

92-260



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

18-92-260

**С.Н.Дмитриев, Н.Г.Зайцева, Р.Ц.Оганесян,
Г.Г.Гульбекян, Л.М.Онищенко, В.А.Халкин**

**ПОЛУЧЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ РАДИОНУКЛИДОВ
НА УСКОРИТЕЛЯХ ОИЯИ.
ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

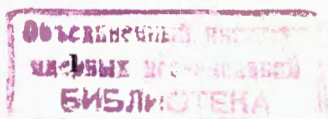
1992

Введение

Применение радионуклидов для диагностики различных заболеваний и, в меньшей степени, для радиотерапии имеет тенденцию к нарастанию. Увеличиваются общие объемы производства радионуклидов и номенклатура радиофармацевтических препаратов (РФП), выпускаемых на их основе. Значительную часть радионуклидов для ядерной медицины получают в ядерных реакциях с ускоренными ионами. Ниже приведен перечень большинства циклотронных радионуклидов, представленный отдельными группами в соответствии с некоторой условной классификацией, например, по химическим свойствам или по ядерно-физическим характеристикам.

Типы радионуклидов для in-vivo исследований:

1. "Органические" короткоживущие β^+ -излучатели: ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F , ^{30}P .



2. Галогены, инертные газы: ^{18}F , $^{34\text{m}}\text{Cl}$, $^{75,77}\text{Br}$, ^{123}I , ^{211}At , $^{81\text{m}}\text{Kr}$, ^{127}Xe .
3. Щелочные металлы: ^{38}K , ^{82}Rb , $^{128,129}\text{Cs}$.
4. "Неорганические" радионуклиды: ^{28}Mg , ^{45}Ti , ^{48}V , ^{47}Sc , $^{48,51}\text{Cr}$, ^{52}Fe , $^{55,57}\text{Co}$, ^{67}Cu , ^{67}Ga , ^{97}Ru , $^{101\text{m}}\text{Rh}$, ^{111}In , ^{167}Tm , ^{201}Tl , ^{203}Pb , $^{205,206}\text{Bi}$.
5. Генераторные нуклиды: ^{44}Ti - ^{44}Sc , ^{52}Fe - $^{52\text{m}}\text{Mn}$, ^{62}Zn - ^{62}Cu , ^{68}Ge - ^{68}Ga , ^{81}Rb - $^{81\text{m}}\text{Kr}$, ^{82}Sr - ^{82}Rb , ^{87}Y - $^{87\text{m}}\text{Sr}$, ^{128}Ba - ^{128}Cs , ^{178}W - ^{178}Ta , $^{195\text{m}}\text{Hg}$ - $^{195\text{m}}\text{Au}$.

В табл.1 приведены ядерно-физические характеристики и области применения наиболее широко используемых радионуклидов, а также потенциально важных нуклидов, с которыми проводятся исследовательские работы с целью внедрения в ядерную медицину для регулярного использования.

Таблица 1

Ядерно-физические характеристики радионуклидов

Нуклид	$T_{1/2}$	Тип распада (%)	Основные гамма-линии, E_γ , кэВ (I_γ , %)	Применение
1	2	3	4	5
1. Важнейшие гамма-излучатели				
^{67}Ga	3,24 д	93(100)	93(37), 185(20)	Онкология
^{111}In	2,83 д	93(100)	171(90), 125(94)	Онкология
^{123}I	13,2 ч	93(100)	159(83)	Кардиология, онкология и др.
^{127}Xe	36,4 д	93(100)	172(25), 203(68)	Пульмонология
^{201}Tl	3,06 д	93(100)	69-83(X-лучи Hg)	Кардиология
2. Ультракороткоживущие (УКЖ) позитронные излучатели				
^{11}C	20,4 м	β^+ (99,8)	511(199,6)	Позитрон-эмиссионная томография (ПЭТ)
^{13}N	9,96 м	β^+ (100)	511(200)	" "
^{15}O	2,03 м	β^+ (99,9)	511(199,8)	" "

1	2	3	4	5	
^{18}F	109,7 м	β^+ (96,9)	511(193,8)	(ПЭТ)	
3. Радионуклидные генераторы					
а) гамма-излучатели					
^{81}Rb	4,6 ч	β^+ (27), 93(73)	446(19), 511(54)		
$^{81\text{m}}\text{Kr}$	13,1 с	ИП(100)	190(65)	Пульмонология	
$^{195\text{m}}\text{Hg}$	40 ч	93(49), ИП(51)			
$^{195\text{m}}\text{Au}$	30 с	ИП(100)	262(67)	Ангиография	
б) позитронные излучатели					
^{68}Ge	288 д		93(100)		
^{68}Ga	68 м	β^+ (90), 93(10)	511(180)	Онкология	
^{82}Sr	25,5 д		93(100)		
^{82}Rb	1,27 м	β^+ (95) 93(5)	511(192), 776(13)	Кардиология	
4. Потенциально-интересные нуклиды					
^{52}Fe	8,2 ч	β^+ (56), 93(44)	169(99), 511(113)	Гематология	
$^{52\text{m}}\text{Mn}$	21,1 м	β^+ (98), 93(2)	511(196), 1434(98)	Кардиология	
^{73}Se	7,1 ч	β^+ (65), 93(35)	511(130), 361(97)	Метаболизм, онкология	
^{97}Ru	2,9 д		93(100)	216(85,8), 324(10,2)	Онкология, лимфоангиография
^{178}W	22 д		93(100)	(см. ^{178}Ta)	
^{178}Ta	9,3 м	93(98,9), β^+ (1,1)	93(6,6)	Кардиология, нейрология	

1	2	3	4	5
²¹¹ At	7,2 ч	$\alpha(42), 93(58)$	687(0,245), E $_{\alpha}$ 5866(100)	Онкология
²³⁷ Pu	45,3 д	93(100), спонтанное деление, $\alpha(0,0033)$	97(12,5), 101(20), E $_{\alpha}$ 5339	Метаболизм

По данным 1989 года [1] для производства изотопов сейчас работают как специализированные, построенные для этой цели циклотроны с 80-100%-ой затратой циклотронного времени, так и циклотроны, на которых среди других задач производство изотопов занимает от 10 до 70%. Наибольшие объемы производства и применения имеют: галлий-67, индий-111, йод-123, таллий-201, генераторы рубидий-81/криптон-81м, стронций-82/рубидий-82 /см.таблицу 2/.

Таблица 2

Производство некоторых циклотронных радионуклидов в мире (Кюри/год) по данным МАГАТЭ на 1982 (без СССР, ЧССР и других стран, не предоставивших информацию или с объемом <10 Кюри/год) [2].

страна нуклид	Бель- гия	Ве- ли- коб- рита- ния	Гер- ма- ния	Ка- на- да	Ни- дер- ланды	США	Фран- ция	Швей- цария	Ю А Р	Япо- ния
⁶⁷ Ga	2,5					600			7	400
¹¹¹ In	6					125				75
¹²³ I	15	25	260	27	20	150	35	150		60
²⁰¹ Tl			50			400	75			440
¹²⁷ Xe						95				
⁸¹ Rb	39	45	250		25	12,5	18	75	15	30
⁸² Sr	0,01					100				
⁶⁸ Ge						1,84	0,04			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
^{195m} Hg		2,5	0,25						
⁶⁷ Cu					75				
⁵² Fe	0,25	0,05			3,7				0,02
^{75,77} Br		0,6	8,5		1,25	50	2		0,03
⁹⁷ Ru						0,4	0,15		

Из отдельных литературных источников известно, что в настоящее время в ряде стран (ФРГ, США, Канада, Нидерланды, Швейцария, Япония) производство ¹²³I, ⁸¹Rb, ²⁰¹Tl, УКЖ и некоторых других нуклидов растет. В ЮАР и Саудовской Аравии интенсивно развивается производство радионуклидов на специализированных циклотронах с целью обеспечения ими клиник Южной Африки и Ближнего Востока. В Индии также есть своя программа получения циклотронных радионуклидов для ядерной медицины. В таблице 3 приведены в качестве примера данные по объему продаж этих радионуклидов в США и Австралии.

Таблица 3

Некоторые коммерческие данные для наиболее широко используемых радионуклидов (на 1984 год) [3].

Радио- нуклид	США		Австралия			
	мКи/год	долл/мКи	долл/год	мКи/год	долл/мКи	долл/год
⁶⁷ Ga	925000	4,32	4,0 млн.	22000	8,6	189 тыс
²⁰¹ Tl	800000	33,00	26,4 -"-	12000	52	624 -"-
⁸¹ Rb-	62700	35,08	2,2 -"-	4200	35	147 -"-
^{81m} Kr						
¹¹¹ In	11400	70,17	0,8 -"-	300	65	20 -"-
¹²³ I	58700	85,17	5,0 -"-	1800	92	166 -"-

С прогрессом в создании и широком использовании в клинической практике новых эффективных электронных приборов (сцинтилляционные камеры, томографы), которые быстро и детально воссоздают картину распределения радионуклида в организме, идет поиск перспективных для ядерной медицины радиофармпрепаратов. Активные исследования проводятся с рутением-97, астатом-211, генераторами стронций-82/рубидий-82, германий-68/галлий-68, вольфрам-178/тантал-178, для которых изучаются, в частности, пути получения необходимых для рутинной работы количеств. Следует отметить, что генераторы типа "долгоживущий родительский нуклид/короткоживущий дочерний нуклид" имеют неоспоримое преимущество из-за возможности их использования на любом удалении от места получения, т.е. от ускорителя.

Получение радионуклидов в ОИЯИ

Возможности получения некоторых перспективных радионуклидов для ядерной медицины в Объединенном институте ядерных исследований определяются имеющимися ускорительными установками, такими как микротрон МТ-25, циклотрон У-200, фазотрон, а также специализированным протонным циклотроном ($E_p=35-40$ МэВ, 100-200 мкА), который предполагается создать (построить вновь или переделать из У-200) для целевого назначения (условно - ускоритель У-120И).

В табл.4 представлена информация, касающаяся способов получения, ожидаемых выходов и возможных объемов наработки радионуклидов для ядерной медицины, получение которых можно организовать на перечисленных ускорителях (в начальный период - для решения исследовательских задач, а затем для возможных регулярных коммерческих поставок). Для специализированного циклотрона приведены также дополнительные данные, касающиеся наработки ^{67}Ga , ^{111}In , ^{123}I , ^{201}Tl , $^{81}\text{Rb}/^{81m}\text{Kr}$. Надо заметить, что данные, приведенные в колонках 7 и 8, представляют ориентировочные величины, показывающие время облучения, за которое можно получать радионуклиды в количествах, необходимых для

рутинной работы с ними (приготовление РФП или генераторов для клинических исследований).

Касаясь коммерческой стороны производства радионуклидов в ОИЯИ (с точки зрения их потребности для клинических исследований), следует отметить, что такие нуклиды как

Таблица 4
Ускорители и производство на них радионуклидов

Радионуклид	$T_{1/2}$	Ядерная реакция	Облучаемый элемент	Энергия частиц, МэВ	Выход, мКи/ч (на конец облучен.)	Экспозиция, ч	Наработка, кнуклида за экспоз., мКи	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>МИКРОТРОН МТ-25 (25 МэВ e^-, 20 мкА)</u>								
^{123}I	13,3ч	(γ, n)	$^{124}\text{Xe}^*$	25	0,1 на 1г ^{124}Xe	10(+2ч накопление)	~200	обогащенная мишень (*), в природной смеси ^{124}Xe 0,10%
<u>ЦИКЛОТРОН У-200 (36 МэВ ^4He, 100 мкА)</u>								
^{97}Ru	2,9д	$(^4\text{He}, xn)$	^{97}Mo	36-14	0,10	20	180	^{94}Mo ^{95}Mo 9,2% ^{96}Mo 15,9% ^{96}Mo 16,6%
^{111}In	2,83д	$(^4\text{He}, 2n)$	$^{109}\text{Ag}^*$	35-10	0,71	20	1290	^{109}Ag 48,17%

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{68}Ge	288д	$(^4\text{He}, \text{xn})$	npZn	35→15	0,001	200	20	^{66}Zn 27,9%
^{68}Ga	68 м							^{67}Zn 4,1%
^{178}W	22 д	$(^4\text{He}, \text{xn})$	npHf	35→18	0,07	100	655	^{176}Hf 5,2%
^{178}Ta	9,3м							^{177}Hf 18,6%
$^{195\text{m}}\text{Hg}$	40 ч	$(^4\text{He}, \text{xn})$	npPt	36→18	0,02	100	95	^{192}Pt 0,79%
$^{195\text{m}}\text{Au}$	30 с							^{194}Pt 32,9%
^{211}At	7,2ч	$(^4\text{He}, 2\text{n})$	^{209}Bi	30→10	0,5	10	330	
^{237}Pu	45,3д	$(^4\text{He}, 2\text{n})$	$^{235}\text{U}^*$	32→21	0,0003	100	3	^{235}U 0,72%
				25→24	0,00003	100	0,3	Условия для по- лучения изотопи- чески ультра- чистого ^{237}Pu

ФАЗОТРОН (660→20 МэВ р. 6 мкА)

^{97}Ru		$(\text{p}, 3\text{n})$	^{99}Tc	50→20	7,0	20	765 (535)	реально исполь- зуется 70% пуч- ка
^{68}Ge		(p, xn)	npGa	60→15	0,057	100	~35	^{69}Ga 60,1% ^{71}Ga 39,9%
^{82}Sr	25д	$(\text{p}, 4\text{n})$	$^{85}\text{Rb}^*$	60→30	0,4	100	225	^{85}Rb 72,17%
^{82}Rb	78с							

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{127}Xe	36,4д	$(\text{p}, 7\text{n})$	^{133}Cs	100→60	0,47	50	~140	
^{178}W		$(\text{p}, 4\text{n})$	^{181}Ta	60→30	1,3	50	~380	
$^{195\text{m}}\text{Hg}$		$(\text{p}, 3\text{n})$	^{197}Au	50→20	10	5	290	

ПРОТОННЫЙ ЦИКЛОТРОН У-120И (35-40 МэВ р. 100 мкА). (проект)

^{97}Ru		$(\text{p}, 3\text{n})$	^{99}Tc	35→20	3,7	20	6740	
^{68}Ge		$(\text{p}, 2\text{n})$	$^{69}\text{Ga}^*$	35→14	0,044	100	440	^{69}Ga 60,1%
^{127}Xe		(p, n)	^{127}I	35→10	0,015	100	145	
$^{195\text{m}}\text{Hg}$		$(\text{p}, 3\text{n})$	^{197}Au	35→21	6,0	10	5580	
^{178}W		$(\text{p}, 4\text{n})$	^{181}Ta	35→30	0,31	20	615	
^{67}Ga	78,3ч	$(\text{p}, 2\text{n})$	$^{68}\text{Zn}^*$	35→15	7,0	10	6750	^{68}Zn 18,8%
^{111}In	2,83д	$(\text{p}, 2\text{n})$	$^{112}\text{Cd}^*$	30→20	6,0	20	10900	^{112}Cd 24,13%
			$^{113}\text{Cd}^*$	32→25	9,45	20	17010	^{113}Cd 12,22%
^{123}I	13,3ч	$(\text{p}, 2\text{n})$ (p, pn)	$^{124}\text{Xe}^*$	30→25	10	4(+7ч накоп- ление)	4000	
^{201}Tl	3,06д	$(\text{p}, 3\text{n})$	$^{203}\text{Tl}^*$	30→22	0,7	10(+32ч накоп- ление)	700	^{203}Tl 29,52%
^{81}Rb	4,6ч	$(\text{p}, 2\text{n})$	$^{82}\text{Kr}^*$	35→15	6,5	5	2460	^{82}Kr 11,6%
$^{81\text{m}}\text{Kr}$	13с							

галлий-67, индий-111 достаточно широко заполнили рынок не только за рубежом, но и в нашей стране. Йод-123 относится к региональным радионуклидам и на него есть постоянный спрос. Производство таллия-201 считается все еще недостаточным (при потребности ~40 Кюри/год Институт атомной энергии и завод "Медрадиопрепарат" производили его лишь ~5 Кюри/год). Поэтому получение йода-123 и таллия-201 продолжает оставаться необходимым. Из других перечисленных в табл.4 радионуклидов следует обратить внимание (в силу их потенциального значения) на рутений-97, генераторы германий-68/галлий-68 и вольфрам-178/тантал-178, для которых надо предварительно провести цикл необходимых исследований (см. табл.5). За исключением ^{123}I , остальные радионуклиды практически отсутствуют "на рынке" из-за сложности их получения (требуются относительно длительные по времени облучения, обработка высокоактивных мишеней). Однако, как

Таблица 5

Программа исследований по получению некоторых радионуклидов для ядерной медицины на ускорителях ОИЯИ

Ядро	Реакция получения	Энергия частиц, МэВ	Статус литер. данных			Ускоритель, программа
			сечение реакции, выход	химическая методика	Ссылка	
1	2	3	4	5	6	7
^{123}I	$^{124}\text{Xe}(\gamma, n)$	25	исследованы	разработана	[5, 6, 7]	MT-25: создание технологического комплекса
	$^{124}\text{Xe} \begin{cases} (p, 2n) \\ (p, pn) \end{cases}$	30	" - "	" - "	[8, 9]	У-120И: то же *

1	2	3	4	5	6	7
^{97}Ru	$\text{пр Mo}(\text{He}, xn)$	36	исследованы	разработана	[10, 11]	У-200: мишенное устройство, определение практического выхода, химическая методика
	$^{99}\text{Tc}(p, 3n)$	50; 35	" - "	нет	[12]	Фазотрон, У-120И: то же
^{68}Ge	$\text{пр Zn}(^4\text{He}, xn)$	35	исследованы недостаточно	разработана	[13, 14]	У-200: то же
	$\text{пр Ga}(p, xn)$	60, 35	" - "	" - "	[13, 14]	Фазотрон, У-120И: то же
^{178}W	$\text{пр Hf}(^4\text{He}, xn)$	35	нет	нет		У-200: то же, и сечение реакций
	$^{181}\text{Ta}(p, 4n)$	60, 35	исследованы недостаточно	разработана	[13, 14]	Фазотрон, У-120И: то же
^{237}Pu	$^{235}\text{U}(^4\text{He}, 2n)$	25	исследованы	разработана	[15, 16]	У-200: продолжение работы

*) При условии создания специализированного ускорителя в ОИЯИ.

упоминалось выше, в последние годы этим радионуклидам уделяется все большее внимание из-за их возрастающего значения в ядерной медицине. Рутений-97 рассматривают как нуклид с большими, чем у ^{99m}Tc , диагностическими возможностями и как терапевтический агент для использования в онкологии [17]. Генератор $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ служит удобным источником позитронного излучателя ^{68}Ga , которому клиницисты

приписывают такую же роль в ПЭТ исследованиях, какую ^{99m}Tc играет в исследованиях с гамма-камерами [18]. Генератор $^{178}\text{W}/^{178}\text{Ta}$ приобретает важное значение для радионуклидной ангиографии, проводимой с помощью низкоэнергетических детекторов, обеспечивающих лучшую статистику изображений при пониженной радиационной дозе для пациента по сравнению с ^{99m}Tc , а также для ПЭТ исследований [17]. Данные, приведенные в табл.4, показывают, что крупномасштабное производство ^{97}Ru , генераторов $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ и $^{178}\text{W}/^{178}\text{Ta}$ может быть организовано на специализированном протонном ускорителе У-120И.

Из вышеизложенного следует, что ускорители ОИЯИ благодаря своим параметрам (различные типы ускоренных частиц, их энергетические характеристики и интенсивности потоков), а также высокий уровень исследований по радиохимии представляют хорошую базу для получения широкого спектра радионуклидов для науки и техники.

В заключение авторы выражают глубокую признательность члену-корреспонденту РАН, проф. Ю.Ц.Оганесяну за интерес и поддержку работы.

Литература

1. List of Cyclotrons in Proceed. of 12th Internat. Conf. on Cyclotrons and their Applications (Berlin, May 8-12, 1989); World Sci.; 1991, p.617.
2. Cyclotron Facilities with Radionuclide Production Programmes in Member States (IAEA, Vienna, 1983).
3. R.Smith: The Case for a National Medical Cyclotron Facility. Atomic Energy in Australia, 27 (1984), 1-4, p.2.
4. А.А.Глазов, Ю.Н.Денисов, В.П.Дмитриевский и др: Циклотрон для наработки медицинских изотопов (У-120И). Международное совещание по циклотронам и их применению (Бехине, ЧССР, 29 мая-3 июня 1989), Д9-89-708, Дубна 1989, с.87.

5. И.Звара: Возможности получения ^{123}I для радиоизотопной диагностики на ускорителях электронов. Сообщение ОИЯИ 18-82-20, Дубна, 1982.
6. Г.Н.Флеров, Ю.Ц.Оганесян, А.Г.Белов, Г.Я.Стародуб: Получение короткоживущего изотопа ^{123}I на микротроне МТ-22. Атомная энергия, 61(1986)289.
7. Ю.Ц.Оганесян, Г.Я.Стародуб, Г.В.Букланов, Ю.С.Короткин, А.Г.Белов: Получение радиобиологического препарата Йода-123 на пучке электронов с энергией 25 МэВ. Атомная энергия, 68(1990)271.
8. F.Tárkány, S.M.Qaim, G.Stöcklin et al.: Excitation Functions of (p,2n) and (p,pn) Reactions and Differential and Integral Yields of ^{123}I in Proton Induced Nuclear Reactions on Highly Enriched ^{124}Xe . Appl. Radiat. Isot. 42 (1991) 221.
9. V.Bechtold, N.Kernert, H.Schweickert: Modern Gas-Target Technology for the Production High Quality Radiopharmaceuticalls. See ref. [1], p.519.
10. H.P.Graf, H.Münzel: Excitation Functions for α -particle Reactions with Molybdenum Isotopes. J.Inorg. Nucl. Chem. 36 (1974) 3647.
11. N.Ramamoorthy, M.K.Das, B.R.Sarkar, R.S.Mani: Studies on the Production of ^{97}Ru , ^{38}K and ^{34m}Cl at the Variable Energy Cyclotron of Bhabha Atomic Research Centre, Calcutta. In Proceed. of Int. Conf. on Radiopharmaceuticals and Labelled Compounds (Tokyo, 22-26 Oct, 1984), IAEA, Vienna 1985, p.107.
12. N.G.Zaitseva, E.Rurarz, M.Vobecký, Kim Hyn Hwan, K.Nowak, T.Těthal, V.A.Khalkin and L.M.Popinenkova: Excitation Function and Yield for ^{97}Ru Production in $^{99}\text{Tc}(p, 3n)^{97}\text{Ru}$ Reaction in 20-100 MeV Proton Energy Range. Radiochim. Acta (1991), (in press).
13. K.A.Keller, J.Lange, H.Münzel, G.Pfennig: Excitation Function for Charged-Particle Induced Nuclear Reactions. Springer Verlag, Berlin, 1973, vol.5a,b,c.

14. R.M.Lambrech, M.Sajjad: Accelerator-Derived Radionuclide Generators. Radiochim. Acta 43 (1988) 171.
15. I.L.Jenkins, A.G.Wain: ^{237}Pu Production by the ^{235}U ($\alpha, 2n$) Reaction. Int. J. Appl. Radiat. Isot. 22 (1971) 429.
16. S.N.Dmitriev, Yu.Ts.Oganessian, G.V.Buklanov, Yu.P.Kharitonov, A.F.Novgorodov, N.V.Pronin, L.I.Salomatin, G.Ya.Starodub, S.V.Shishkin, Yu.V.Yushkevich: Production of Radiochemically Ultra-Pure Plutonium-237 for Metabolism Research in Human Body. 3rd Int. Conf. on Nuclear and Radiochemistry, Vienna, Austria, Sept. 1992.
17. Proceed. 33th Annual Meeting Soc. Nucl. Med. (Jun. 22-25, 1986, Washington D.C.), Abstracts NN 142, 687, 691. J. Nucl. Med. 27(1986) № 6, pp. 911, 1043, 1044.
18. M.Guillaume, C.Brihaye: Generators of Ultra-Short Lived Radionuclides for Routine Clinical Applications. Radiochim. Acta 41(1987) 119.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 июня 1992 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

- | | | |
|----------------|---|------------|
| Д11-85-791 | Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985. | 4 р.00 к. |
| Д1,2-86-668 | Труды 8 Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. /2 тома/ | 7 р.35 к. |
| ДЗ,4,17-86-747 | Труды Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986. | 4 р.50 к. |
| Д2-87-798 | Труды 8 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987. | 3 р.55 к. |
| Д14-87-799 | Труды II Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987 | 4 р.20 к. |
| Д17-88-95 | Труды IV Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1987. | 5 р.20 к. |
| Д17-88-681 | Труды Международного совещания "Механизмы высокотемпературной сверхпроводимости". Дубна, 1988. | 1 р.50 к. |
| Д13-88-938 | Труды XIII Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1988. | 4 р.30 к. |
| Р2-89-138 | Труды семинара "Гравитационная энергия и гравитационные волны". Дубна, 1988. | 1 р.10 к. |
| Д4-89-221 | Труды рабочего совещания по разработке и созданию излучателя и детектора гравитационных волн. Дубна, 1988. | 1 р.60 к. |
| Д9-89-52 | Труды XI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1988 /2 тома/ | 14 р.35 к. |
| Д9-89-708 | Труды II Международного совещания по циклотронам и их применению. Бехин, ЧССР, 1989. | 4 р.00 к. |
| Д7-87-123 | Труды Совещания "Ренормгруппа-86". Дубна, 1986. | 4 р.45 к. |
| Д7-87-68 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986. | 7 р.10 к. |

Д9-89-801	Труды Международной школы молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц. Дубна, 1988	2 р.25 к.
Д7-90-142	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1989.	7 р.00 к.
Р2-90-245	Труды II семинара "Гравитационная энергия и гравитационные волны". Дубна, 1989.	1 р.70 к.
Д19-90-457	Труды рабочего совещания по исследованию механизма радиационно-индуцированного мутагенеза и репарации ДНК. Дубна, 1990.	4 р.00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного
института ядерных исследований.

Дмитриев С.Н. и др.
Получение медицинских радионуклидов
на ускорителях ОИЯИ.
Возможности и перспективы

18-92-260

Рассматриваются возможности и перспективы использования ускорителей ОИЯИ (микротрона МТ-25, циклотрона У-200, фазотрона) для получения ^{97}Ru , ^{111}In , ^{123}I , ^{178}W , ^{201}Tl , ^{237}Pu и некоторых других радионуклидов при различных условиях (различные заряженные частицы, мишени). Приводятся данные по получению радионуклидов на специализированном сверхточном ускорителе протонов, проект которого может быть осуществлен в ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций и в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Dmitriev S.N. et al.
Production of Medical Radioisotopes
Using JINR Accelerators.
Possibilities and Prospects

18-92-260

Prospects of using the JINR accelerators - the microtron MT-25, the cyclotron U-200 and the phasotron for the production of ^{97}Ru , ^{111}In , ^{123}I , ^{178}W , ^{201}Tl , ^{237}Pu and some other nuclides from various targets at different energies of accelerated ions are considered. A project of a proton cyclotron dedicated to the production of radioisotopes is discussed.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions and at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992