

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16201>

# Судебно-медицинская характеристика повреждений, полученных при взрыве оборонительных гранат

В.А. Кузьмина<sup>1</sup>, С.В. Леонов<sup>1,2</sup>, П.В. Пинчук<sup>1,3</sup>, А.А. Халиков<sup>4</sup><sup>1</sup> 111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз, Москва, Россия;<sup>2</sup> Российский университет медицины, Москва, Россия;<sup>3</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;<sup>4</sup> Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Изучение судебно-медицинских аспектов взрывной травмы, вызванной поражающими факторами при взрыве ручных осколочных гранат, в настоящее время представляет особый интерес в связи с большой частотой встречаемости и отсутствием дифференциально-диагностических критериев.

**Цель исследования** — изучить морфологические особенности повреждений, полученных при взрыве ручных осколочных гранат оборонительного типа Ф-1 и РГО.

**Материалы и методы.** Исследование проведено с использованием визуального и метрического методов, а также методик наблюдения, сравнения, обобщения и систематизации полученных данных. Для анализа микроструктуры объектов применены сканирующая электронная микроскопия и энергодисперсионный рентгеновский анализ, выполненные с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi FlexSem1000 II и энергодисперсионного рентгеновского спектрометра Bruker Quantax 80.

**Результаты.** Проведён анализ морфологических особенностей повреждений, причинённых поражающими факторами при взрыве наиболее часто используемых оборонительных ручных осколочных гранат на различных расстояниях.

**Заключение.** Установленные морфологические особенности повреждений, причинённых поражающими факторами при взрыве ручных осколочных гранат Ф-1 и РГО, свидетельствуют, что по характеру отложения копоти, количеству и морфологии повреждений ткани и биологического объекта можно достаточно точно установить тип гранаты и расстояние до эпицентра взрыва. Сканирующая электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ позволили выявить характерный химический состав поражающих элементов.

**Ключевые слова:** взрывная травма; ручные осколочные гранаты; осколочные повреждения.

### Как цитировать:

Кузьмина В.А., Леонов С.В., Пинчук П.В., Халиков А.А. Судебно-медицинская характеристика повреждений, полученных при взрыве оборонительных гранат // Судебная медицина. 2025. Т. 11, № 1. С. 25–33. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16201>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16201>

# Forensic characteristics of injuries sustained during the explosion of defensive grenades

Vera A. Kuzmina<sup>1</sup>, Sergey V. Leonov<sup>1,2</sup>, Pavel V. Pinchuk<sup>1,3</sup>, Airat A. Khalikov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Russian University of Medicine, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

<sup>4</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The forensic examination of explosive injuries caused by fragmentation hand grenades is currently of particular interest because of high incidence and the lack of differential diagnostic criteria.

**AIM:** To examine the morphological characteristics of injuries associated with the detonation of defensive fragmentation hand grenades F-1 and RGO.

**MATERIALS AND METHODS:** The present study was conducted by visual assessments and measurements, along with observation, comparison, generalization, and systematization of the results obtained. Scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray spectroscopy were performed using a Hitachi FlexSem1000 II scanning electron microscope and a Bruker Quantax 80 energy-dispersive X-ray spectrometer for microstructural analysis.

**RESULTS:** A detailed morphology of the explosive injury caused by the most commonly used defensive fragmentation hand grenades at varying distances was analyzed.

**CONCLUSIONS:** The established morphological characteristics of the explosive injury caused by F-1 and RGO fragmentation hand grenades suggest that the type of grenade and the distance to the explosion epicenter can be reliably determined by the pattern of soot deposition, the number and morphology of tissue and biological object injuries. Scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray spectroscopy revealed the typical chemical composition of the damaging elements.

**Keywords:** explosive injury; fragmentation hand grenades; fragmentation injury.

### To cite this article:

Kuzmina VA, Leonov SV, Pinchuk PV, Khalikov AA. Forensic characteristics of injuries sustained during the explosion of defensive grenades. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2025;11(1):25–33. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16201>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16201>

# 防御性手榴弹爆炸伤害的法医鉴定

Vera A. Kuzmina<sup>1</sup>, Sergey V. Leonov<sup>1,2</sup>, Pavel V. Pinchuk<sup>1,3</sup>, Airat A. Khalikov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Russian University of Medicine, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

<sup>4</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

## 简介

**理由。**由于手榴弹爆炸造成伤害的因素导致的爆炸损伤的法医学研究目前因发生率很高，且缺乏鉴别诊断标准，具有很高需求。

**研究目的。**研究防御型F-1和RGO手榴弹爆炸损伤的形态特征。

**材料和方法。**这项研究通过视觉和度量方法，以及观察、比较、总结和系统化获得的数据的方法进行。为分析物体的微观结构，通过扫描电子显微镜 Hitachi FlexSem1000 II和能量扩散X射线谱仪Bruker Quantax 80进行扫描电子显微镜检查和能量扩散X射线分析。

**结果。**分析了最常用的防御破片型手榴弹在不同距离爆炸时的破坏因素造成的损伤形态特征。

**结论。**F-1和RGO手榴弹爆炸过程中破坏因素造成的损伤的既定形态特征表明，根据烟尘沉积的性质、组织和生物物体损伤的数量和形态，可以十分准确地确定手榴弹的类型和距爆炸震中的距离。扫描电子显微镜检查和能量色散分析揭示了破坏元素的特征化学成分。

**关键词：**爆炸伤；破片型手榴弹；弹片损伤。

## 引用本文：

Kuzmina VA, Leonov SV, Pinchuk PV, Khalikov AA. 防御性手榴弹爆炸伤害的法医鉴定. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2025;11(1):25–33.

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16201>

## ОБОСНОВАНИЕ

Доля повреждений, обусловленных взрывами различных взрывных устройств, в последнее время неуклонно растёт [1–3]. В связи с этим взрывная травма остаётся одной из актуальных проблем судебной медицины. В настоящее время судебно-медицинские эксперты располагают ограниченными сведениями, позволяющими дифференцировать вид взрывного устройства и определить расстояние до эпицентра взрыва на основании морфологических особенностей повреждений на одежде и теле пострадавших. Это подчёркивает необходимость дальнейших исследований и разработки дифференциально-диагностических критериев повреждений, возникающих при взрыве гранат различных образцов [4–6].

Наиболее распространёнными взрывными устройствами остаются ручные осколочные гранаты. Различают гранаты:

- оборонительные;
- наступательные;
- противотанковые.

Из оборонительных гранат наиболее широко применяют Ф-1 (ручная граната дистанционного действия) и РГО (ручная осколочная оборонительная граната).

Корпус гранаты Ф-1 изготовлен из чугуна и представляет собой эллипсоид с толщиной стенки 4–9 мм с тремя окружными и восьмью продольными пазами. В качестве взрывчатого вещества используют тротил массой 50–56 г, а для подрыва применяют запалы типа УЗРГМ<sup>1</sup> (УЗРГМ-2<sup>2</sup>). Согласно данным современной литературы, при взрыве гранаты образуется примерно 1000 осколков массой 0,1–1 г (осколки массой более 0,8 г составляют около 4%). Они имеют произвольную форму и разлетаются со скоростью около 700–800 м/с. Общий радиус поражения составляет ~35–50 м, тогда как радиус эффективного поражения — около 4–5 м [7].

Корпус гранаты РГО изготовлен из стали, имеет насечки для обеспечения дробления оболочки на осколки. В качестве взрывчатого вещества используют тротил-гексогеновую смесь массой около 90 г. Взрывателем является запал типа УДЗ<sup>3</sup>. При взрыве данной гранаты образуется 650–700 осколков массой 0,4–0,45 г, летящих со скоростью порядка 1200 м/с. Общий радиус поражения составляет 50–100 м, тогда как радиус эффективного поражения — примерно 12–20 м [7].

## ЦЕЛЬ

Установление характерных морфологических особенностей повреждений ткани одежды и биологического имитатора тела человека при взрыве ручных осколочных гранат Ф-1 и РГО.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено экспериментальное одноцентровое одномоментное неконтролируемое исследование.

### Условия проведения

Взрывы ручных осколочных гранат Ф-1 и РГО проводили в полевых условиях на специально оборудованном полигоне. Снаряжённые гранаты закрепили жёстко в углублении грунта. Подрыв производили дистанционным методом с помощью длинного плетёного шнура, прикреплённого за кольцо запала. В качестве биологической мишени использовали имитатор тела человека — части туши свиньи (передняя рулька с кожей без волосяного покрова и термической обработки), закреплённые на жёсткой подложке из древесно-стружечной плиты размером 0,43×0,40 м. Все биологические мишени обёрнуты в белую хлопчатобумажную ткань (бязь) с примесью вискозы (до 5%) размером 0,4×0,7 м. Взрывы производили на фиксированных расстояниях: контактно, 20, 50 и 100 см от мишени, расположенной на 20 см выше уровня взрывного устройства. Всего изучено 24 мишени (по 3 в каждой серии экспериментов). Исследование поражённых объектов проводили макро- и микроскопически с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi FlexSem 1000 II® (Hitachi HT, Япония) и энергодисперсионного рентгеновского спектрометра Bruker Quantax 80® (Bruker Physik AG, Германия). Сканирование осуществляли в режиме низкого вакуума (VP-SEM 30 Pa). Применяли увеличение от 45 до 650 крат. Ускоряющее напряжение составило 15 кВ, величина силы поглощённого тока — 600–800 пА, рабочая дистанция — 12 мм. Набор спектра осуществляли в автоматическом режиме до получения статистически достоверного результата (1 млн импульсов). При исследовании выполняли визуальную макроскопическую оценку морфологии осколков гранат, установление их элементного состава и картирование (получение карт распределения химических элементов). Перед проведением сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионной

<sup>1</sup> Унифицированный запал ручной гранаты модернизированный — модель запала, содержащая внутри алюминиевой втулки замедлителя медленногорящий малогазовый пиротехнический состав с высокой стабильностью горения и азидовый капсуль-детонатор в алюминиевой гильзе.

<sup>2</sup> Унифицированный запал ручной гранаты модернизированный-2 — модель запала, содержащая менее гигроскопичный замедлительный состав со скоростью горения, не зависящей от температуры окружающей среды.

<sup>3</sup> Ударно-дистанционный запал — механический запал, предназначенный для подрыва ручных осколочно-фугасных гранат.

рентгеновской спектроскопией осколков гранат, извлечённых из биологической мишени, удаляли крупные наложения мягких тканей, затем выполняли двукратное обезжиривание в ацетоне.

### Этическая экспертиза

Этическую экспертизу не проводили, поскольку в исследовании не принимали участие лабораторные животные.

### Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывали.

Методы статистического анализа данных: фиксировали частоту повтора величин с одинаковым значением диагностического признака. Вероятность встречаемости признака определяли путём соотношения частоты встречаемости определённого признака к общему количеству наблюдений в пределах группы и она составляла 1. Статистическую обработку данных элементного состава осколков проводили в автоматическом режиме с помощью программного обеспечения энергодисперсионного рентгеновского спектрометра Bruker Quantax 80® (Bruker Physik AG, Германия).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При контактном взрыве гранаты Ф-1 отмечено фрагментирование биологической и тканевой мишени с разлётом фрагментов в радиусе до 14 м. Часть фрагментов не найдена. Обнаруженные фрагменты хлопчатобумажной ткани с бахромчатыми краями имели размеры от 2×1 до 30×25 см, на части из них обнаружено сплошное чёрное отложение копоти. Биологические фрагменты представлены мягкими тканями, костными отломками размерами от 0,7×0,5 до 5×3 см и мягкими тканями с фрагментами костей. На некоторых фрагментах отмечено сплошное чёрное отложение копоти (рис. 1, *a*).

При взрыве гранаты Ф-1 на расстоянии 20 см наблюдали чёрное сплошное равномерное отложение копоти

на ткани и биологическом объекте. Множественные повреждения хлопчатобумажной ткани (35±7), распределённые равномерно по площади мишени, имели округлую или звёздчатую форму, а их размеры варьировали от 0,1×0,1 до 1×0,7 см. Фрагменты ткани обладали неровными (бахромчатыми) краями с её дефектом в центре повреждений. Множественные слепые повреждения биологической мишени (не менее 40) имели округлую или овальную форму. Их размеры варьировали от 0,1×0,1 до 0,7×0,5 см и они характеризовались признаками отложения чёрной копоти на периферии. Размеры осколков, обнаруженных в конце раневых каналов, варьировали от 0,1×0,1 до 0,7×0,5×0,5 см (рис. 2, *a*).



Рис. 2. Вид осколков гранат Ф-1 и РГО: *a* — осколки, извлечённые из биологического имитатора тела человека после взрыва гранаты Ф-1 на расстоянии 20 см от мишени; *b* — осколки, извлечённые из биологической мишени после контактного взрыва гранаты РГО.  
Fig. 2. View of fragments from F-1 and RGO grenades: *a* — fragments extracted from a biological simulator of the human body after the explosion of F-1 grenade at a distance of 20 cm from the target; *b* — fragments extracted from a biological target after the contact explosion of RGO grenade.

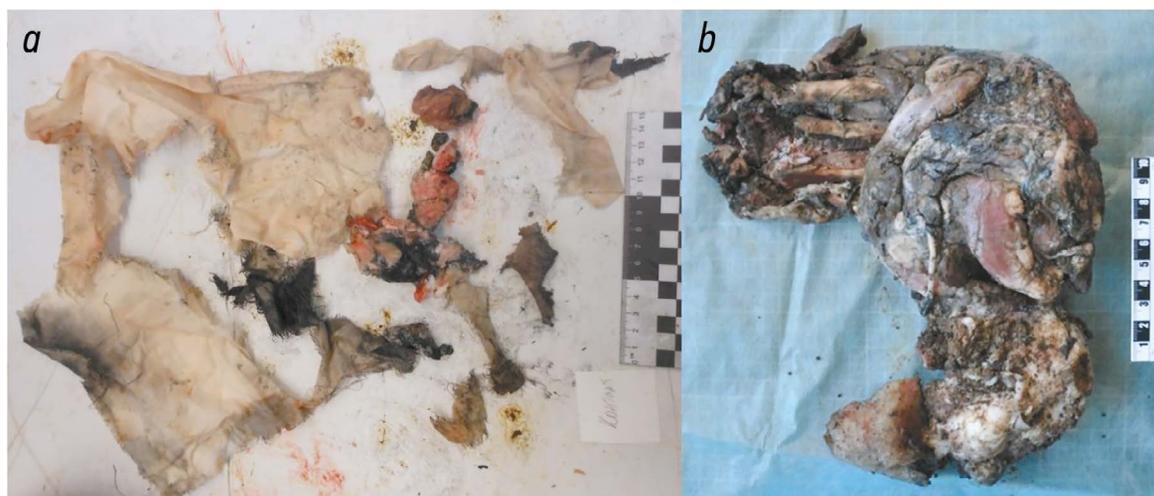


Рис. 1. Вид хлопчатобумажной ткани и фрагментов имитатора тела человека при контактном взрыве Ф-1 (*a*) и РГО (*b*).  
Fig. 1. A view of cotton fabric and fragments of a human body simulator during a contact explosion of F-1 (*a*) and RGO (*b*).

При взрыве гранаты Ф-1 на расстоянии 50 см наблюдали тёмно-серое сплошное отложение копоти на хлопчатобумажной ткани и светло-серое — на биологическом имитаторе. Сквозные повреждения тканевой мишени ( $17 \pm 3$ ), расположенные преимущественно в средней и нижней трети, обладали округлой, линейной, звёздчатой или Г-образной формой. Они имели размеры от  $0,1 \times 0,2$  до  $6,5 \times 1,5$  см и неровные (бахромчатые) несопоставимые края. Множественные повреждения биологической мишени (не менее 15–18) были слепыми (с вероятностью 0,8) или касательными (с вероятностью 0,2), округлой или овальной формы. Их размеры варьировали от  $0,2 \times 0,3$  до  $5,5 \times 4,5$  см. Отмечено отложение чёрной копоти на периферии повреждений и по ходу раневого канала (рис. 3, *a*). Размеры осколков, обнаруженных в конце раневых каналов, составляли от  $0,2 \times 0,2 \times 0,1$  до  $0,5 \times 0,4 \times 0,3$  см.

При взрыве гранаты Ф-1 на расстоянии 100 см отмечали сплошное светло-серое наложение копоти на поверхности мишеней. Сквозные повреждения хлопчатобумажной ткани ( $5 \pm 2$ ), расположенные преимущественно в средней и нижней трети, были округлой или овальной формы и имели неровные (бахромчатые) несопоставимые

края. Их размеры варьировали от  $0,4 \times 0,6$  до  $1,2 \times 0,8$  см. Следует отметить, что на поверхности ткани в нижней трети выявлены множественные (не менее 5) металлические осколки тёмно-серого цвета, имеющие неправильно-прямоугольную форму и размеры от  $0,1 \times 0,1$  до  $0,2 \times 0,3 \times 0,1$  см. На биологической мишени выявлены касательные или слепые повреждения (3–5), характеризующиеся овальной или щелевидной формой. Их размеры варьировали от  $0,3 \times 0,3$  до  $2 \times 1,5$  см. Осколки, обнаруженные в конце раневых каналов, имели размеры от  $0,4 \times 0,2$  до  $0,6 \times 0,5$  см.

При контактном взрыве гранаты РГО отмечено чёрное сплошное равномерное отложение копоти на ткани мишени и биологическом объекте. Повреждения ткани имели лоскутный характер с разволокнёнными краями, а размеры лоскутов варьировали от  $1,5 \times 2,5$  до  $13 \times 5$  см. Отмечен выраженный дефект размером  $12 \times 8$  см. На биологическом имитаторе тела человека обнаружено обширное повреждение с разможжёнными и отслоёнными краями, характеризующееся выраженным дефектом мягких тканей. Кроме того, выявлены полные косоперечные переломы костей без дефекта костной ткани (см. рис. 1, *b*). В мягких тканях обнаружены



**Рис. 3.** Вид биологического имитатора тела человека: *a* — при взрыве гранаты Ф-1 на расстоянии 50 см; *b* — при взрыве гранаты РГО на расстоянии 100 см.

**Fig. 3.** A type of biological simulator of the human body: *a* — when an F-1 grenade explodes at a distance of 50 cm; *b* — when an RGO grenade explodes at a distance of 100 cm.

множественные металлические осколки прямоугольной формы и размерами от 0,5×0,5×0,1 до 2×1,5×0,1 см (см. рис. 2, b).

При взрыве гранаты РГО на расстоянии 20 см отмечено серое сплошное равномерное отложение копоти на хлопчатобумажной ткани и светло-серое — на биологическом объекте. Множественные сквозные и равномерно расположенные повреждения тканевой мишени (не менее 40) были различной формы (округлой, линейной или Г-образной). Они имели размеры от 0,5×0,2 до 6,5×1,5 см и края, несопоставимые с дефектом ткани. Кроме того, отмечено наличие разволокнённых и прерванных на разном уровне нитей по краям. Множественные сквозные повреждения биологической мишени (не менее 22) — щелевидной или звёздчатой формы. Они имели размеры от 0,5×0,3 до 2,5×2,5 см и мелковолнистые несопоставимые края.

При взрыве гранаты РГО выраженных различий в характере отложения копоти и морфологии повреждений, образующихся при взрыве на расстояниях 50 и 100 см, не выявлено. В частности, наблюдали островчатое бледно-серое отложение копоти на хлопчатобумажной ткани, которое отсутствовало на биологическом объекте. Единичные сквозные (1–3) повреждения ткани, расположенные преимущественно в нижней трети, были линейной или Г-образной формы. Они имели размеры от 0,5×0,3 до 3×1,6 см и сопоставимые края с разволокнёнными и прерванными на разном уровне нитями. Единичные повреждения (1–3) на биологическом имитаторе тела человека, обладающие щелевидной или неправильно-овальной формой, были поверхностными слепыми (с вероятностью 0,8) или сквозными. Их размеры варьировали от 0,5×0,3 до 3×2 см, а края были относительно ровные, но несопоставимые (дефект ткани), с отложением серой

**Таблица 1.** Дифференциально-диагностические критерии повреждений, причинённых поражающими факторами при взрыве ручных осколочных гранат Ф-1 и РГО на различных расстояниях, осколков и их элементного состава

**Table 1.** Differential diagnostic criteria for damage caused by damaging factors during the explosion of F-1 and RGO hand fragmentation grenades at various distances, fragments and their elemental composition

Граната Ф-1	Граната РГО
<i>Контактный взрыв</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>фрагментация мишени;</li> <li>фрагменты представлены мягкими тканями, костными отломками и мягкими тканями и с фрагментами костей;</li> <li>интенсивное отложением копоти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>чёрное сплошное отложение копоти по всей поверхности;</li> <li>одно обширное повреждение с разможжёнными отслоёнными краями;</li> <li>выраженный дефект мягких тканей;</li> <li>полные косопоперечные переломы костей без дефекта костной ткани</li> </ul>
<i>Взрыв на расстоянии 20 см</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>сплошное равномерное отложение копоти;</li> <li>множественные (не менее 40) слепые повреждения;</li> <li>округлой или овальной формы с центральным дефектом ткани;</li> <li>размеры повреждений — от 0,1×0,1 до 0,7×0,5 см;</li> <li>отложение чёрной копоти на периферии повреждений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>серое сплошное равномерное отложение копоти;</li> <li>множественные сквозные повреждения (не менее 22);</li> <li>щелевидной или звёздчатой формы;</li> <li>размеры повреждений — от 0,5×0,3 до 2,5×2,5 см;</li> <li>мелковолнистые несопоставимые края</li> </ul>
<i>Взрыв на расстоянии 50 см</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>тёмно-серое сплошное отложение копоти;</li> <li>множественные (не менее 15–18) слепые или касательные повреждения;</li> <li>округлой или овальной формы;</li> <li>размеры повреждений — от 0,2×0,3 до 5,5×4,5 см;</li> <li>отложение чёрной копоти на периферии повреждений и по ходу раневого канала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>островчатое бледно-серое отложение копоти;</li> <li>единичные (1–3) поверхностные слепые или сквозные повреждения;</li> <li>щелевидной или неправильно-овальной формы;</li> <li>размеры повреждений — от 0,5×0,3 до 3×2 см;</li> <li>относительно ровные, но несопоставимые края;</li> <li>отложение серой копоти на периферии повреждений</li> </ul>
<i>Взрыв на расстоянии 100 см</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>сплошное светло-серое наложение копоти;</li> <li>единичные (3–5) касательные или слепые повреждения;</li> <li>овальной или щелевидной формы с центральным дефектом ткани;</li> <li>размеры повреждений — от 0,3×0,3 до 2×1,5 см</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>повреждения имели схожие характеристики с теми, которые возникают при взрыве гранаты на расстоянии 50 см</li> </ul>
<i>Особенности осколков</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>различной геометрической формы;</li> <li>различных размеров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>преимущественно четырёхугольные;</li> <li>размеры — 0,5 см</li> </ul>
<i>Элементный состав осколков</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>железо (Fe);</li> <li>углерод (C);</li> <li>алюминий (Al)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>железо (Fe);</li> <li>цинк (Zn)</li> </ul>

копоти на периферии. Осколки, обнаруженные в конце раневых каналов, представляли собой четырёхугольные металлические фрагменты оболочки гранаты размером 0,2×0,2 см и толщиной 0,1 см, обладающие магнитными свойствами (см. рис. 3, б).

При исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа и энергодисперсионного рентгеновского спектрометра выявлены особенности поверхности осколков гранат и их характерный элементный состав. Для гранаты Ф-1 преобладающими в составе являлись железо с углеродом и небольшим количеством алюминия (углеродистая сталь), для РГО — железо с небольшим количеством цинка.

Дифференциально-диагностические критерии повреждений, причинённых поражающими факторами при взрыве ручных осколочных гранат Ф-1 и РГО на различных расстояниях, а также характеристика осколков и их элементного состава изложены в табл. 1.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты экспериментального исследования показывают, что по характеру отложения копоти и морфологии повреждений ткани и биологического объекта можно определить как расстояние до эпицентра взрыва, так и тип взрывного устройства. Полученные данные можно использовать при решении экспертных задач в рамках судебно-медицинских экспертиз травм, полученных в результате взрыва ручных осколочных гранат оборонительного типа (Ф-1 и РГО).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого экспериментального исследования установлены особенности отложения копоти и морфологические характеристики повреждений хлопчатобумажной ткани и биологического имитатора тела человека, полученных при взрыве оборонительных гранат Ф-1 и РГО. Сканирующая электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ позволили выявить характерный химический состав осколков изучаемых гранат.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Bozhchenko AP, Isakov VD, Yagmurov OD, et al. Dynamics and structure of forensic medical investigations of violent death in St. Petersburg over the past 10 years. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(3):37–46. doi: 10.17816/fm694 EDN: CKTKBD
- Evdokimov VI, Sivashchenko PP, Ivanov VV, Khominets VV. Medical and statistical indicators of injuries among contract military personnel (privates, sergeants and foreman) in the Armed Forces of the Russian Federation (2003–2019). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2020;(4):87–104. doi: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-87-104 EDN: DTBBDJ

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** В.А. Кузьмина — сбор данных, написание и редактирование текста рукописи; С.В. Леонов — сбор данных, научное редактирование рукописи; П.В. Пинчук, А.А. Халиков — научное редактирование рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Этическую экспертизу не проводили, поскольку в исследовании не принимали участие лабораторные животные. Источники финансирования. Отсутствуют.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным.** Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** V.A. Kuzmina: data collection, writing and editing the manuscript text; S.V. Leonov: data collection, scientific editing of the manuscript; P.V. Pinchuk, A.A. Khalikov: scientific editing of the manuscript. Thereby, all authors provided approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

**Ethics approval.** Ethical approval was not sought for the present study because the study did not involve laboratory animals. Funding sources. No funding.

**Disclosure of interests.** The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

**Statement of originality.** When creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

**Data availability statement.** The editorial policy on data sharing does not apply to this work.

**Generative AI.** Generative AI technologies were not used for this article creation.

**Provenance and peer-review.** This article was submitted to the Journal on an unsolicited basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board, and the scientific editor of the Journal participated in the peer-review.

- Pigolkin Yul, editor. *Forensic medicine and forensic medical examination: national guidelines*. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. (In Russ.) doi: 10.33029/9704-8267-4-FME-2024-1-784

- Kuzmina VA, Pinchuk PV, Leonov SV, Vereskunov AM. Forensic medical characteristics of injuries caused by damaging factors during the explosion of hand fragmentation grenades F-1, RGD-5, RGN. In: *Proceedings of the X Anniversary International Congress "Current issues of forensic medicine and expert practice — 2023"*. Moscow, 2023 Apr 19–20. Moscow: FME Association; 2023. P. 148–151. (In Russ.)

5. Kuzmina VA, Leonov SV, Pinchuk PV, et al. Forensic characteristic of damages caused by offensive grenades detonation. *Forensic Medical Expertise*. 2024;67(4):31–36. doi: 10.17116/sudmed20246704131 EDN: BVJXDU
6. Kuzmina VA, Leonov SV, Pinchuk PV. Morphological features of damage caused by the explosion of hand fragmentation grenades F-1. In: *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Forensic*

- medicine: history and modernity (on the 225th anniversary of the formation of the Department of Forensic Medicine of the Military Medical Academy)".* St. Petersburg, 2024 Mar 15. P. 62–65. EDN: IYDTPJ
7. Dildin YuM, Martynov VV, Semenov AYu, Shmyrev AA. *Explosive devices of industrial manufacture and their forensic investigation: a study guide*. Moscow; 1991. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Леонов Сергей Валерьевич**, д-р мед. наук, профессор;  
адрес: Россия, 105094, Москва, Госпитальная пл., д. 3;  
ORCID: 0000-0003-4228-8973;  
eLibrary SPIN: 2326-2920;  
e-mail: sleonoff@inbox.ru

**Кузьмина Вера Александровна**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-0694-673X;  
eLibrary SPIN: 1167-4112;  
e-mail: kuzminava@yandex.ru

**Пинчук Павел Васильевич**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0002-0223-2433;  
eLibrary SPIN: 7357-3038;  
e-mail: pinchuk1967@mail.ru

**Халиков Айрат Анварович**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0003-1045-5677;  
eLibrary SPIN: 1895-7300;  
e-mail: airat.expert@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Sergey V. Leonov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
address: 3 Hospital sq, Moscow, Russia, 105094;  
ORCID: 0000-0003-4228-8973;  
eLibrary SPIN: 2326-2920;  
e-mail: sleonoff@inbox.ru

**Vera A. Kuzmina**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0003-0694-673X;  
eLibrary SPIN: 1167-4112;  
e-mail: kuzminava@yandex.ru

**Pavel V. Pinchuk**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0002-0223-2433;  
eLibrary SPIN: 7357-3038;  
e-mail: pinchuk1967@mail.ru

**Airat A. Khalikov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0003-1045-5677;  
eLibrary SPIN: 1895-7300;  
e-mail: airat.expert@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author