

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

E3-95-471

Al.Yu.Muzychka, Yu.N.Pokotilovski

ON THE PROBLEM OF THE STORAGE
OF ULTRACOLD NEUTRONS AT APERIODIC
PULSED NEUTRON SOURCES.
SIMULATION OF NONSTATIONARY STORAGE
OF ULTRACOLD NEUTRONS IN NEUTRON
GUIDES WITH AN EXIT END REFLECTOR

Submitted to «Nuclear Instruments and Methods»

1995

In our previous article [1] a method of nonstationary UCN storage when using an aperiodic pulse reactor with well separated neutron pulses as a neutron source was proposed. The method consists of using high quality neutron guide and a fast shutter at the entrance window of the UCN storage chamber. In subsequent publications, Monte Carlo simulations were performed for nonstationary UCN transport in nonperfect horizontal [2] and vertical [3] neutron guides and of nonstationary UCN storage in the experimental chambers. In this article we want to present the results of the Monte Carlo simulation for nonstationary UCN transport when the end part of the guide is equipped with a reflector and may be used for UCN storage. In this case high UCN densities may be achieved in comparatively small volumes (1-2l), which may be useful for experiments with UCN.

The considered geometries are shown in fig.1: a - straight vertical neutron guide was used for normalization, b - $\pi/2$ -bent vertical and c - curved S-shaped horizontal neutron guides. The cross sections of the neutron guides in all calculations were $6 \times 6 \text{ cm}^2$. For nonperfect neutron guides the calculations were performed taking into account of UCN losses due to capture and diffuse scattering as in [2, 3]. It was supposed that the pulse width and source width are equal to zero, and that the angular distribution of the incoming neutrons obeyed the cosine law. The neutron spectrum was described as the low energy tail of the Maxwell

spectrum. The boundary energy of the neutron guides was taken as 200neV (stainless steel).

Figures 2-6 show the UCN linear density distributions at the end section (with a 2m length) of the neutron guide at different consecutive time moments after the UCN source pulse. In all calculations for the vertical neutron guide, the normalization was performed to the energy interval of neutrons, outgoing from the source, which transform to UCN, with an energy less than 200neV , when they reach the exit window of the ideal straight neutron guide (fig.1a). For the curved horizontal neutron guide, the normalization was made to one UCN leaving the source in the Maxwell spectrum interval between 55 and 200neV .

The nonperfect neutron guides were supposed to have a capture loss coefficient $\eta = 5 \cdot 10^{-4}$, and surface roughness parameters $\sigma = 30\text{\AA}$, $T = 250\text{\AA}$ [2, 3].

It is seen from these figures that a significant part of UCN reaching the end section of the neutron guide may be trapped in it with the use of a fast shutter located near the exit cross section. Accounting for UCN losses during transport along the neutron guide ([2, 3]) this part can reach 30-50% for an end section used for trapping equal to 0.5-1m. According to the estimation of [1] with a pulsed thermal neutron fluence of 10^{14}n/cm^2 and using one of the best UCN moderator (for example very cold deuterium), up to 10^8 UCN can reach the exit of the neutron guide, giving a stored UCN density of $\sim (3 - 5) \cdot 10^4\text{cm}^{-3}$.

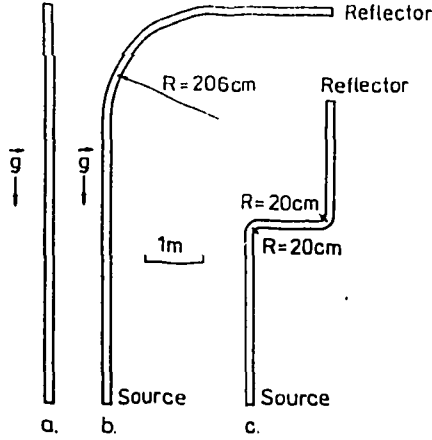


Fig.1 Neutron guide configurations used in the Monte Carlo simulations: a-vertical straight, b-vertical $\pi/2$ -bent, c-horizontal S-shaped.

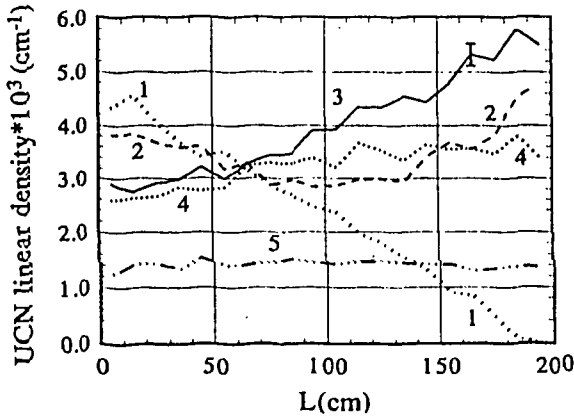


Fig.2 UCN linear density distributions at the end of a 2m long section of neutron guide for configuration fig.1b, at different time moments t after the source pulse for an ideal neutron guide with a diffuse reflector at the end: 1 - $t = 1.2s$, 2 - $t = 1.4s$, 3 - $t = 1.6s$, 4 - $t = 2.1s$, 5 - $t = 2.9s$.

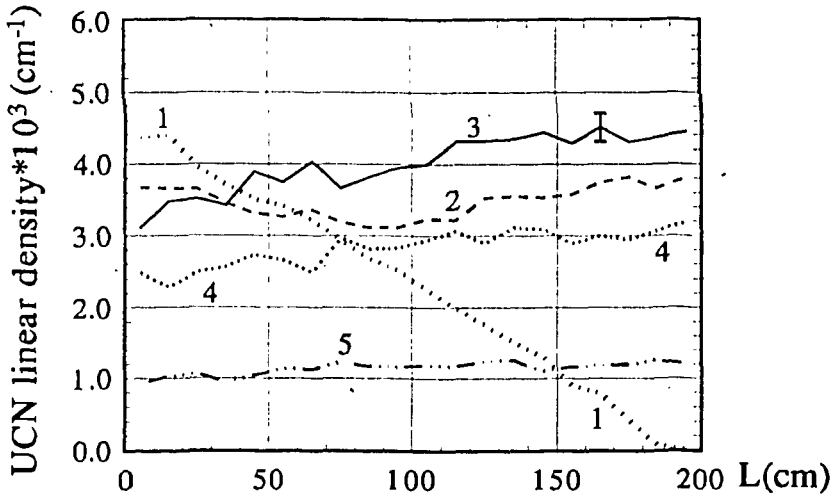


Fig.3 The same as in fig.2 but for a mirror-like reflector.

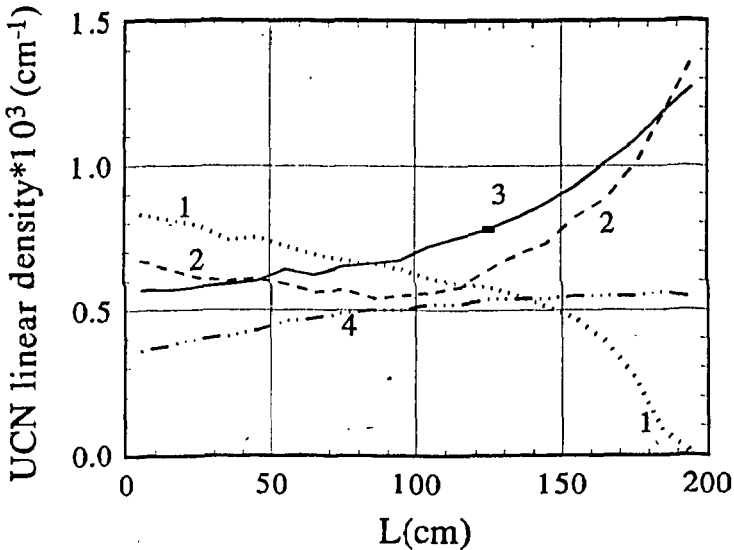


Fig.4 The same as in fig.2 but for a nonperfect neutron guide: 1 - $t = 1.2s$, 2 - $t = 1.4s$, 3 - $t = 1.6s$, 4 - $t = 2.8s$.

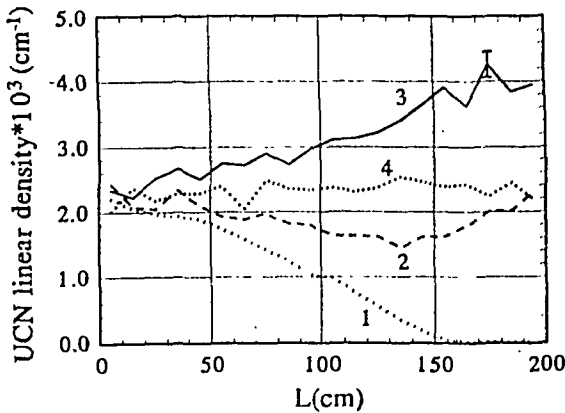


Fig.5 UCN linear density distributions at the end of a 2m long section of neutron guide for horizontal configuration fig.1c at different time moments t after source pulse for an ideal neutron guide with diffuse reflector at the end: 1 - $t = 1.0s$, 2 - $t = 1.2s$, 3 - $t = 1.6s$, 4 - $t = 2.4s$.

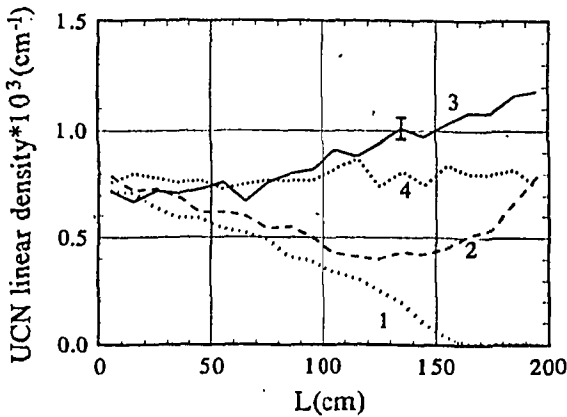


Fig.6 The same as in fig.5 but for a nonperfect horizontal neutron guide: 1 - $t = 1.0s$, 2 - $t = 1.2s$, 3 - $t = 1.9s$, 4 - $t = 2.7s$.

References

- [1] Yu.N. Pokotilovski, Nucl. Instr. Meth. A356 (1995) 412
- [2] G.F. Gareeva, Al.Yu. Muzychka, Yu.N. Pokotilovski, JINR Preprint E3-95-106, Dubna (1995) and Nucl. Instr. Meth., in press.
- [3] Al.Yu. Muzychka, Yu.N. Pokotilovski, JINR Preprint E3-95-377, Dubna (1995) and Nucl.Instr. Meth., to be published.

Received by Publishing Department
on November 21, 1995.

Принимается подписка на препринты, сообщения Объединенного института ядерных исследований и «Краткие сообщения ОИЯИ».

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

Индекс	Тематика	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	22600 р.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	59200 р.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	7800 р.
4.	Теоретическая физика низких энергий	23400 р.
5.	Математика	14800 р.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	12000 р.
7.	Физика тяжелых попов	2200 р.
8.	Криогеника	1400 р.
9.	Ускорители	12200 р.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	12200 р.
11.	Вычислительная математика и техника	14300 р.
12.	Химия	1200 р.
13.	Техника физического эксперимента	21300 р.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	7200 р.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	2600 р.
16.	Дозиметрия и физика защиты	2200 р.
17.	Теория конденсированного состояния	12200 р.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	1800 р.
19.	Биофизика	1800 р.
	«Краткие сообщения ОИЯИ» (5—6 выпусков)	15000 р.

Подписка может быть оформлена с любого месяца года.

Организациям и лицам, заинтересованным в получении изданий ОИЯИ, следует перевести (или отправить по почте) необходимую сумму на расчетный счет 000608905 Дубненского филиала ММКБ, г.Дубна Московской области, п/инд. 141980 МФО 211844, указав: «За подписку на издания ОИЯИ».

Во избежание недоразумений необходимо уведомить издательский отдел о произведенной оплате и вернуть «Карточку подписчика», отметив в ней номера и названия тематических категорий, на которые оформляется подписка, по адресу:

141980 г. Дубна Московской обл.
ул. Жолно Кюри, 6
ОИЯИ, издательский отдел

**SUBJECT CATEGORIES
OF THE JINR PUBLICATIONS**

Index	Subject
1.	High energy experimental physics
2.	High energy theoretical physics
3.	Low energy experimental physics
4.	Low energy theoretical physics
5.	Mathematics
6.	Nuclear spectroscopy and radiochemistry
7.	Heavy ion physics
8.	Cryogenics
9.	Accelerators
10.	Automatization of data processing
11.	Computing mathematics and technique
12.	Chemistry
13.	Experimental techniques and methods
14.	Solid state physics. Liquids
15.	Experimental physics of nuclear reactions at low energies
16.	Health physics. Shieldings
17.	Theory of condensed matter
18.	Applied researches
19.	Biophysics

Музычка Ал.Ю., Покотилловский Ю.Н.

E3-95-471

О задаче накопления ультрахолодных нейтронов на аперриодических импульсных нейтронных источниках. Моделирование нестационарного накопления ультрахолодных нейтронов в нейтронноводах с отражателем на конце

Представлены результаты моделирования методом Монте-Карло нестационарного транспорта и накопления ультрахолодных нейтронов (УХН) в криволинейных вертикальных и горизонтальных нейтронноводах прямоугольного сечения с отражателем на конце. Учитывались потери нейтронов из-за захвата и диффузного рассеяния на неидеально гладкой отражающей поверхности стенок нейтронновода. Было показано, что значительная доля нейтронов, достигающих конечной секции нейтронновода (30—50%), может быть захвачена в ловушке малого объема 1—2 л.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им.И.М.Франка ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1995

Muzychka Al.Yu., Pokotilovski Yu.N.

E3-95-471

On the Problem of the Storage of Ultracold Neutrons at Aperiodic Pulsed Neutron Sources. Simulation of Nonstationary Storage of Ultracold Neutrons in Neutron Guides with an Exit End Reflector

The results are presented of a Monte Carlo simulation of nonstationary transport and storage of ultracold neutrons (UCN) in curved vertical and horizontal neutron guides of rectangular cross section with a reflector at the exit end. Included were neutron losses due to capture and diffuse neutron scattering by imperfectly smooth reflecting guide wall surfaces. It is shown that a significant part of UCN, reaching the end section of the neutron guide (30—50%) may be trapped in a small volume 1—2 l.

The investigation has been performed at the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1995

Макет Т.Е.Полеко

Подписано в печать 22.01.96
Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 0,83
Тираж 325. Заказ 48809. Цена 498 р.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
Дубна Московской области