

Анализ аппаратурно–технологического и кадрового обеспечения деятельности отделений радионуклидной диагностики в г. Санкт–Петербурге

Н.М. Вишнякова, И.К. Романович, Л.А. Иванова, С.А. Кальницкий

ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

В статье проводится анализ аппаратурного, технологического и кадрового обеспечения отделений радионуклидной диагностики. Отмечается уменьшение числа радионуклидных исследований в России, количества аппаратов и специалистов в этой области диагностики. Срок эксплуатации большинства аппаратов составляет более 20 лет, что приводит к повышенным дозовым нагрузкам как на пациентов, так и на персонал. Показано, что сокращение количества аппаратов и специалистов происходит более быстрыми темпами, чем сокращение числа радионуклидных исследований. Эта неблагоприятная тенденция создает повышенную рабочую нагрузку как на аппараты, так и на персонал отделений радионуклидной диагностики.

Ключевые слова: радионуклидная диагностика, радиодиагностические аппараты, гамма-камеры, радиофармацевтические препараты, пациенты, персонал.

Основной вклад в дозу медицинского облучения населения России вносят рентгенологические исследования. Вклад радионуклидной диагностики (РНД) в годовую эффективную коллективную дозу медицинского облучения составляет 1,9% [1]. Хотя РНД уступает большинству других методов лучевой диагностики по пространственному разрешению визуальных изображений исследуемых органов [2], тем не менее она обладает уникальной возможностью выявления функциональных нарушений различных органов и систем организма, недоступных клиническим методам [3]. Наряду с рентгенологическими методами, РНД позволяет закрыть важную часть диагностики, характеризующуюся динамическими процессами.

Суть РНД состоит в использовании изотопных индикаторов в медицинских целях, для чего применяются радиофармацевтические препараты (РФП) – меченые радиоизотопом химические соединения. Они либо вводятся непосредственно в организм пациента (*in vivo*), либо смешиваются в пробирках с биологическими реагентами пациента (*in vitro*). Основу радионуклидных исследований составляют сканирование (24%) и функциональные исследования (44%) [4].

Особенностью РНД по сравнению с рентгенодиагностикой является, во-первых, небольшой объем исследований, во-вторых, высокая трудоемкость данных методов (за день врач-радиолог выполняет лишь несколько исследований), в-третьих, повышенные лучевые нагрузки как на пациентов, так и на персонал. Средняя индивидуальная годовая эффективная доза на процедуру в РНД равняется 3,49 мЗв, что значительно выше, чем при самых распространенных методах рентгенологических исследований – рентгенографии (0,32 мЗв/процедуру) и флюорографии (0,44 мЗв/процедуру) [1,5]. Тем не менее высокие дозы в ядерной медицине оправданы высокой информативностью используемых методов. Эти особенности РНД требуют повышенного внимания к состоянию радиационной безопасности в отделениях РНД [6].

Состояние радиационной безопасности в отделениях РНД обусловлено различными составляющими данного вида диагностики, к которым в первую очередь относятся

аппаратурные, технологические, кадровые, методические и радиационно-гигиенические [7,8].

Несмотря на то, что в мире аппаратурные технологии РНД находятся на высоком уровне, они продолжают развиваться, особенно специализированная томография, нейтронно-активационный анализ, методы компьютерного формирования, обработки и анализа изображений. Однако в России, в том числе и в Санкт-Петербурге, внедрение передовых технологий и приборов РНД происходит крайне медленно. Преобладают процессы морального и физического износа оборудования [9].

Число всех аппаратов в лучевой диагностике г. Санкт-Петербурга в настоящее время составляет 45,9 на 100 тыс. населения. На долю рентгеновских аппаратов приходится более половины всех диагностических аппаратов (63,3%), используемых для целей лучевой диагностики. Что касается радиодиагностических приборов, т.е. приборов для РНД, то их вклад в лучевую диагностику незначителен и равняется всего 2,2%.

Аппаратурный парк РНД состоит из множества разнообразных приборов, каждый из которых выполняет свои функции только ему функции (рис. 1). Его основу составляют гамма-камеры и сканеры.

За последние годы (2002-2006 г.г.) численность радиодиагностического оборудования в отделениях РНД г. Санкт-Петербурга значительно (на 28,4%) сократилась. Это коснулось всех радиодиагностических аппаратов, в том числе наиболее значимых для диагностики гамма-камер (на 13,9%), а также наиболее технологичного оборудования для проведения исследований *in vitro* (на 77,8%), характеризующегося отсутствием облучения пациентов (рис. 2).

Если сравнивать ресурс использования оборудования для радионуклидных исследований в г. Санкт-Петербурге с аналогичными показателями в развитых странах, то по наличию соответствующего оборудования мы значительно (например, по гамма-камерам в 3 раза) уступаем развитым странам [10,11]. В то же время число сканеров в относительных единицах в г. Санкт-Петербурге по сравнению с развитыми странами преобладает (рис. 3).

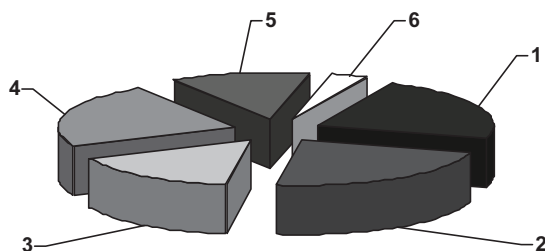


Рис. 1. Структура радиодиагностического оборудования РНД СПб:

1 – гамма-камера (22,6%), 2 – сканер (22,6%),
3 – ренограф (16,1%), 4 – гамматериорадиометр (1,3%),
5 – радиометр (12,9%), 6 – аппаратура
для *in vitro* диагностики (3,2%)

отделениях РНД лечебно-профилактических учреждений г. Санкт-Петербурга радиодиагностических аппаратов (74,5%) эксплуатируется свыше 20 лет. За последние 10 лет в отделения РНД г. Санкт-Петербурга не поступило ни одного аппарата.

На рис. 4 показана зависимость вводимой пациенту активности РФП, меченного ^{99m}Tc, от срока эксплуатации гамма-камеры. Чем больше срок эксплуатации оборудования, тем больше вводимая активность РФП и, соответственно, выше доза облучения персонала и пациента.

Таблица 1

Срок эксплуатации радиологического оборудования отделений радионуклидной диагностики ЛПУ Санкт-Петербурга

Оборудование	Срок службы аппаратуры, годы					ИТОГО
	<5	5–10	10–15	15–20	>20	
	Количество аппаратов, абс. (%)					
Гамма-камера	–	–	–	4 (8,5)	6 (12,8)	10 (21,3)
Сканер	–	–	–	1 (2,1)	9 (19,1)	10 (21,3)
Ренограф	–	–	1(2,1)	2 (4,3)	6 (12,8)	9 (19,1)
Гамматериорадиометр	–	–	–	1 (2,1)	9 (19,1)	10 (21,3)
Радиометр	–	–	–	1 (2,1)	3 (6,4)	4 (8,5)
Аппаратура для « <i>in vitro</i> » диагностики	–	–	–	2 (4,3)	2 (4,3)	4 (8,5)
ВСЕГО	–	–	1 (2,1)	11 (23,4)	35 (74,5)	47(100)

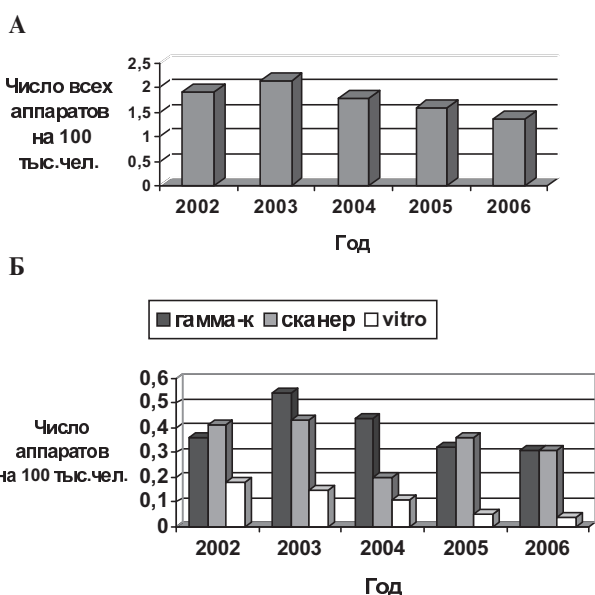


Рис. 2. Число аппаратов радионуклидной диагностики всего (А) и отдельных их видов (Б) в отделении РНД ЛПУ СПб

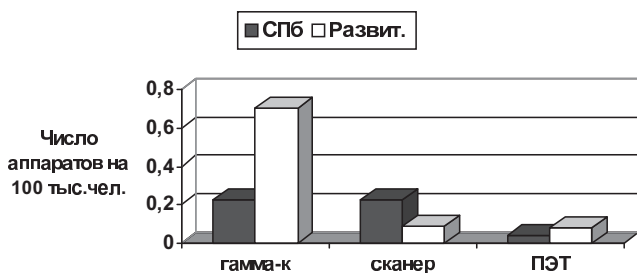


Рис.3. Число аппаратов радионуклидной диагностики в С.-Петербурге и развитых странах

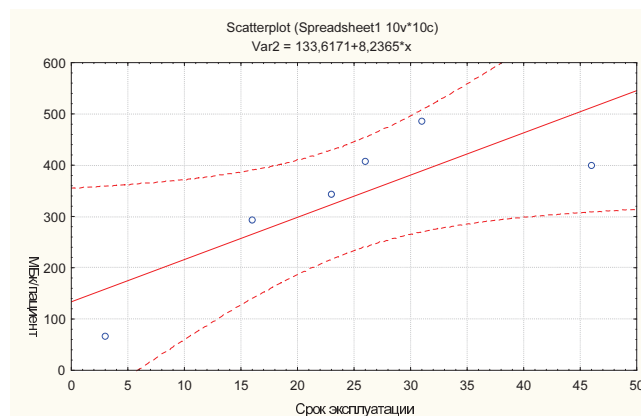


Рис. 4. Зависимость вводимого пациенту РФП ^{99m}Tc от срока эксплуатации гамма-камеры

На дозы, получаемые как пациентами, так и персоналом при рентгенорадиологических исследованиях, влияет срок эксплуатации оборудования [12]. Как следует из таблицы 1, большинство используемых в настоящее время в

При выборе радиоактивной метки для РФП принято исходить из соображений наибольшей безопасности для пациентов, которая обеспечивается высокой скоростью выведения метки из организма и наименее опасным типом излучения [13]. Предпочтение отдается короткоживущим (период полураспада – несколько часов) и среднеживущим (период полураспада – несколько дней) радионуклидам, излучающим гамма-кванты с энергией 50–100 кэВ. При этом должен соблюдаться принцип максимальной информативности проводимых исследований.

В настоящее время наиболее распространенными являются РФП, меченные технецием (^{99m}Tc) и индием (^{113m}In и ^{111m}In), которые получают генераторным способом непосредственно в медицинском учреждении, где проводятся исследования. Следующими по популярности являются ^{123}I , ^{125}I , ^{131}I , ^{198}Au , и ^{201}Tl . Другие радионуклиды применяют в качестве радиоактивной метки РФП значительно реже. В отделениях радионуклидной диагностики г. Санкт-Петербурга применяются в основном ^{123}I и ^{99m}Tc .

По мере замены классических РФП, например, на основе ^{131}I , на более короткоживущие (с меньшим периодом полураспада), например, ^{123}I и генераторные препараты (^{99m}Tc , ^{111}In и др.), а также ультракороткоживущие радионуклиды (с периодом полураспада в несколько минут), значительно меняется их энергетическая составляющая, что приводит к увеличению информативности используемых методов.

Одновременно с появлением новых технологий и более информативных и сложных методик исследования увеличивается доза облучения пациента. Такой путь развития РНД, несмотря на повышение лучевой нагрузки, является наиболее предпочтительным и оптимальным с точки зрения повышения качества диагностики, но при этом требует совершенствования радиационной безопасности.

Важным условием применения радионуклидных исследований является оптимальное количество вводимого РФП для конкретной диагностической процедуры. Эта величина зависит от типа применяемой аппаратуры, телосложения и массы пациента, его метаболических характеристик и клинических условий, а также опыта врача-радиолога. Для получения изображения исследуемого органа пациента (приемлемого для диагностики качества) при каждом исследовании необходимо определить оптимальное количество активности РФП. Этому служит система контроля качества, вводимая в настоящее время в практику Роспотребнадзора.

Уровень облучения пациентов и персонала обусловлен, с одной стороны, аппаратным обеспечением, а с другой – квалификацией персонала, соблюдением правил и норм радиационной безопасности, ответственностью, особенно в отношении оправданности назначения рентгенорадиологических процедур. В современных условиях, по существу в условиях технологической и информационной революции, любой вид деятельности невозможен без грамотного, высококвалифицированного персонала. Это в полной мере относится к персоналу всей лучевой диагностики и РНД в особенности, как одной из наиболее высокотехнологичных областей лучевой диагностики.

В Санкт-Петербурге численный состав общего врачебного персонала отделений лучевой диагностики на протяжении последних десятилетий постоянно увеличивался, достигнув значения 630 специалистов на 100 тыс. насе-

ления. Это один из самых высоких показателей не только в России, но и во всем мире.

Анализ структуры врачебного персонала, работающего в лучевой диагностике, показывает, что в данной отрасли преобладают специалисты рентгеновской и ультразвуковой диагностики (рис. 5). Аналогичная ситуация наблюдается и среди среднего и младшего медицинского персонала. Специалисты РНД занимают наименьшую по численности (2,1%), но важную по значению нишу в данной области здравоохранения.

Динамика обеспечения РНД специалистами показывает, что за последние годы (2002 – 2006 гг.) численный состав персонала отделений РНД в лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) г. Санкт-Петербурга значительно (в 2 раза) уменьшился. Сокращение численности затронуло всех специалистов, включая врачей-радиологов (в 2,0 раза), инженерно-технический состав и средний и младший медицинский персонал (в 3 раза) (табл. 2).

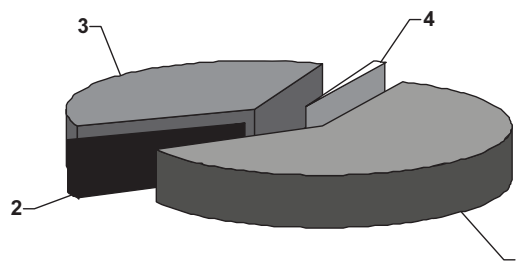


Рис. 5. Состав специалистов лучевой диагностики Санкт-Петербурга: 1 – врачи-рентгенологи (60,3%), 2 – врачи-радиологи (2,1%), 3 – специалисты по УЗИ (36,5%), 4 – специалисты по МРТ (1,1%)

Таблица 2

Динамика изменения численности персонала отделений радионуклидной диагностики ЛПУ Санкт-Петербурга

№№ пп.	Персонал	Годы наблюдения				
		2002	2003	2004	2005	2006
Число специалистов на 100 тыс.чел.						
1	Врач-радиолог	2,23	1,39	1,32	0,93	1,10
2	Инженер	0,74	0,32	0,29	0,26	0,34
3	Техник	0,27	0,14	0,11	0	0,09
4	Средний медицинский персонал	2,86	1,85	1,75	1,21	1,33
5	Младший медицинский персонал	1,47	0,70	0,73	0,56	0,55
ВСЕГО		7,57	4,40	4,20	2,95	3,42
Численный состав отделения РНД		0,84	0,55	0,42	0,42	0,43

В результате сокращения численности персонала отделений РНД в г. Санкт-Петербурге укомплектованность штатного расписания в них составляет всего 70%. Данная ситуация касается всех специалистов данной отрасли лучевой диагностики, но в большей степени специалистов технического профиля (54%) и младшего медицинского персонала (55%).

Специалистов РНД отличает высокий профессионализм и большой практический стаж работы. Около 80% данных специалистов имеют стаж работы в РНД более 10 лет, а 40% трудятся свыше 20 лет (рис. 6). Ситуация начала медленно меняться в последнее время, когда в данную отрасль лучевой диагностики стали приходить новые кадры и, в частности, младший обслуживающий персонал.

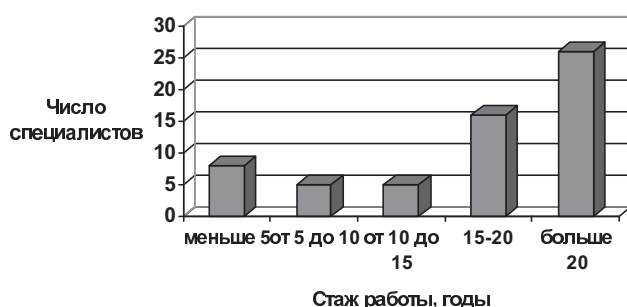


Рис. 6. Стаж работы специалистов отделений радионуклидной диагностики ЛПУ Санкт-Петербурга

Следовательно, в РНД работает опытный персонал с большим стажем работы, в основном врачи среднего и старшего возраста. Причина такого, не вполне нормального распределения, заключается, видимо, в необходимости иметь большой практический опыт и высокую квалификацию врачам-радиологам для проведения сложных радиологических исследований, которые достигаются лишь с годами. Необходимо учитывать также и низкое финансирование отрасли. Устойчивая тенденция сокращения обуславливает высокую рабочую нагрузку персонала при недостаточной оплате труда.

Учитывая важность создавшегося положения, проанализируем общую тенденцию изменения всех основных составляющих РНД (табл. 3).

По всем исследуемым показателям (частота радионуклидных исследований (РНИ), обеспечение РНД оборудованием и кадрами) происходит однонаправленное их снижение, соответственно, в 1,3; 1,9; и 2,7 раза (рис.7А). То есть обслуживание РНД, особенно кадровое, уменьшается более быстрыми темпами, чем происходит уменьшение количества радионуклидных исследований. Вследствие этого растут нагрузки на аппаратуру и специалистов (рис.7Б).

При этом наблюдаемый процесс в большей степени затрагивает увеличение рабочей нагрузки на специалистов (в 2,3 раза) по сравнению с изменением нагрузки на оборудование, которая увеличилась всего в 1,6 раза. То есть на первое место выходит человеческий фактор.

Таким образом, за последние 5–7 лет мы наблюдаем некоторый спад в радионуклидной диагностике, который проявляется в снижении общего и относительного количества радионуклидных исследований, устаревании эксплуатируемого оборудования, что, в свою очередь, ведет

к росту доз облучения пациентов. Причем во всех других видах лучевой диагностики, особенно в современных ее направлениях, таких, как компьютерная и магнитно-резонансная томография, а также в ультразвуковых исследованиях, происходит значительный рост как числа проводимых обследований пациентов, так и количества используемого оборудования и специалистов.

Отмечаем также, что одновременно с появлением новых технологий и радиофармпрепаратов, более информативных и сложных методик исследования увеличивается и доза облучения пациента за исследование.

Таблица 3

Характеристика показателей деятельности отделений радионуклидной диагностики в ЛПУ г. Санкт-Петербурга

Показатель	Годы наблюдения				
	2002	2003	2004	2005	2006
Число РНИ на 1000 чел., %	21,8	21,8	17,0	21,1	16,9
Число аппаратов РНД на 100 тыс. чел., %	1,90	2,14	1,77	1,58	1,02
Число врачей-радиологов на 100 тыс.чел., %	2,23	1,39	1,32	0,93	0,83
Число РНИ, выполненных на одном радиологическом аппарате за год	263	206	237	241	422
Число РНИ, выполненных одним врачом-радиологом за год	224	317	318	409	518

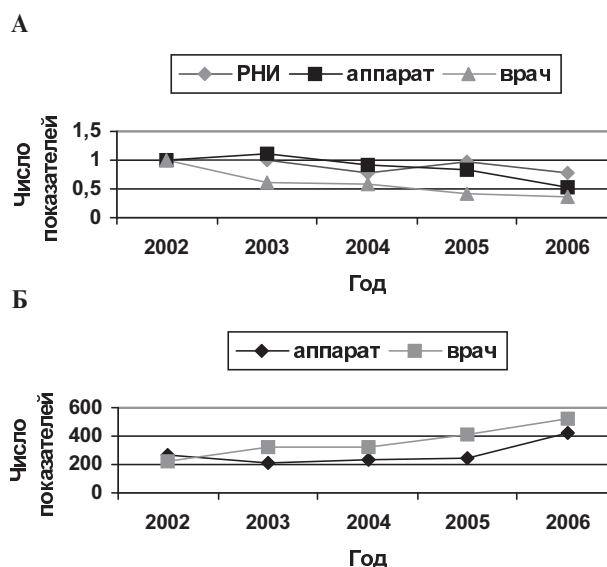


Рис.7. Динамика количества РНИ, аппаратов и специалистов РНД (А); изменение нагрузки (Б) на врача-радиолога и радиологический аппарат за последние годы в С.-Петербурге

Список использованной литературы

1. Барковский, А.Н. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2006 году [Текст] : справочник / А.Н. Барковский, Н.И. Барышков, В.Ю. Голиков [и др.] - СПб., 2007. - 60 с.
2. Габуня, Р.И. Современное состояние и перспективы развития радионуклидной диагностики [Текст] / Р.И. Габуня, Ю.Н. Касаткин, В.Б. Сергиенко // Вестник рентгенологии и радиологии. - 1996. - №4. - С. 6-7.
3. Наркевич, Б.Я. Физико-технические основы радионуклидной диагностики: современные достижения и перспективы развития [Текст] // Мед. радиология и радиационная безопасность. - 1999. - №2. - С. 5-17.
4. Лучевая диагностика и лучевая терапия на пороге третьего тысячелетия [Текст] / под общ. ред. М.М. Власовой. - СПб.: Норма, 2003. - 468 с.
5. Репин, В.С. Уровни облучения в радионуклидной диагностике [Текст] / В.С. Репин, С.А. Кальницкий, Т.В. Жеско, Л.А. Иванова // Радиационная безопасность в медицине: материалы межд. научно-практической конф. МЗ РФ (6-8 октября 2003г).- Суздаль, 2003. - С.167-168.
6. Зиновьева, Н.П. Радиационно-гигиеническое обеспечение медицинского применения открытых радионуклидных источников [Текст] / Н.П. Зиновьева: Автор. дис. канд. мед. наук. - М., 2003. - 25 с.
7. Петров, Э.Л. Радиоизотопы и радиационные технологии в медицине третьего тысячелетия (актуальность, достижения, перспективы) [Текст] / Э.Л. Петров, М.Н. Тихонов, О.Э. Муратов // Атомная стратегия. - 2003. - №3. - С.4-10.
8. Ширяев, С.В. Актуальные вопросы современной радионуклидной диагностики [Текст] / С.В. Ширяев, Р.И. Габуня, Б.Я. Наркевич // Мед. радиология : материалы конгресса Евр. ассоциации ядерной медицины (11-14 окт. 1993г.). - 1995. - №4. - С. 55-57.
9. Машилова, И.Г. То, что происходит сегодня с ядерной медициной, - это преступление перед больными [Текст] / И.Г. Машилова // Атомная стратегия. -2003. - №3. - С. 16-17.
10. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation [Текст] // UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly. - Vol. I. UN. - New York, 2000. - 654 p.
11. Medical exposure to ionizing radiation [Текст] : United national scientific committee on the Effects of Atomic Radiation. - A/AC. - 82/R. - 669 p.
12. Медицинская рентгенология: технические аспекты, клинические материалы, радиационная безопасность [Текст]; под редакцией Р.В. Ставицкого. - М.: МНПИ, 2003. - 343 с.
13. Белячков, Ю.А. Радиационная безопасность пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований [Текст] / Ю.А. Белячков: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л., 1990.

N.M. Vishnyakova, I.K. Romanovich, L.A. Ivanova, S.A.Kalnitsky

Analysis of technical and human resources provisions for operation of radioisotope diagnostic departments in SAINT- PETERSBURG

Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract. The article contains analysis of the instrument, technological and human resources provisions for radioisotope diagnostic departments. The decreasing of the number of radioisotope examinations in Russia, amount of apparatus and specialists in this field of diagnostics is recorded. The operation time of the major part of apparatus is more then 20 years, this results in higher dose loads both for personnel and patients. The article demonstrates that the reduction of the amount of apparatus and specialists is going with increased speed in comparison with reduction of the amount of radioisotope diagnostic examinations. This unfavorable trend creates increased workload as on apparatus, so on the personnel of radioisotope diagnostic departments.

Key words: radioisotope diagnostic, radiodiagnostic apparatus, radiopharmaceuticals, personnel.

Поступила 04.08.08.