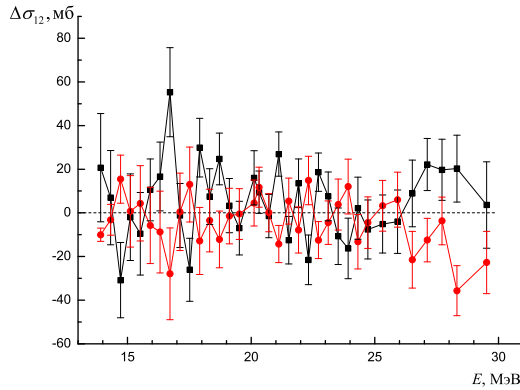


Рис. 4: Разности $\Delta\sigma_{12}$ между оцененными и экспериментальными [10] сечениями реакций: для реакции $(\gamma, 1n)$ — квадраты, для реакции $(\gamma, 2n)$ — кружки

Энергетические зависимости разностей $\Delta\sigma_1(\gamma, 1n)$ и $\Delta\sigma_2(\gamma, 2n)$, а также $\Delta\sigma_2(\gamma, 3n)$ и $\Delta\sigma_2(\gamma, 2n)$ являются друг для друга как бы «отражениями в зеркале». Сравнение данных, приведенных на рис. 1 и 3, свидетельствует о том, что значительные расхождения между экспериментальными и оцененными сечениями парциальных реакций наблюдаются именно в тех областях энергий фотонов, в которых экспериментальные данные не удовлетворяют критериям достоверности. Как отмечалось выше, прежде всего это относится к области энергий $\sim 21.0 - 29.5$ МэВ. В соответствии с различиями в энергетических зависимостях отношений $F_i^{\text{эксп}}$ и $F_i^{\text{теор}}$ экспериментальные данные [10] для сечений реакции $(\gamma, 1n)$ оказываются недопустимо заниженными (вплоть до появления физических запрещенных отрицательных значений) за счет изъятия из них вклада значительного числа нейтронов, которым необоснованно приписана множественность 2. В связи с этим экспериментальные данные для сечений реакции $(\gamma, 2n)$ оказываются столь же необоснованно завышенными, что приводит к возрастанию этого сечения вплоть до недопустимых значений $F_2^{\text{эксп}} > 0.50$. В целом, как отмечалось выше, энергетические зависимости экспериментальных сечений реакций $(\gamma, 1n)$ и $(\gamma, 2n)$ достаточно хорошо соответствуют энергетическим зависимостям оцененных сечений, которые являются физически достоверными.

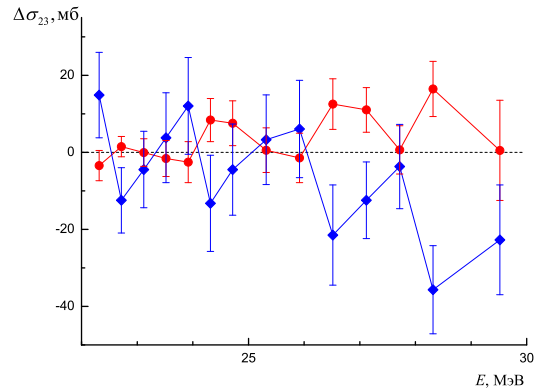


Рис. 5: Разности $\Delta\sigma_{23}$ между оцененными и экспериментальными [10] сечениями реакций: для реакции $(\gamma, 2n)$ — кружки, для реакции $(\gamma, 3n)$ — ромбы

Из данных рис. 4 видно, что за исключением отдельных значений расхождения экспериментальных и теоретических сечений имеют величины ~ 10 мб. В случае сравнения сечений реакций $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$ ситуация оказывается гораздо более серьезной. В области энергий, превышающих ~ 26 МэВ, расхождения экспериментальных и теоретических сечений превышают значения ~ 10 мб, достигая значений ~ 20 и даже ~ 40 мб. Из данных рис. 1, 3 и 5 видно, что, в основном это связано с недоверным (ошибочным) перемещением большого количества нейтронов из канала «3n» в канал «2n». Вместе с тем, видно также, что при энергиях $\sim 22.5, 24.0$ и 26.0 МэВ наблюдается обратное перемещение части нейтронов из канала «2n» в канал «3n».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием объективных физических критериев достоверности исследована достоверность экспериментальных данных по фоторасщеплению ядра ^{160}Gd . Показано, что сечения парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, полученные в эксперименте [10] на пучке квазимонэнергетических аннигиляционных фотонов с помощью метода разделения нейтронов по множественности, содержат значительные систематические погрешности, которые делают экспериментальные данные недоверными. Обсуждаемые погрешности обусловлены близостью кинетических энергий нейтронов из разных парциальных реакций, существенно затрудняющей определение множественности нейтронов. В рамках экспериментально-теоретического метода оценки сечений парциальных фотонейтронных реакций для ядра ^{160}Gd получены новые сечения парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, а также полной фотонейтронной реакции (γ, sn) , удовлетворяющие физическим критериям достоверности данных.

Работа выполнена в Отделе электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер НИИЯФ МГУ при финансовой поддержке Международного агентства по атомной энергии (Исследовательский кон-

тракт 20501 в рамках Координационного проекта F41032). Авторы выражают благодарность профессору Б. С. Ишханову за большую помощь в обсуждении и интерпретации полученных данных.

- [1] *Varlamov V. V., Ishkhanov B. S.* INDC(СР)-433, IAEA NDS, Vienna, 2002.
- [2] *Варламов В. В., Ишханов Б. С., Орлин В. Н., Трошчиев С. Ю.* Изв. РАН. Сер. физ. 2010. **74**. С. 884. (*Varlamov V. V., Ishkhanov B. S., Orlin V. N., Troshchiev S. Yu.* Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 2010. **74**. P. 842).
- [3] *Варламов В. В., Ишханов Б. С., Орлин В. Н.* ЯФ. 2012. **75**. С. 1414. (*Varlamov V. V., Ishkhanov B. S., Orlin V. N.* Phys. Atom. Nucl. 2012. **75**. P. 1339).
- [4] *Варламов В. В., Ишханов Б. С., Орлин В. Н., Песков Н. Н.* ЯФ. 2016. **79**. С. 315. (*Varlamov V. V., Ishkhanov B. S., Orlin V. N., Peskov N. N.* Phys. Atom. Nucl. 2016. **79**. P. 501).
- [5] *Варламов В. В., Давыдов А. И., Макаров М. А. и др.* Изв. РАН. Сер. физ. 2016. **80**. С. 351. (*Varlamov V. V., Davydov A. I., Makarov M. A.* et al. Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 2016. **80**. P. 317).
- [6] *Варламов В. В., Макаров М. А., Песков Н. Н., Степанов М. Е.* ЯФ. 2015. **78**. С. 797. (*Varlamov V. V., Makarov M. A., Peskov N. N., Stepanov M. E.* Phys. Atom. Nucl. 2015. **78**. P. 746).
- [7] *Belyshev S. S., Filipescu D. M., Gheoghe I.* et al. Eur. Phys. J. A. 2015. **51**. P. 67.
- [8] *Varlamov V. V., Ishkhanov B. S., Orlin V. N., Stopani K. A.* Eur. Phys. J. A. 2014. **50**. P. 114.
- [9] *Варламов В. В., Ишханов Б. С., Орлин В. Н. и др.* ЯФ. 2013. **76**. С. 1484. (*Varlamov V. V., Ishkhanov B. S., Orlin V. N.* et al. Phys. Atom. Nucl. 2013. **76**. P. 1403).
- [10] *Berman B., Kellyl M., Bramblett R.* Phys. Rev. 1969. **185**. P. 1576.
- [11] *Ишханов Б. С., Орлин В. Н.* ЭЧАЯ. 2007. **38**. С. 460. (*Ishkhanov B. S., Orlin V. N.* Phys. Part. Nucl. 2007. **38**. P. 232).
- [12] *Ишханов Б. С., Орлин В. Н.* ЯФ. 2008. **71**. С. 517. (*Ishkhanov B. S., Orlin V. N.* Phys. Atom. Nucl. 2008. **71**. P. 493).

New reliable data on the photodisintegration of ^{160}Gd

V. V. Varlamov^{1,a}, V. D. Kaidarova^{2,b}, V. N. Orlin¹

¹Lomonosov Moscow State University, Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow 119991, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Faculty of Physics, Moscow 119991, Russia

E-mail: ^avarlamov@depni.sinp.msu.ru, ^bvd.kaydarova@physics.msu.ru

Using objective physical reliability criteria, experimental data on the cross sections for partial photoneutron reactions on the ^{160}Gd , obtained on the beams of quasimonoenergetic annihilation photons and methods for separation of neutron multiplicity were analyzed. It was established that the experimental cross sections of partial reactions ($\gamma, 1n$), ($\gamma, 2n$) and ($\gamma, 3n$) don't satisfy the introduced criteria. The new data for partial and total photoneutron reactions for ^{160}Gd cross sections were obtained using the experimental-theoretical method of evaluating the cross sections of the partial reactions, satisfying the reliability criteria. The noticeable deviations of the experimental cross sections from the evaluated once resulted from the unreliable sorting of neutrons between the channels with multiplicities were found.

PACS: 25.20. -x.

Keywords: giant dipole resonance, partial photoneutron reaction cross sections, neutron multiplicity, data reliability criteria, experimental-theoretical method for cross section evaluation, new reliable cross sections.

Received 17 October 2018.

Сведения об авторах

1. Варламов Владимир Васильевич — доктор физ.-мат. наук, профессор; гл. науч. сотрудник; тел.: (495) 939-34-83, e-mail: vvvarlamov@gmail.com.
2. Кайдарова Валерия Дмитриевна — студентка; e-mail: vd.kaydarova@physics.msu.ru.
3. Орлин Вадим Николаевич — доктор физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник; тел. (495) 939-56-31, e-mail: OrlinVN@yandex.ru.