

# Производство расходных материалов для рентгенологии в Российской Федерации

Блинов А. Б., Блинов Н. Н., Виленский А. В., Горелик Ф. Г.,  
Зиниченко В. Я., Резник А. К., Суханова М. М., Ярославский В. Л.

## Manufacture of materials for radiology in the russian federation

Blinov A.B., Blinov N.N., Vilensky A.V., Gorelik F.G.,  
Zinichenko V.J., Reznik A.K., Suhanova M.M., Jaroslavsky V.L.

### Реферат

Проводится анализ рынка Российской Федерации по расходным материалам, применяемым в рентгенологии, включая пленки, химреактивы, экраны, рентгеновские трубки, радиационно-защитное оборудование и контрастные вещества. Показано, что производство расходных материалов составляет 18 млн.\$ (7 % от общего объема).

**Ключевые слова:** Рентгеновское оборудование, пленки, химреактивы, рентгеновские трубки, контрастные вещества.

### Abstract

The analysis of the market of the Russian Federation on account materials applied in radiology, including films, chemical reactants, screens, x-ray tubes, the radiation protective equipment and contrast substances is carried out. It is shown that manufacture of domestic materials makes 18 million \$ (7 % total amount).

**Keywords:** X-ray equipment, X-ray films, X-ray Chemical reactants, X-ray tubes, contrast substances.

Сложная рентгенодиагностическая аппаратура требует для своей работы широкого ассортимента расходных материалов, без которых исследования либо совершенно невозможны, либо становятся небезопасны для пациентов и медицинского персонала.

Цель настоящей работы заключается в анализе отечественного рынка изделий расходных материалов для рентгенологии.

В Российской Федерации объем рынка расходных материалов и принадлежностей для рентгенологии приближается к объему рынка рентгеновских

аппаратов. Этот объем складывается из расходов на пленку и химикаты, рентгеновские защитные принадлежности, рентгеновские трубки, контрастные препараты.

В России производство рентгеновской пленки, рентгеновских трубок, средств радиационной защиты началось перед второй мировой войной. После победного окончания войны ряд производств был вывезен из побежденной Германии. Это относится как к технологической оснастке по производству пленок, так и к изготовлению рентгеновских аппаратов и трубок. К семидесятым

годам почти вся необходимая номенклатура расходных средств для рентгенодиагностики производилась в Советском Союзе. Это чаще всего были изделия достаточно низкого эстетического уровня, обладающие весьма умеренными эксплуатационными свойствами, предназначенные для употребления только внутри страны. Прежде всего именно по этим причинам большинство производств в период перехода к рынку не смогло достигнуть конкурентного уровня и в конце XX века прекратило свое существование.

В настоящее время определенная часть расходных материалов, используемых в РФ для рентгенодиагностики, производится новыми отечественными фирмами, созданными на волне «перестройки», но в основном расходные материалы импортируются извне.

### **Пленки, реактивы, экраны, кассеты**

С момента появления рентгенодиагностики регистрация рентгеновского изображения производилась на пленке. За столетнее развитие метода используемые пленки сильно изменились, но принцип получения на них изображения остался практически тем же. Только в последнее время бурное развитие цифровых методов получения изображения существенно изменило ситуацию. Хотя конечным регистратором изображения чаще всего, как и прежде, остается пленка, но эта пленка специализированная; иногда она может быть и адекватно заменена современными компьютерными регистрирующими системами.

Технология изготовления современных медицинских пленок чрезвычайно сложна. Пленочные производства требуют больших высокочистых помеще-

ний и дорогостоящей аппаратуры. Не случайно в мире из большого количества фирм, выпускавших в XX веке медицинские пленки, в XXI веке осталось всего четыре компании. Среди них:

- Carestream Health (Кэарстрим Хэлс), США, закупившая в 2008 г медицинскую часть производства фирмы Kodak и оставившая в изделиях торговую марку последней;
- Agfa Gevaert (Агфа Геварт), Бельгия;
- Fujifilm (Фуджифильм), Япония;
- Konica (Коника), Япония.

На отечественном рынке пленку предлагают многие фирмы, но все они под своими торговыми марками продают пленку, которую нарезают и упаковывают из рулонов, изготовленных на предприятиях указанных компаний. В России такой фирмой является ЗАО «РЕНЕКС», которая упаковывает и поставляет на рынок под торговыми марками РЕНЕКС РПс и РЕНЕКС РПз пленки фирмы Carestream Health.

Оценивая потребность страны в медицинских пленках, используемых в рентгенодиагностике, следует отметить, что структура этих пленок меняется. Если всего несколько лет назад потребление в основном приходилось на рентгенографические пленки, то в настоящее время значительно увеличивается доля специализированных пленок, регистрирующих изображения, полученные с помощью цифровой аппаратуры.

В настоящее время потребность России в пленке составляет порядка 12.0 млн. м<sup>2</sup>. При расчете потребности мы ориентировались на то, что на каждого проживающего в стране человека, исходя из известного количества производимых в стране рентгенологических

исследований (в среднем 150 млн. в год) должно быть выполнено в год 2 рентгенографических снимка размером .

Основную часть этой потребности, примерно 8.0 млн. м<sup>2</sup>, составляет рентгенографическая пленка общего назначения. Эта пленка предназначена для получения универсальных рентгенографических изображений с использованием рентгеновских аппаратов общего назначения. Обычно, это — двухсторонняя пленка фиксированных международными документами размеров. Рентгенографические пленки слабо реагируют непосредственно на рентгеновское излучение и значительно сильнее на световое излучение усиливающих экранов, преобразующих рентгеновское излучение в свет. Использование усиливающих экранов увеличивает чувствительность метода рентгенографии в 50-100 раз и, следовательно, в то же количество раз уменьшает дозовую нагрузку на пациента. Поэтому рентгенографическая пленка всегда используется в комплекте с усиливающими экранами.

Рынок рентгенографической пленки в основном покрывается зарубежными изделиями. Отечественная промышленность выпускает всего 0.3 млн. м<sup>2</sup> пленки. Производитель этой пленки фирма ЗАО «РЕНЕКС» готова в ближайшее время увеличить выпуск в несколько раз.

Небольшую часть пленочного рынка (0.04 млн. м<sup>2</sup>) занимает стоматологическая пленка. Метод получения рентгеновского изображения на стоматологической пленке наиболее простой. Несущий скрытое изображение рентгеновский поток непосредственно в ее эмульсии превращается в видимое изображение. Пленка, находящаяся в специальном непрозрачном для света пакете,

вставляется в рот пациента. После экспонирования пленки рентгеновским излучением и ее фотохимической обработки получают изображение отдельных зубов (т. н. «периапикальная» съемка).

До 1990 годов стоматологическая пленка выпускалась казанским химическим заводом «ТАСМА». Пленка имела сенситометрические параметры среднего уровня, но не могла проявляться автоматическим способом и имела плохую светонепроницаемую упаковку. В пленке для получения хороших сенситометрических показателей использовалось большое количество серебра, в то время как зарубежные фирмы добивались таких же результатов технологическими методами при значительно меньшем содержании серебра. В результате производство пленки оказалось нерентабельным, и выпуск ее был прекращен.

Потребность во флюорографической пленке в настоящее время составляет в год порядка 0.1 млн. м<sup>2</sup>. Флюорография в нашей стране многие десятилетия является обязательным профилактическим исследованием для взрослого населения страны. Одной из причин такого широкого распространения этого метода послужило то, что регистрация изображения производится на пленку малого формата. Это приводит к экономии расхода пленки по сравнению с прямой рентгенографией грудной клетки примерно в 12 раз.

Потребность Советского Союза во флюорографической пленке до 90-х годов была очень высокой и составляла примерно 1 млн. м<sup>2</sup> в год. В настоящее время потребность в этой пленке существенно сократилась не только из-за уменьшения количества населения, но и потому, что на смену пленочным флюорографам пришли цифровые. Именно парк флюорог-

рафической аппаратуры быстрее всего перешел на цифровую форму получения изображения, позволившую исключить из процесса пленку.

В настоящее время флюорографическая пленка практически полностью поставляется зарубежными фирмами, но этот сегмент пленочного рынка в ближайшем будущем может быть закрыт отечественным производителем. Возобновить выпуск этой пленки готово предприятие ОАО «ТАСМА».

К пленкам, специализированным и очень востребованным, относится маммографическая пленка. Потребность в ней на сегодняшний день составляет порядка 0.7 млн м<sup>2</sup>. Рентгенологические исследования молочной железы являются наиважнейшим методом для диагностирования новообразований, как в случае подозрений на заболевание, так и при профилактических проверках. В последние годы в России появился обширный парк маммографической аппаратуры, позволяющей проводить не только исследования по показаниям, но и профилактические массовые обследования женщин.

Маммографическая пленка обычно односторонняя, но поскольку к ней предъявляются более жесткие требования по качеству изображения, она, как правило, стоит дороже, чем пленка общего назначения.

И, наконец, существенно возрастает с каждым годом потребность в пленке для регистрации цифровых изображений. Сегодня она составляет уже примерно 1.0 млн. м<sup>2</sup>. Это связано с тем, что последние годы ознаменованы повсеместным внедрением компьютерных методов и средств обработки медицинских изображений. Широко применяются в стране рентгеновские и магнитно-ре-

зонансные компьютерные томографы, многочисленные аппараты для цифровой рентгенографии, цифровой маммографии, цифровой флюорографии. Во всех этих видах аппаратуры изображение выводится на экран монитора и при необходимости с помощью принтеров различного типа регистрируется на пленку.

Определяя ежегодный стоимостной объем пленочного рынка страны мы исходили из следующих цен на пленку за 1 м<sup>2</sup>: рентгенографической пленки общего назначения – 6.0 \$, стоматологической пленки (в индивидуальных упаковках) – 150.0 \$, флюорографической пленки – 15.0 \$, маммографической пленки – 15.0 \$, пленки для цифровых изображений – 24 \$. Это означает, что ценовой рынок рентгенографической пленки составляет 60 млн. \$, стоматологической – 600 тыс. \$, флюорографической – 1.5 млн. \$, маммографической – 10 млн. \$, пленки для цифровых изображений – 20 млн. \$.

Общий ценовой объем рынка пленки в стране составляет примерно 81 млн. \$

На рис. 1 наглядно в процентном отношении показано распределение затрат на различные группы пленки.

Медицинские пленки требуют специальной фотохимической обработки, которая, как и у обычных фотопленок, состоит из проявления, фиксирования и промывки. От качества используемых для обработки пленки реактивов зависит информативность получаемых изображений.

Для проявления 1 м<sup>2</sup> пленки необходимо израсходовать примерно 0,5 литра раствора проявителя и 0,5 литра раствора фиксажа.

Общая потребность пленки в год составляет 12 млн. м<sup>2</sup>. Это означает, что



Рис. 1. Распределение затрат по группам пленки.

потребность в хим. реактивах составляет в год по 6 млн. литров проявителя и фиксажа. Ценовой объем отечественного рынка хим. реактивов для обработки медицинских пленок составляет порядка 12 млн. \$.

Реактивы различаются по своему составу и технологии изготовления в зависимости от типа пленки и методов фотохимической обработки пленки: ручной или автоматической. Реактивы для ручной обработки в баках и автоматической обработки в проявочной машине существенно отличаются по составу и концентрации и не могут заменить друг друга. Соотношение объемов автоматических и ручных реактивов после реализации национальной программы «Здоровье», по которой клиники были оснащены проявочными машинами, составляет 50 на 50%. Очевидно, что в дальнейшем доля реактивов для автоматической обработки будет возрастать.

Разрабатываются и изготавливаются реактивы обычно фирмами-изготовителями пленки, поскольку обработка пленки существеннейшим образом влияет на ее технологические параметры. Однако, для пленок общего назначения часто используют реактивы, изготовленные другими фирмами. Обычно это не приводит к потере параметров больше, чем на 5-10%. На отечественном рынке широко представлены различные типы реактивов зарубежных компаний. Среди них компании Carestream Health, Agfa, Fuji, Konica. Есть на рынке реактивы и отечественного производства для ручной обработки пленки. Этот сегмент рынка отечественные реактивы закрывают примерно на 90%. Стоимость этого объема реактивов составляет порядка 3 млн. \$.

Реактивы ручного проявления выпускаются в стране несколькими фирмами. Основной среди них, выпускающей

львиную долю ручных реактивов, является фирма «ВИПС-МЕД» (Фрязино, Моск.обл). Также, хотя и в меньших количествах, выпускает реактивы для обработки медицинских рентгеновских пленок отечественная фирма ООО «Завод химреактивов» (г. Казань).

С 2010 года начинается выпуск реактивов РЕНЕКС, предназначенных как для автоматической, так и для ручной обработки всех типов рентгеновских пленок, применяемых в рентгенодиагностике, включая маммографические и флюорографические. Это новое поколение экологически чистых реактивов, изготавливаемых без применения потенциально опасных веществ. Производство реактивов освоило ЗАО «РЕНЕКС» (г. Новосибирск) на собственных производственных площадях.

Производственные мощности предприятия позволяют обеспечить данными реактивами всю территорию Сибири и Дальнего Востока. Стоимость реактивов, несмотря на применение дорогостоящих импортных компонентов, существенно ниже (на 15 %) зарубежных аналогов.

В этом году начало выпуск реактивов еще одно производство, расположенное в г. Переславль-Залесский. Это производственный филиал ООО Кодак. На производстве, работающем по технологии фирмы Carestream Health, из поставляемых ею химических реагентов, изготавливаются реактивы для автоматической обработки рентгеновской пленки.

Данных по количественному выпуску изделия представители производства не открывают, но есть основания полагать, что предприятие способно закрыть практически всю потребность в изделиях данного класса.

Реактивы ручной и автоматической обработки пленки существенно отличаются по цене. Реактивы для автоматической обработки примерно в 3 раза дороже.

Стоимость объема рынка этих реактивов составляет уже сегодня 9 млн. \$.

В дальнейшем объем отечественного рынка реактивов для автоматической обработки будет увеличиваться на 3-5 % в год. Примерно на тот же процент следует ожидать уменьшения объема необходимого количества реактивов в связи с уменьшением применения рентгенографических пленок и увеличением доли термических пленок для цифровой рентгенографии, не требующих жидкого проявления.

Выше уже отмечалось, что рентгенографическая пленка, используемая для получения рентгеновских снимков, работает только в контакте с усиливающими экранами, обеспечивающими возможность проведения рентгенографических исследований со щадящими дозовыми нагрузками на пациентов. Обеспечить необходимое качество изображения в комплекте экран/пленка возможно только в случае их тесного контакта между собой. Такой контакт обеспечивается с помощью рентгенографических кассет, которые, кроме этого, обеспечивают защиту пленки от светового излучения.

95 % используемых в стране усиливающих экранов и кассет изготавливается отечественной фирмой ЗАО «РЕНЕКС». Фирма выпускает широкий номенклатурный ряд усиливающих экранов, перекрывающих практически весь спектр изделий, необходимых в рентгенографии. Исключение составляют усиливающие экраны для маммографии и экраны с фотостимулируемыми

люминофорами. Производимые фирмой рентгенографические кассеты изготавливаются из комплектующих, закупаемых в Германии. Фирма собирает кассеты и комплектует их усиливающими экранами собственного производства.

Кассеты с усиливающими экранами подлежат периодической замене по мере механического повреждения поверхности экранов или нарушения прилегания экранов к пленке. Средний срок службы рентгенографических кассет с усиливающими экранами составляет не менее 5 лет (8 000 снимков). Соответственно ежегодная потребность в кассетах порядка 20 000 штук, а в экранах порядка 3 000 м<sup>2</sup>.

Ежегодный ценовой объем рынка кассет с усиливающими экранами примерно 2 млн. \$.

### **Средства радиационной защиты**

Средства радиационной защиты, применяемые в рентгенодиагностике, разделяются на индивидуальные (защитная одежда для персонала и пациентов), коллективные (защитные экраны и ширмы) и строительные элементы защиты (двери, окна, панели). Все типы защитных средств производятся в России. Средства радиационной защиты подлежат замене после их физического износа (через 5-6 лет).

Защитная одежда представляет собой фартуки, накидки, воротники, шапочки, выполненные из гибкой резины, просвинцованной или наполненной другими тяжелыми элементами, поглощающими рентгеновское излучение. Защитные очки выполняются из свинцового стекла. Объем защитной одежды, подлежащий обновлению в лечебных учреждениях страны, составляет 25000 единиц на сумму примерно 3.5 млн. \$.

Незначительная часть защитной одежды (<1%) закупается за рубежом, хотя ее стоимость в 3-5 раз выше. Объем производства защитных ширм и экранов оценивается примерно в 0.8 млн. \$. Объем защитных элементов строительных конструкций (окна, двери) строящихся кабинетов оценивается примерно в 1.2 млн. \$. Средства стационарной защиты в отличие от одежды на 90-95% выпускаются отечественными предприятиями.

Таким образом, объем ежегодного ценового рынка средств радиационной защиты (исключая строительные работы) составляет порядка 5.5 млн. \$. Производители отечественных изделий реализуют продукции на 4.2 млн. \$.

Основными отечественными производителями индивидуальных и стационарных средств радиационной защиты являются фирмы Рентгенкомплект (г. Александров), Ренекс (г. Новосибирск), Гаммамед (г. Москва), Пони (г. Мытищи), Ранда (г. Фрязино).

На рис. 2 приведена доля реализации каждым из перечисленных отечественных производителей.

### **Рентгенодиагностические трубки**

Рентгеновская трубка является источником рентгеновского излучения в рентгеновском аппарате. От ее технических характеристик и надежности работы зависит качество получаемой диагностической информации и надежность работы рентгенодиагностического кабинета. Для создания рентгеновского излучения в трубке должно осуществляться получение свободных электронов, сообщение им большой скорости и резкое торможение на массивном теле (аноде).

Для получения высокого качества изображения рентгеновская трубка должна иметь фокусное пятно наимень-

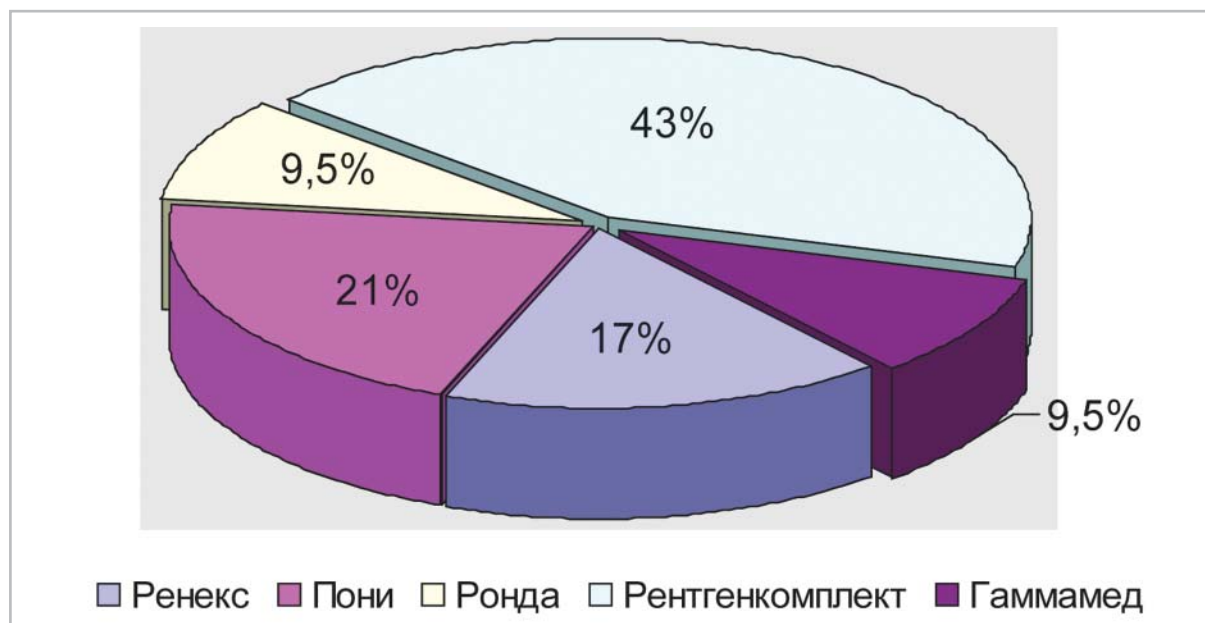


Рис. 2. Объемы производства средств защиты отечественными производителями.

ших возможных размеров (определяет геометрическую нерезкость изображения) при наибольшей возможной мощности (определяет динамическую нерезкость при съемке движущихся органов. Задача эта решается с помощью вращающихся анодов.

В современных рентгенодиагностических трубках скорость вращения анода обычно равна 2800 об/мин, но в ряде трубок применяется скорость 8500 об/мин и выше (до 16000 об/мин). В настоящее время трубки с неподвижным анодом применяются только в маломощных рентгеновских аппаратах при мощности до 3 кВт (дентальные аппараты и маломощные палатные передвижные и переносные аппараты).

В процессе работы рентгенодиагностическая трубка нагревается и быстро изнашивается. Ресурс ее работы 15-40 тысяч включений. Периодичность заме-

ны трубки зависит от нагрузки аппарата и может колебаться от 0.5 до 2 лет.

Ежегодная потребность в рентгеновских трубках составляет:

- Трубки с вращающимся анодом на мощность 30-50 кВт – 4000-5000 штук;
- Трубки с вращающимся анодом мощностью 18/11 кВт – 2000-2500 штук;
- Трубки с неподвижным анодом мощностью 3 кВт – 1000-2000 штук;
- Дентальные трубки с неподвижным анодом – 3000-4000 штук.

Стоимость такого количества трубок составляет порядка 15 млн. \$.

Отечественное производственное объединение «Светлана» выпускает все перечисленные типы рентгеновских трубок и часть потребности в них закрывает. Оно ежегодно поставляет продукции



на 2,5 млн. \$. и способно существенно увеличить выпуск этих изделий. Но при этом необходимо добиться повышения качества выпускаемых трубок, особенно в части повышения надежности их работы и увеличения срока службы.

В настоящее время появились трубки, которые в стране не выпускаются. Это, трубки с повышенной и большой теплоемкостью и теплоотдачей (более 100 кВт) и трубки для компьютерных томографов. Стоимость таких трубок чрезвычайно высока, особенно последних. Она достигает нескольких десятков тысяч долларов. Несмотря на то, что отечественных томографов не существует, их количество в ЛПУ быстро растет. Трубки в томографах при многосменной работе изнашиваются примерно за полгода. Ежегодная потребность в заменяемых томографических трубках составляет в год порядка 1000 штук.

Затраты на закупку дорогостоящих высокотехнологичных трубок составляют порядка 40 млн. \$.

Суммарный ценовой рынок рентгенодиагностических трубок можно оценить примерно в 55 млн. \$.

### **Контрастные средства**

Информативность медицинской визуализации зависит от технических характеристик диагностического устройства и контрастности тканей, которую может различить применяемый метод исследования. В рентгенологии контрастность изображения определяется различием в поглощении тканями энергии рентгеновского излучения. Даже очень мелкие объекты, если они задерживают рентгеновские лучи, хорошо отображаются на фоне прозрачной для рентгеновских лучей ткани благодаря большой разности в контрастности.

Однако, к сожалению, многие органы человеческого тела не обладают свойствами, обеспечивающими их отличие по поглощению рентгеновского излучения, на фоне общей картины тела.

В результате рентгенологический метод не дает возможности диагностирования патологии. Во многих случаях эта задача решается с помощью введения в исследуемые органы контрастных веществ. Круг диагностических задач, решаемых радиологическими методами, чрезвычайно широк и так же многообразен арсенал рентгеноконтрастных средств, используемых для их решения.

Рентгеноконтрастные средства могут быть разбиты на две основные группы: вводимые в пищеварительный тракт пациента и вводимые в кровеносную систему. Первые используются при исследованиях с помощью рентгеновских аппаратов глотки, пищевода, желудка, двенадцатиперстной, тонкой и толстой кишки. Вторые – при многочисленных исследованиях с помощью рентгеновских аппаратов, ангиографических устройств, компьютерных и томографических устройств, при таких исследованиях, например, как урография, ангиокардиография, цифровая субтракционная ангиография, КТ, церебральная ангиография, флебография и множестве других.

В России ежегодно проводится около 4 млн. рентгенологических исследований, использующих рентгеноконтрастные вещества для ЖКТ. Таким веществом служит отечественный фармакопейный сульфат бария и препарат БАР-ВИПС, изготовленный на его основе и отличающийся высокой концентрацией, дисперсностью, адгезивностью, низкой вязкостью и хорошими органолептическими свойствами.

Объем рынка для фармакопейного сульфата бария составляет примерно 750 тонн в год, в стоимостном выражении это приблизительно 2,4 млн.\$, а препарата БАР-ВИПС – 250 тонн, в стоимостном выражении 2 млн. \$.

Среди рентгеноконтрастных веществ, предназначенных для внутреннего введения, наибольшую группу составляют водорастворимые контрастные вещества. Эти вещества усиливают естественную контрастность диагностируемых элементов и затем выводятся из организма в основном через мочевыделительную систему.

Любое контрастное вещество оценивается с позиций его диагностической эффективности и безопасности для больного, а эти критерии, обычно, находятся в антогонистическом противоречии друг с другом.

Разработкой рентгеноконтрастных препаратов занимаются множество зарубежных фирм. Ассортимент, производимой ими продукции чрезвычайно широк. Но несмотря на значительные затраты, очень высокое техническое оснащение и многолетний опыт производства на сегодняшний день не удалось синтезировать молекулу контрастного вещества, которая аккумулирует только положительный качества, т. е. ее введение было бы безопасно для пациента. Решается эта проблема фирмами-изготовителями оптимальным компромиссом между полезными и нежелательными свойствами контрастного вещества.

Рентгеноконтрастные препараты для внутривенного введения делятся на ионные и неионные. Неионные препараты обладают меньшими отрицательными эффектами и их производство расширяется. В настоящее время соотношение между объемами потребляемых ионных

и неионных препаратов можно обозначить как 30 % к 70 %.

Оценку отечественного рынка контрастных веществ мы определяли по количеству проводимых в стране с их участием лучевых диагностических исследований.

При ангиографических исследованиях на одного пациента в среднем расходуется 150 мл рентгеноконтрастного вещества. Всего в стране в настоящее время работает порядка 400 ангиографических комплексов.

На каждом из них проводится порядка 500 исследований за год и все они ведутся с использованием контрастных веществ. Это означает, что на эти цели расходуется в год примерно 30 000 л контрастных веществ на сумму порядка 30 млн. \$ (30 000 руб. за литр).

При исследованиях на рентгеновских компьютерных томографах на одного пациента в среднем расходуется 100 мл рентгеноконтрастного вещества. Всего в стране работает порядка 800 КТ. На каждом из них проводится порядка 5000 исследований за год (при многоменной работе). Считаем, что четверть из них проводится с использованием контрастных веществ. Это означает, что на эти цели расходуется в год примерно 100 000 л контрастных веществ на сумму порядка 60 млн. \$.

Необходимо использование контрастных веществ и при применении магнито-резонансных томографов. Несмотря на то, что контраст МР-изображений можно улучшать в гораздо большей степени, чем при других методах медицинской визуализации, в некоторых случаях все равно необходимо введение контрастных веществ.

Контрастные вещества, используемые в МРТ, принципиально отличаются

от рентгеновских. Их действие направлено на изменение времени релаксации и спиновой плотности. Поэтому они все практически парамагнетики. Наиболее перспективным среди них является гадолиний и именно на его основе изготавливается большинство контрастных веществ для МРТ. Хорошими парамагнетиками также являются магний, диспрозий и железо. Они тоже используются в некоторых образцах контрастных веществ для МРТ.

Парамагнитные контрастные вещества в организме человека распределяются во внутрисосудистом и межклеточном пространстве, Поэтому их называют внеклеточными контрастными веществами. Именно их чаще всего используют в МРТ-исследованиях. Эти вещества позволяют надежно выявлять поражения центральной нервной системы, опухоли, очаги некроза, инфекции и многое другое.

Существуют также внутрисосудистые контрастные вещества, используемые в магниторезонансных ангиографах, позволяющие контрастировать именно сосудистую систему, и контрастные вещества для контрастирования отдельных органов, печени, селезенки, поджелудочной железы, лимфатических узлов, надпочечников, опухолей, миокарда. Также, контрастные вещества могут накапливаться только в определенных органах и тканях, существенно увеличивая полезный сигнал, улучшая тем самым возможности диагностирования.

Оценивая объем отечественного рынка, мы исходили из того, что в стране работает порядка 400 магнито-резонансных томографов, на каждом из которых в год производится 5000 исследований, из которых в каждом шестом используется контрастное вещество. При МРТ на одного пациента в среднем расходуется, как правило, 20 мл контрастного вещества.

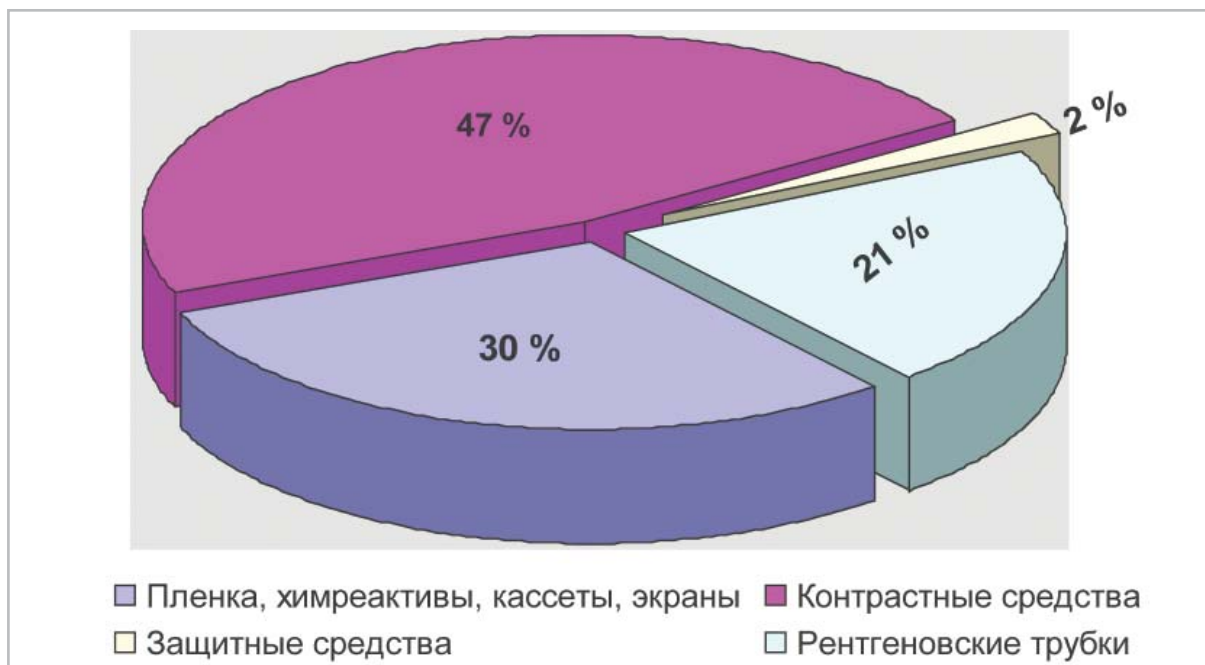


Рис. 3. Распределение затрат по группам расходных материалов.

ва. Это означает, что объем рынка МРТ-контрастных веществ в год составляет в настоящее время примерно 65 000 литров на сумму порядка 35 млн. \$.

Таким образом, общий ценовой рынок контрастных веществ составляет порядка 125 млн. \$ в год.

Подводя итог краткому анализу рынка расходных материалов для рентгенологии, следует сказать, что потребность в них соизмерима по объему с затратами на рентгеновскую аппаратуру и состав-

ляет порядка 280 млн. \$. Этот объем складывается из расходов на пленку и изделия, необходимые для получения снимка, рентгеновские защитные принадлежности, рентгеновские трубки, контрастные препараты.

На рис. 3 приведено распределение затрат по указанным группам изделий.

В таблице приведен общий объем рынка и объем рынка отечественных изделий для групп расходных материалов и сменных элементов оборудования.

### Ежегодные затраты на закупку расходных материалов и сменных элементов оборудования для рентгенологии

Таблица.

Наименование изделия	Общий объем рынка, в млн. \$	Объем рынка отечественных изделий, в млн.\$
Пленка	81	2.5
Химреактивы	12	3.0
Кассеты и экраны	2	1.5
Защитные средства	5.5	4.0
Рентгеновские трубки	55	2.5
Контрастные средства	125	4.5

Из проведенного анализа объема рынка отечественных расходных материалов, который составляет примерно 18 млн. \$ (7 % от объема общего рынка), следует, что этот рынок весьма не развит и нуждается в существенном расширении. В стране отсутствует производство рентгеновских пленок и пленок для цифровых изображений, рентгеноконтрастных веществ для ангиографии и томографии. В ограниченных количествах выпускаются рентгенодиагностические трубки, химические реактивы для автоматической обработки пленки. И только

усиливающие экраны, рентгенографические кассеты, химические реактивы для ручной обработки пленки, рентгеноконтрастные вещества для желудочно-кишечного тракта и средства радиационной защиты, индивидуальные и коллективные, практически полностью закрывают отечественными изделиями потребность отечественного рынка.

Однако, даже в тех областях, где организовано производство отечественных изделий, многие материалы и исходные элементы производитель вынужден закупать за рубежом. Это относится к

материалам для радиационной защиты, люминофорам для усиливающих экранов, конструктивным элементам рентгенографических кассет, чистым химическим реагентам для реактивов, к стеклу и анодам для рентгенодиагностических трубок.

Для радикального улучшения ситуации на рынке расходных материалов и сменных элементов оборудования для лучевой диагностики необходимо улучшить уровень высокотехнологичных производств, прежде всего химических, в масштабе всей страны.