

*На правах рукописи*

**ИСМАИЛОВ**

**Магомед Таймасханович**

**РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ  
ПРИ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ  
РУБЛЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ**

14.03.05–судебная медицина

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва -2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:** доктор медицинских наук, профессор **ЯГМУРОВ Оразмурад Джумаевич**

**Официальные оппоненты:** **ШАДЫМОВ Алексей Борисович** - доктор медицинских наук, профессор, заместитель начальника по экспертной работе краевого государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Алтайское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы»

**БОЛДАРЯН Александр Арутюнович** - доктор медицинских наук, начальник филиала № 1 федерального государственного казенного учреждения «111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз» Министерства обороны Российской Федерации

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится « 15 » ноября 2016 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.070.01 при федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Министерства здравоохранения Российской Федерации» (125284, г. Москва, ул. Поликарпова, 12/13, тел. +7 (495) 945-00-97).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://rc-sme.ru> федерального государственного бюджетного учреждения «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Автореферат разослан « 02 » сентября 2016 года

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат медицинских наук, доцент

Г.Х. Романенко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

В последние годы отмечается увеличение числа повреждений, причинённых различными видами острых предметов. Если в 80–е годы прошлого столетия среди случаев насильственной смерти удельный вес повреждений острыми предметами составлял 2,6–4,9%, то в конце 90–х годов он достиг 5,9–10,6% (Капитонов Ю.В., 1980; Симановская Г.В., 1989; Иванов И.Н., 1998; Frazer M., 1983). В Москве и Санкт–Петербурге частота смертельных исходов от ранений острыми предметами при механической травме приблизилась к 11–12% (Тучик Е.С. и соавт., 1996; Zaslavsky G.I. et al., 1999). Второе место среди повреждений, причинённых острыми предметами, устойчиво занимают рубленые повреждения, возникшие от действия топора (Бокова Е.Т., 1957; Скопин И.В., 1960; Леонов С.В., 2001; Власюк И.В., 2006; Bostrom L., 1997).

При проведении судебно–медицинской экспертизы рубленых повреждений важное значение имеют вопросы определения групповой принадлежности травмирующего предмета и его отождествление (Богуславский Л.Г., 1968; Шупик Ю.П., 1975; Эделев К.С., 1982; 1988; Кодин В.А., 1991; Томилин В.В. и соавт., 2000; Мошенская С.П., 2009; и др.).

Одним из этапов идентификационных исследований является установление факта привнесения металлов в зоны, контактирующие с травмирующим предметом. В практике медико–криминалистических подразделений судебно–экспертных учреждений используются различные методы выявления привнесения металлов в зонах повреждений. Одни из них позволяют выявить посторонние привнесения, не обеспечивая их идентификацию (выявление металлов в мягких рентгеновских лучах, в инфракрасных лучах), другие обладают невысокой чувствительностью и ограниченным числом выявляемых химических элементов, например метод цветных отпечатков и цветные химические реакции (Будак Т.А., 1967; Буров С.А. и соавт., 1975; Шинкарев Н.И., 1980; Карагин Б.А. и соавт., 1982; Karlsson T., 1998; и др.).

### **Степень разработанности темы исследования**

За последние несколько десятилетий хорошо зарекомендовали себя такие высокочувствительные методы, как эмиссионный спектральный анализ, пламенная эмиссионная фотометрия, инфракрасная спектрометрия, атомно–абсорбционный анализ, нейтронно–активационный анализ и другие спектральные методы (Колосова В.М., 1975; Назаров Г.Н., Макаренко Т.Ф., 1994; и др.). Обладая высокой чувствительностью, эти методы позволяют выявлять широкий диапазон химических элементов, однако, все они не обеспечивают воспроизводимость результатов ввиду полного уничтожения зоны исследования в процессе проведения анализа. Этих недостатков лишен метод рентгено–спектрального флуоресцентного анализа, позволяющий вести качественное и количественное определение химических элементов в разных веществах и материалах (Бахтиаров А.В., 1998; Крекнин Ю.С., 1998; Todd A.C. et al., 2001; и др.).

В судебной медицине рентгеноспектральный флуоресцентный анализ нашёл применение при проведении исследований повреждений от действия тупых предметов, в случаях транспортной травмы, огнестрельных и колото–резаных повреждений, следов действия технического электричества, отравлений (Самойлова Т.М. и соавт., 1996; 1998; Алексеева С.О. и соавт., 1998; Волченко С.В. и соавт., 1998; Корсаков А.Л. и соавт., 1998; Мальцев А.Е. и соавт., 1998; Шамова С.Г., 1998; Oleinik V. et al., 1997; 2001; Dimakis N. et al., 2000; Nakai I. et al., 2001).

В то же время, практически не встречаются сведения об использовании его при исследовании повреждений, причинённых рубящими предметами. Многие теоретические и практически важные вопросы применения данного метода в судебно-медицинской практике рубленых повреждений требуют своего изучения и научного обоснования. Прежде всего, необходима разработка критериев диагностики свойств рубящего предмета, механизма и условий его действия. Есть основания полагать, что рентгеноспектральный флуоресцентный анализ окажется при этом столь же полезным, как и при экспертизе других видов травм.

Таким образом, актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения объективности и эффективности судебно-медицинской экспертизы рубленых повреждений и раскрытия при этом содержательных и методических возможностей такого современного высокотехнологичного метода, как рентгеноспектральный флуоресцентный анализ.

### **Цель исследования**

Разработать объективные критерии судебно-медицинской диагностики свойств травмирующего рубящего предмета и механизма его действия с использованием рентгеноспектрального флуоресцентного анализа.

### **Задачи исследования**

1. Изучить динамику и качество судебно-медицинских исследований смертельных повреждений рубящими предметами по архивным материалам Бюро судебно-медицинской экспертизы Северо-Западного и Южного Федеральных округов за 2005–2010гг.

2. Установить особенности привнесения металлов клина топора в края рубленых повреждений биологических и небиологических тканей в зависимости от класса стали повреждающего предмета и нанесённого на его поверхность дополнительного покрытия, а также в зависимости от его технического состояния и загрязнения.

3. По особенностям привнесения основных металлов сплава рубящего предмета в края рубленых повреждений получить объективные данные для дифференцирования зон воздействия носка (пятки) и лезвия клина топора, определения очередности множественных повреждений и угла их причинения.

4. Установить влияние внешней преграды и твердости подлежащих анатомических тканей на характер привнесения металлов в края рубленых повреждений.

5. Разработать практические рекомендации по использованию рентгеноспектрального флуоресцентного анализа при судебно-медицинской диагностике повреждений, причинённых рубящим предметом.

### **Научная новизна**

Впервые выявлены и систематизированы судебно-медицинские ошибки при исследовании рубленых повреждений и обоснована необходимость применения рентгеноспектрального флуоресцентного анализа для установления свойств рубящего предмета и условий его действия.

Установлены уровни привнесения основных металлов различных сплавов рубящего предмета в зоне действия лезвия и носка (пятки) клина топора.

Доказана зависимость уровней привнесения металлов сплава и покрытия клина топора от условий образования рубленых повреждений (анатомической характеристики зоны повреждения, наличия и особенностей характера преграды).

Определено влияние технического состояния и загрязнения рубящего предмета на особенности привнесения металлов в края и концы рубленых повреждений.

Показаны содержательные и методические возможности рентгеноспектрального флуоресцентного анализа при судебно–медицинской экспертизе рубленых повреждений.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическое значение работы заключается в установлении особенностей привнесения металлов сплава и покрытия клина топора в края и концы рубленых повреждений в зависимости от характеристик повреждающего предмета (класса сплава, покрытия, технического состояния, загрязнения поверхности) и условий причинения повреждений (наличия и характера внешней преграды, прочности анатомических тканей в зоне повреждения, очередности возникновения нескольких повреждений, угла воздействия рубящего предмета).

Разработаны практические рекомендации по использованию рентгеноспектрального флуоресцентного анализа при судебно–медицинской экспертизе рубленых повреждений. Результаты исследований внедрены в экспертную практику Ленинградского областного и Дагестанского республиканского бюро судебно–медицинской экспертизы, а также в учебный процесс на кафедре судебной медицины и правоведения Санкт–Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Невысокий качественный уровень судебно–медицинской экспертизы рубленых повреждений заключается в неполноценном исследовании и оформлении её результатов, ошибках при составлении диагноза и обосновании выводов, недостаточном использовании инструментальных методов.

2. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ, обладая надёжной специфичностью, необходимой чувствительностью, многократной воспроизводимостью, экспрессностью и объективностью, при производстве судебно–медицинской экспертизы рубленых повреждений обеспечивает выявление разной степени привнесения основных металлов сплава и покрытия рубящего предмета в зависимости от его свойств, механизма и условий повреждающего действия.

3. Объективность и эффективность применения рентгеноспектрального флуоресцентного анализа в экспертной практике обеспечиваются соблюдением правил изъятия, предварительной подготовки объекта исследования и выбора соответствующего режима работы спектрометра, а также комплексным характером оценки результатов исследования.

### **Возможные области применения и формы внедрения**

Судебно–медицинская экспертная практика, процесс обучения студентов высших учебных заведений, интернов, клинических ординаторов, а также на курсах повышения квалификации специалистов. Экономический эффект от внедрения определяется повышением эффективности судебно–медицинской экспертизы рубленых повреждений.

### **Методология и методы исследования**

В качестве методологической и теоретической основы диссертационного исследования использовались труды отечественных и зарубежных учёных по судебно–медицинской травматологии. Материалы экспертиз исследовались методами структурного и системного сравнительного анализа. Экспериментальные повреждения и кон-

трольные объекты подвергались визуальному, морфоскопическому, морфометрическому, стереомикроскопическому, фотографическому, контактно–диффузионному исследованию и рентгеноспектральному флуоресцентному анализу. Для обоснования основных положений диссертации были использованы методы статистической обработки данных.

### **Достоверность полученных результатов**

Достоверность полученных результатов обеспечивается комплексным методическим подходом к проведению исследований, корректным использованием теоретических и экспериментальных методов, теоретическим анализом проблемы, достаточным количеством проанализированных наблюдений, применением современного высокотехнологического метода рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (РСФА), объективностью и воспроизводимостью полученных результатов, адекватным статистическим анализом данных.

### **Апробация работы**

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на пленуме Правления Судебно–медицинской ассоциации Северо–Запада России (2012) методических советов Ленинградского областного бюро судебно–медицинской экспертизы (2012), на межкафедральном совещании кафедр Санкт–Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (2012).

Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук представлена на заседание проблемной комиссии «Патология с секцией биологических наук» № 11 ГБОУ ВПО «ПСПбГМУ им. И.П. Павлова» Минздрава России (протокол № 1 от 04.04.2016 г.)

Получено разрешение этического комитета ГБОУ ВПО «Дагестанская государственная медицинская академия» от 15 ноября 2012г.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 5 научных статей, из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 2 учебно–методических пособия.

### **Личный вклад автора в проведённое исследование**

Все экспериментальные исследования повреждений небиологических и биологических объектов проведены автором лично. В полном объеме автором применены основные методы изучения повреждений кожи и одежды человека, сформированных ударами топоров. Диагностику привнесенных металлов в области повреждений методом РСФА автор проводил совместно с судебно–медицинским экспертом Ленинградского областного бюро судебно–медицинской экспертизы В.Н. Олейник. Анализ литературы, изложение результатов полученных данных, их статистическая обработка, формулирование выводов, разработка практических рекомендаций выполнены автором лично.

### **Объём и структура работы**

Диссертация изложена на 129 печатных страницах, состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, трёх глав с изложением собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы. Текст иллюстрирован 27 таблицами и 25 рисунками. Список литературы состоит из 246 источников, из них иностранных – 55.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования были заключения (акты) судебно–медицинского исследования трупов, предоставленные архивом Дагестанского республиканского, Новгородского и Ленинградского областных бюро судебно–медицинской экспертизы за 2006–2010 гг. (причиной смерти погибших были рубленые повреждения), образцы топоров, экспериментальные рубленые повреждения на коже, тонкой и плотной хлопчатобумажной ткани, контактограммы отложений металлов, полученных методом цветных отпечатков, спектрограммы (табл. 1).

Предметом изучения заключений (актов) судебно–медицинских экспертов было определения объёма и качественного уровня исследования и экспертной оценки повреждений, явившихся причиной смерти. При этом их изучение проводилось по разработанной программе, включавшей 85 признаков.

Таблица 1. Сводные данные об объектах исследования и их количестве (абс.)

Объекты исследования	Количество исследованных		
	объектов	зон	«металлов»
Заключения экспертов	112	–	–
Повреждающие предметы	3	9	99
Повреждения кожи	66	186	930
Повреждения одежды	36	99	495
Контрольные участки	24	24	120
Контактограммы	36	72	72
ВСЕГО	277	396	1692

Предметом экспериментальных исследований было установление информативности результатов РСФА при судебно–медицинском исследовании рубленых повреждений.

Для нанесения экспериментальных повреждений были использованы топоры, изготовленные из разных образцов сплава стали:

- длительно находившийся в эксплуатации плотницкий топор отечественного производства (топор №1);
- ранее не эксплуатировавшийся туристический топор отечественного производства (топор №2);
- ранее не эксплуатировавшийся плотницкий топор зарубежного производства (фирмы «FIT») (топор №3);

Биологическими объектами были кожные покровы спины биоманекенов (трупов) в возрасте от 20 до 50 лет с умеренным подкожным слоем, без видимых рубцовых и патологических изменений кожи. Смерть наступала за 24–48 часов до начала эксперимента.

Небиологическими объектами (имитаторами одежды) были однослойные мишени из белой тонкой хлопчатобумажной ткани и серой плотной хлопчатобумажной ткани размерами 15x20 см, закреплённые по периметру на коже биоманекена.

Мишенями были: фрагменты обнаженной кожи (в части опытов фрагмент грудной клетки, кожа и ребра); фрагменты кожи, покрытые тонким имитатором одежды; фрагменты кожи, покрытые плотным имитатором одежды.

Повреждения наносились под углом 90 и 45–60 градусов по отношению к поверхности мишени. Имитаторы одежды располагались на коже так, чтобы удар лезвием топора проходил косо по отношению к плетению нитей основы и утка. Подложкой был деревянный имитатор головы. Во всех случаях зачётными были сквозные повреждения биологических и небιологических мишеней.

Поскольку в задачу эксперимента не входило определение влияния силы удара на характер возникающих повреждений, удары наносились в пределах средней эффективной силы экспериментатора со средним уровнем тренированности при одинаковой амплитуде замаха.

Повреждения наносили: лезвием; лезвием и носком топора.

При исследовании экспериментальных рубленых повреждений отмечали форму, размеры, характер краёв, концов и стенок ран, наличие и особенности инородных наслоений в зонах концов и краёв ран.

При изучении экспериментальных повреждений на небιологических биологических объектах применялись следующие методы исследования: визуальный, морфометрический, стереомикроскопический, фотографический, контактно–диффузионный, РСФА, сравнительный, графический, статистический.

Визуальное исследование объектов проводили при рассеянном, узконаправленном, скользящем и смешанном освещении и в инфракрасных и ультрафиолетовых диапазонах спектра.

Измерения выполнялись с помощью неметаллических измерительных средств и окуляра–микрометра.

Стереомикроскопическое изучение объектов, с целью определения особенностей повреждений, наличия на их краях наложений посторонних веществ и инородных микрочастиц, проводили методом непосредственной микроскопии в отраженном свете с использованием стереомикроскоп «МБС–1» при различных увеличениях.

Фотографирование изучаемых объектов осуществляли цифровой фотокамерой «NIKON Cool Pix 800» в автоматическом режиме с последующей компьютерной обработкой фотографических изображений.

Определение металлов в зонах краёв рубленых повреждений осуществлялось методом цветных отпечатков. Результаты реакций на полученных отпечатках учитывали по появлению соответствующего цветного окрашивания и топографии отложения металлов.

Определение металлов в краях рубленых повреждений методом РСФА проводилось на рентгенфлуоресцентном кристалл–дифракционном спектрометре «Спектроскан–U» (рис. 1).

В данном приборе используется высоковольтный источник питания рентгеновской трубки и рентгеновская трубка. Под действием электрического поля разгоняемые разностью потенциалов между катодом и анодом, электроны устремляются внутрь рентгеновской трубки к аноду и фокусируются в определённой точке F.

Выходное окно рентгеновской трубки представляет собой пластинку из тонкого бериллия, пронцаемого для рентгеновского излучения. На внутренней стороне пластинки напылён металл анода толщиной несколько микрон. Носик рентгеновской труб-



ки проходит через отверстие в днище аппарата и помещается в непосредственной близости от поверхности исследуемого образца, размещенного в пробозагрузочном устройстве.

Электроны, попав в материал анода, возбуждают атомы этого материала, которые в свою очередь, в результате электронных переходов испускают кванты рентгеновского излучения, которое, пройдя сквозь окно трубки, воздействуют на зону поверхности образца, диаметром около 10мм. Глубина проникновения излучения в толщу образца для биологических объектов тканых материалов и картона около 0,5мм. С этого слоя и снимается информация, остальной объем объекта в анализе не участвует.

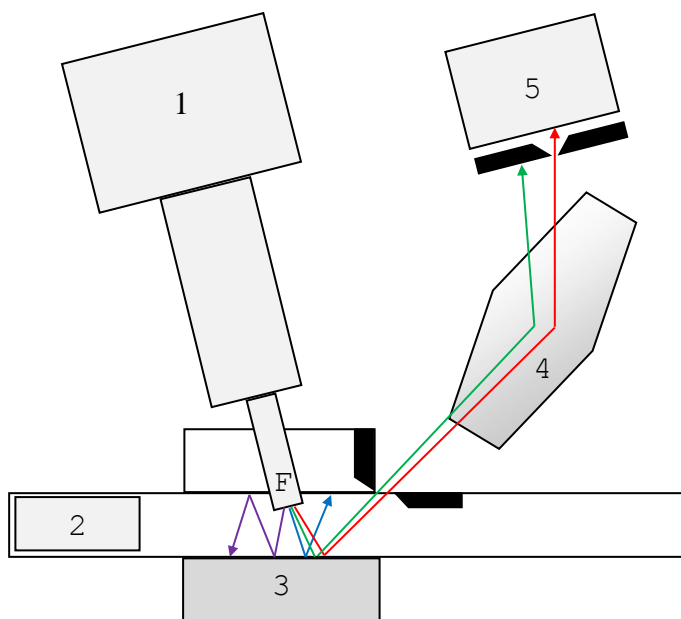


Рисунок 1. Схема основных блоков прибора «Спектроскан–U»:

- 1 рентгеновская трубка;
- 2 высоковольтный источник питания;
- 3 пробозагрузочное устройство;
- 4 фокусирующий кристалл-анализатор;
- 5 детектор флуоресцентного излучения

Облученная рентгеновским излучением зона образца сама начинает флуоресцировать в рентгеновском диапазоне. Спектральный состав вторичного излучения отражает элементный состав анализируемого образца. Атомы каждого химического элемента имеют свои, характерные только для данного элемента, спектральные линии.

С поверхности образца рентгенофлуоресцентное излучение через щелевое устройство попадает на фокусирующий кристалл-анализатор, который, находясь под определенным углом, отражает излучение с конкретной длиной волны. Отраженный монохроматизированный пучок через приёмную щель попадает в окно пропорционального детектора, где происходит регистрация падающих рентгеновских квантов и преобразование полученного рентгеновского потока в электрический сигнал.

Полученное рентгенофлуоресцентное излучение раскладывается в спектр, характеристические линии элементов идентифицируются, автоматически измеряются их интенсивности.

Так как процесс генерации флуоресцентного рентгеновского излучения по своей природе статистический, то число рентгеновских импульсов ( $N$ ), излучаемых исследуемой областью и регистрируемых детектором, является случайным во времени, но имеет фиксированное среднее значение. Результаты счёта для каждого измерения лежат на характеристической кривой Гаусова распределения.

Точность измерений ( $\Delta m$ ), определяемая разбросом полученных данных, взятых за определённое время экспозиции, определяется по формуле:

$$\Delta m = \frac{\sigma}{N} \times 100\% \quad (1);$$

$N$  – среднее значение нескольких измерений числа импульсов в исследуемой зоне объекта за время экспозиции;

$\Sigma$  – среднее квадратичное отклонение (0,3%), причем

$$\sigma = \sqrt{N}(2);$$

При проведении спектрального анализа необходимо знать чувствительность анализа ( $\Delta C$ ), то есть способность различить две почти близкие концентрации элемента ( $C$  и  $C'$ ):

$$\Delta C = C - C' \quad (3);$$

Критерием присутствия в исследуемой зоне выбранного химического элемента (гарантией его обнаружения), является выполнение равенства:

$$N = N\phi + 3\sqrt{N\phi}(4);$$

где:

$N\phi$  – среднее значение интенсивности фонового излучения.

Концентрация химического элемента в исследуемой зоне объекта пропорционально связана с интенсивностью флуоресцентного излучения с этой зоны:

$$C = \frac{N - N_k}{\Delta N_k} \times C_k(5);$$

где:

$N_k$  – среднее значение нескольких измерений числа импульсов в контрольной зоне объекта за время экспозиции;

$C_k$  – известная концентрация эталонного образца.

Результаты измерений РСФА для исследуемой и контрольной зон объекта обрабатываются с использованием формулы:

$$C_{эл} = \frac{N_i - N_0}{N_0} \times 100\% \quad (6);$$

где:

$C_{эл}$  – относительное количество (%) привнесения химического элемент в зоне исследования.

Привнесение искомого химического элемента в исследованной зоне объекта имеет место, если  $\Delta N m \geq 3\sqrt{N\phi}$ .

С учётом аппаратной погрешности прибора «Спектроскан-U» (до 5%) и возможного эмпирического разброса результатов отдельного ответа (до 4%), полученный ре-

зультат следует трактовать как положительный, если  $S_{эл} > 9\%$  (Савельев И.В., 1968; Лившиц Е. и соавт., 1980; Алексеева Л.А. и соавт., 1997).

Спектрометр «Спектроскан-U» (НПО «Спектрон ОПТЭЛ», Санкт-Петербург) позволяет определять наличие химических элементов при минимальной их концентрации 0,002%, исследовать их от Са до U.

РСФА проводили по следующей схеме:

1) объект исследования – кожный лоскут, размерами 10x10см, с повреждением иссекался от тела биоманекена, равномерно по всей площади освобождался от подкожно-жировой клетчатки, подсушивался на воздухе при комнатной температуре и помещался на лист картона с маркировкой;

2) исследуемый объект (кожный лоскут с повреждением, мишень из хлопчатобумажного материала с повреждением) помещался в пробозагрузочное устройство прибора и закрывался диафрагмой с прямоугольным отверстием 0,2 x 1,2 см, в котором располагалась исследуемая зона объекта;

3) для определения уровня фонового излучения первоначально исследовали контрольную зону, выбранную на объекте и расположенную в 1см от повреждения, затем отдельно исследовали зону повреждения, образованного от действия лезвия и носка (пятки) рубящего предмета;

4) измерения проводили трёхкратно, последовательно двигая диафрагму до получения максимально возможного излучения, которое заносилось в таблицу как зачетное; после измерений выполняли сравнительный анализ фоновой интенсивности излучения для каждого исследуемого элемента с интенсивностью характеристического излучения исследуемого элемента в зоне повреждения.

Измерения по длинам волн проводили дискретно в автоматическом режиме с записью интенсивности излучения в каждый момент сканирования и с одновременным графическим отображением на мониторе компьютера.

В программном обеспечении анализа задавался следующий режим измерений: напряжение на рентгеновской трубке – 40 кВ; ток анода – 100 мА; шаг сканирования – 1 мÅ; время экспозиции – 15с; порядок отражения – 1; диапазон длин волн задавался  $\pm 10$  мÅ от справочного значения длины волны аналитической линии исследуемых химических элементов.

Выполняя измерения по заданному режиму, аппарат приводил кристалл-анализатор в положение отражения минимальной длины волны из установленного диапазона, затем измерял интенсивность в этом положении в течение заданного времени экспозиции, после чего перемещал кристалл на угол, соответствующий одному шагу по шкале длин волн и проводил следующее измерение. В результате на экране компьютера появлялся рисунок снятого спектра в виде графика, где по оси абсцисс обозначена шкала длин волн, а по оси ординат интенсивность излучения (рис. 2).

Исследовались 11 химических элементов: Fe, Cu, Ti, Mn, Cr, Ni, Mo, Cd, Zn, W, Wo. При анализе спектрограмм учитывали, что интенсивность свечения Fe соответствует длине волны 1936 мÅ, Cu – 1540 мÅ, Mn – 2104 мÅ, Cr – 2290 мÅ, Zn – 1435 мÅ. Интенсивность свечения остальных 6 из 11 исследованных металлов находилась в пределах ошибки метода и эти данные в окончательные таблицы не вносились.

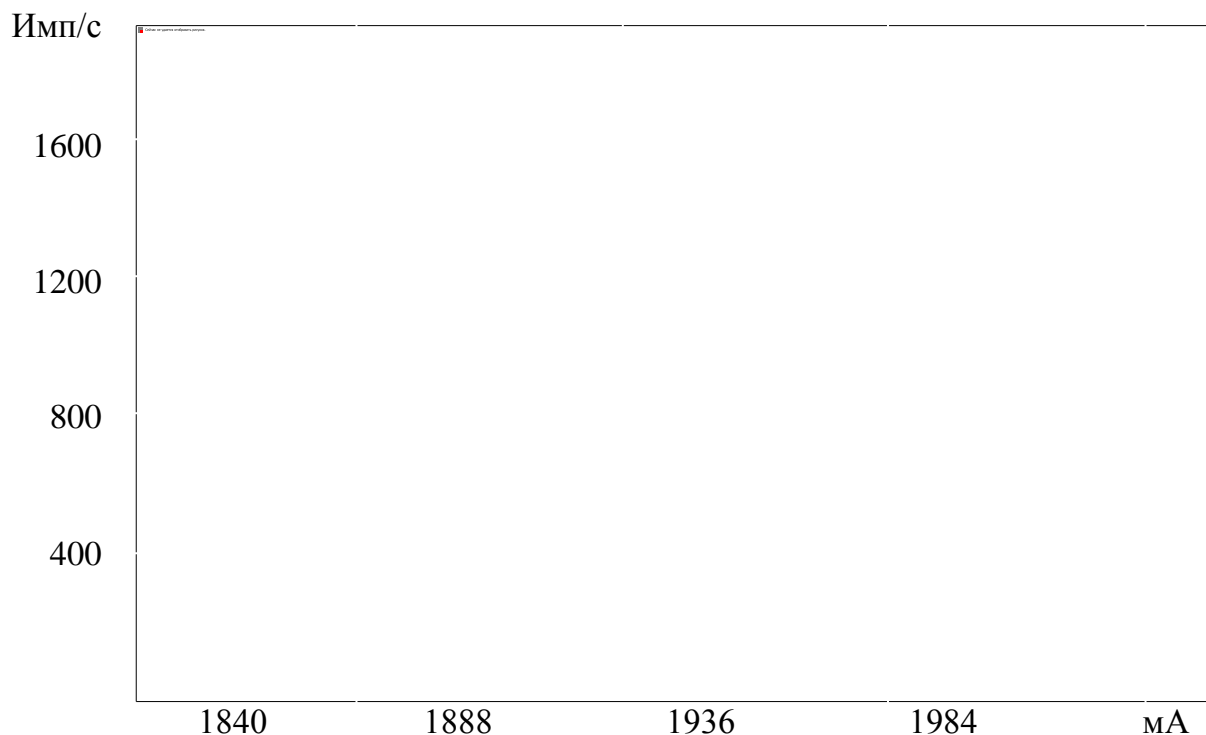


Рисунок 2. Спектр флуоресценции химического элемента (на примере железа): ось абсцисс – длины волн, ось ординат – интенсивность излучения

### **Результаты собственных исследований**

Изучению и анализу подвергнуты материалы 112 судебно–медицинских экспертиз (исследований), выполненных в 2006–2010 гг. в государственных судебно–медицинских учреждениях Южного и Северо–Западного федеральных округов. На рисунке 3 показана динамика смертельных повреждений острыми предметами и доли среди них рубленых повреждений.

Доля рубленых повреждений в структуре травмы острыми предметами не была стабильной: наибольшие подъемы рубленых повреждений наблюдались в 2006, 2008 и 2010 годы (до 17,7%), снижение пришлось на 2007 год (до 2,7%). При этом доля повреждений, причинённых острыми предметами, и рубленых повреждений не всегда соответствовали друг другу. Несмотря на «скачущую» динамику рубленых повреждений, травма острыми предметами имеет выраженную тенденцию к снижению (с 253 случаев в 2006 году до 167 – в 2010).

Судебно–медицинские заключения анализировались по 85 признакам, сведенным в 6 групп: общие сведения (пол, возраст погибших, дата смерти и т.д.), характеристика рубленых повреждений (описание локализации, формы, размеров и пр.), дополнительные методы исследования, диагноз, выводы, иллюстрации.

Каждый случай смерти от рубленых повреждений правоохранительными органами квалифицировался как убийство и имел широкий общественный резонанс. Продолжительность проведения экспертизы (исследования) до 15 дней была в 18 наблюдениях (16,1%), от 16 до 30 дней – в 68 (60,7%), от 31 до 45 дней – в 26 (23,2%). Поздние сроки проведения экспертиз были связаны с ожиданием результатов дополнительных лабораторных и специальных исследований.

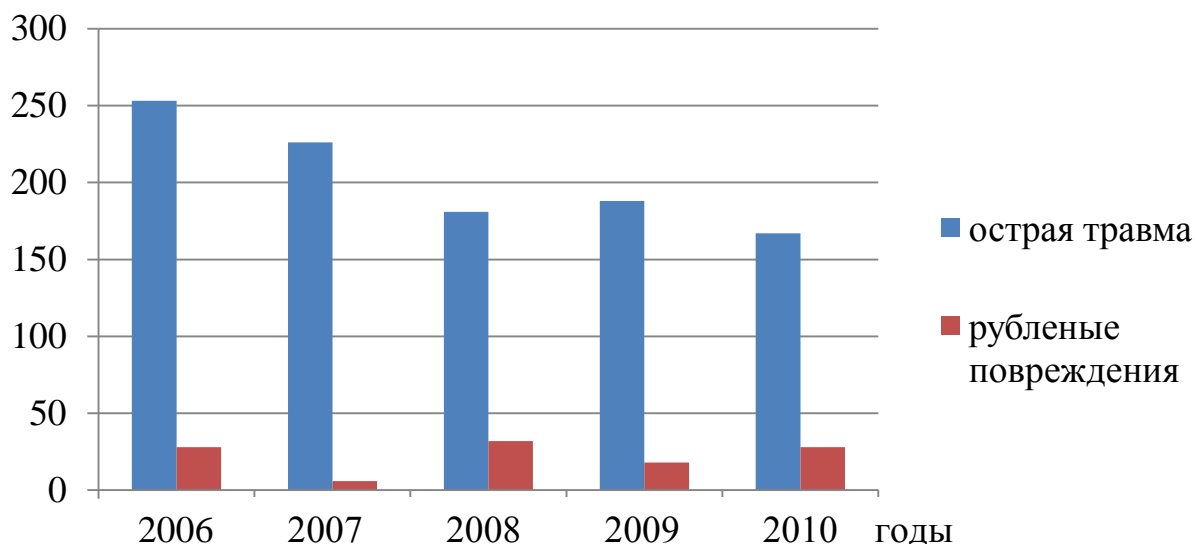


Рисунок 3. Доля смертельных рубленых повреждений в структуре механической (острой) травмы

В 108 ситуациях смерть наступала на месте происшествия, и трупы доставлялись в морг в одежде. Остальные (4 человека), попавшие после получения травмы в стационар и позднее умершие в стационаре, были без одежды. Наличие посторонних наслоений на одежде отмечено в 24 случаях. Описание этих следов было малоинформативным.

Фотографирование повреждений на одежде не проводилось. На трупе повреждения фотографировались лишь в 52 наблюдениях. Однако при этом во всех случаях были нарушены те или иные правила судебной фотографии.

Ни в одном случае не представлено полноценного описания рубленой раны, начиная с повреждения на коже, и послойного описания травмированных подлежащих мягких тканей, суставов и костей (при этом кости в проекции раны были повреждены у 82 погибших).

В такой ситуации существенно повышалось значение результатов лабораторных и инструментальных исследований. Применялись бинокулярная микростереоскопия, наблюдение в отраженных инфракрасных лучах и люминесценции, возбуждённой ультрафиолетовыми лучами. Кожные лоскуты обрабатывались по методу А.Н. Ратневского. В 12 наблюдениях применялся метод цветных отпечатков (в ходе исследования на коже выявлялось железо). Между тем, результаты таких исследований использовались экспертами без критического анализа, нередко с процессуальными нарушениями. Ряд исследований (рентгенография в мягких лучах, выявление и исследование инородных частей в ране, а также РСФА не проводились вовсе).

Установлено также, что экспертами при составлении диагноза не учитывался патогенетический принцип, отсутствовало обоснование большинства экспертных выводов.

Для судебно-медицинской диагностики свойств рубящих предметов и механизма их действия по особенностям привнесения металлов в края рубленых повреждений кожи и одежды выполнено экспериментальное исследование с привлечением РСФА.

Исследование проведено с тремя разными топорами отечественного и зарубежного производства. Морфологическое исследование рубленых ран и рубленых повреждений текстильных тканей позволило определить основные характеристики рубящих

предметов и механизма их действия. Для дифференцирования сплавов клина исследуемых топоров и получения дополнительной объективной информации экспериментальные повреждения были исследованы методом РСФА (табл. 2–4).

Таблица 2. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях и концах рубленых ран кожи при трёх последовательных ударах топором № 1

Металлы	Контроль	Первый удар		Второй удар		Третий удар	
		лезвие	носок	лезвие	носок	лезвие	носок
Fe	607	711	748	693	709	675	681
Cu	2536	4122	4842	4009	4694	3888	3997
Mn	91	94	93	96	89	92	96
Zn	951	1001	988	1004	973	1012	1008
Cr	57	58	59	62	60	59	61

Таблица 3. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях и концах рубленых ран кожи при трёх последовательных ударах топором № 2

Металлы	Контроль	Первый удар		Второй удар		Третий удар	
		лезвие	носок	лезвие	носок	лезвие	носок
Fe	621	723	755	701	709	699	693
Cu	2198	2278	2301	2284	2370	2312	2393
Mn	62	76	79	71	78	69	72
Zn	849	954	981	942	969	937	944
Cr	55	58	59	56	57	56	58

Показано, что в краях ран и повреждений текстильных тканей, нанесённых топором № 1, имеется превышение (в сопоставлении с контрольными участками) Fe и Cu, являющихся основными в сплаве клина этого топора; в краях ран и повреждений от действия топора № 2 установлено превышение Fe, Mn и Cr, характерных для сплава этого топора; в краях ран и повреждений от ударов топором № 3 выявлено превышение Fe и Zn, свойственных сплаву клина этого топора.

Таблица 4. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях и концах рубленых ран кожи при трёх последовательных ударах топором № 3

Металлы	Контроль	Первый удар		Второй удар		Третий удар	
		лезвие	носок	лезвие	носок	лезвие	носок
Fe	619	766	793	743	769	708	731
Cu	2723	2812	2854	2814	2828	2799	2807
Mn	91	98	93	96	99	99	95
Zn	989	1010	1008	1003	1013	1019	994
Cr	57	78	82	70	76	68	72

Количество основных металлов сплава клина всех исследованных топоров в участках рубленых ран и рубленых повреждений текстильных тканей в зоне действия лезвия меньше, чем в зоне действия носка клина топора. Большое количество металлов в зоне действия носка можно объяснить более грубым разрывным действием этой части топора в отличие от менее грубого рассекающего воздействия лезвия клина топора. Отложение большего количества основных металлов сплава топора в зоне действия носка может рассматриваться как дополнительный признак воздействия этой части клина топора.

При каждом последующем ударе как в зоне действия лезвия, так и в зоне действия носка клина топора, откладывается меньшее количество металлов. Изложенное даёт основание считать, что РСФА позволяет устанавливать последовательность образования нескольких рубленых повреждений, причём для этого должны быть выбраны участки из однотипных (одноимённых) фрагментов сравниваемых рубленых ран.

В следующей серии опытов определяли различие величины привнесения металлов сплава клина топора в рубленые раны кожи при ударах под прямым (90°) и острым (45–60°) углами (табл. 5).

Таблица 5. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях рубленых ран, причинённых ударами топора, нанесёнными под разными углами (на примере топора № 1)

Металлы	Контроль	90 градусов	60 градусов	
			край скошен	край подрывт
Fe	607	711	798	685
Cu	2536	4221	4703	4093
Mn	91	94	99	98
Zn	951	1001	1007	1006
Сг	57	58	59	60

Установлено, что число импульсов в секунду в отношении Fe и Cu со стороны скошенного края больше, чем со стороны подрывтого края. Интенсивность флуоресцентного излучения Fe и Cu в краях раны, образованной ударом под прямым углом, занимает промежуточное положение.

Превышение отложения основных металлов сплава со стороны скошенного края вполне можно объяснить большей протяженностью контакта поверхности клина топора у его лезвия с поверхностью кожи со стороны скошенного края в момент образования повреждения.

В опытах с оржавленным топором № 1 (табл. 6) содержание привнесённого Fe выше в 2,7 раза при первом ударе оржавленным топором (соответственно 45,8 и 17,1%) и в 1,5 раза при втором ударе таким топором (соответственно 21,8 и 14,2%). К третьему удару разница нивелируется.

Таблица 6. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях трёх рубленых *ран кожи*, последовательно нанесённых под прямым углом топором с оржавленной поверхностью клина (на примере *топора № 1*)

Металлы	Контроль	Первый удар	Второй удар	Третий удар
Fe	618	901	753	687
Cu	2086	4007	3835	3668
Mn	88	93	92	95
Zn	981	1012	1021	1006
Сг	59	62	65	63

Это свидетельствует как о значительной «маскирующей плёнке» окислов Fe на оржавленной поверхности, так о недостаточной прочности их связи с подлежащим основным сплавом.

Другая картина наблюдается в отношении второго элемента в сплаве топора № 1 – Cu. Привнесение Cu в края рубленых ран, причинённых первым ударом неоржавленного топора, было в 1,5 раза выше, чем оржавленным топором (соответственно 66,0 и 49,2%), второго удара – в 1,6 раза (соответственно 58,1 и 21,8%), третьего удара – в 1,5 раза (соответственно 53,3 и 36,6%). Сопоставление результатов даёт основание считать, что «снижение» уровня привнесения Cu вероятнее всего происходит за счёт легко смещаемого поверхностного оржавляющего слоя окислов Fe, «прикрывающего» другой основной элемент сплава топора.

Доказано, что тонкая хлопчатобумажная ткань хуже, чем кожа человека воспринимает металлы, входящие в сплав клина топора (табл. 7). Если в зоне действия лезвия отложения Fe на поврежденной коже при трёх последовательных ударах колебались от 17,1 до 11,2%, а Cu – от 66,0 до 53,3%, то на хлопчатобумажной ткани Fe – от 15,7 до 11,2%, а Cu – от 43,3 до 17,7%. В зоне действия носка клина топора наблюдалось превышение Fe от 23,2 до 12,2%, Cu – от 90,9 до 57,5%, на тонкой хлопчатобумажной ткани зафиксировано превышение Fe от 21,8 до 11,9% , а Cu – от 54,5 до 21,3%.

Таблица 7. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях и концах повреждений на *хлопчатобумажной ткани* (бязь) при трёх последовательных ударах топором (на примере *топора № 1*)

Металлы	Контроль	Первый удар		Второй удар		Третий удар	
		лезвие	носок	лезвие	носок	лезвие	носок
Fe	679	784	827	768	780	756	759
Cu	2442	3501	3772	3436	3655	2874	2963
Mn	102	108	109	106	112	106	103
Zn	892	932	901	944	937	911	898
Сг	57	60	59	58	62	61	61

Несмотря на различную интенсивность флуоресцентного излучения привнесённых металлов на коже и хлопчатобумажной ткани общие тенденции были одинаковы: а)



наибольшее привнесение металлов со стороны носка; б) наибольшее привнесение металлов при первом ударе; в) последовательное снижение количества металлов при каждом последующем ударе рубящим предметом. При проведении опытов с плотной хлопчатобумажной тканью получены более значимые результаты во всех случаях сходных опытов с тонкой хлопчатобумажной тканью.

В краях рубленых ран кожи, прикрытой тонкой и плотной хлопчатобумажной тканью, выявлено меньшее количественное отложение металлов в сопоставлении с рублеными ранами, причинёнными ударами по обнажённой коже. Причём, чем плотнее ткань, тем меньше количество металлов привносится в края рубленых ран подлежащей кожи.

Для определения особенностей привнесения металлов в края и концах рубленых ран кожи с подлежащей костью была проведена серия опытов, в ходе которой удары топором наносились по фрагментам боковой стенки грудной клетки с ребрами. Отложение металлов в краях и концах рубленых ран фиксировались в проекции расположения подлежащих ребер (табл. 8).

Таблица 8. Средняя интенсивность флуоресцентного излучения (имп/с) металлов в краях и концах рубленых ран, образованных последовательными ударами топором по фрагменту боковой стенки грудной клетки (на примере топора № 1)

Металлы	Контроль	Первый удар		Второй удар		Третий удар	
		лезвие	носок	лезвие	носок	лезвие	носок
Fe	610	731	763	704	742	688	709
Cu	2518	4418	5003	4176	4812	4003	4099
Mn	90	93	92	97	91	93	95
Zn	969	998	989	977	991	979	999
Сг	57	58	58	57	59	61	60

Если сравнивать эти результаты с полученными в опытах с обнажённой изолированной кожей, заметно существенно большее привнесение Fe и Cu в опытах с фрагментами боковой стенки грудной клетки: а) в зоне действия лезвия в опытах с фрагментом боковой стенки грудной клетки привнесение Fe на 1,6–2,7% больше, а в зоне действия носка – больше на 2,1–7,4%; б) в зоне действия лезвия в опытах с фрагментом боковой стенки грудной клетки привнесение Cu на 5,6–15,5% больше, а в зоне действия носка – больше на 4,8–7,9%.

Приведённые результаты показывают, что уровень привнесения металлов сплава рубящего предмета зависит не только от наличия или отсутствия наружного покрытия («одежды»), но и от прочности подлежащих анатомических структур (костей). Поэтому при экспериментальном воспроизведении рубленых ран в конкретных условиях должны учитываться особенности анатомического строения поражаемых биологических объектов.

Для определения влияния на привнесение металлов в края рубленых повреждений наслоений на поверхности клина топора использована ружейная смазка, которая наносилась тонким слоем на противоположные поверхности клина топора в виде полосы шириной 2 см на участке, включавшем лезвие. Повреждаемым объектом была плотная ткань.

Установлено, что в краях рубленых повреждений, причинённых топором №1, обработанным ружейной смазкой, Fe оказалось в 2,2 раза меньше, чем в краях рубленых повреждений, образовавшихся от действия топора № 1, не обработанных смазкой (соответственно 14,8 и 32,0%). Сходные закономерности имели место в отношении других металлов, в краях рубленых повреждений, причинённых топорами №№ 2 и 3.

Ружейная смазка существенно снижает привнесение металлов в края рубленых повреждений основных металлов сплава повреждающего топора. С другой стороны, несмотря на снижение уровня привнесения металлов, она не препятствует качественному достоверному доказательству присутствия основных металлов, входящих в сплав клина топора, причинившего конкретное рубленое повреждение.

В целом приведённые данные показывают высокую информативность РСФА при судебно–медицинском исследовании рубленых повреждений.

## **ВЫВОДЫ**

1. Количество судебно–медицинских исследований таких повреждений в Северо–Западном и Южном Федеральных округах в 2005–2010 гг. не имело тенденции к снижению, составляя в среднем 11% в структуре смертельной острой травмы, которая за этот же период сократилась почти на треть. Качественный уровень проанализированных судебно–медицинских экспертиз оказался низким по причине неполного описания повреждений, некорректного использования или игнорирования лабораторных и инструментальных методов исследования, составления диагноза без учёта патогенетического принципа, отсутствия обоснования большинства выводов, низкого качества документирования результатов экспертных исследований.

2. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ позволяет установить особенности привнесения металлов клина топора в края рубленых повреждений биологических и небиологических тканей в зависимости от класса стали и дополнительного покрытия. Основное дифференцирующее значение при этом имеет исследование интенсивности флуоресцентного излучения таких металлов, как Fe, Cu, Mn, Zn и Cr. Техническое состояние и загрязнение поверхности клина топора влияет на качественный и количественный состав привнесённых химических элементов (наличие у поверхности клина топора оржавленной поверхности повышает привнесение металлов в края рубленых повреждений, ружейная смазка – снижает). Однако, это не препятствует качественному анализу основных металлов, входящих в сплав травмирующего предмета.

3. При судебно–медицинском исследовании рубленых ран и повреждений одежды РСФА позволяет устанавливать такие характеристики механизма образования повреждений как последовательность нанесения нескольких рубленых повреждений (при каждом последующем ударе откладывается меньшее количество металлов) и действие рубящего предмета отвесно или под углом (интенсивность флуоресцентного излучения больше со стороны скошенного края, чем со стороны подрытого). Как при однократных, так и при многократных воздействиях количество основных металлов, входящих в состав сплава и покрытия клина топора, в краях рубленых повреждений биологических и небиологических объектов в зоне действия лезвия меньше, чем в зоне действия носка (пятки) клина топора.

4. На качественное и количественное привнесение основных металлов сплава клина топора в края и концы рубленых ран и повреждений текстильной ткани влияют

наличие, характер и плотность преграды (чем плотнее преграда, тем меньше количество металлов привносится) и особенности анатомических тканей в проекции рубленых повреждений (чем плотнее подлежащие ткани, тем больше привносится основных металлов клина топора).

5. Объективность и эффективность использования РСФА в экспертной практике обеспечиваются последовательным соблюдением следующих условий: исследованию подвергается только нативный объект; проведение РСФА производится до выполнения методик, изменяющих первоначальное состояние объекта исследования; кожный лоскут и поврежденная текстильная ткань подвергаются предварительной специальной подготовке; выбор зоны исследования рубленого повреждения, контрольного участка, перечня подлежащих анализу металлов и режима работы прибора отвечает поставленным исследовательским задачам; оценка полученных результатов носит комплексный характер и базируется на данных морфологического, рентгеноспектрального и других методов исследований.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по подготовке, проведению и оценке результатов РСФА**

1. Изъятие кожных лоскутов с рублеными ранами производится судебно-медицинским экспертом при проведении секционного исследования трупа. Кожные лоскуты должны быть размерами не менее 5x5см и не более 10x10см с равномерно удаленной подкожной жировой клетчаткой до толщины не более 0,5см, подсушены при комнатной температуре, помещены на большие по размерам листы картона с маркировками и ориентирами. Для транспортировки каждый лист картона с расположенным на нём кожным лоскутом помещается в отдельный чистый промаркированный пакет из кальки.

2. При наличии одежды рубленые повреждения исследуют на материале первой преграды: вырезают участок материала с расположенным на нём повреждением, размеры участка должны быть не менее 5x5см и не более 10x10см. Каждый участок материала маркируется и для транспортировки помещается в отдельный промаркированный пакет из кальки.

3. Объект с повреждением помещают в кювету пробозагрузочного устройства прибора так, чтобы поверхность объекта была выровнена по уровню кюветодержателя. Исследуемая поверхность не должна содержать выступающих по высоте рельефных неоднородностей (свертков сухой крови, складок кожи, волос). Если таковые присутствуют, их сглаживают путём покрытия лавсановой плёнкой.

4. Для определения уровня фонового излучения первоначально исследуется контрольная зона, выбранная на представленном объекте и расположенная в 1см от рубленого повреждения.

5. При исследовании контрольной зоны и зоны с повреждением используют диафрагму из листового алюминия толщиной 1мм с прямоугольным отверстием размерами 10,0x2,0мм, которое располагается над исследуемой зоной.

6. При проведении исследований следует измерять уровень железа, меди, марганца, хрома, цинка. Измерения проводятся трёхкратно в контрольной зоне и в каждом конце повреждения с шагом сканирования 1mÅ, временем экспозиции 15 с, диапазоном

длин волн  $\pm 10 \text{ m}\text{\AA}$  от справочного значения длины волны аналитических линий исследованных химических элементов.

7. После выполнения измерений полученное среднее значение фоновой интенсивности излучения для каждого исследованного элемента сравнивается с интенсивностью характеристического излучения исследованного элемента в исследованной зоне повреждения.

8. Контрольный участок на материале одежды должен быть сходным по наличию красителей и рельефу с участками, где расположены подлинные или экспериментальные повреждения. Если участок с повреждением содержит значительное количество засохшей крови, то контрольный участок следует выбирать также с наличием крови.

9. При нанесении экспериментальных повреждений следует учитывать участок «рабочей» зоны топора (лезвие, носок, пятка); наличие или отсутствие оржавления и инородных наслоений на клине топора; наличие, характер и число слоев одежды; характер первого слоя одежды; наличие подлежащих плотных анатомических образований в проекции рубленого повреждения.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Исмаилов, М.Т. Рентгенфлюоресцентный анализ при судебно-медицинской экспертизе рубленых повреждений / М.Т. Исмаилов // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. – 2012. - № 1. – С. 63-68.

2. Ягмуров, О.Д. Судебно–медицинская характеристика рубленых повреждений / О.Д. Ягмуров, М.Т. Исмаилов // Ученые записки Первого государственного Санкт-Петербургского медицинского университета. – 2012. – № 4. – С. 86–90.

3. Ягмуров, О.Д. Практика судебно–медицинской экспертизы рубленых повреждений / О.Д. Ягмуров, М.Т. Исмаилов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10. – С. 406–410.

4. Ягмуров, О.Д. Частные рекомендации по подготовке, проведению и оценке результатов рентгенфлюоресцентного анализа / О.Д. Ягмуров, В.Н. Олейник, М.Т. Исмаилов / Актуальные аспекты судебно–медицинской экспертизы производственного травматизма: Материалы межрегиональной научно-практической конференции / под ред. Э.С. Наумова. – Петрозаводск, 2014. –С. 95-97.

5. Исмаилов, М.Т. Судебно-медицинская диагностика свойств рубящего предмета и механизма его действия основе рентгеноспектрального флуоресцентного анализа / М.Т. Исмаилов // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. – 2015. - № 4 (17). – С. 59-63.