

Судебно-медицинская характеристика признаков воздействия повреждающих факторов взрыва

М.А. Кислов^{1,2}, С.В. Леонов³, Е.Х. Баринов⁴, Е.А. Акулиничев⁵, Д.А. Зоткин⁵

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

² Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия;

³ 111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз, Москва, Россия;

⁴ Российский университет медицины, Москва, Россия;

⁵ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия.

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Применение взрывных устройств различной конфигурации в замкнутом пространстве по-разному воздействует на окружающие объекты, в том числе на мирное население. Воздействию повреждающих факторов взрыва в рассматриваемых условиях взрывной травмы соответствуют характерные для этого взрывные повреждения, что учитывалось при судебно-медицинской характеристике повреждающих факторов взрыва. Сформированные повреждения при воздействии повреждающих факторов взрыва характеризуются различными проявлениями и соответствующей последовательностью, которая может выражаться степенью воздействия повреждающих факторов взрыва на повреждаемый объект и тем самым способствовать определению центра взрыва.

Цель исследования — установление степени воздействия повреждающих факторов взрыва на повреждаемый объект по морфологическим признакам взрывных повреждений в исследуемых обстоятельствах взрыва, которые будут необходимы для реконструкции обстоятельств взрыва.

Материалы и методы. Исследование проводилось на основе документов архивного материала судебно-медицинских экспертиз летальных случаев взрывной травмы массового характера в условиях замкнутого пространства.

Результаты. Установлено, что комплексное воздействие повреждающих факторов взрыва на повреждаемые объекты обуславливает практически мгновенное формирование взрывных повреждений как одежды, так поверхностных и внутренних структур организма у пострадавших в исследуемом событии. Морфологические проявления таких повреждений имеют сложный, множественный, комбинированный, сочетанный характер. Все повреждения классифицированы с учётом их распределения на группы, характеризующие степень нарушения морфологических структур организма. Так, в общей структуре всех повреждений по степени встречаемости их признаков у пострадавших в исследуемом событии отмечены раны и дефекты мягких тканей (822; 23,6%), переломы костей (820; 23,5%), кровоизлияния (805; 23,1%), ссадины кожи (279; 7,9%), разможения (215; 6,2%), разрывы органов (76; 2,2%), механические повреждения одежды (382; 10,9%), термические повреждения одежды (91; 2,6%).

Заключение. Представленные данные характеризуют морфологическое многообразие и тяжесть взрывных повреждений в исследуемом событии, что в определённой мере может быть принято во внимание при реконструкции обстоятельств взрыва.

Ключевые слова: судебно-медицинская экспертиза; взрывная травма; характеристика взрывных повреждений; повреждающие факторы взрыва.

Как цитировать:

Кислов М.А., Леонов С.В., Баринов Е.Х., Акулиничев Е.А., Зоткин Д.А. Судебно-медицинская характеристика признаков воздействия повреждающих факторов взрыва // Судебная медицина. 2024. Т. 10, № 3. С. 000–000.

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16119>

Рукопись получена: 27.02.2024 Рукопись одобрена: 24.05.2024 Опубликовано online: 06.07.2024

Forensic characterisation of signs of exposure to the damaging factors of an explosion

Maksim A. Kislov^{1,2}, Sergey V. Leonov³, Evgeny Kh. Barinov⁴, Egor A. Akulinichev⁵, Dmitry A. Zotkin⁵

¹ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

² Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia;

³ Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russia;

⁴ Russian University of Medicine, Moscow, Russia;

⁵ The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The use of explosive devices of different configurations in a confined space affects the surrounding objects, including the civilian population, in different ways. The effects of the impact factors of the explosion in the considered conditions of explosive traumav, correspond to those typical for this explosive damage, which were taken into account in the forensic characterisation of damaging factors of explosions in the explosive event under study. The injuries sustained during the impact of the damaging factors of explosions are characterised by different manifestations and the corresponding sequence. This can be expressed in the degree of impact of the damaging factors of explosions on the damaged object and thus contribute to the determination of the centre of the explosion.

AIM: To determine the extent of the impact of damaging factors of explosions on the damaged object by morphological signs of explosive damage in the investigated circumstances of the explosion. This will be necessary for the reconstruction of the circumstances of the explosion.

MATERIALS AND METHODS: The study was carried out on the basis of documents of archive material of forensic medical examinations of fatal cases of explosive trauma of mass character in conditions of confined space.

RESULTS: It has been established that the complex effect of damaging factors of explosions on the damaged objects causes almost instantaneous formation of explosive damage, both on clothing and surface and internal injuries in the victims of the studied event. The morphological manifestations of such injuries are of a complex, multiple, combined nature. All injuries were classified taking into account their distribution into groups characterising the degree of violation of morphological structures of the organism. Thus, in the general structure of all injuries according to the degree of occurrence of their signs in the victims of the studied event, the following were noted: wounds and soft tissue defects (822; 23.6%), fractures (820; 23.5%), haemorrhages (820; 23.5%), bleeding (820; 23.5%), haemorrhages

(805; 23.1%), skin abrasions (279; 7.9%), dislocations (215; 6.2%), organ ruptures (76; 2.2%), mechanical clothing injuries (382; 10.9%), thermal clothing injuries (91; 2.6%).

CONCLUSION: The presented data characterize the morphological diversity and severity of explosive damage in the studied event, which to some extent can be taken into account when reconstructing the circumstances of the explosion.

Keywords: forensic medical examination; explosive trauma; characterisation of explosive injuries; damaging factors of explosion.

To cite this article:

Kyslov MA, Leonov SV, Barinov EK, Akulinichev EA, Zotkin DA. Forensic characterisation of signs of exposure to the damaging factors of an explosion. *Russian Journal of Forensic Medicine.* 2024;10(3):000–000.

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16119>

Submitted: 27.02.2024 **Accepted:** 24.05.2024 **Published online:** 06.09.2024

Accepted for publication

ОБОСНОВАНИЕ

Существующее положение о том, что формирование взрывных повреждений — сложный, многокомпонентный физический процесс воздействия на организм человека повреждающих факторов взрыва под влиянием факторов окружающей среды, зависящий в том числе от состояния и свойств самого организма, является одним из основополагающих в судебной медицине взрывной травмы [1–10]. При этом общепринятыми являются существующие закономерности распространения повреждающих факторов взрыва от центра взрыва до повреждаемого биологического объекта, построенные на физической сущности взрыва как особого явления [1, 3, 11–13]. Тем не менее в судебной медицине взрывной травмы считается, что каждый эпизод взрыва — это неповторимое сочетание его условий и обстоятельств, определяющих механизм формирования взрывных повреждений, представляющий собой процесс образования множественных и обширных повреждений органов и тканей человека, а также его одежды [1, 3, 4, 6, 7, 12]. Установлено также, что степень и характер воздействия повреждающих факторов взрыва на человека зависят от ряда условий и обстоятельств, в которых происходит взрыв, определяемых как факторы внешней или окружающей среды [1, 3, 4, 8, 9]. Знание таких условий и обстоятельств взрыва необходимо для установления причинно-следственных связей между взрывными повреждениями и взрывом при решении задач судебно-медицинской экспертизы, а также судебной криминалистики при реконструкции событий взрыва [1, 3, 4, 6–10, 12, 14].

В этой связи в судебной медицине взрывной травмы под условиями и обстоятельствами взрыва понимаются факторы окружающей среды, от которых зависит характер взрывных повреждений. Так, условия взрыва сопрягаются прежде всего с мощностью взрывных устройств и дистанцией от центра взрыва до повреждаемого биологического объекта [1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13]. Обстоятельства взрыва характеризуются, как правило, плотностью пространства, в котором произошёл взрыв (воздух, вода, земля) [1, 3, 12, 15, 16]. Форма пространства, в которой происходит взрыв, а также взаимное расположение в ней предметов принимаются как конфигурация обстоятельств взрыва: открытая, полузакрытая, закрытая, ограниченная (замкнутая) [1, 3, 8, 10, 11, 16–23], при этом наибольшую научно-практическую ценность имеют характеристики факторов окружающей среды произошедшего взрыва, имеющие количественные значения, представленные конкретными цифровыми величинами, которые можно отнести к абсолютным критериям. Эти критерии распространяются на такие показатели условий взрыва, как мощность взрывных устройств [1, 8, 11, 14, 24], а также количество людей, одновременно пострадавших под воздействием повреждающих факторов взрыва [11, 25]. Наряду с вышеизложенными качественными значениями факторов окружающей среды произошедшего взрыва, не имеющие цифровых значений и воспринимаемые абстрактно, можно отнести к относительным критериям. Эти критерии распространяются на показатели условий взрыва, такие как дистанция от центра взрыва до повреждаемого биологического объекта [1, 3, 11, 12, 26], а также на показатели обстоятельств взрыва, такие как плотность пространства взрыва [27–31], его форма и конфигурация [1, 3, 4, 8, 10, 15, 16, 17–20, 22, 23, 25, 32, 33].

Выбор качественных или количественных показателей, характеризующих условия и обстоятельства взрыва, обусловлен значимостью наиболее достоверной оценки границ их влияния на формирование взрывных повреждений.

Цель исследования — установить степень воздействия повреждающих факторов взрыва на повреждаемый объект по морфологическим признакам взрывных

повреждений в исследуемых обстоятельствах взрыва, которые будут необходимы для реконструкции обстоятельств взрыва.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Наблюдательное одноцентровое проспективное выборочное неконтролируемое. Выборка материала для исследования производилась по характеристикам и свойствам, которые позволяли выявить закономерности распространения повреждающих факторов взрыва от центра взрыва до повреждаемого биологического объекта. Базой исследования служил архивный материал актов судебно-медицинских экспертиз массового случая взрывной травмы с воздействием на организм пострадавшего повреждающих факторов взрыва в условиях замкнутого пространства (взрывы в Московском метрополитене 2004 и 2010 годах).

Критерии соответствия

Критерии включения: все случаи смертельных исходов на месте происшествия от комбинированной взрывной травмы, полученной при взрыве в условиях замкнутого пространства, у лиц обоего пола в возрасте от 0 до 80 лет.

Критерии исключения: случаи смертельных исходов с применением взрывных устройств не в замкнутом пространстве у лиц в возрасте от 0 до 80 лет.

Условия проведения

Исследование выполнено на кафедре судебной медицины ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России.

Продолжительность исследования

Обработка полученного материала, последующая его компоновка и систематизация осуществлялись на протяжении 3 месяцев.

Описание этапов исследования

С учётом вышеназванных критериев для обработки данных проанализированы все случаи пострадавших в возрасте от 0 до 80 лет, на которых воздействовали повреждающие факторы взрыва от применённых взрывных устройств в упомянутых событиях обстоятельств взрыва.

Работа включала в себя несколько этапов.

На первом этапе исследования проводилась оценка обстоятельств взрыва. Для этого был изучен материал 102 актов судебно-медицинских экспертиз, проведённых ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» Департамента здравоохранения города Москвы, лиц, погибших от взрывной травмы в результате применения взрывных устройств в вагонах Московского метрополитена.

Второй этап подразумевал обработку базы данных, в которую помимо основных параметров были включены локализация повреждений на теле пострадавшего, воздействие повреждающих факторов взрыва и стороны их воздействия.

Третий этап, после статистической обработки полученных данных, которые позволили определить признаки условий, обстоятельств и конфигурации произошедших взрывов в рассматриваемых случаях и дали основание утверждать о воздействии на пострадавших одинаковых повреждающих факторов взрыва, а следовательно, идентичных по механизму и закономерностям формирования взрывных повреждений, позволил объединить все исследуемые случаи взрывов и рассматривать их как единый эпизод массовой взрывной травмы, являющийся моделью исследуемого события в замкнутом пространстве.

Таким образом, все полученные результаты мы можем использовать для определения расположения пострадавших во время взрыва, определить центр взрыва, что поможет выяснить обстоятельства исследуемого события.

Методы регистрации исходов

После статистической обработки полученных данных проводились их оценка и формирование, выбор качественных и количественных показателей, характеризующих условия и обстоятельства взрыва, которые обусловлены значимостью наиболее достоверной оценки повреждающих факторов взрыва. Для этого применялись различные методы системного анализа, синтеза, дедукции, сравнения и обобщения, которые можно применять в судебной медицине и при определении влияния повреждающих факторов взрыва, которые можно использовать для определения расстояния пострадавшего от центра взрыва и влияния на него повреждающих факторов взрыва.

Этические нормы

Исследование проводилось в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 года. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Сеченовского Университета (выписка из протокола № 18-21 от 26.10.2021).

Статистический анализ

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 8 for Windows 8.0. и Microsoft Excel. Использовали методику расчёта отношений величин: проценты (%), доли единицы. Для проверки на нормальность распределений применяли критерий Шапиро–Уилка, рассчитывали соотношение шансов. Оценку особенностей и частоты встречаемости повреждений проводили в соответствии с анатомической локализацией. Отдельно оценивали повреждения одежды, наружные повреждения мягких тканей, повреждения внутренних органов и переломы костей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объект (участники) исследования

Исследование основывалось на архивных данных, которые были получены из актов судебно-медицинских экспертиз лиц, пострадавших от применения взрывных устройств в замкнутом пространстве в 2004 и 2010 годах в Московском метрополитене.

Полученные результаты внесены в таблицу, где пострадавших на основе сведений архивного материала распределили по трём местам происшествий, сгруппированных и обобщённых по отражающим эти обстоятельства и условия признакам, позволяющим в последующем оценить каждый из них в зависимости от определённых повреждений на одежде и теле человека. По ходу исследования проводились определение повреждающих факторов взрыва, а также дифференциация повреждений в зависимости от выраженности воздействия повреждающих факторов взрыва. Обобщённые результаты сравнительной оценки количества повреждений, характерных для воздействия повреждающих факторов взрыва в материале исследуемого события относительно количества повреждений, характерных для воздействия взрывных газов, представлены в табл. 1.

Основные результаты исследования

После получения сведений по повреждениям, имеющим морфологические проявления, которые характерны для повреждающих факторов взрыва, отмечено отсутствие достоверных различий между количеством выявленных повреждений, характерных для ударной волны и взрывных газов с коэффициентом 0,76, что определяет ведущее ранговое место ударной волны и взрывных газов в воздействии на повреждаемый объект. Установлена также достоверность различий в количестве повреждений под воздействием вторичных факторов взрыва относительно количества повреждений под воздействием ударной волны, равная 32,00, что определяет второе ранговое место данного фактора в воздействии на повреждаемый объект. Достоверность различий количества повреждений под воздействием частиц взрывчатого вещества относительно количества повреждений под воздействием ударной волны, равная 66,30, определяет третье ранговое место данного фактора в воздействии на повреждаемый объект. Достоверность различий количества повреждений под воздействием осколков взрывных устройств, а также ударов о предмет при падении относительно количества повреждений под воздействием ударной волны, равная 93,40 по каждому из двух факторов, определяет четвёртое ранговое место данных факторов в воздействии на повреждаемый объект. Достоверность различий количества повреждений под воздействием сочетанного действия взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств относительно повреждений под воздействием ударной волны, равная 111,10, определяет пятое ранговое место в воздействии на повреждаемый объект. Обобщённые данные по степени воздействия повреждающих факторов взрыва на повреждаемый объект отражены на [рис. 1](#).

Представленные взрывные повреждения, полученные в исследуемом событии, формировались в большей степени под воздействием взрывного газа и ударной волны, занимающих первое ранговое место, составляя, соответственно, 27,2% ($n=950$) и 28,3% ($n=987$) повреждений. Вторичные факторы взрыва, занимающие по степени воздействия второе ранговое место, формируют 17,3% ($n=603$) повреждений. Преимущественные повреждения частицами взрывчатого вещества по степени воздействия занимают третье ранговое место, формируя 9,2% ($n=323$) повреждений. Воздействия осколками взрывных устройств занимают четвёртое ранговое место, формируя 7,9% ($n=276$) повреждений. Удары о предмет при падении по степени воздействия также занимают четвёртое ранговое место, формируя по 6,2% ($n=216$) повреждений. Сочетанное действие взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств, занимающее пятое ранговое место по степени воздействия, формирует 3,9% ($n=135$) повреждений.

Таким образом, результаты, обобщённые по степени воздействия повреждающих факторов взрыва, основаны на данных о повреждениях, в формировании которых отмечено преимущественное воздействие того или иного повреждающего фактора взрыва. Данное положение не противоречит общепринятому постулату о комплексном характере воздействия повреждающих факторов взрыва на пострадавших и формировании сочетанных взрывных повреждений. Отмеченная в исследовании неравномерность воздействия повреждающих факторов взрыва вполне закономерна, а преобладание воздействия ударной волны над воздействием взрывных газов, а также возрастание роли воздействия вторичных факторов взрыва обусловлены конфигурацией замкнутого пространства, в котором произошёл взрыв. Структура повреждающих факторов взрыва, степень воздействия которых обуславливает взрывные повреждения в исследуемых событиях, свидетельствует о

том, что под влиянием взрывных газов и ударной волны суммарно формируется 55,5% ($n=1937$) всех повреждений. Взрывной газ и ударная волна в совокупности с вторичными факторами взрыва формируют 72,8% ($n=2540$) всех повреждений. Под воздействием таких повреждающих факторов взрыва, как частицы взрывчатого вещества, осколки взрывных устройств, удары о предмет при падении, сочетанное действие взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств, формируется 27,2% ($n=950$) всех повреждений. Структура повреждающих факторов взрыва, формирующих взрывные повреждения в исследуемом событии, показана на рис. 2.

Таким образом, результаты оценки воздействия повреждающих факторов взрыва в реально произошедшем исследуемом событии, проведенной по количеству взрывных повреждений, характерных для воздействия каждого из факторов взрыва, свидетельствуют о том, что направленность их действия от центра взрыва к пострадавшим, а также степень воздействия зависят от конфигурации замкнутого пространства, являющегося одним из условий в формировании повреждений, характеризующих взрывную травму.

Если говорить о судебно-медицинской характеристике мощности взрыва в исследуемом событии, то повреждения, встречающиеся при взрывной травме, во многом зависят от мощности взрыва, определяемого мощностью взрывного устройства, измеряемого величиной тротилового эквивалента. При судебно-медицинской характеристике мощности взрывных устройств в исследуемых событиях ориентировались на принятую в практике судебной медицины классификацию, имеющую определённые величины, измеряемые в тротиловом эквиваленте: большой мощности (с зарядом массой более 250 г); средней мощности (с зарядом массой от 100 г до 250 г); малой мощности (с зарядом массой до 50–100 г). Ориентируясь на данную классификацию, взрывы в исследуемых событиях с учётом мощности взрывных устройств, составляющих 1,5–2,0 кг и 4,0 кг в тротиловом эквиваленте, относятся к категории большой мощности, что соответствует данным, отмеченным в протоколах судебно-медицинских экспертиз, а также в учебно-методической и специальной литературе по судебной медицине взрывной травмы [1, 34–36]. Данное обстоятельство взрыва принималось во внимание при судебно-медицинской характеристике условий формирования взрывной травмы, а также составляющих её повреждений.

Соответствие взрывных повреждений, отмеченных в архивном материале, воздействующим повреждающим факторам взрыва и литературным данным (ранее написанной статье) об их связи с дистанцией от центра взрыва до повреждаемого объекта, стало основой в проводимой судебно-медицинской характеристике данного показателя, являющегося одним из важных элементов обстоятельств взрыва и формирования взрывной травмы (табл. 2). Критериями для установления дистанции от центра взрыва до повреждаемого объекта в исследуемом событии принято считать воздействие взрывного газа и частиц взрывчатого вещества для близкой дистанции; воздействие ударной волны, сочетанного действия взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств для относительно близкой дистанции; воздействие осколками взрывных устройств, вторичными факторами взрыва, а также ударами о предметы при падении для неблизкой дистанции. При этом в каждой из названных дистанций выделяются зоны формирования взрывных повреждений, соответствующие воздействию на повреждаемый объект повреждающих факторов взрыва. Так, на близкой дистанции от центра взрыва до повреждаемого объекта — в зоне 1.1 — формируются повреждения под воздействием взрывного газа, а в зоне 1.2 — под воздействием частиц взрывчатого вещества. На относительно близкой

дистанции — в зоне 1.3 — формируются повреждения под воздействием ударной волны, а в зоне 1.4 — под сочетанным действием взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств. На неблизкой дистанции — в зоне 1.5 — формируются повреждения осколками взрывных устройств, в зоне 1.6 — под воздействием вторичных факторов взрыва, в зоне 1.7 — под воздействием ударов о предмет при падении. Как показано на **рис. 3**, на близкой дистанции и соответствующих ей зонах под воздействием взрывного газа и частиц взрывчатого вещества суммарно сформировано 1273 (36,5%) повреждений. На относительно близкой дистанции под воздействием ударной волны, сочетанного действия взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств суммарно сформировано 1122 (32,1%) повреждений. На неблизкой дистанции под воздействием осколков взрывных устройств, вторичных факторов взрыва, ударов о предмет при падении суммарно сформировано 1095 (31,4%) повреждений. Отмеченная структура распределения взрывных повреждений по дистанциям от центра взрыва определяется конфигурацией замкнутого пространства, ограничивающего активное действие повреждающих факторов взрыва, что характерно для исследуемого события.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что значительное большинство повреждений (68,6%) в исследуемых событиях были получены на близкой и относительно близкой дистанциях от центра взрыва. Кроме того, установленные критерии дистанции, характерные для исследуемых обстоятельств взрыва, целесообразно использовать при судебно-медицинском проведении реконструкции обстоятельств происшествия, при их моделировании в 3D-формате.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Взрывные повреждения зависят как от воздействия повреждающих факторов взрыва, так и от расположения людей по отношению к его центру, при этом у погибших формируются грубые дефекты тканей, которые указывают на расположение потерпевшего в момент взрыва. Поиск критериев позволит дифференцировать повреждающие факторы взрыва и тем самым будет способствовать дальнейшему их исследованию с последующим проведением реконструкции и моделирования места происшествия, в том числе 3D-моделирования, также возможно определение воздействия повреждающих факторов взрыва в процессе взрыва.

Обсуждение основного результата исследования

Согласно результатам нашего исследования с учётом анализа публикаций о судебно-медицинской экспертизе повреждений при взрывной травме установлено, что более развёрнутая характеристика дана в отечественной литературе. Разработаны классификации взрывной травмы, но при взрыве в замкнутом пространстве не отражены повреждающие факторы взрыва при их воздействии на погибших. Дальнейшее исследование данной проблемы позволит определить закономерности формирования повреждений, полученных при взрывной травме, дистанцию от центра взрыва, положение потерпевших и условия получения травм тела в замкнутом пространстве для последующей реконструкции происшествия с применением 3D-моделирования, а также доработать классификацию взрывной травмы в зависимости от условий и обстоятельств взрыва.

Ограничения исследования

Ограничением исследования послужило неполное описание морфологических эквивалентов повреждений, отражающих воздействие повреждающих факторов взрыва, которые должен анализировать эксперт. Вызывает затруднения и определение

морфологических повреждений на трупе, которые образовались от повреждающих факторов взрыва в условиях замкнутого пространства за счёт их многократного отражения от окружающих предметов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повреждающие факторы взрыва при применении взрывного устройства характеризуются морфологическим многообразием и тяжестью взрывных повреждений в исследуемом событии, что необходимо учитывать при реконструкции условий и обстоятельств взрыва. При их воздействии формируются обширные повреждения как в одежде, так и в тканях человеческого тела, что может указывать на нахождение пострадавшего в центре взрыва или в непосредственной близости от него. Число повреждений от воздействия взрывных устройств можно распределить по ранговому воздействию (место), что позволяет обобщить результаты с учётом данных о повреждениях. Критериями, по которым можно установить дистанцию взрыва, считаем воздействие взрывного газа и частицами взрывчатого вещества для близкой дистанции; сочетанное воздействие взрывного газа, ударной волны и осколков взрывных устройств для относительно близкой дистанции; воздействие осколками взрывных устройств, вторичными факторами взрыва, а также ударами о предметы при падении для неблизкой дистанции. При этом в каждой из названных дистанций выделяются зоны формирования взрывных повреждений, соответствующие воздействию повреждающих факторов взрыва.

По результатам исследования можно установить, что значительное количество повреждений получено на близкой или относительно близкой дистанции от центра взрыва взрывных устройств.

Таким образом, применённый методический подход в реконструкции условий обстоятельств взрыва и взрывных устройств можно использовать для решения судебно-криминалистических задач в случаях массовой взрывной травмы в замкнутом пространстве.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: М.А. Кислов – концепция работы; С.В. Леонов – статистическая обработка данных, написание текста статьи; Е. Х. Баринов – написание и редактирование текста статьи; Е. А. Акулиничев – статистическая обработка данных, перевод на английский язык редактирование текста статьи; Д. А. Зоткин – сбор и обработка данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the

work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. M.A. Kislov – concept of work; S.V. Leonov – statistical data processing, writing the text of the article; E. Kh. Barinov – writing and editing the text of the article; E. A. Akulinichev – statistical data processing, translation into English, editing the text of the article; D. A. Zotkin – data collection and processing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаков В.Д., Бабаханян Р.В., Матышев Л.Л., и др. Судебно-медицинская экспертиза взрывной травмы. Санкт-Петербург, 1997. 120 с.
2. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.Ф., Миннуллин И.П. Минно-взрывная травма. Санкт-Петербург: Альд, 1994. 488 с.
3. Попов В.Л. Взрыв. Судебно-медицинские аспекты: руководство для экспертов. Санкт-Петербург: Юридический центр, 2019. 296 с.
4. Попов В.Л. Некоторые теоретические проблемы судебно-медицинской экспертизы взрывной травмы // Судебно-медицинская экспертиза. 2015. Т. 58, № 4. С. 4–10. EDN: UGWJWP
5. Попов В.Л., Тюрин М.В., Макаров И.Ю., Фрадкина Н.А. Современное состояние и перспективы развития судебно-медицинской экспертизы взрывной травмы // Судебно-медицинская экспертиза. 2013. Т. 56, № 3. С. 25–30. EDN: QCNBPR
6. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство / под ред. Ю.И. Пиголкина. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. С. 307–328.
7. Томилин В.В., Пашинян Г.А. Руководство по судебной медицине. Москва: Медицина, 2001. 576 с.
8. Фрадкина Н.А., Ковалев А.В., Макаров И.Ю. Особенности судебно-медицинской реконструкции механизма повреждений у многочисленных пострадавших от взрыва устройства большой мощности // Судебно-медицинская экспертиза. 2013. Т. 56, № 2. С. 4–6. EDN: PYSSKJ
9. DuBoisa E., Bowersa K., Randob C. An examination of the spatial distribution of the tissue fragments created during a single explosive attack // Forensic Sci Int. 2017. Vol. 279. P. 122–129. doi: 10.1016/j.forsciint.2017.08.017
10. Galante N., Franceschetti L., del Sordo S., et al. Explosion-related deaths: An overview on forensic evaluation and implications // Forensic Sci Med Pathol. 2021. Vol. 17, N 3. P. 437–448. EDN: LOFQSG doi: 10.1007/s12024-021-00383-z
11. Кислов М.А., Макаров И.Ю., Леонов С.В., и др. Современное состояние вопроса взрывной травмы // Судебно-медицинская экспертиза. 2021. Т. 64, № 4. С. 68–72. EDN: ККОАНН doi: 10.17116/sudmed20216404168
12. Молчанов В.И. Судебно-медицинская экспертиза повреждений от взрыва. Ленинград: Военно-медицинская академия, 1962. 18 с.
13. Kislov M.A., Chauhan M., Krupin K.N., et al. Forensic pathological characteristics of explosion trauma in confined space terrorist mass fatalities classified with a 3-dimensional model // Leg Med J. 2022. Vol. 58. P. 102090. doi: 10.1016/j.legalmed.2022.102090
14. Зоткин Д.А., Кислов М.А., Крупин К.Н. Судебно-медицинская характеристика повреждений при массовом случае взрывной травмы // Вестник медицинского института «Реавиз». Реабилитация, врач и здоровье. 2021. № 1. С. 17–20. EDN: AFRXPF doi: 10.20340/vmi-rvz.2021.1.MORPH.1
15. Леонов С.В., Шакирьянова Ю.П. Особенности повреждений при взрыве в воде // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы: сборник статей. Вып. 19 / под ред. А.И. Авдеева, И.В. Власюка, А.В. Нестерова. Хабаровск, 2020. С. 84–86. EDN: DSYDJS

16. Leibovici D., Gofrit O.N., Stein M., et al. Blast injuries: Bus versus open-air bombings: A comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions // *J Trauma*. 1996. Vol. 41, N 6. P. 1030–1035. doi: 10.1097/00005373-199612000-00015
17. Тюрин М.В., Озерецковский Л.Б., Денисов А.В. Судебно-медицинские аспекты механогенеза взрывной травмы // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2013. Т. 56, № 3. С. 31–34. EDN: QCNBQV
18. Шмаров Л.А. Судебно-медицинская характеристика огнестрельных и взрывных повреждений, возникающих при различных видах террористических актов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.0024. Место защиты: Российский государственный медицинский университет. Москва, 2007. 24 с.
19. Aharonson-Daniel L., Klein Y., Peleg K.; ITG. Suicide bombers form a new injury profile // *Ann Surg*. 2006. Vol. 244, N 6. P. 1018–1023. doi: 10.1097/01.sla.0000225355.06362.0f
20. Edri I.E., Grisaro H.Y., Yankelevsky D.Z. TNT equivalency in an internal explosion event // *J Hazard Mater*. 2019. Vol. 374. P. 248–257. doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.04.043
21. Golan R., Soffer D., Givon A., et al. The ins and outs of terrorist bus explosions: Injury profiles of on-board explosions versus explosions occurring adjacent to a bus // *Injury*. 2014. Vol. 45, N 1. P. 39–43. doi: 10.1016/j.injury.2013.02.004
22. Kirkman E., Watts S., Cooper G. Blast injury research models // *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2011. Vol. 366, N 1562. P. 144–159. doi: 10.1098/rstb.2010.0240
23. Rigas F., Sklavounos S. Experimentally validated 3-D simulation of shock waves generated by dense explosives in confined complex geometries // *J Hazard Mater*. 2005. Vol. 121, N 1-3. P. 23–30. EDN: KJTSAD doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.01.031
24. Зоткин Д.А. Взрывная травма в судебной медицине // *Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы: сборник трудов конференции / под ред. А. И. Авдеева, И. В. Власюка. Вып. 13. Хабаровск, 2013. С. 74–76. EDN: ZSCDWJ*
25. Шаповалов В.М., Самохвалов И.М. Взрывные поражения при техногенных катастрофах и террористических актах // *Военно-медицинский журнал*. 2012. № 1. С. 25–33. EDN: ROOBTJ
26. Иванов П.Л., Шигеев В.Б., Жаров М.В. Комплексная судебно-медицинская молекулярно-генетическая экспертиза при ликвидации последствий акта терроризма в Московском метрополитене // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2005. Т. 48, № 6. С. 20–27. EDN: YLFHCP
27. Исаков В.Д. Механизмы поражающего действия факторов выстрела и их судебно-медицинская оценка (экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.24. Место защиты: Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. Ленинград, 1993. 40 с.
28. Лащенко Г.В. Минно-взрывная травма в условиях вооруженного конфликта (особенности клиники, диагностики, организации лечения): Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27. Ростов-на-Дону, 1999. 23 с.
29. Лоренц А.С., Фрадкина Н.А., Макаров И.Ю. Возможности судебно-медицинской экспертной оценки повреждающих факторов взрыва // *Актуальные проблемы судебно-медицинской экспертизы: сборник тезисов научно-практической конференции с международным участием. Москва, 2012. С. 149–152. EDN: XRQMNX*
30. Полушин Ю.С., Гаврилин С.В., Пащенко О.В. Оказание анестезиологической помощи группой медицинского усиления раненым в вооруженном конфликте // *Военно-медицинский журнал*. 2001. № 10. С. 23–26.
31. Huggins B. Trauma Physiology // *Nurs Clin North Am*. 1990. Vol. 25, N 1. P. 1–10.

32. Almogy G., Belzberg H., Mintz Y., et al. Suicide bombing attacks: Update and modifications to the protocol // *Ann Surg.* 2004. Vol. 239, N 3. P. 295–303. doi: 10.1097/01.sla.0000114014.63423.55
33. Yu M., Lv Q., Ding H., et al. Evaluation of blast injury patients from the 2015 Tianjin explosions in China // *Burns.* 2016. Vol. 42, N 5. P. 1133–1140. doi: 10.1016/j.burns.2016.03.004
34. Трухан А.П., Жидков С.А., Корик В.Е., Федоров К.А. Взрывная травма: сочетанная и комбинированная // *Военная медицина.* 2012. № 2. С. 82–84. EDN: RSDBMX
35. Фрадкина Н.А., Макаров И.Ю. Особенности реконструкции механизма взрывной травмы // *Актуальные проблемы судебно-медицинской экспертизы: сборник тезисов научно-практической конференции с международным участием, 1–18 мая 2012 г., Москва / под ред. Ю.И. Пиголкина, А.В. Ковалева.* Москва, 2012. С. 173–175.
36. Шигеев В.Б., Шигеев С.В. Огнестрельная и взрывная травма в Москве: судебно-медицинская эпидемиология и практика. Москва, 2005. С. 7–12.

REFERENCES

1. Isakov VD, Babakhanyan RV, Matyshev LL, et al. *Forensic medical expertise of explosive trauma.* Saint Petersburg; 1997. 120 p. (In Russ).
2. Nechaev EA, Gritsanov AI, Fomin NF, Minnullin IP. *Mine blast trauma.* Saint Petersburg: Al'd; 1994. 488 p. (In Russ).
3. Popov VL. *Explosion. Forensic aspects: A guide for experts.* Saint Petersburg: Yuridicheskii tsentr; 2019. 296 p. (In Russ).
4. Popov VL. Certain theoretical-methodological problems of forensic medical expertise of the blast injury. *Forensic medical expertise.* 2015;58(4):4–10. EDN: UGWJWP
5. Popov VL, Tiurin MV, Makarov II, Fradkina NA. The current state and prospects of the development of forensic medical expertise of the blast injury. *Forensic medical expertise.* 2013;56(3):25–30. EDN: QCNBPR
6. *Forensic medicine and forensic medical expertise: National guide.* Ed. by Y.I. Pigolkin. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. P. 307–328. (In Russ).
7. Tomilin VV, Pashinyan GA. *Manual on forensic medicine.* Moscow: Meditsina; 2001. 576 p. (In Russ).
8. Fradkina NA, Kovalev AV, Makarov II. Peculiarities of forensic medical reconstruction of the mechanism of injuries in numerous victims of the explosion of a high-capacity blasting device. *Forensic Med Exp.* 2013;56(2):4–6. EDN: PYSSKJ
9. DuBoisa E, Bowersa K, Randob C. An examination of the spatial distribution of the tissue fragments created during a single explosive attack. *Forensic Sci Int.* 2017;279:122–129. doi: 10.1016/j.forsciint.2017.08.017
10. Galante N, Franceschetti L, del Sordo S, et al. Explosion-related deaths: An overview on forensic evaluation and implications. *Forensic Sci Med Pathol.* 2021;17(3):437–448. EDN: LOFQSG doi: 10.1007/s12024-021-00383-z
11. Kislov MA, Makarov IYu, Leonov SV, et al. The current state of the issue on explosive injury. *Forensic medical expertise.* 2021;64(4):68–72. EDN: KKOANH doi: 10.17116/sudmed20216404168
12. Molchanov VI. *Forensic medical examination of explosion injuries.* Leningrad: Voenno-meditsinskaya akademiya; 1962. 18 p. (In Russ).
13. Kislov MA, Chauhan M, Krupin KN, et al. Forensic pathological characteristics of explosion trauma in confined space terrorist mass fatalities classified with a 3-dimensional

- model. *Leg Med J.* 2022;58:102090. EDN: EQXWLC
doi: 10.1016/j.legalmed.2022.102090
14. Zotkin DA, Kislov MA, Krupin KN. Forensic injury characteristics in explosive trauma mass case. *Bulletin of the medical institute "Reaviz": (rehabilitation doctor and health)*. 2021;(1):17–20. EDN: AFRXP doi: 10.20340/vmi-rvz.2021.1.MORPH.1
 15. Leonov SV, Shakiryanova YP. *Peculiarities of injuries at explosion in wate*. In: *Izbrannye voprosy sudebno-meditsinskoi ekspertizy: Collection of articles*. Vol. 19. Ed. by A.I. Avdeev, I.V. Vlasiuk, A.V. Nesterov. Khabarovsk; 2020. P. 84–86. (In Russ). EDN: DSYDJS
 16. Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, et al. Blast injuries: Bus versus open-air bombings: A comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma*. 1996;41(6):1030–1035. doi: 10.1097/00005373-199612000-00015
 17. Tiurin MV, Ozeretskovskii LB, Denisov AV. The forensic medical aspects of mechanogenesis of the blast injury. *Forensic Med Exp*. 2013;56(3):31–34. EDN: QCNBQV
 18. Shmarov LA. Forensic-medical characterisation of gunshot and explosive injuries arising in various types of terrorist acts [dissertation abstract]: 14.0024. Place of defence: Russian State Medical University. Moscow; 2007. 24 p. (In Russ).
 19. Aharonson-Daniel L, Klein Y, Peleg K; ITG. Suicide bombers form a new injury profile. *Ann Surg*. 2006;244 (6):1018–1023. doi: 10.1097/01.sla.0000225355.06362.0f
 20. Edri IE, Grisaro HY, Yankelevsky DZ. TNT equivalency in an internal explosion event. *J Hazard Mater*. 2019;374:248–257. doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.04.043
 21. Golan R, Soffer D, Givon A, et al. The ins and outs of terrorist bus explosions: Injury profiles of on-board explosions versus explosions occurring adjacent to a bus. *Injury*. 2014;45(1):39–43. doi: 10.1016/j.injury.2013.02.004
 22. Kirkman E, Watts S, Cooper G. Blast injury research models. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2011;366(1562):144–159. doi: 10.1098/rstb.2010.0240
 23. Rigas F, Sklavounos S. Experimentally validated 3-D simulation of shock waves generated by dense explosives in confined complex geometries. *J Hazard Mater*. 2005;121(1-3):23–30. EDN: KJTSAD doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.01.031
 24. Zotkin DA. *Explosive trauma in forensic medicine*. In: *Izbrannye voprosy sudebno-meditsinskoi ekspertizy: Conference proceedings*. Khabarovsk; 2013. P. 74–76. (In Russ). EDN: ZSCDWJ
 25. Shapovalov VM, Samokhvalov IM. Blasting damage in manmade disasters and 25 terrorist acts. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 2012(1):25–33. EDN: ROOBTJ
 26. Ivanov PL, Shigeev VB, Isaenko MV, Zharov VV. A complex forensic-medical molecular-genetic examination of the victims of terroristic bombing in Moscow underground. *Forensic medical expertise*. 2005;48(6):20–27. EDN: YLFHCP
 27. Isakov VD. *Mechanisms of striking action of factors of a shot and their forensic medical estimation (experimental research)* [dissertation abstract]: 14.00.24. Place of defence: S.M. Kirov Military Medical Academy. Leningrad; 1993. 40 p. (In Russ).
 28. Lashchenov GV. *Mine-explosive trauma in conditions of armed conflict (features of clinic, diagnostics, organisation of treatment)* [dissertation abstract]: 14.00.27. Rostov-on-Don; 1999. 23 p. (In Russ).
 29. Lorents AS, Fradkina NA, Makarov IYu. *Features of forensic expert evaluation of explosion damaging factors*. Aktual'nye problemy sudebno-meditsinskoi ekspertizy: Collection of abstracts of scientific-practical conference with international participation. Moscow; 2012. P. 149–152. EDN: XRQMNX
 30. Semoshin YS, Gavrilin CB, Pashchenko OV. Anaesthesiological care by a group of medical reinforcement to the wounded in an armed conflict. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 2001;(10):23–26. (In Russ).

31. Huggins B. Trauma Physiology. *Nurs Clin North Am.* 1990;25(1):1–10.
32. Almogy G, Belzberg H, Mintz Y, et al. Suicide bombing attacks: Update and modifications to the protocol. *Ann Surg.* 2004;239(3):295–303. doi: 10.1097/01.sla.0000114014.63423.55
33. Yu M, Lv Q, Ding H, et al. Evaluation of blast injuru patients from the 2015 Tianjin explosions in China. *Burns.* 2016;42(5):1133–1140. doi: 10.1016/j.burns.2016.03.004
34. Trukhan AP, Zhidkov SA, Korik VE, Fedorov KA. Blast injuries: Concomitant and combined. *Voennaya meditsina.* 2012;(2):82–84. EDN: RSDBMX
35. Fradkina NA, Makarov IYu. *Features of reconstruction of the mechanism of explosive trauma.* In: Aktual'nye problemy sudebno-meditsinskoj ekspertizy: A collection of abstracts of scientific and practical conference with international participation, 1–18 May 2012, Moscow. Ed. by Yu.I. Pigolkin, A.V. Kovalev. Moscow; 2012. P. 173–175. (In Russ).
36. Shigeev V.B., Shigeev S.V. *Firearm and explosive trauma in Moscow: Forensic epidemiology and practice.* Moscow; 2005. P. 7–12. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ	AUTHOR'S INFO
<p>* Зоткин Дмитрий Александрович; адрес: Россия, 119992, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; ORCID: 0000-0002-2419-5952; eLibrary SPIN: 9263-0002; e-mail: zotkin.dmitriy.83@mail.ru</p>	<p>* Dmitry A. Zotkin; address: 8-2 Trubetskaya street, 119992 Moscow, Russia; ORCID: 0000-0002-2419-5952; eLibrary SPIN: 9263-0002; e-mail: zotkin.dmitriy.83@mail.ru</p>
<p>Кислов Максим Александрович, д-р мед. наук, доцент; ORCID: 0000-0002-9303-7640; eLibrary SPIN: 3620-8930; e-mail: kislov@sechenov.ru</p>	<p>Maksim A. Kislov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor; ORCID: 0000-0002-9303-7640; eLibrary SPIN: 3620-8930; e-mail: kislov@sechenov.ru</p>
<p>Леонов Сергей Валерьевич, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0003-4228-8973; eLibrary SPIN: 2326-2920; e-mail: sleonoff@inbox.ru</p>	<p>Sergey V. Leonov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0003-4228-8973; eLibrary SPIN: 2326-2920; e-mail: sleonoff@inbox.ru</p>
<p>Баринов Евгений Христофорович, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0003-4236-4219; eLibrary SPIN: 2112-4568; e-mail: ev.barinov@mail.ru</p>	<p>Evgeny Kh. Barinov, MD, Dr. Sci (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0003-4236-4219; eLibrary SPIN: 2112-4568; e-mail: ev.barinov@mail.ru</p>
<p>Акулиничев Егор Алексеевич; ORCID: 0009-0002-2142-151X; e-mail: egor40rus@icloud.com</p>	<p>Egor A. Akulinichev; ORCID: 0009-0002-2142-151X; e-mail: egor40rus@icloud.com</p>
<p>* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author</p>	

Таблица 1. Сравнение количества повреждений под воздействием повреждающих факторов взрыва и количества повреждений под воздействием взрывных газов в исследуемом событии

Table 1. Comparison of the number of injuries caused by explosion damage factors and the number of injuries caused by explosive gases in the event under study

Число повреждений	Повреждающие факторы взрыва	χ^2	p	Ранг воздействия
950	Взрывные газы	0,76	-	1
987	Ударная волна			
950	Взрывные газы	55,30	0,01	3
323	Частицы взрывчатого вещества			
950	Взрывные газы	80,80	0,01	4
276	Осколки взрывных устройств			
950	Взрывные газы	97,90	0,01	5
135	Сочетанное действие взрывных газов, ударной волны, осколков взрывных устройств			
950	Взрывные газы	23,70	0,01	2
603	Вторичные факторы взрыва			
950	Взрывные газы	80,80	0,01	4
216	Удары о предмет при падении			

Таблица 2. Характеристика дистанции от центра взрыва до повреждаемого объекта в исследуемом событии

Table 2. Characteristics of the distance from the centre of the explosion to the damaged object in the event under study

Дистанция	Зоны взрыва	Повреждающие факторы взрыва	Число повреждений
Близкая	1.1	Взрывные газы	950
	1.2	Частицы взрывчатого вещества	323
Относительно близкая	1.3	Ударная волна	987
	1.4	Сочетанное действие взрывных газов, ударной волны, осколков взрывных устройств	135
Неблизкая	1.5	Осколки взрывного устройства	276
	1.6	Вторичные факторы взрыва	603
	1.7	Удар о предмет при падении	216
Итого			3490

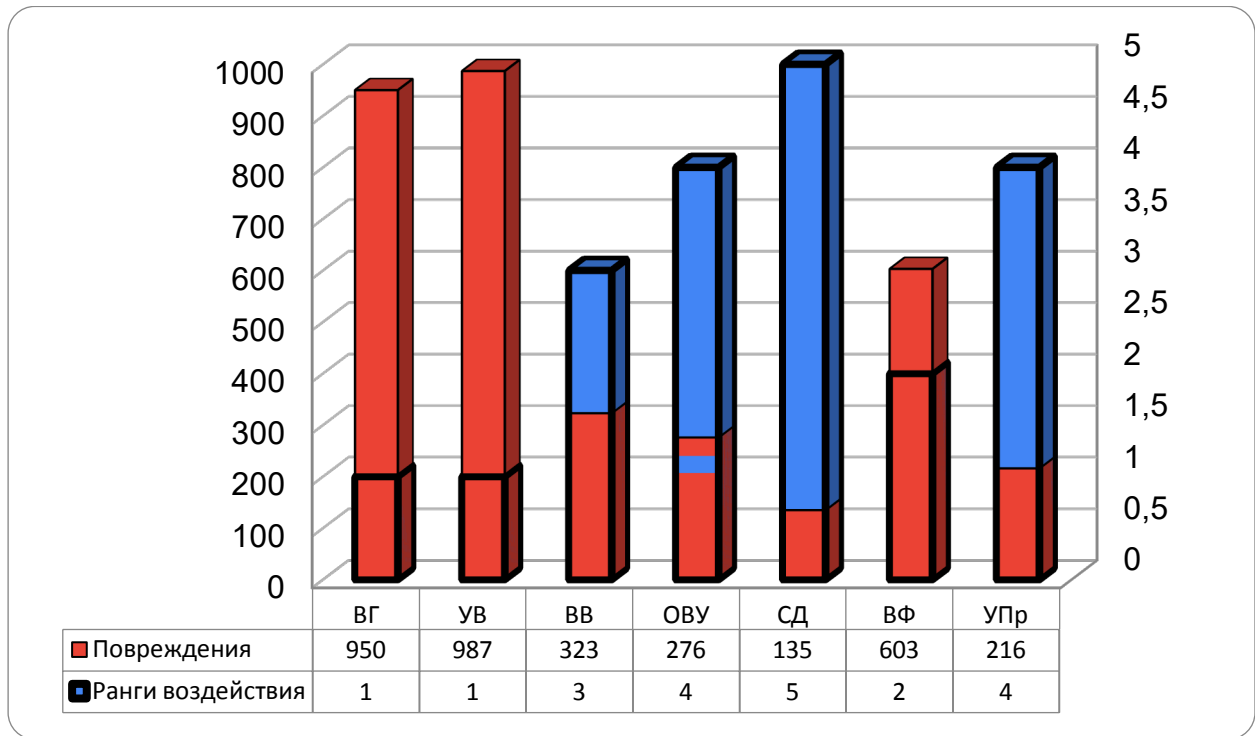


Рис. 1. Повреждающие факторы взрыва в исследуемых событиях и соответствующие ранги их воздействия на пострадавших. ВГ — взрывной газ; УВ — ударная волна; ВВ — взрывчатое вещество; ОВУ — осколки взрывных устройств; СД — сочетанное действие взрывных газов, ударной волны, осколков взрывных устройств; ВФ — вторичные факторы взрыва; УПр — удары о предмет при падении.

Fig. 1. Damaging explosion factors in the investigated events and the corresponding ranks of their impact on the victims. ВГ — explosive gases; УВ — shock wave; ВВ — explosive substance; ОВУ — explosive device fragments; СД — combined effect of explosive gases, shock wave, explosive device fragments; ВФ — secondary factors of explosion; УПр — impact on an object during a fall.

Accepted

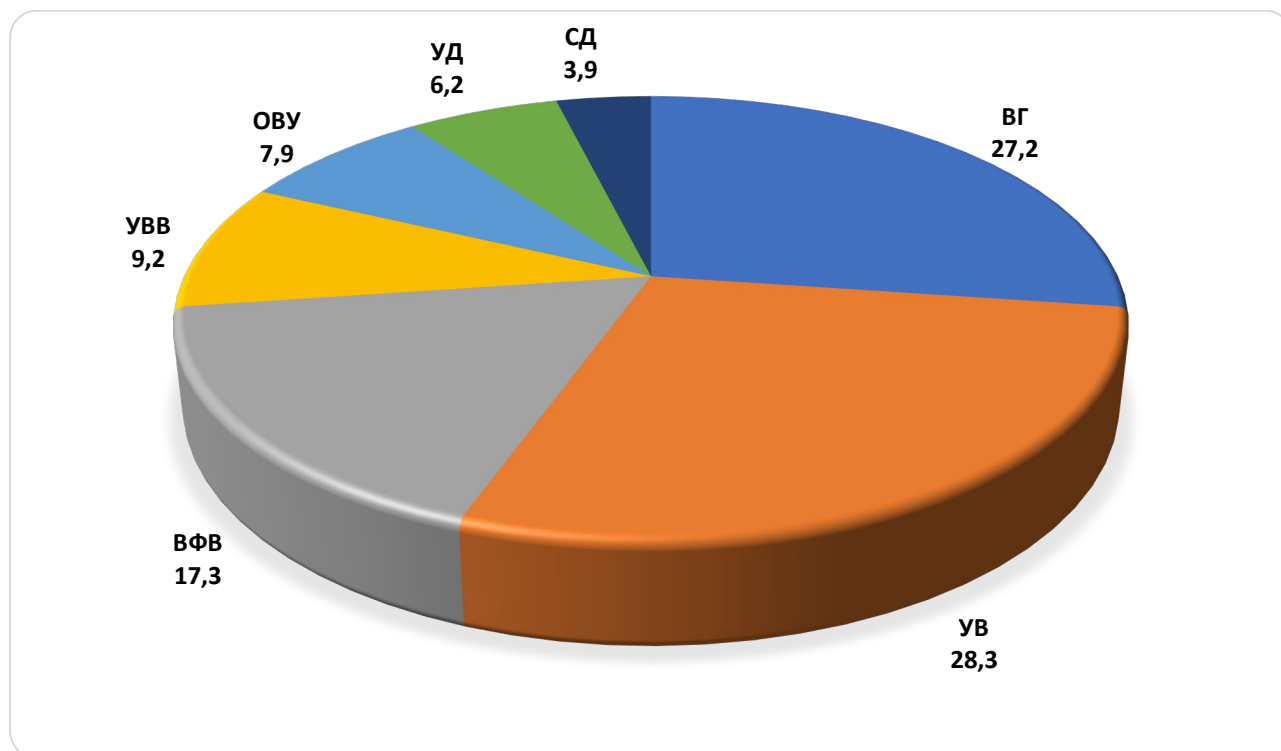


Рис. 2. Структура повреждающих факторов взрыва, обуславливающих формирование взрывных повреждений в исследуемом событии. ВГ — взрывной газ; УВ — ударная волна; ВФВ — вторичные факторы взрыва; УВВ — взрывчатое вещество; ОВУ — осколки взрывных устройств; УД — удары о предмет при падении; СД — сочетанное действие взрывных газов, ударной волны, осколков взрывных устройств.

Fig. 2. The structure of the of the damaging effects of an explosion causing the formation of explosive damage in the event under study. ВГ — explosive gases; УВ — shock wave; ВФВ — secondary factors of the explosion; УВВ — explosive; ОВУ — explosive fragments; УД — impact on an object during a fall; СД — combined effect of explosive gases, shock wave, explosive device fragments.

Accepted for publication

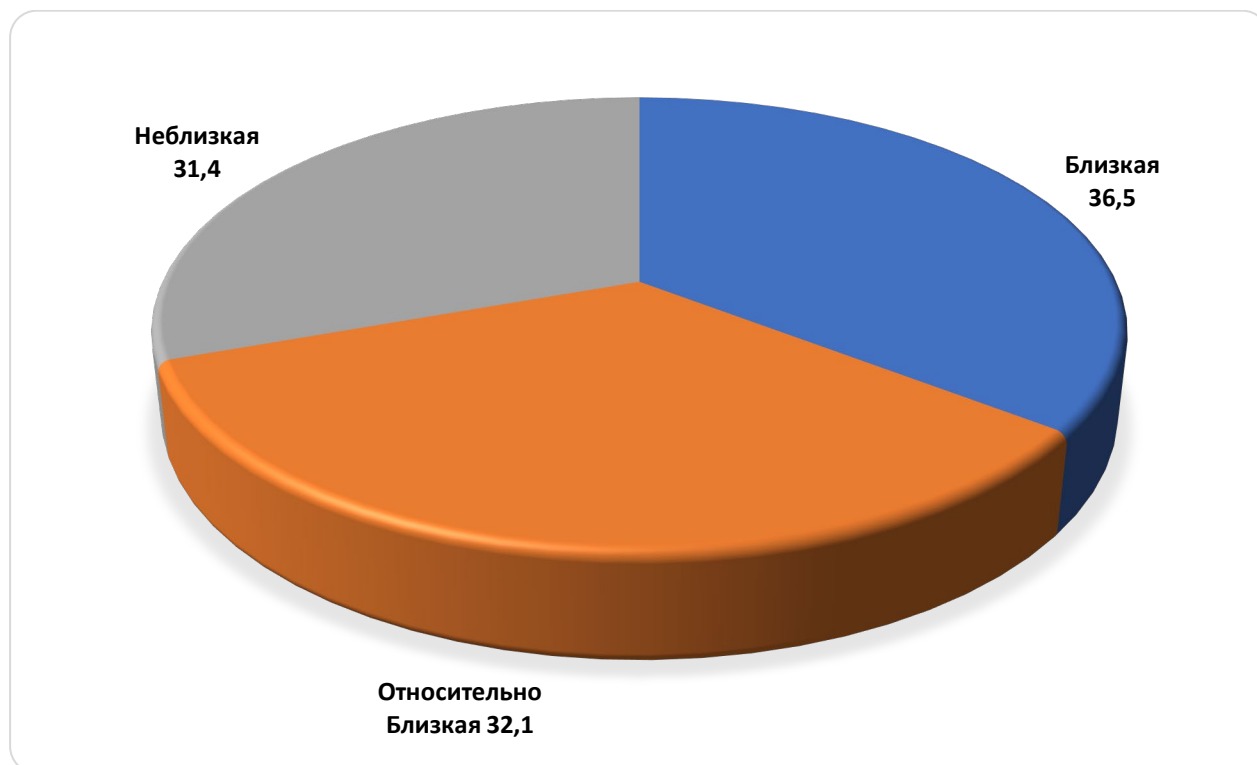


Рис. 3. Структура распределения взрывных повреждений по дистанциям от центра взрыва до повреждаемого объекта в исследуемом событии.

Fig. 3. The structure of the distribution of explosive damage by distances from the center of the explosion to the damaged object in the event under study.

Accepted for publication