

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения города
Москвы по лучевой и
инструментальной диагностике



Ю.А. Васильев

«14» июля 2022 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 11



«14» июля 2022 г.

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И
РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАЩИТНОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Методические рекомендации № 56

Москва
2022

УДК 615.84+616-073.75
ББК 53.6
П 75

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»
Серия основана в 2017 году

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»

Составители:

Киселев Д.В. - инженер отдела дозиметрического контроля ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»,
Смирнов А.В. - инженер отдела дозиметрического контроля ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»,
Лантух З.А. – начальник отдела дозиметрического контроля ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»,
Солдатов В.А. - инженер отдела рентгенорадиологического технического контроля ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»,
Киселев Ф.А. - начальник отдела Рентгенорадиологического технического контроля,
Солдатов И.В. - начальник Испытательной лаборатории.

П 75 Методика испытаний средств радиационной защиты и рентгенозащитных материалов для контроля защитной эффективности и эксплуатационных параметров/ сост. Д.В. Киселев, А.В.Смирнов, З.А. Лантух, [др.]; под ред. С.П. Морозова // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 86. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2022. – 34 с.

Рецензенты:

Морозов Александр Константинович – д.м.н., профессор. Руководитель отделения лучевой диагностики ФГУ «ЦИТО имени Н.Н. Приорова» Минздравсоцразвития России.
Буренчев Дмитрий Владимирович – д.м.н. заведующий отделением рентгенодиагностических и радионуклидных методов исследования ГБУЗ «ГКБ им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ»

Методические рекомендации предназначены для проведения испытаний средств радиационной защиты и рентгенозащитных материалов для контроля защитной эффективности и эксплуатационных параметров. Рекомендации относятся к медицинским рентгенодиагностическим и радиологическим исследованиям и предназначены для сотрудников испытательных лабораторий и организаций, осуществляющих радиационный контроль в медицинских организациях, а также могут быть использованы экспертными организациями и органами, осуществляющими санитарно-эпидемиологический надзор.

Данные методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы «Жизненный цикл ресурсов лучевой диагностики и терапии: качество, безопасность, прогнозирование»

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы, не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения

ISSN 2648-7124

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2022
© ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2022
© Коллектив авторов, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	4
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.	6
3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	8
5. ПОДГОТОВКА ИСПЫТАНИЙ.....	8
6. ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА ОТ ТОЛЩИНЫ СВИНЦА (ЗА ЭТАЛОННЫМИ ПЛАСТИНАМИ).	9
7. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ СРЗ.....	12
8. ПРИЁМ И ДОПУСК ОБЪЕКТОВ К ИСПЫТАНИЯМ.....	13
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦОВОГО ЭКВИВАЛЕНТА СРЗ И ОБРАЗЦОВ РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	13
10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	17
Приложение А_Классификация повреждений СРЗ.....	18
Приложение Б-Выбор точек контроля СРЗ или образца рентгенозащитного материала.	23

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий документ (методические указания) устанавливает методику испытаний средств радиационной защиты (далее - СРЗ) и рентгенозащитных материалов с целью определение (проверки) их соответствия нормативным документам, в том числе на свинцовый эквивалент в условиях эксплуатации в рамках текущего, оперативного или аварийного контроля и оформления результатов измерений в протоколах [1].

Методика может быть использована для измерения (испытания) СРЗ для испытаний других целей, например, для измерения свинцового эквивалента образцов баритобетона (или свинцового стекла) с целью корректировки расчетной толщины защиты от ионизирующего излучения.

Настоящая методика обеспечивает измерение защитной эффективности в полях узкого пучка излучения рентгеновских аппаратов с анодным напряжением в диапазоне от 60 до 120 кВ [5].

МУ позволяют определить свинцовый эквивалент в диапазоне от 0,10 до 3,10 мм с суммарной неопределенностью не более 30 % ($P=0,95$), оцениваемой в процессе измерений.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» (№ 3-ФЗ ред. от 19.07.2011 г.);
- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями и дополнениями) (№ 52-ФЗ от 30 марта 1999 г.);
- СП 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»;
- ГОСТ 31114.2 2012 (IEC 61331-2:1994) «Средства защиты от рентгеновского излучения в медицинской диагностике. Часть 2. Защитные рентгеновские стекла»;
- ГОСТ 31114.3-2012 (IEC 61331-3:1998) «Средства защиты от рентгеновского излучения в медицинской диагностике. Часть 3. Защитная одежда»
- ГОСТ 59728-2021 «Средства защиты от рентгеновского излучения в медицине. Методы контроля»;
- МИ 2453-2015 «ГСИ. Методики радиационного контроля. Общие требования»
- МЭК 62461:2015 «Измерительная аппаратура для защиты от радиации. Определение неопределенности измерения»
- Р 50.2.038-2004 «Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений»

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Сокращения, принятые в настоящих методических рекомендациях:

ГБУЗ «НПКЦ ДиГ ДЗМ» – Государственное бюджетное учреждения здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы»;

ГОСТ Р – государственный стандарт РФ;

ДЗМ – Департамент здравоохранения города Москвы;

ДП – документированная процедура;

ИЛ – испытательная лаборатория ГБУЗ «НПКЦ ДиГ ДЗМ»;

РК – руководство по качеству.

ЖКИ – жидко-кристаллический индикатор;

МО – медицинская организация;

МУ – методические указания;

ПО – программное обеспечение;

РА – рентгеновский аппарат;

РК – рентгеновский кабинет;

РП – руководство пользователя;

СИ – средство измерений;

СРЗ – средства радиационной защиты;

СКО – среднеквадратическое отклонение.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. **Фотонное излучение** – к фотонному ионизирующему излучению относится электромагнитное излучение с длиной волны $\geq 5 \cdot 10^{-9} : 10^{-13}$ м (рентгеновское характеристическое и тормозное излучение и гамма-излучение радиоактивных веществ).

1.2. **Ослабление излучения** – при взаимодействии фотонного излучения с веществом происходит ослабление первичного излучения по экспоненциальной зависимости. Степень ослабления характеризуется **коэффициентом (кратностью) ослабления** и толщиной материала (ослабителя).

1.3. **Защита от излучения (радиационная защита)** – комплекс мероприятий, направленный на защиту живых организмов от ионизирующего излучения (путем ослаблением поражающего действия ионизирующего излучения). К основным способам защиты от ионизирующего излучения относятся: защита расстоянием, защита временем, защита экранированием, использование СРЗ.

1.4. **Свинцовый эквивалент** – характеристика ослабляющих свойств материала (изделия, приспособления), в числовом выражении определенная как толщина свинцового слоя в миллиметрах, обеспечивающего при заданных условиях облучения рентгеновским излучением такую же кратность ослабления, как и рассматриваемый материал.

1.5. **Барит (баритобетон)** – светлосерый порошок сернокислого бария, используемый для устройства стационарной радиационной защиты РК путем нанесения цементно-баритового раствора необходимой толщины на поверхности стен. Слой барита (плотность $2,7 \text{ г/см}^3$) толщиной 10,5 мм эквивалентен свинцу толщиной 1 мм (при анодном напряжении 100 кВ).

1.6. **Органолептический контроль** – контроль, при котором первичная информация воспринимается органами чувств.

1.7. **Неопределенность измерения** – Параметр, относящийся к результату измерения и характеризующий разброс значений, которые могли бы быть обосновано приписаны измеряемой величине.

1.8. **Стандартная неопределенность** – неопределенность результата измерений, выраженная в виде стандартного (среднеквадратичного) отклонения.

1.9. **Неопределенность типа А (оценивание/вычисление), u_A** – метод оценивания неопределенности путем статического анализа ряда наблюдений (полученных значений).

1.10. **Неопределенность типа В (оценивание/вычисление), u_B** – метод оценивания неопределенности, отличный от статического анализа ряда наблюдений.

1.11. **Суммарная стандартная неопределенность, u_H** – Стандартная неопределенность результата измерений, полученного из значений ряда, равная положительному квадратному корню взвешенной суммы дисперсий или ковариаций этих величин, весовые коэффициенты которых определяются зависимостью изменения результата измерений от изменения этих величин.

1.12. **Расширенная неопределенность** – величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, который, как ожидается, содержит в себе большую часть распределения значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине.

1.13. **Коэффициент охвата** – коэффициент, на который умножают суммарную стандартную неопределенность для получения расширенной неопределенности.

2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

2.1 Настоящая методика предполагает применение следующих средств измерений:

2.1.1 для измерения мощности кермы в воздухе - универсальный дозиметр для контроля характеристик рентгеновских аппаратов с диапазоном измерения мощности кермы в воздухе $1 \cdot 10^{-8} : 1 \cdot 10^4 \text{ мГр/сек}$, пределами допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности кермы в воздухе не более $\pm 5 \%$. Допускается использование двух дозиметров для контроля характеристик рентгеновских аппаратов с указанными ранее характеристиками.

2.1.2 для контроля условий проведения измерений – измеритель температуры, давления и влажности с диапазонами измерений относительной влажности от 10 % до 95 % (предел допускаемой основной относительной погрешности $\pm 3 \%$), температуры от -10°C до $+50^\circ \text{C}$ (предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4 \%$), атмосферного давления от 840 гПа до 1060 гПа (предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5 \text{ гПа}$) или от 630 мм. рт. ст. до 790 мм. рт. ст.;

2.1.3 для контроля условий проведения измерений (измерения МАЭД) – дозиметр фотонного излучения с диапазоном измерения мощности амбиетного эквивалента дозы не менее $0,05 \div 5 \cdot 10^6$ мкЗв/ч и пределом допускаемой основной погрешности измерений МАЭД излучения не более $\pm 15 \%$ и анизотропной чувствительностью в вертикальной и горизонтальной плоскостях не более 20 %. 4.1.4 для контроля дистанции (точки проведения измерений) – измерительная рулетка (механическая или электронная) с допустимым отклонением длины интервалов не более 0,2 мм.[4].

2.2 Используемые средства измерения должны иметь утверждение типа и действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается использовать измерительное оборудование с аналогичными или лучшими техническими и метрологическими характеристиками.

2.4 При проведении измерений необходимо использовать следующее вспомогательное и испытательное оборудование [3] :

- медный фильтр (толщина 0,25 мм), марка меди – не хуже, чем М1 (ГОСТ 859-2014), с содержанием (массовой долей элементов) Cu+Ag не менее 99,9 %; геометрические размеры – не менее 50x50 мм;

- набор эталонных свинцовых пластин с определенным свинцовым эквивалентом. Должен обеспечивать необходимый диапазон толщин свинца, предусматривающий измерение максимального значения свинцового эквивалента проверяемых СРЗ. Геометрические размеры пластины – не менее 100×100 мм;

- диафрагма свинцовая, предназначенная для исключения воздействия на регистрирующие устройства излучения утечки рентгеновского излучателя и рассеянного излучения, со следующими характеристиками: толщина – не менее 2 мм Pb, размеры – не менее 200×200 мм, диаметр отверстия – не менее 20 мм;

- оснастка (штатив) для позиционирования рентгеновского излучателя, диафрагмы, пластин, объектов испытаний, дозиметра должен позволять расположить все элементы в соответствии с геометрией измерений (см. рисунок 1);

- программное обеспечение для построения графиков (с возможностью построения линий тренда и отображения уравнения линии тренда и коэффициента достоверности аппроксимации).

2.5 Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.

3.1 Условия проведения измерений должны соответствовать требованиям:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25
- относительная влажность, % от 40 до 75
- атмосферное давление, кПа..... от 97,3 до 106,7

3.2 При измерениях климатических условий необходимо учитывать дополнительные погрешности при вычислении суммарной неопределенности результата измерений.

3.3 Испытания проводят в помещениях, соответствующих требованиям по радиационной безопасности.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.

4.1 Измерения должны выполнять специалисты ИЛ имеющие соответствующую квалификацию, освоившие данную методику, руководства по эксплуатации СИ, требования, регламентированные в "Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", НРБ-99/2009 и действующих санитарных правил по радиационной гигиене.

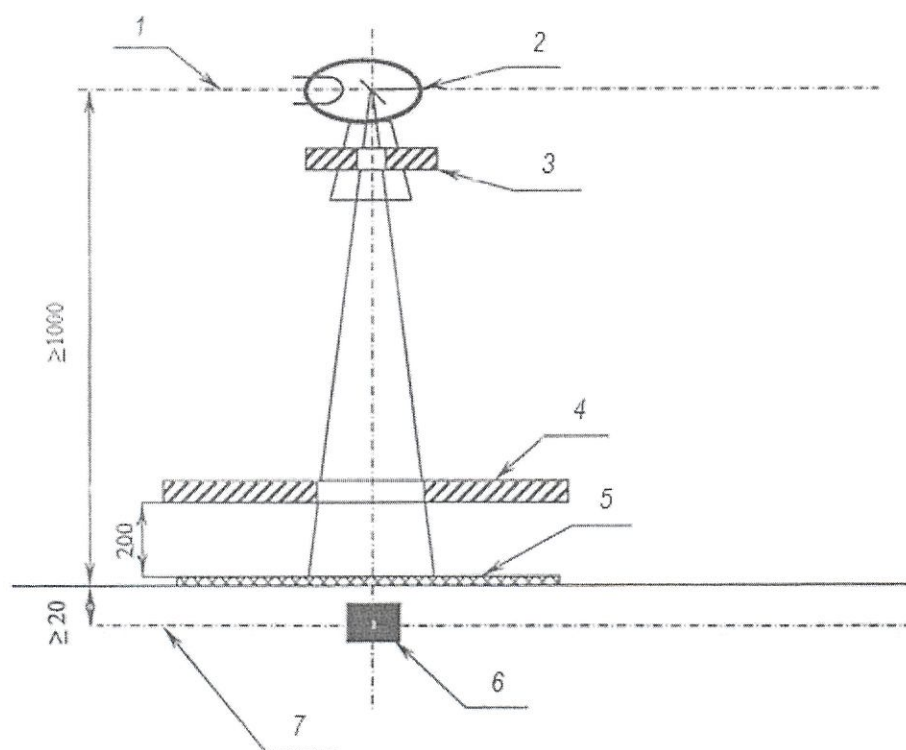
4.2 Персонал, допускаемый до выполнения работ с источниками ИИ, должен иметь стаж работы в области радиационного контроля не менее одного года, быть старше 18-ти лет, по результатам ежегодного медицинского осмотра отнесён к персоналу группы А, иметь действующий сертификат курсов радиационной безопасности и индивидуальные дозиметры.

4.3 Включение, выключение рентгеновского аппарата, а также управление режимами его работы, проводится персоналом, допущенным к проведению работ на рентгеновском аппарате.

5 ПОДГОТОВКА ИСПЫТАНИЙ.

5.1 Включить главный сетевой рубильник РК. Включить рентгеновский аппарат и выставить на РА уставки. Пример режима: длительность экспозиции 0,1-0,25 с; анодный ток 25-50 мА; количество электричества 2,5-12,5 мАс; анодное напряжение 40-50 кВ.

5.2 Проверить визуально соответствие стенда схеме проведения испытаний (рисунок 1) [2]:



1 – опорная плоскость фокусного пятна; 2 – излучатель; 3 – устройство формирования пучка; 4 – диафрагма; 5 – испытуемый объект или эталонная свинцовая пластина; 6 – положение детектора дозиметра при проведении измерений; 7 – опорная плоскость детектора дозиметра

Рисунок 1. Геометрическая схема проведения испытаний

5.3 Для выхода рентгеновского аппарата на рабочий режим, сделать три экспозиции кнопкой включения анодного напряжения. Между снимками всегда выдерживать паузу не менее 30 с (длительность паузы регламентируется технической документацией на рентгеновский излучатель).

5.4 Проверить взаимное расположение рентгеновского излучателя, диафрагмы и датчика регистрирующего прибора (расстояние между ними должно составлять $1,020 \pm 0,020$ м, направление излучения перпендикулярно объекту испытаний).

5.5 Включить световой центратор и убедиться в совпадении светового поля рентгеновского аппарата с датчиком регистрирующего прибора.

5.6 Необходимо зафиксировать положение створок коллиматора. Размеры светового поля должны превышать размеры датчика регистрирующего прибора.

5.7 Закрепить медный фильтр на коллиматоре.

5.8 Для исключения влияния внешних факторов при последовательном измерении мощности кермы в воздухе в неослабленном и ослабленном пучке излучения допускается проводить одновременное измерение мощности кермы на и под СРЗ двумя дозиметрами с характеристиками по п. 2.1.1. В таком случае, второй дозиметр располагается между диафрагмой (4) и испытуемым объектом или эталонной свинцовой пластиной (5) не перекрывая ось первого детектора.

6 ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА ОТ ТОЛЩИНЫ СВИНЦА (ЗА ЭТАЛОННЫМИ ПЛАСТИНАМИ).

6.1 Измерить значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке излучения. Внести данные замеров в журнал испытаний, либо в технические записи к протоколу испытаний:

6.1.1 По результатам 3 замеров в неослабленном пучке излучения (без свинцовых пластин) определить среднее значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке \bar{D}'_0 по формуле [3]:

$$\bar{D}'_0 = \frac{\sum_{i=1}^n D'_{0,i}}{n}, \text{ мГр/с} \quad (1)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе;

$D'_{0,i}$ - измеренное значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке, мГр/с;

\bar{D}'_0 – среднее значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке, мГр/с.

6.1.2 Для каждого i -го измерения определить отклонение от среднего значения $\Delta D'_{0,i}$ по формуле:

$$\Delta D'_{0,i} = \bar{D}'_0 - D'_{0,i}, \text{ мГр/с} \quad (2)$$

Максимальное отклонение $\Delta D'_{0,i}$ от \bar{D}'_0 не должно превышать 5 %. Если отклонение превышает 5 %, приостановить испытания до устранения причины отклонений.

6.2 Измерить значение мощности кермы в воздухе в ослабленном пучке излучения. По результатам 3 измерений в ослабленном пучке излучения (за эталонными пластинами) определить значение коэффициента ослабления $K_{d,i}$ по формуле (3) и среднее значение коэффициента ослабления \bar{K}_d по формуле (4):

6.2.1 По результатам 3 измерений в ослабленном пучке излучения (за эталонными пластинами) определить значение коэффициента ослабления $K_{p,i}$ по формуле (3) и среднее значение коэффициента ослабления \bar{K}_p по формуле (4):

$$K_{p,i} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{D}'_0 / D'_{p,i})}{n}, \quad (3)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе;

$D'_{p,i}$ – измеренное значение мощности кермы в воздухе в ослабленном пучке за свинцовыми пластинами, мГр/с;

\bar{D}'_0 – среднее значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке, мГр/с.

$$\bar{K}_p = \frac{\sum_{i=1}^n K_{p,i}}{n}, \quad (4)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе;

$K_{p,i}$ – значение коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластиной.

6.2.2 Для каждого i -го измерения определить отклонение от среднего значения по формуле (5):

$$\Delta K_{p,i} = \bar{K}_p - K_{p,i}, \quad (5)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

$K_{p,i}$ – значение коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластины.

\bar{K}_p – среднее значение коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластины.

Максимальное отклонение $\Delta K_{p,i}$ от \bar{K}_p не должно превышать 5 %.

6.3 Построить кривую зависимости *коэффициента ослабления материала* от *толщины свинца* и получить:

- аппроксимирующую функцию (уравнение линии тренда) для этой кривой (с использованием программного обеспечения для построения графиков);

- коэффициент достоверности аппроксимации;

Примечание: Коэффициент достоверности аппроксимации не должен отличаться от значения 1 более, чем на 5 % (значение должно не меньше 0,95).

6.4 Для результатов измерений провести расчет неопределенностей:

6.4.1 Оценить стандартную **относительную** неопределенность результата измерений мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке u_0 по типу А [3]:

$$u_0 = \frac{1}{\bar{D}'_0} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta D'_{0,i})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (6)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе;

$D'_{0,i}$ – измеренное значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке, мГр/с;

\bar{D}'_0 – среднее значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке, мГр/с.

Значение u_0 должно быть меньше, чем индуцируемое дозиметром во время измерений.

6.4.2 Оценить стандартную **относительную** неопределенность результата измерений u_{Kp} для каждой толщины свинца по типу А [3]:

$$u_{Kp} = \frac{1}{\bar{K}_p} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta K_{p,i})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (7)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе;

$\Delta K_{p,i}$ – отклонение от среднего значения коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластины.

\bar{K}_p – среднее значение коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластины.

6.4.3 Оценить стандартную **относительную** неопределенность результата измерений вносимых оператором (ошибка оператора) $u_{\text{оп}(Kp)}$ по типу В:

$$u_{\text{оп}(Kp)} = \frac{1}{\bar{K}_p} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta K_{p,i})^2}{(n-1)}} \cdot 100 \quad (8)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе;

$\Delta K_{p,i}$ – отклонение от среднего значения коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластины.

\bar{K}_p – среднее значение коэффициента ослабления эталонной свинцовой пластины.

Примечание: значение u_{Kp} должно быть меньше, чем u_{γ} используемых эталонных пластин.

6.4.4 По результатам оценки u_{Kp} определить **максимальную стандартную относительную** неопределенность результата измерений $u_{Kp,max}$,

$$u_{Kp,max} = \text{МАКС}(u_{Kp,i}) \quad (9)$$

6.4.5 Оценить стандартную **относительную** неопределенность аппроксимации зависимости кратности ослабления K_d от толщины свинца [3]:

$$u_{\text{АППР}} = \left(\sqrt{\frac{1 + 2N}{N}} - R^2 \cdot \sqrt{u_0^2 + u_{Kp,max}^2} \right) \quad (10)$$

Где:

N – число эталонных свинцовых пластин, для которых определена кратность ослабления;

R^2 – коэффициент достоверности аппроксимации, полученный при построении линий тренда;

u_0 – стандартная **относительная** неопределенность результата измерений коэффициента ослабления материала в воздухе в неослабленном пучке излучения, определенная по формуле (6), %;

$u_{Kp,max}$ – **максимальное** значение **относительной** неопределенности результатов измерений коэффициента ослабления материала за свинцовыми эталонными пластинами, определенное по формуле (9), %;

7 ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ СРЗ.

7.1 Для контроля измерений перед испытаниями проводятся замеры мощности кермы в воздухе: без пластин и со свинцовой пластины определенной толщины (например, 0,25 и 0,50 мм Pb). Режим рентгеновского аппарата должен соответствовать режиму, при котором проводились измерения для построения графика для определения свинцового эквивалента СРЗ.

7.2 Показания регистрирующего прибора сравниваются с показаниями, зафиксированными на графике для определения свинцового эквивалента СРЗ. Допускаемое отклонение должно составлять не более ± 5 %.

7.3 Если контрольные показания регистрирующего прибора отклоняются более чем на ± 5 % от показаний, зафиксированных на графике для определения свинцового эквивалента средств защиты, то проводятся операции по разделу 8. и в дальнейшем используется новый график для определения свинцового эквивалента средств защиты.

7.4 Если контрольные показания регистрирующего прибора отклоняются более чем на ± 20 %, необходимо провести внеплановый контроль эксплуатационных параметров рентгеновского

аппарата, в части проверки точности уставок анодного напряжения, слоя половинного ослабления и повторяемости дозы излучения. При положительных результатах контроля эксплуатационных параметров, проверить, путем замены, регистрирующий прибор. При отрицательных результатах контроля эксплуатационных параметров сообщить в организацию, обслуживающую рентгеновский аппарат, и приостановить проверку СРЗ.

8 ПРИЁМ И ДОПУСК ОБЪЕКТОВ К ИСПЫТАНИЯМ.

8.1 Подготавливают объекты испытаний, проверяют наличие маркировки на СРЗ, идентифицируют СРЗ по наименованию, заводскому номеру, году выпуска, свинцовому эквиваленту. В случае невозможности идентификации СРЗ (отсутствие маркировки, серийного номера) допускается присваивание номера лицом, проводящим проверку по согласованию с Заказчиком, а свинцовый эквивалент устанавливается согласно действующей нормативной документации (таблицы



	5.1	и
- название фирмы изготовителя;	5.2	
- наименование и тип изделия;	СанПи	
- значение свинцового эквивалента при	Н	
100 кВ, мм Рб;	2.6.1.1	
- заводской номер изделия.	192-	
	03).	

Рисунок 2. Пример маркировки СРЗ.

8.2 Проверяют объект испытаний на предмет отсутствия загрязнений поверхности. При необходимости проводят очистку.

8.3 Проводят органолептический контроль объекта испытаний [3] на предмет наличия или отсутствия повреждений или дефектов, нарушений целостности внешнего покрытия, разрывов швов, однородности (нарушений целостности) рентгенозащитного материала, дыр, углублений, изломов, нарушений целостности креплений и застежек и т. п., классификация которых дана в приложении А. При этом внутренние дефекты помечаются стираемым маркером (карандашом, мелом).

8.4 В случае неустраняемых механических повреждений рентгенозащитного материала СРЗ (нарушение целостности внутреннего материала) дальнейшие испытания данного СРЗ не проводятся и составляется акт «Приёмки СРЗ к проведению испытаний».

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦОВОГО ЭКВИВАЛЕНТА СРЗ И ОБРАЗЦОВ РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

9.1 Проводится измерение мощности кермы в воздухе в ослабленном пучке под СРЗ или образцом рентгенозащитных материалов (далее – материал СРЗ).

9.1.1 Выбрать на материале СРЗ не менее 5 точек контроля, отстоящих друг от друга на расстоянии не более 200 мм при размерах материала более 500x500 мм, не более 100 мм при размерах материала от 200x200 мм до 500x500 мм и не более 50 мм при размерах материала менее 200x200 мм [1]. Примеры выбора контрольных точек представлены в Приложение Б - Выбор точек контроля СРЗ или образца рентгенозащитного материала.

9.1.2 Для СРЗ с переменной толщиной защитного материала, а также при использовании СРЗ с перекрытием защитного материала, области измерений выбираются с обеспечением контроля всех толщин защитного материала.

9.1.3 К вышеперечисленным точкам контроля добавляют точки, в которых были обнаружены дефекты при проведении органолептического контроля СРЗ и помеченные маркером.

9.1.4 Устанавливают материал СРЗ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1 таким образом, чтобы каждая точка при проведении измерения находилась в центре отверстия диафрагмы. При этом необходимо убедиться, что в предполагаемой точке измерения защитный слой СРЗ не должен иметь складок и перекрываться другими частями этого же защитного средства. Для проведения измерений по схеме, описанной в п. 7.9 необходимо исключить перекрытие двух датчиков.

9.1.5 Режимы РА должны соответствовать режимам, при которых проводились измерения для построения графика для определения свинцового эквивалента.

9.1.6 В каждой точке для контроля проводится по 3 измерения в ослабленном пучке излучения. Для полученных значений в каждой контролируемой точке определить значение коэффициента ослабления $K_{m,i}$ [5] по формуле (11) и среднее значение коэффициента ослабления \bar{K}_m по формуле (12):

$$K_{m,i} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{D}'_0 / D'_{m,i})}{n}, \quad (11)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе в данной точке;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе в данной точке;

$D'_{m,i}$ – измеренное значение мощности кермы в воздухе в ослабленном пучке за контролируемым образцом, мГр/с;

\bar{D}'_0 – среднее значение мощности кермы в воздухе в неослабленном пучке, вычисленное по формуле (1), мГр/с.

$$\bar{K}_m = \frac{\sum_{i=1}^n K_{m,i}}{n}, \quad (12)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе в данной точке;

n – количество проведенных измерений мощности кермы в воздухе в данной точке;

$K_{m,i}$ – значение коэффициента ослабления в данной точке образца

9.1.7 Для каждого i -го измерения определить отклонение от среднего значения $\Delta K_{m,i}$ по формуле (13):

$$\Delta K_{m,i} = \bar{K}_m - K_{m,i}, \quad (13)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе в данной точке;

$K_{m,i}$ – значение коэффициента ослабления в данной точке образца

\bar{K}_m – среднее значение коэффициента ослабления в данной точке образца

9.1.8 Для последовательности точек среднее значение коэффициента ослабления $\bar{K}_{min,CP3}$ принимается равным **минимальному значению** из средних значений коэффициента ослабления в каждой из точек для контроля \bar{K}_m .

9.1.9 Для каждой точки контроля определить отклонение от минимального значения $\Delta K_{min,CP3}$ по формуле (14):

$$\Delta K_{min,CP3} = \bar{K}_{min,CP3} - \bar{K}_{m,i}, \quad (14)$$

где:

i – порядковый номер измерения мощности кермы в воздухе в данной точке;

$\bar{K}_{min,CP3}$ – минимальное среднее значение коэффициента ослабления образца

$\bar{K}_{m,i}$ – среднее значение коэффициента ослабления в данной точке образца

9.1.10 Оценить стандартную **относительную** неопределенность u_M , результата измерений \bar{D}'_M по типу А по формуле (15):

$$u_M = \frac{1}{\bar{K}_{min,CP3}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta K_{min,CP3})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (15)$$

где

$\Delta K_{min,CP3}$ – отклонение от минимального значения коэффициента ослабления за контролируемым материалом.

$\bar{K}_{min,CP3}$ – минимальный коэффициент ослабления за контролируемым материалом.

Примечание: значение u_M должно быть меньше, чем индуцируемое дозиметром во время измерений.

9.1.11 Оценить стандартную относительную неопределенность результата измерений вносимых оператором (ошибка оператора) u_{OP} по типу В:

$$u_{OP(Km)} = \frac{1}{\bar{K}_{min,CP3}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta K_{min,CP3})^2}{(n-1)}} \cdot 100 \quad (16)$$

где

$\Delta K_{min,CP3}$ – отклонение от минимального значения коэффициента ослабления за контролируемым материалом.

$\bar{K}_{min,CP3}$ – минимальный коэффициент ослабления за контролируемым материалом.

9.1.12 Также следует учесть и проанализировать все влияющие факторы и определить стандартные отклонения составляющих неопределенности типа В. Характерными для определения $u_{Dm,max}$ являются следующие влияющие факторы:

$u_{ДОЗ}$ - основная погрешность дозиметра;

$u_{СТАБ}$ - предел относительной дополнительной погрешности измерений при нестабильности показаний дозиметра за время непрерывной работы.

u_E - предел относительной дополнительной погрешности за счет энергетической зависимости чувствительности;

u_T - предел относительной дополнительной погрешности измерений при отклонении температуры окружающей среды относительно нормальных условий;

$u_{\%}$ - предел относительной дополнительной погрешности измерений при отклонении влажности окружающей среды относительно нормальных условий;

u_P - предел относительной дополнительной погрешности измерений при отклонении атмосферного давления окружающей среды относительно нормальных условий;

Примечание: значения неопределённости необходимо выбирать согласно технической документации и регистрационные свидетельства на используемое измерительное оборудование и приборы.

9.1.13 Суммарную стандартную неопределенность результата измерений $u_{K_{m,min}}$ для метода с одним датчиком следует вычислять по формуле (17):

$$u_{K_{m,min}} = \sqrt{u_{ДППР}^2 + \frac{1}{3}(u_{ДОЗ}^2 + u_E^2 + u_{СТАБ}^2) + \frac{1}{3}(u_T^2 + u_{\%}^2 + u_P^2) + u_M^2 + u_{ОП(КР)}^2 + u_{ОП(КМ)}^2} \quad (17)$$

9.1.14 Для оценки результата измерений K_M следует использовать коэффициент охвата, равный 2, при этом полученные неопределенность $u_{K_{m,min}}$ будет соответствовать вероятности охвата 0,95, в контрольной точке используется формула (18):

$$K_M = K_{m,min} \pm 2 \cdot u_{K_{m,min}} \cdot K_{m,min} \quad (18)$$

9.1.15 Рассчитать толщину свинцового эквивалента (Pb, мм) с помощью построенной кривой зависимости *коэффициента ослабления материала от толщины свинца*, уравнения аппроксимирующей функции, и значения коэффициента ослабления K_M .

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.

10.1 Официальным документом выполненного контроля защитной эффективности CP3 является Протокол измерений свинцового эквивалента [3].

10.2 Протокол должен содержать следующую информацию:

- сведения о лаборатории, проводившей измерения (контактная информация, номер аттестата аккредитации);
- номер и дату утверждения протокола;
- наименование организации – Заказчика (МО);
- сведения об объекте измерения (наименование СРЗ, указание производителя, свинцовый эквивалент, указанный в эксплуатационной и нормативной документации, номер СРЗ);
- место проведения измерений;
- условия проведения измерений (температура, давление, влажность);
- наименование средств измерений, данные о поверке СИ;
- результаты измерения, с указанием даты выполнения и единиц измерений, с наименованием, номером СРЗ с указанием выявленных дефектов при органолептическом контроле (при наличии);
- неопределенность результатов измерения;
- должность, ФИО, подпись лица (сотрудник лаборатории) проводившего измерения и оформившего протокол;
- должность, ФИО, подпись руководителя лаборатории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Инструкция по контролю защитных средств и материалов, используемых при рентгенодиагностике, Н.Н., Колесникова Н.В., Маргулис У.Я., Ставицкий Р.В., Сысоев В.Н., Фрид Е.С., Чикирдин Э.Г.

2. Методика измерений свинцового эквивалента индивидуальных средств защиты в прямом пучке рентгеновского излучения авторский коллектив ООО «НПО СПЕКТР» и ООО «НТЦ ОРИОН»), Северодвинск, 2012 г., аттестована 09 августа 2012 года ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

3. Методика измерений свинцового эквивалента передвижных и индивидуальных средств защиты от рентгеновского излучения с применением дозиметров универсальных Unfors Xi/ RaySafe Xi в геометрии узкого пучка) НПП «Доза»), М., 2018 г., аттестована 14 августа 2018 года «ЦСМ Московской области».

4. А.С. Лелюхин «Радиационный контроль. Методические указания к лабораторному практикуму» Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. 38 с.

5. Masayuki Zuguchi, Koichi Chida, Masaaki Taura, Yohei Inaba, Ayako Ebata, Shogo Yamada «Usefulness of non-lead aprons in radiation protection for physicans performing interventional procedures», Radiation Protection Dosimetry (2008)

Классификация повреждений СРЗ.

Средства радиационной защиты (СРЗ) позволяют снизить уровень профессионального облучения для персонала и минимизировать уровень облучения пациентов при рентгеновских диагностических и лечебных процедурах в медицинских организациях (МО). Традиционно, принято делить СРЗ на **стационарные** (стены, пол, потолок и защитные окна, защитные двери и защитные ставни рентгеновских кабинетов), **передвижные** (защитные ширмы и экраны) и **индивидуальные** (рентгенозащитные фартуки, жилеты, халаты, передники, воротники, перчатки, очки и т.п.) [4].

К сожалению, на настоящий момент отсутствует какая-либо литература с классификацией повреждений СРЗ. На основании многолетнего практического опыта в ИЛ ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» предлагается следующая классификация повреждений СИЗ (СРЗ):

1. ошибки в маркировке или не соответствие СИЗ (СРЗ) требованиям нормативной и эксплуатационной документации;
2. повреждения поверхностной оболочки;
3. повреждения внутреннего защитного слоя (чаще всего - рентгенозащитной резины);

1. Ошибки в маркировке или ненадлежащее качество СРЗ:

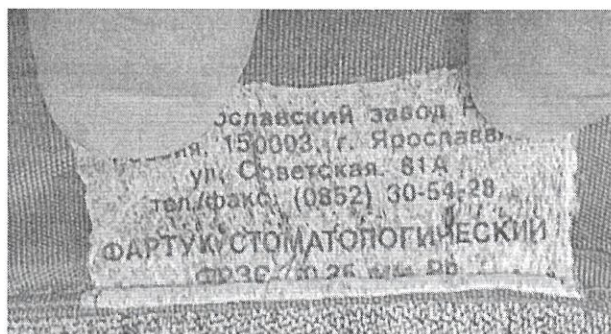
Наиболее типичными являются: *производственная ошибка в маркировке или не соблюдение программы менеджмента качества; несоблюдение требований нормативной документации в оформлении технических паспортов; ненадлежащее хранение СРЗ; ненадлежащая эксплуатация СРЗ.*

Указание свинцового эквивалента СРЗ без указания анодного напряжения является типичной «небрежностью» в документации – при разных энергиях излучения (анодного напряжения) значение свинцового эквивалента будет разным и невозможно однозначно детерминировать СРЗ. Также затрудняет или делает невозможной идентификацию СРЗ отсутствие полной информации о СРЗ в паспорте на изделие.

ФАРТУК ЗАЩИТНЫЙ ОДНОСТОРОННИЙ
ТЯЖЕЛЫЙ ФРЗОТ-«Р-К»

ПАСПОРТ

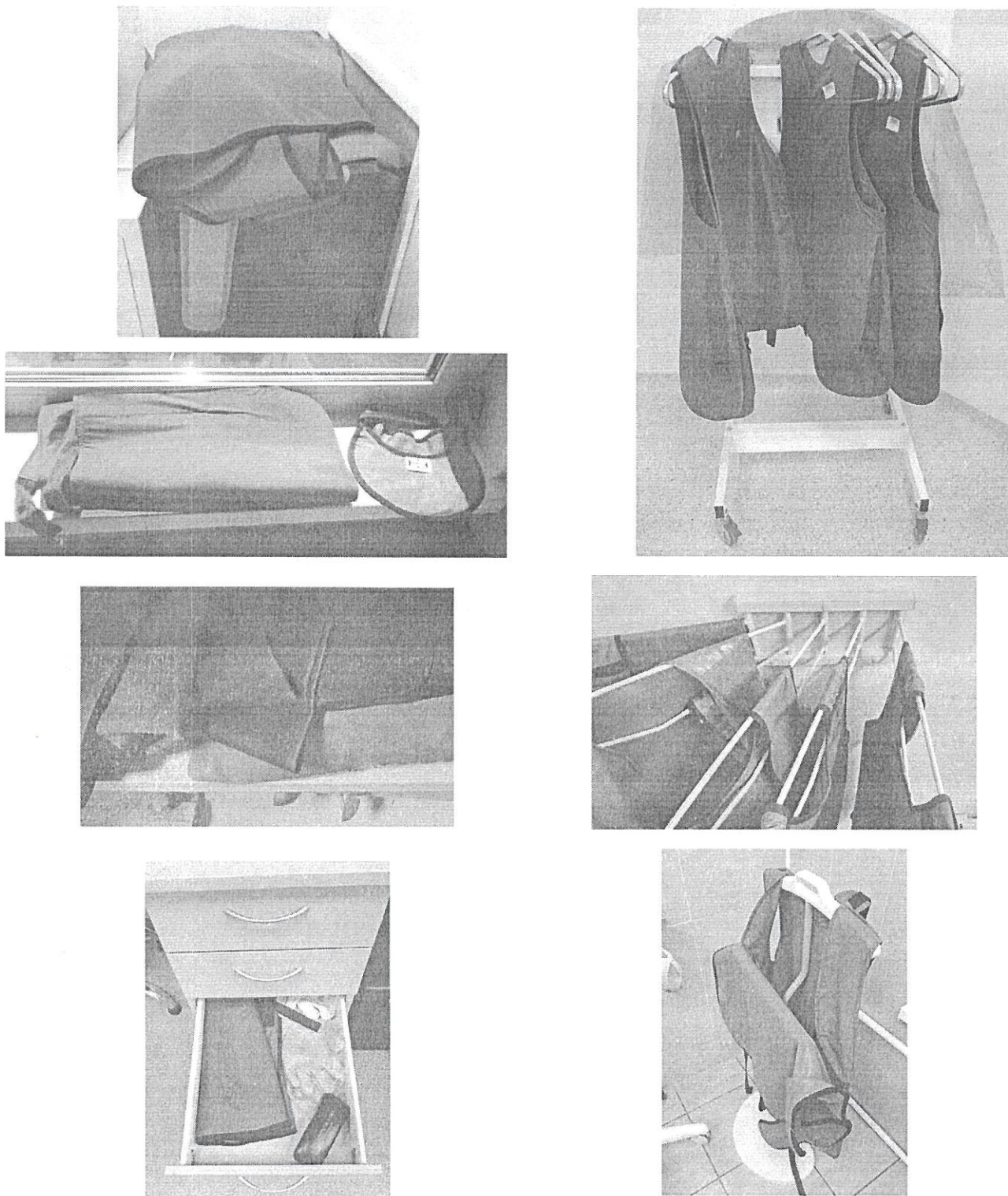
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ
 - 1.1. Наименование: Фартук защитный односторонний тяжелый ФРЗОТ-«Р-К».
 - 1.2. Изготовитель: _____ № _____
дата изготовления: _____
 - 1.3. Назначение: Изделие предназначено для защиты тела пациента спереди от горла до голени.
2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ
 - 2.1. Крепкость ослабления рентгеновского излучения рентгенозащитным материалом, выраженная в значении свинцового эквивалента, не менее: при U = 100 кВ 0,35 мм Рb
 - 2.2. Масса изделия не более 4,0 кг.



а – незаполненный паспорт на СРЗ б – свинцовый эквивалент указан без напряжения

Рисунок 3. Примеры: а – паспорта на изделие, отсутствует (незаполненные) дата выпуска и серийный номер СРЗ, б – идентификационная бирка с указанием свинцового эквивалента без указания анодного напряжения.

Не смотря на прописанные в паспортах СРЗ требования хранения в расправленном виде, в один слой и не допущения перегибов и скручиваний – большинство СРЗ хранится не регламентировано. На рисунке 4 приведены примеры регламентированного и нерегламентированного хранения СРЗ.



а - нерегламентированное хранение

б - регламентное хранение

Рисунок 4. Варианты хранения СРЗ.

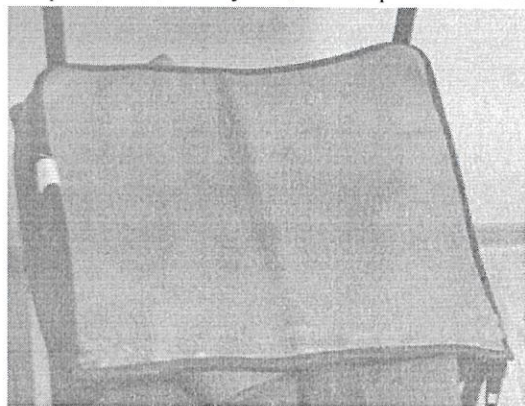
2. Повреждение поверхностного слоя (текстильной обшивочной оболочки).

Повреждения внешнего защитного слоя можно разнести по следующим видам повреждений -

- *потертости;*
- *надрез;*
- *открытая свинецсодержащая поверхность;*
- *ненадлежащие попытки восстановления оболочки и/или ручные поделки.*

Потертости проявляются в истончении обшивочного материала и вызваны длительным временем интенсивной эксплуатации СРЗ и ненадлежащим уходом (несоблюдение требований по очистке

поверхности – например, использование слишком активных химических реагентов) за изделием. Если потертости не «обнажают» внутренний свинецсодержащий защитный слой (как в а на рисунке 5), то СРЗ может эксплуатироваться, в случае наличия открытого свинецсодержащего слоя эксплуатация СРЗ запрещена действующими нормативными документами.



а – потертость верхней части СРЗ

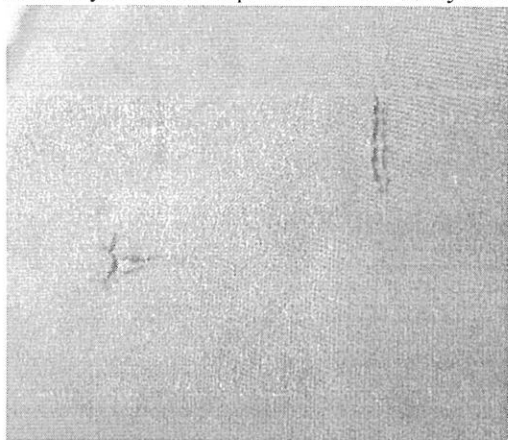


б – потертость, крайняя степень изношенности СРЗ

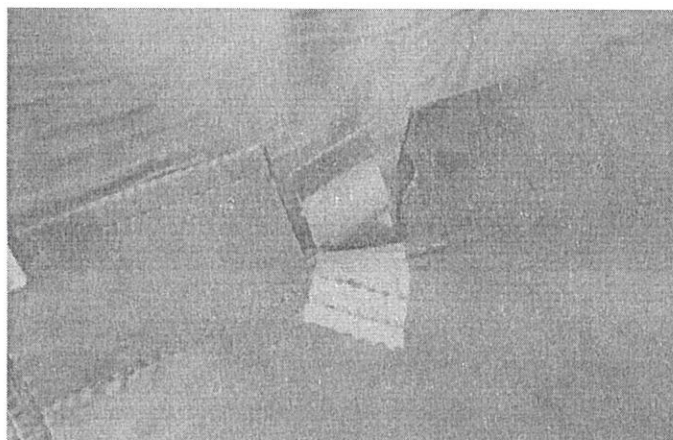


Рисунок 5. Примеры «потертостей»

Надрез – повреждение, вызванное внешним воздействием на СРЗ острого предмета (рисунок 6). Если надрез привел к наличию открытого свинецсодержащего внутреннего слоя эксплуатация СРЗ запрещена действующими нормативными документами.



а – надрез на переднике



б – надрез, сделанный осознанно

Рисунок 6. Примеры надреза.

Открытая свинецсодержащая поверхность – повреждения поверхностного слоя приводят к тому, что он не может выполнять свои функции оболочки (рисунок 7).. Эксплуатация СРЗ с таким дефектом – запрещена.

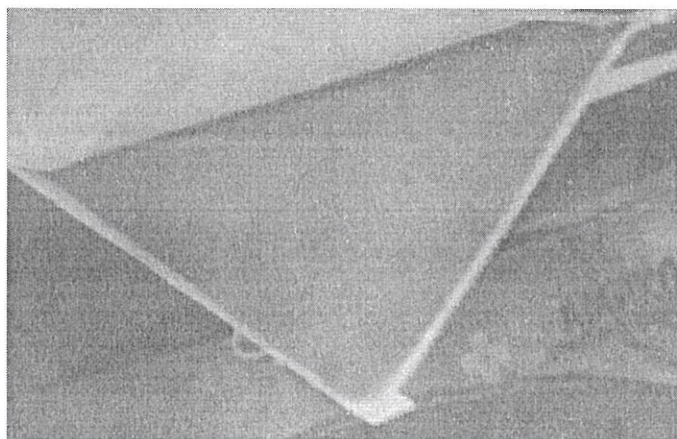
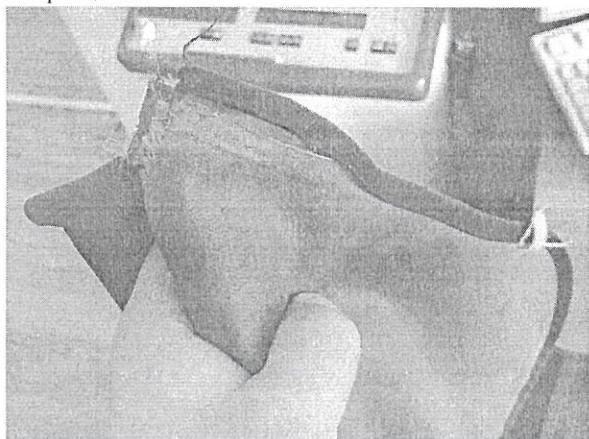


Рисунок 7. Примеры открытой свинецсодержащей поверхности.

Неадекватные попытки восстановления оболочки и/или ручные поделки – ограниченность бюджета финансирования иногда приводит к тому, что персонал МО пытается

самостоятельно восстановить целостность поврежденных СРЗ, что приводит к показанному на рисунке 8.

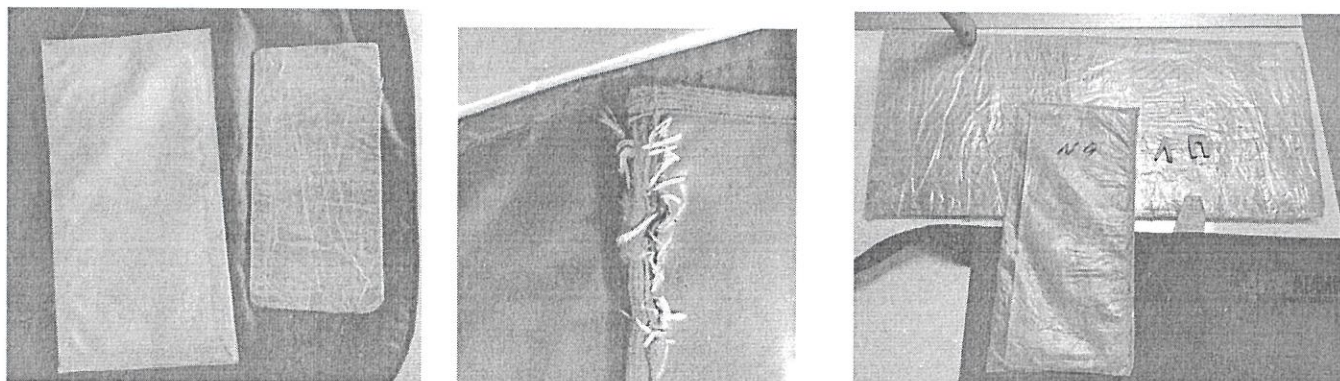


Рисунок 8. Ненадлежащие попытки восстановления оболочки
Эксплуатация подобных СРЗ запрещена действующими нормативными документами.

3. Повреждения внутреннего защитного слоя СРЗ.

Повреждения внутреннего слоя приводит либо к изменению защитных свойств СРЗ, либо к полной не функциональности СИЗ (СРЗ). Можно выделить также следующие типичные повреждения:

- *залом;*
- *трещина;*
- *деформация.*

Залом - возникает чаще всего в результате неправильного хранения СИЗ (СРЗ), либо нарушения правил эксплуатации изделия (рисунок 9). Тактильно ощущается как выраженная неровность поверхности. Область залома обязательна к проверке защитных свойств СРЗ

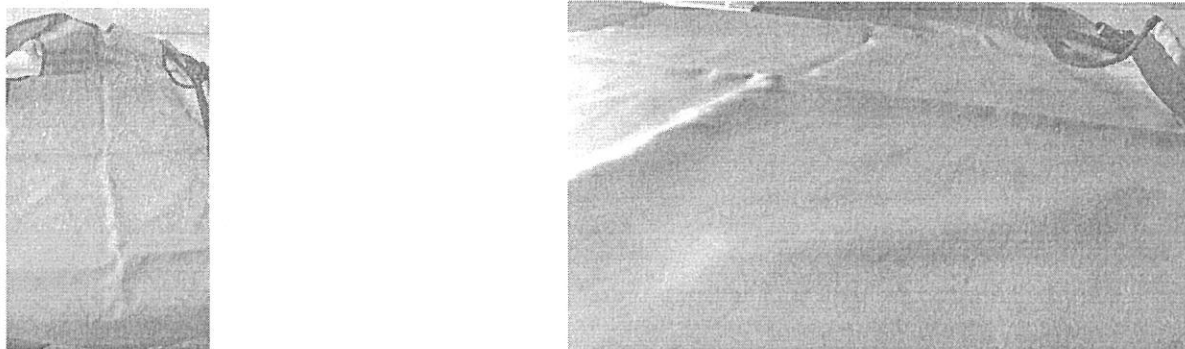


Рисунок 9. Пример **залома**, возникший из-за неправильного хранения СРЗ.

Следующим дефектом является **трещина**, когда внутренний защитный слой разрушен в месте залома и изделие по данному участку не выполняет своего функционального назначения (пропускает излучение, никак его не ослабляя). Тактильно трещина (рисунок 10) ощущается как наличие сквозного промежутка во внутреннем защитном слое. Эксплуатация СРЗ с данным дефектом в дальнейшем невозможна.

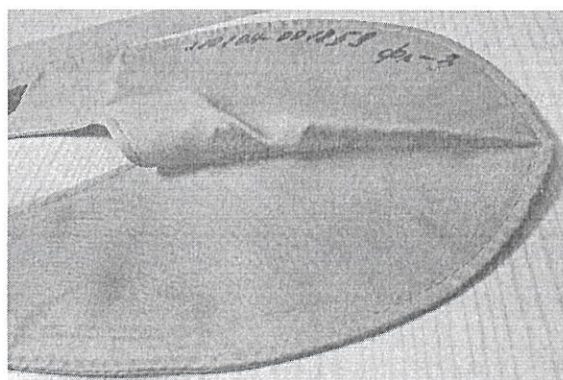
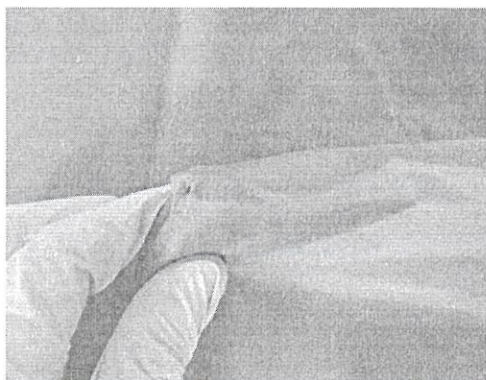


Рисунок 10. Пример трещины. Трещина во внутреннем защитном слое, легко прощупывается через внешний материал.

Также встречается **деформация** (рисунок 11) - когда внутренний защитный слой собирается комком. В таком случае изделие не только не функционально, но крайне неудобно в эксплуатации. Тактильно прощупываются области СРЗ, где отсутствует внутренний защитный слой. Эксплуатация СРЗ невозможна, СРЗ полностью нефункционально.

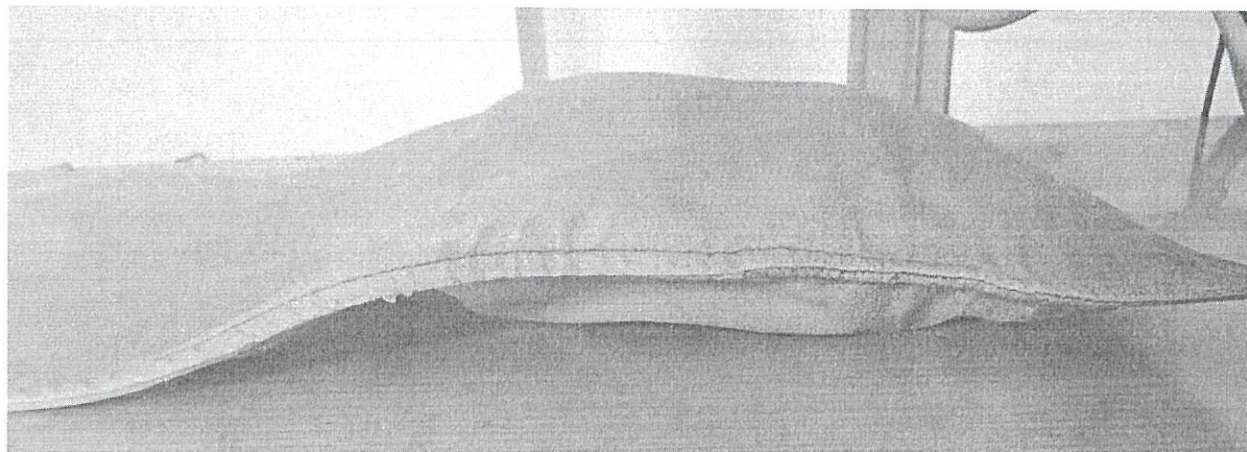


Рисунок 11. Пример деформации.

Заключение.

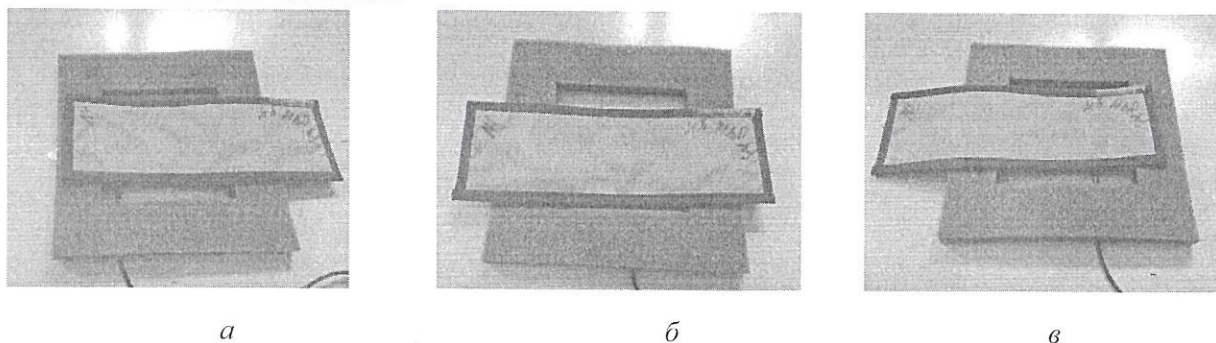
Предлагаемая авторами классификация повреждений СРЗ позволяет проводить контроль состояния СРЗ. Данная классификация в сочетании с периодической проверкой защитной эффективности СРЗ повышает эффективность использования СРЗ, предохраняя (минимизируя) сотрудников МО и пациентов от негативного воздействия ионизирующего излучения.

Выбор точек контроля СРЗ или образца рентгенозащитного материала.

На рисунках 12-29 представлены примеры выбора контрольных точек для проведения измерения свинцового эквивалента. Контрольная точка находится в центре светового поля.

1. Комплект защитных пластин

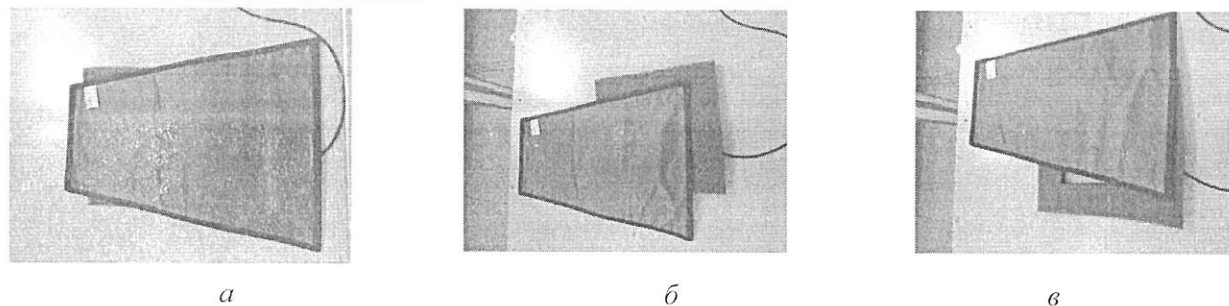
1.1. Малые пластины



а б в

Рисунок 12. (*а* – левая часть, *б* – середина, *в* – правая часть)

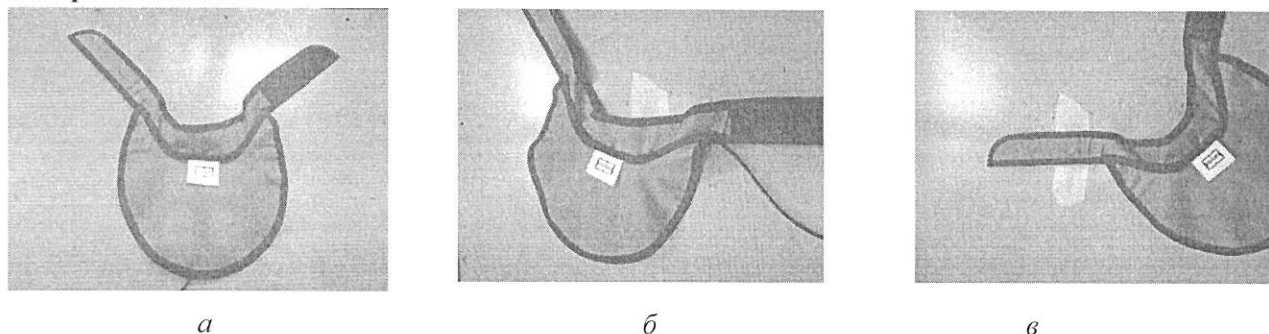
1.2. Большие пластины



а б в

Рисунок 13. (*а* – вершина, *б* – правый нижний угол, *в* – левый нижний угол)

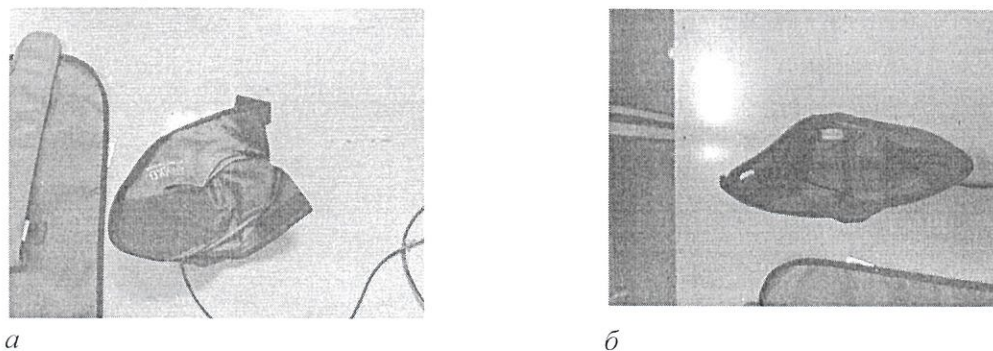
2. Воротник защитный



а б в

Рисунок 14. (*а* – ворот, *б* – основная часть, *в* – плечо)

3. Шапочка защитная



а б

Рисунок 15 (*а* – боковая часть, *б* - верхняя часть)

4. Передник защитный

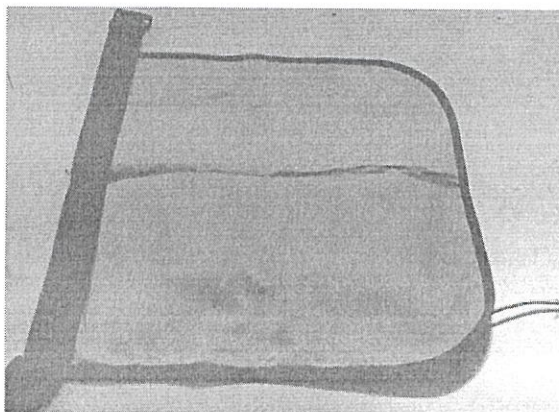
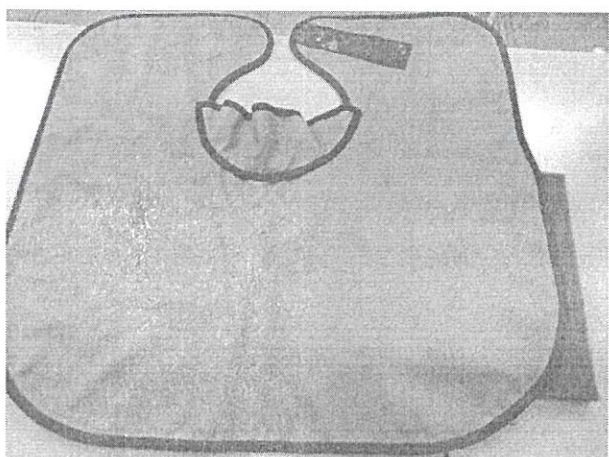
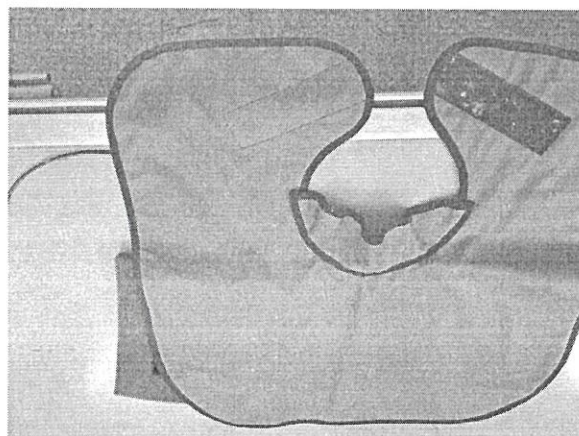


Рисунок 16 – основная часть (по аналогии с расположением пластин)

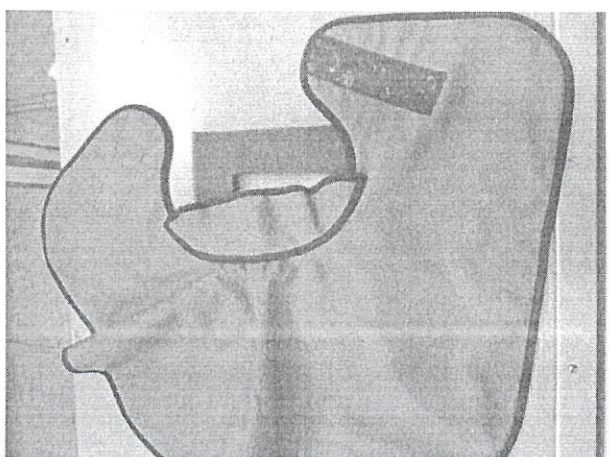
5. Пелерина защитная



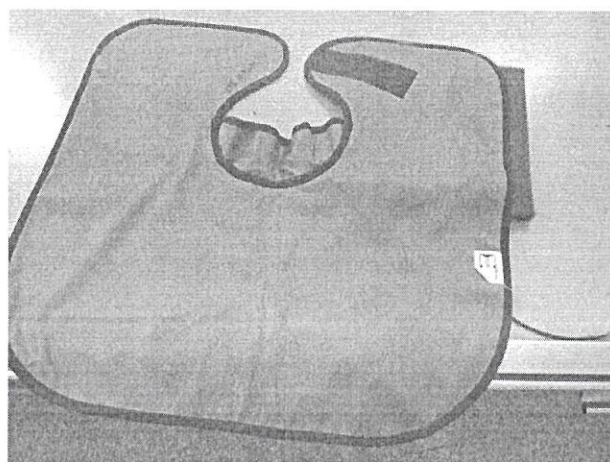
а



б



в



г

Рисунок 17 (а – основная область (левая часть), б - основная область (правая часть),
в - ворот, г – плечо)

6. Защита гонадная

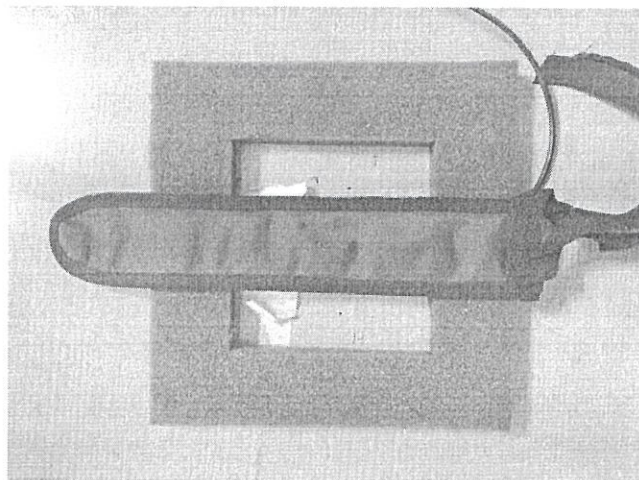
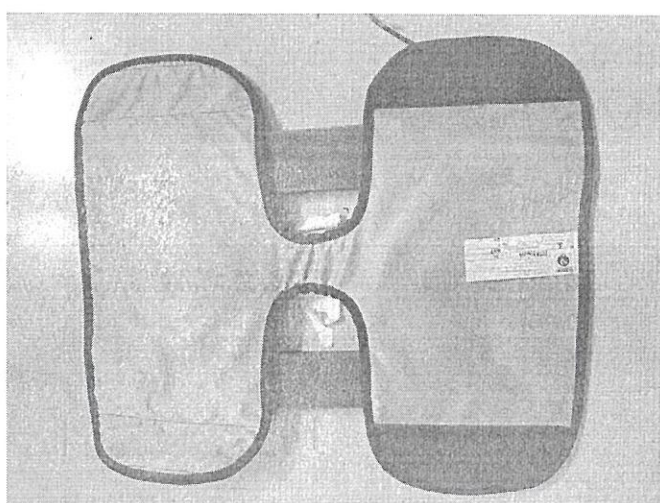


Рисунок 18 – основная область (по аналогии с расположением пластин)

7. Подгузник-трусики



а



б

Рисунок 19 (а – перешейка, б – основная область)

8. Пеленка защитная

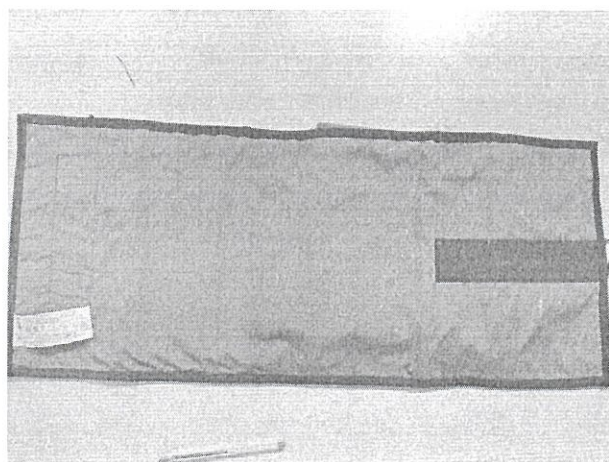


Рисунок 20 – основная область (по аналогии с расположением пластин)

9. Жилет защитный

При замерах запахивающие части (если таковые имеются) накладываются друг на друга, так как предполагается использование в реальных условиях.

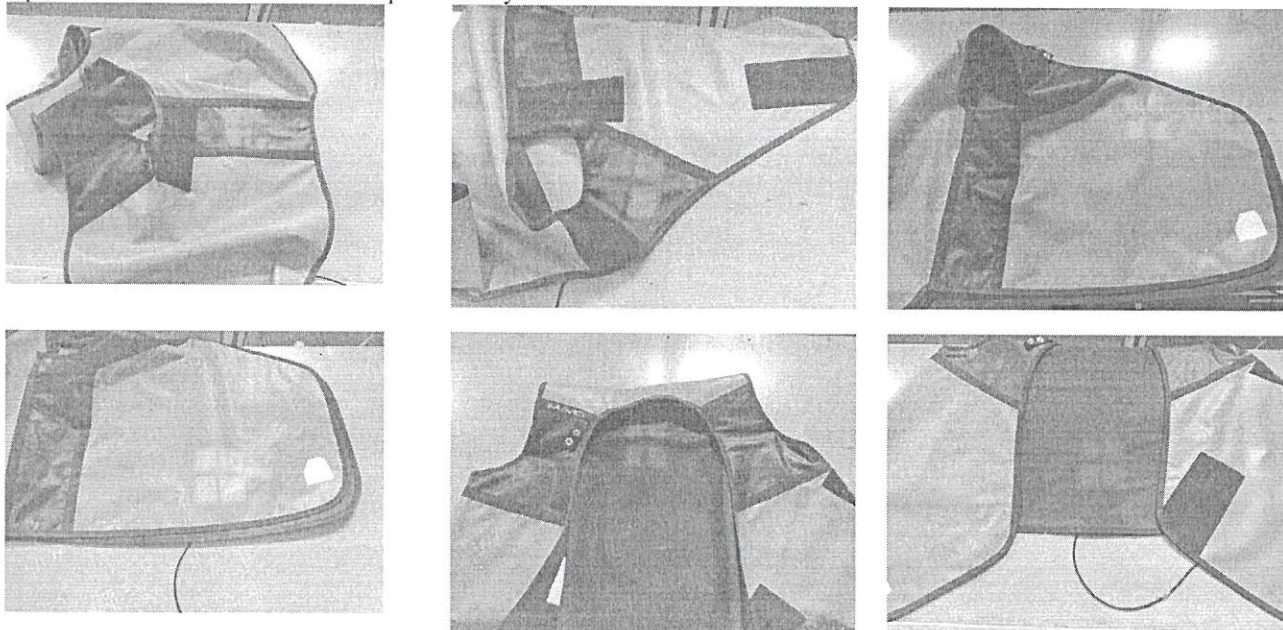


Рисунок 21 – примеры расположения различных элементов жилета

10. Юбка защитная

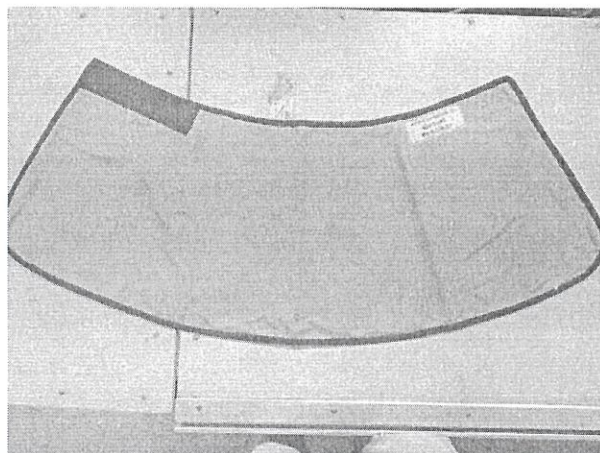


Рисунок 22 – основная область (по аналогии с расположением пластин)

Примечание: замеры необходимо проводить по всей поверхности СИЗа, согласно СанПиН 2.6.1.1192-03. При замерах запахивающие части (если таковые имеются) накладываются друг на друга, так как предполагается использование в реальных условиях.

11. Фартук защитный односторонний

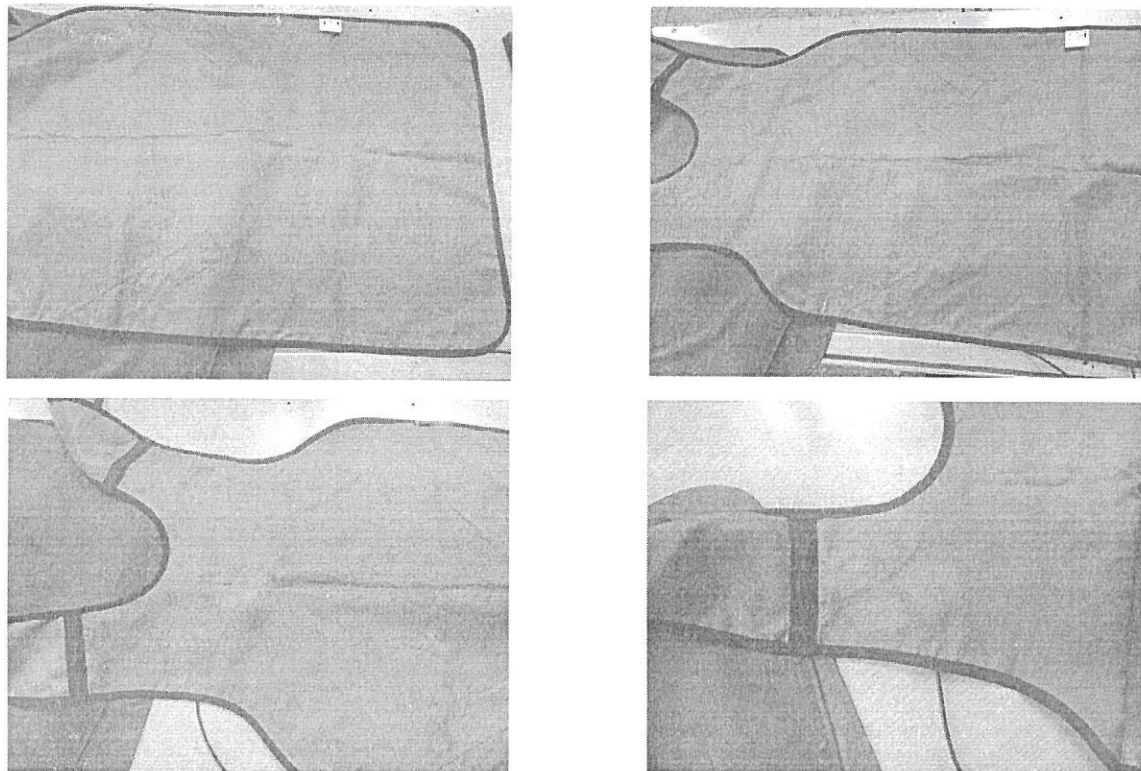


Рисунок 23 (а – основная область низ, б – основная область середина, в – основная область верх, г - плечо)

12. Фартук защитный стоматологический

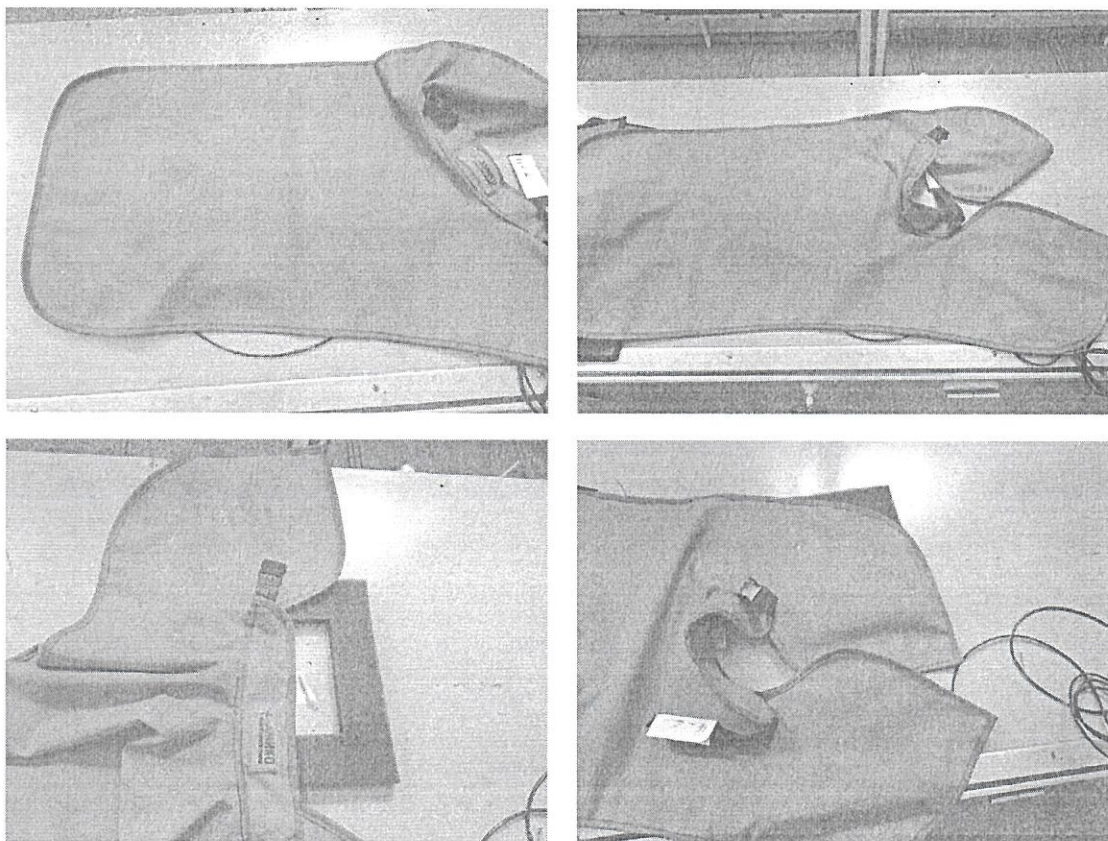


Рисунок 24 (а – основная область низ-середина, б – основная область середина-верх, в – ворот, г - плечо)

13. Фартук защитный стоматологический (для ортопантомографа)

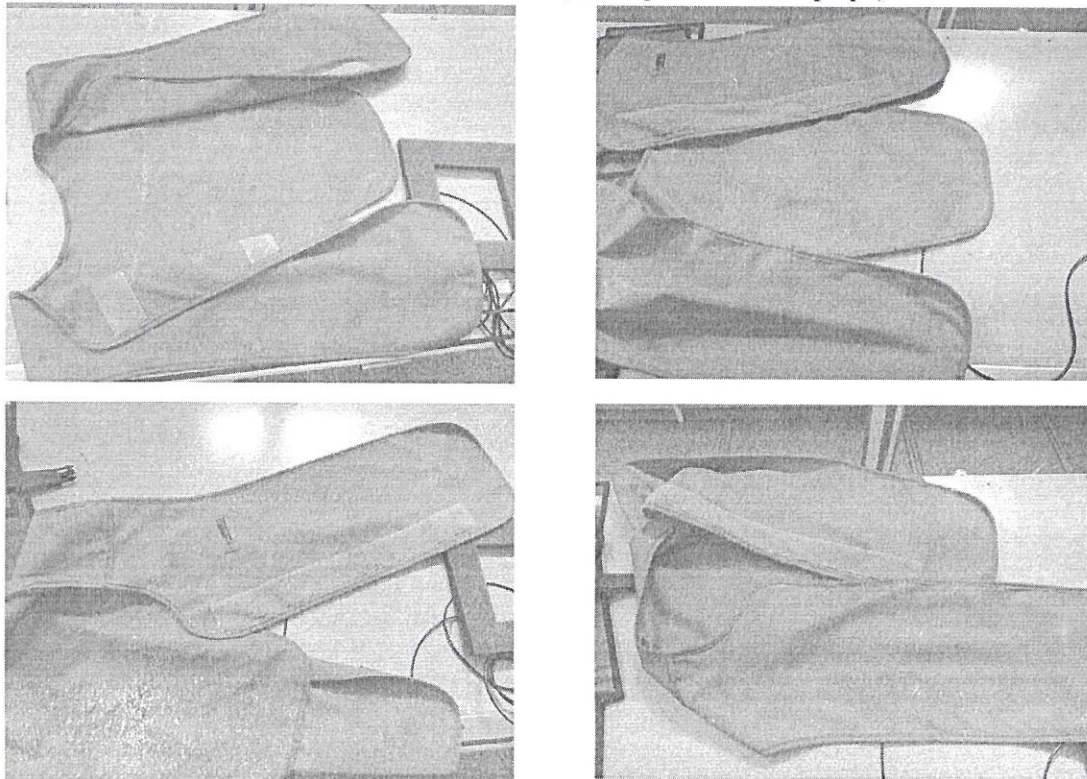


Рисунок 25 (а, б, в, г) – примеры расположения стоматологического фартука

14. Халат защитный

При замерах запахивающие части (если таковые имеются) накладываются друг на друга, так как предполагается использование в реальных условиях:

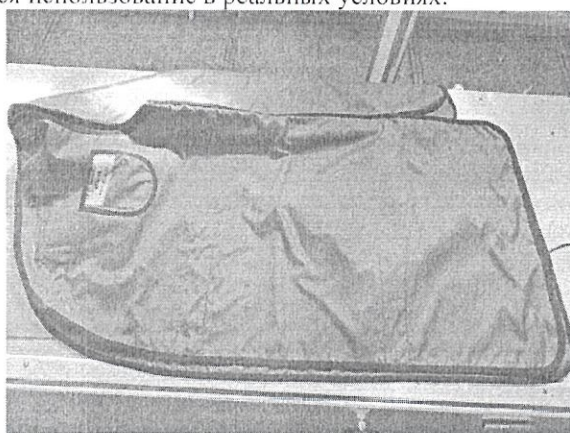


Рисунок 26 (а, б, в, г) – примеры расположения халата

15. Экран защитный

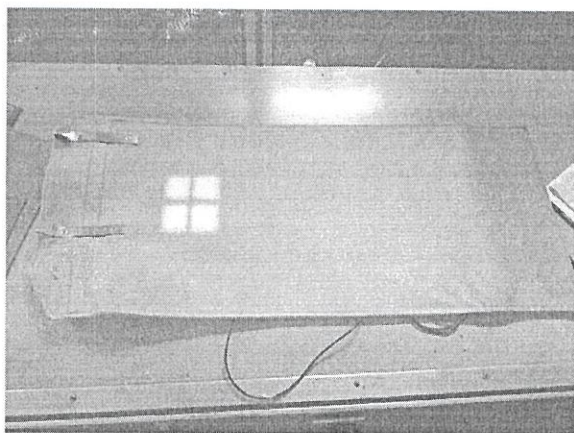


Рисунок 27. (а, б) – примеры расположения экрана

16. Перчатка\рукавица защитная

Замеры отличаются сложностью, т. к. необходимо поместить датчик внутрь защитного средства, контролируя его положение вручную, с использованием светового поля рентгеновского аппарата:

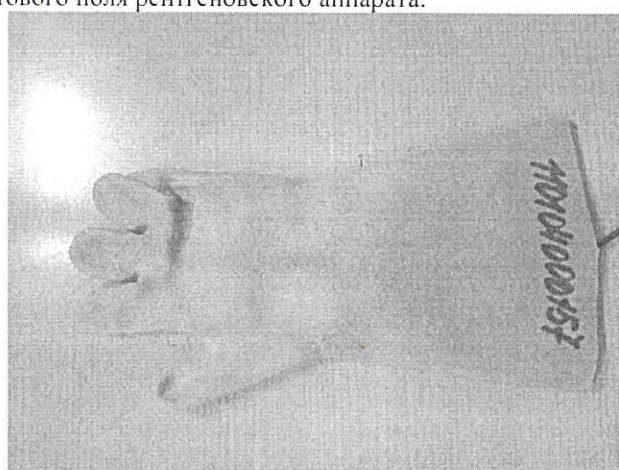


Рисунок 28. (а, б) – примеры расположения перчатки

17. Очки защитные

Необходимо проводить замеры всех стекол рентгензащитных очков, в т.ч. и боковых.

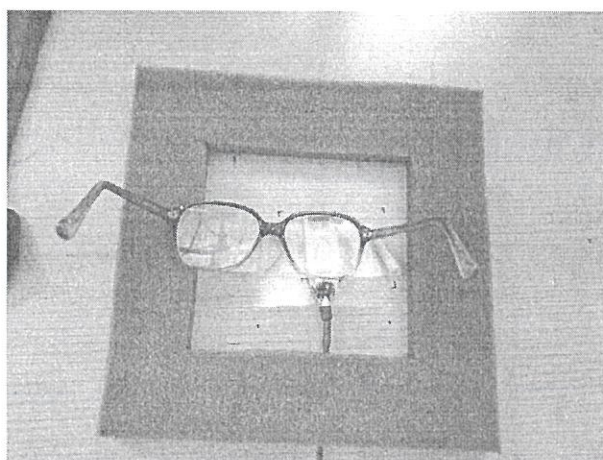
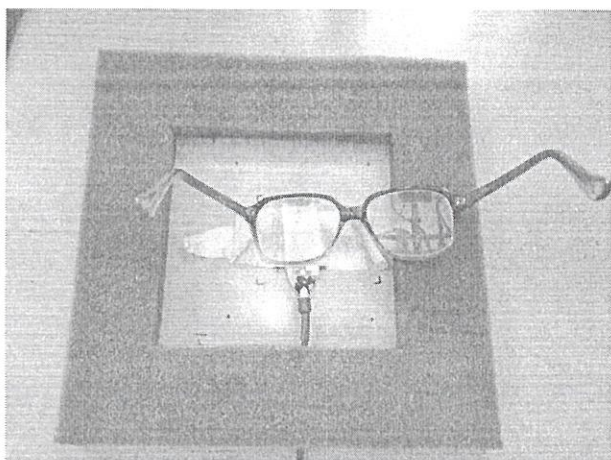


Рисунок 29. (а, б) – примеры расположения очков

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Выпуск №86

Составители:

*Киселев Дмитрий Владимирович
Смирнов Алексей Владимирович
Лантух Зоя Александровна
Солдатов Александр Владимирович
Киселев Федор Александрович
Солдатов Илья Владимирович*

**МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И
РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАЩИТНОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ**

Методические рекомендации

Отдел координации научной деятельности ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Технический редактор А.И. Овчарова

Компьютерная верстка Е.Д. Бугаснко

ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

127051, г. Москва, ул. Петровка, д. 24