

---

# МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА

---

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ

Выходит 6 раз в год

№ 2 (272) 2012

МАРТ–АПРЕЛЬ

---

Издается с 1967 г., г. Москва

---

---

## ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

---

*Н.И. Рожкова, Г.П. Кочетова*

### **ДИНАМИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2002-2010 ГГ.**

#### **Аннотация**

В статье на основании Государственной статистической отчетности лечебно-профилактических учреждений всех профилей проведен анализ технической оснащенности диагностической службы Российской Федерации за 2002-2010 гг., включая лучевую диагностику и эндоскопические подразделения.

В национальном проекте «Здоровье» одно из ведущих мест занимают вопросы развития современных рентгенорадиологических высоких технологий, решающих проблему снижения роста заболеваемости и смертности. При этом первостепенная роль отводится состоянию диагностической службы, позволяющей своевременно выявлять заболевания и проводить дифференциальную диагностику.

Эффективность функционирования диагностической службы во многом определяется уровнем ее технической оснащенности. К настоящему времени, благодаря реализации национального проекта «Здоровье», наметился позитивный сдвиг в пополнении и переоснащении парка современного оборудования.

Анализ технической оснащенности диагностической службы (отделения лучевой диагностики и эндоскопии) за 2002-2010 гг. проведен на основании Государственной статистической отчетности лечебно-профилактических учреждений всех профилей по форме № 30, раздел У «Работа диагностических отделений». В 2010 году этот раздел существенно пополнился конкретизацией как рентгенологических исследований и процедур, так и некоторых видов аппаратуры лучевой диагностики (МРТ- и КТ-томографы). Впервые введены статистические данные по аппаратам для радионуклидной диагностики.

К концу 2010 года парк диагностических аппаратов и оборудования составлял 98,2 тыс. единиц. Это на 21,3 % больше, чем в 2002 году. Номенклатура диагностических аппаратов и оборудования в настоящее время представлена следующим образом: 68,5 % (67,3 тыс. ед.) относятся к лучевой диагностике, в том числе 36,2 % (35,6 тыс. ед.) – рентгеновские аппараты, 6,4 % (6,3 тыс. ед.) – проявочные автоматы, 0,4 % (358 ед.) – МР-томографы, 24,7 % (24,2 тыс. ед.) – ультразвуковые аппараты, 0,4 % (361 ед.) – аппараты для радионуклидной диагностики и 31,5 % (30,9 тыс. ед.) – эндоскопические аппараты.

Анализ динамики роста рентгеновских, ультразвуковых и эндоскопических аппаратов за 2002-2010 гг. показывает, что число рентгеновских аппаратов осталось практически неизменным, число эндоскопических аппаратов за этот период увеличилось на 22 % с 25191 до 30936 ед., ультразвуковых аппаратов – на 64,0 %. При этом значительный рост численности последних начался с 2006 года. Количество УЗ-аппаратов с цифровым доплером увеличилось в 4,6 раза, портативных аппаратов – в 2,0 раза, аппаратов с черно-белым изображением и эхоэнцефалографов – в 1,2 раза.

В *табл. 1* представлена номенклатура рентгеновских аппаратов к концу 2010 года. Наибольший удельный вес составляют палатные аппараты – 19,2 % (6854 ед.), дентальные аппараты – 16,4 % (5866 ед.),

## Номенклатура рентгеновских аппаратов Российской Федерации в 2010 г.

Наименование	Число аппаратов			Из общего числа аппаратов со сроком эксплуатации свыше 10 лет	
	Всего		Из них действующих	Абс. число	%
	Абс. число	%			
Всего рентгеновских аппаратов	35594	100	33066	12996	36,5
Телеуправляемые поворотные столы-штативы	1273	3,6	1213	158	12,4
Рентгенодиагностические комплексы на 3 рабочих места:	5210	14,6	4816	3026	58,0
из них не оснащены рентгенотелевидением (без усилителей рентгеновского изображения)	1140	3,2	1004	898	7,8
Рентгенодиагностические комплексы для рентгенографии (на 1 и 2 рабочих места):	5490	15,4	5183	1543	28,1
из них с использованием цифровых технологий	507	1,4	486	35	6,9
Цифровые аппараты для исследований органов грудной клетки:	3924	11,0	3784	112	2,8
из них на шасси автомобилей	516	1,4	494	5	1,0
Пленочные флюорографы:	2036	5,7	1779	1506	73,9
из них на шасси автомобилей	345	1,0	291	192	55,6
Палатные аппараты	6854	19,2	6252	3076	44,8
Передвижные рентгенотелевизионные установки типа С-дуга	1077	2,9	972	234	21,7
Рентгенурологические аппараты	152	0,4	135	83	54,6
Маммографические аппараты:	2208	6,2	2125	407	18,4
в том числе цифровые	238	0,6	232	14	5,9
Дентальные аппараты:	5866	16,4	5436	2554	43,5
в том числе цифровые аппараты (радиовизиографы);	878	2,4	793	89	10,1
панорамные томографы	652	1,8	614	191	29,2
Ангиографические аппараты	321	0,9	297	75	23,4
РК-томографы	982	2,6	890	176	17,9
Электрорентгенографические аппараты	18		11	15	83,3
Остеоденситометры	164	0,4	156	18	10,9

рентгенодиагностические комплексы для рентгенографии – 15,4 % (5490 ед.) и рентгенодиагностические комплексы на 3 рабочих места – 14,6 % (5210 ед.).

Анализ номенклатуры рентгеновских аппаратов за последние 9 лет показал, что число рентгенодиагностических комплексов на 3 рабочих места сократилось в 1,7 раза – с 8914 до 5210 ед. В то же время на 34 % увеличилось число рентгенодиагностических комплексов для рентгенографии – с 4091 до 5490 ед., из них число комплексов с использованием цифровых технологий увеличилось в 4,4 раза. За рассматриваемый период общее число дентальных аппаратов сократилось на 8 %, при этом в 3,1 раза увеличилось число радиовизиографов и в 1,4 раза – число панорамных томографов. Число передвижных рентгенотелевизионных установок типа «С-Дуга» выросло в 2 раза – с 537 (2002 г.) до 1077 ед. (2010 г.), что позволило расширить объем инвазивных вмешательств.

Значительные изменения произошли в оснащении лечебно-профилактических учреждений флюорографами. С начала реализации национального проекта «Здоровье» значительно сократилось число пленочных флюорографов. Вместо них внедря-

ются цифровые аппараты для исследования грудной клетки, в основном отечественного производства. Если в 2005 году цифровые флюорографы составляли 1116 ед., а пленочные – 4796 ед., то в 2010 году число цифровых флюорографов увеличилось в 3,5 раза (3924 ед.), а число пленочных сократилось в 2,3 раза. За 9 лет число цифровых флюорографов на шасси автомобилей возросло в 16 раз – с 32 до 516 ед.

С 2005 года в лечебную сеть страны стали поступать передвижные маммографические кабинеты, облегчающие проведение профилактических исследований молочной железы в отдаленных районах. На конец 2010 года их число составляет 48 ед. По завершении нацпроекта «Здоровье» маммологическая служба страны получила 1300 аппаратов, и к концу 2010 года парк современных маммографов, по нашим данным, составил порядка 2460 ед., из них 185 – со стереотаксической приставкой (в том числе 56 – с цифровой) и более 188 маммографов – с цифровыми технологиями.

Медленными темпами идет переоснащение остеоденситометрами. За 9 лет их число увеличилось лишь в 3 раза, с 53 (2002 г.) до 164 ед. (2010 г.). Однако, учитывая рост числа пожилых людей и

рост заболеваний остеопорозом, необходимо большими темпами пополнять парк денситометров в лечебно-профилактических учреждениях.

На рис. 1 приведена динамика роста числа цифровых рентгеновских аппаратов (ЦРА), включая рентгенодиагностические комплексы для рентгенографии (на 1 и 2 рабочих места), аппараты для исследований грудной клетки и радиовизиографы, а также РК- и МР-томографы. Как видно, число ЦРА в 2010 году по сравнению с 2002 годом увеличилось в 6 раз (с 877 до 5309 ед.), в том числе комплексов для рентгенографии – в 4,4 раза, цифровых флюорографов – в 8,1 раза, радиовизиографов – в 3,1 раза, РК-томографов – в 2,4 раза, МР-томографов – в 1,9 раза.

В 2010 году в Государственной статистической отчетности конкретизированы следующие типы РК-томографов: пошаговые, спиральные односрезовые и спиральные многосрезовые (до 16 срезов, 32-64 срезов и свыше 64 срезов) – и типы МР-томографов по напряженности магнитных полей: до 0,5, 1, 1,5 и 3,0 Тл.

В раздел аппаратов для лучевой диагностики введены аппараты для радионуклидной диагностики, число которых на конец 2010 года составило 361 ед., или 0,4 % от всех диагностических аппаратов. В их состав входят планарные диагностические гамма-камеры (75 ед.), однофазные эмиссионные томографы (57 ед.), позитронно-эмиссионные томографы (7 ед.), совмещенные ПЭТ/КТ-установки (6 ед.), циклотроны для синтеза ультракороткоживущих РФП (3 ед.), совмещенные ОФЭКТ/КТ-установки (15 ед.), сканеры (39 ед.), функциональные диагностические установки (68 ед.), ренографы (45 ед.) и счетчики для РИА-исследований (68 ед.). Эта информация позволяет наглядно судить о службе радионуклидной диагностики в стране.

Для оценки динамики технического состояния службы важны сведения о сроках эксплуатации

оборудования для своевременного их обновления. В рамках статистической формы № 30 (раздел У) впервые дается информация обо всех аппаратах и оборудовании для лучевой диагностики со сроком службы свыше 10 лет, а также о действующих аппаратах. Представленные сведения позволяют ориентироваться в потребности модернизации оборудования.

Из анализа табл. 1 видно, что число действующих рентгеновских аппаратов составляет 92,8 % от общего числа.

Рентгеновские аппараты со сроком службы свыше 10 лет составляют 36,5 %. Из них в первую очередь требуют замены пленочные флюорографы – 73,9 %, рентгенодиагностические комплексы на 3 рабочих места – 58,0 % и палатные аппараты – 44,8 %. Следует отметить, что эти показатели значительно улучшились за время реализации нацпроекта «Здоровье». В 2005 году 62 % всех рентгеновских аппаратов имели срок службы свыше 10 лет.

Объем других типов аппаратов для лучевой диагностики со сроком службы свыше 10 лет следующий: МР-томографы – 17,8 %, тепловизоры – 21,8 %, УЗ-аппараты – 17,5 % и аппараты для радионуклидной диагностики – 60 %.

Техническое переоснащение рентгенорадиологической службы привело к изменению структуры диагностических исследований.

На рис. 2 приведена динамика роста рентгенологических, ультразвуковых, радиологических и эндоскопических исследований за 2002-2010 гг. В целом число диагностических исследований увеличилось до 281 млн., что на 71 млн. больше по сравнению с 2002 годом при сокращении населения на 3,8 млн. В пересчете на 100 тыс. населения число диагностических исследований возросло на 31,7 %, с 143400 до 188900 исследований.

Наибольшими темпами (в 1,6 раза) растет число УЗИ. С 2006 года они превышают число рентгенологических исследований. Это обусловлено по-

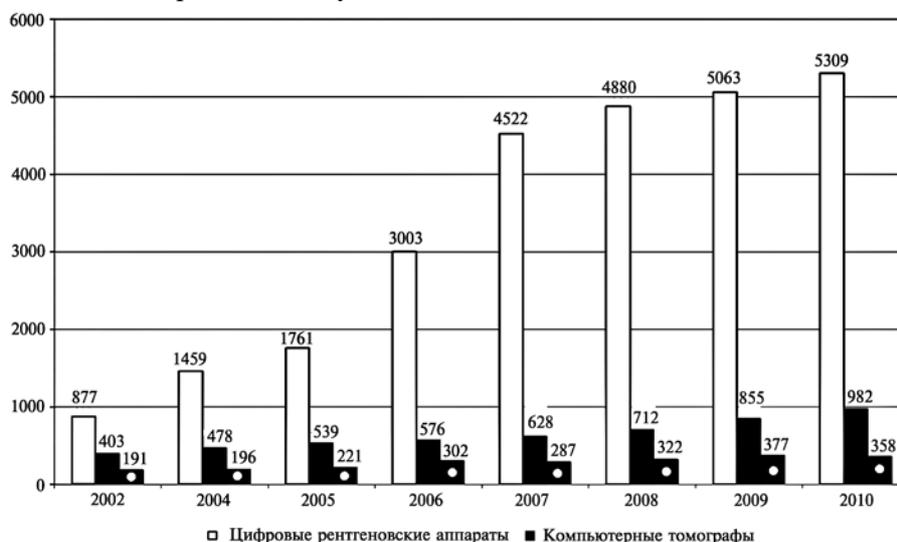


Рис. 1. Динамика роста числа цифровых рентгеновских аппаратов, РК- и МР-томографов за 2002-2010 гг. (в состав цифровых рентгеновских аппаратов входят рентгенодиагностические комплексы для рентгенографии на 1 и 2 рабочих места, аппараты для исследования органов грудной клетки и радиовизиографы)

стоянным совершенствованием ультразвуковой техники и созданием новых эхоконтрастных препаратов, значительно расширяющих диагностические и лечебные возможности УЗИ.

Позитивный сдвиг наметился в структуре рентгенологических исследований в сторону сокращения рентгеноскопии и увеличения рентгенографии, в том числе цифровой. Если в 2002 году на 100 исследований приходилось 6,2 рентгеноскопии, 132,2 рентгенограммы и 3,9 цифровых рентгенограммы, то в 2010 году – 3,4; 131,7; 13,4 соответствующих исследований.

Если при исследовании органов грудной клетки в 2002 году на 100 исследований выполнялось 8,5 рентгеноскопий, 67,8 рентгенограмм и 5,3 цифровых снимков, то в 2010 году – 3,7; 94,5; 13,7 соответствующих исследований.

Благодаря изданию ряда нормативных документов о широком проведении диспансеризации, отмечается рост профилактических рентгенологических исследований на 18 %, при этом в области цифровой флюорографии – в 20 раз, маммографии – в 13 раз, остеоденситометрии – в 8,4 раза.

Таблица 2

**Структура диагностических исследований в 2010 году**

№ п/п	Наименование исследования	%
1	Рентгенологические исследования	33,2
2	Рентгенологические профилактические исследования	25,1
3	Ультразвуковые исследования	37,3
4	МР-томография	0,4
5	Радиодиагностические исследования	0,5
6	Эндоскопические исследования	3,5

В табл. 2 приведена структура диагностических исследований Российской Федерации на 2010 год. Наибольший удельный вес составляют рентгенологические (33,2 %), рентгенологические профилактические исследования (25,1 %) и УЗИ-исследования (37,3 %).

Сохраняются проблемы, связанные с отсутствием регулярного технического обслуживания аппаратуры и своевременной заменой вышедших из строя элементов оборудования. Крайне медленно внедряется современное высокотехнологическое оборудование, позволяющее расширить диагностические возможности, увеличить пропускную способность кабинетов. Это происходит отчасти из-за материальной незаинтересованности специалистов в освоении технологий, выходящих за рамки их специальности.

По-прежнему не отмечается позитивных сдвигов в развитии ядерной медицины. Из 138 остались действующими лишь 132 лаборатории радионуклидной диагностики и радиоиммунологического анализа, 1 отделение открытых источников ионизирующего излучения, 6 отделений ПЭТ. Обеспеченность населения технологиями ядерной медицины остается низкой: до 58 % – в радиоиммунологических исследованиях, до 35-37 % – в радионуклидных исследованиях, 3% – в позитронно-эмиссионной томографии. 25 областей Российской Федерации не располагают ядерно-медицинскими технологиями.

Вместе с тем, несмотря на целый ряд нерешенных проблем, впервые с начала реализации нацпроекта «Здоровье» смертность от онкозаболеваний в России снизилась на 0,3 %. Позитивно меняется структура заболеваемости раком в сторону выявления ранних форм в регионах, где оснащение и подготовка кадров находятся на современном уровне.

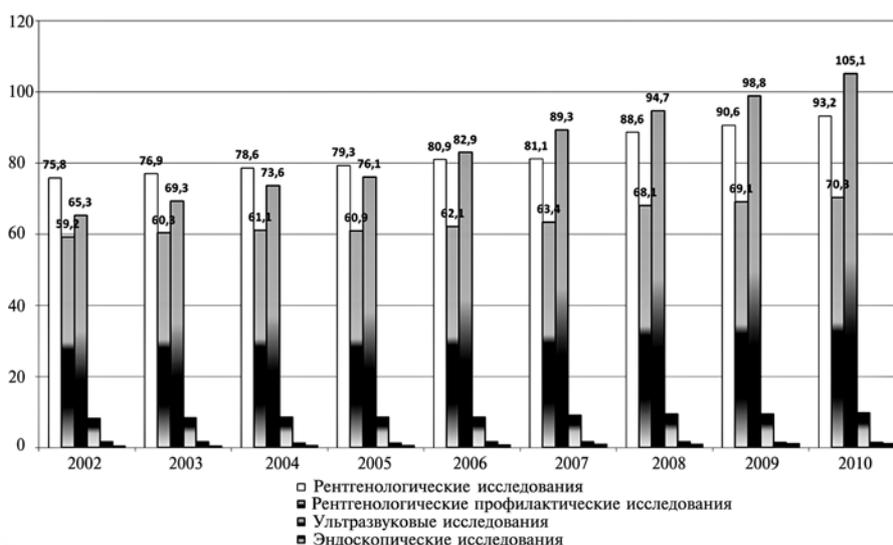


Рис. 2. Динамика роста рентгенологических, ультразвуковых и эндоскопических исследований в Российской Федерации за 2002-2010 гг.

**Выводы**

1. Реализация национального проекта «Здоровье» позволила существенно обновить парк диагностической аппаратуры и оборудования. Только за 2005-2007 гг. лечебно-профилактические учреждения страны получили 3216 ед. рентгеновской техники с использованием цифровых технологий, в том числе 185 комплексов для рентгенографии, 2667 флюорографов, 214 радиовизиографа, 150 РК-томографов и 4445 – УЗ-аппаратов с цветовым доплером.

2. Основные тенденции развития лучевой диагностики – переход на цифровые технологии (доля ЦРА составляет 15 % от общего числа рентгеновских аппаратов), расширение спектра бездозовых технологий (доля УЗ-аппаратов и МРТ составляет 41 % от общего числа аппаратов лучевой диагностики). Необходимо продолжить внедрение цифровой рентгенотехники, отдавая предпочтение отечественным производителям.

3. Для улучшения технического обслуживания аппаратов и оборудования лечебно-профилактических учреждений целесообразно приобретать оборудование одной фирмы.

4. Необходимо ускорить внедрение информационных цифровых технологий, обеспечивающих высокую организацию труда, процесса обучения и обмена информацией.

*Надежда Ивановна Рожкова,*  
д-р мед. наук, профессор,

зам. директора, руководитель,

*Галина Павловна Кочетова,*

канд. техн. наук, ведущий научн. сотрудник,

*ФГУ «РНЦРР»*

*Минздравсоцразвития России,*

*Федеральный маммологический центр,*

*г. Москва,*

*e-mail mailbox@ rncrr.rssi.ru*

*В.Н. Столяров*

## **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АНОДА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ**

### **Аннотация**

Статья посвящена влиянию различных методов обработки вольфрамового слоя композиционного анода на мощность дозы рентгеновской трубки. Приведены результаты анализа поверхности вольфрамового слоя исследуемых образцов, обработанных различными методами. Представлены результаты измерений мощности дозы рентгеновской трубки для каждого из исследуемых образцов.

Одной из важных задач, стоящих перед разработчиками современных рентгеновских трубок, является снижение тепловой нагрузки на анод. Одним из возможных способов решения данной задачи представляется увеличение количества квантов рентгеновского излучения, испускаемых с поверхности анода при заданных уставках рентгеновского аппарата. Можно предположить, что количество квантов рентгеновского излучения, а соответственно и мощность дозы рентгеновской трубки зависят от величины физической площади поверхности, на которую падает пучок электронов. В данном случае под физической площадью подразумевается площадь поверхности с учетом ее рельефа. Поскольку в современных рентгеновских трубках геометрический размер области анода, на которую падает пучок электронов, является строго ограниченным [1], увеличение площади ее поверхности возможно посредством развития микрорельефа. С другой стороны, известно, что с увеличением срока службы рентгеновской трубки неизбежно падает мощность дозы рентгеновского излучения. Это сопряжено с видимыми изменениями состояния поверхности анода, выраженными в появлении

большого количества дефектов (типа раковин и трещин) определенных геометрических размеров [2]. Таким образом, была выдвинута гипотеза о существовании некоторой зависимости мощности дозы от качества и способа обработки вольфрамового слоя анода рентгеновской трубки.

Для проверки этого предположения были выполнены работы по определению зависимости мощности дозы рентгеновских трубок от чистоты обработки поверхностного вольфрамового слоя мишени. Было изготовлено несколько образцов анодов. Образец № 1 представляет собой композиционный анод, рабочая поверхность которого выполнена из вольфрама в состоянии поставки. Вольфрамовый слой был подвергнут химическому травлению для удаления загрязнений с последующим отжигом в среде водорода (рис. 1а). Поверхность образца № 2 была обработана токарным способом с применением алмазного инструмента, что позволило значительно улучшить качество поверхности вольфрамового слоя (рис. 1б). Образец № 3 был подвергнут шлифовке (рис. 1в). Образец № 4 был предварительно отшлифован, как и образец № 3, а затем был подвергнут струйно-абразивной обра-