Оригинальное исследование
УДК 340.6
http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-2-12

АЛГОРИТМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ЭВМ ПО ОГНЕСТРЕЛЬНЫМ И ВЗРЫВНЫМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ

Полина Александровна Силаева[1], Оксана Игоревна Косухина[2]✉, Сергей Валерьевич Леонов[3], Игорь Валентинович Власюк[4]

[1,2,3]Российский университет медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия
[1]spirit.po18lina@yandex.ru, https://orcid.org 0009-0006-7547-9660
[2]✉u967nk@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-1665-3666
[3]sleonoff@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0003-4228-8973
[2]Российская таможенная академия, Люберцы, Россия, u967nk@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-1665-3666
[3]ФГКУ «111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз» Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия, sleonoff@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0003-4228-8973
[4]Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия, vlasuik1971@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9023-6898

Аннотация. В статье приводится систематизация огнестрельных и минно-взрывных травм при массовых смертях для создания алгоритма машинного обучения. Исследование проводилось на основе анализа 158 судебно-медицинских экспертиз с целью выявления и сортировки травм, их признаков, сочетаний. На основе полученных результатов был составлен алгоритм, который был применен при обучении компьютерной программы и ее дальнейшей интеграции в практическую экспертную деятельность.

Ключевые слова: алгоритм машинного обучения, огнестрельные повреждения, минно-взрывные повреждения, судебно-медицинская экспертиза

Для цитирования: Алгоритм машинного обучения для программы ЭВМ по огнестрельным и взрывным повреждениям / П.А. Силаева, О.И. Косухина, С.В. Леонов и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2025. – № 2. – С. 70-74. http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-2-12.

ALGORITHM FOR LEARNING COMPUTER SOFTWARE FOR FIREARM AND EXPLOSIVE INJURIES

Polina A. Silaeva[1], Oksana I. Kosukhina[2]✉, Sergey V. Leonov[3], Igor V. Vlasyuk[4]

[1,2,3]Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia
[1]spirit.po18lina@yandex.ru, https://orcid.org 0009-0006-7547-9660
[2]✉u967nk@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-1665-3666
[3]sleonoff@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0003-4228-8973
[2]Russian Customs Academy, Lyubertsy, Russia, u967nk@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-1665-3666
[3]Main State Center for Forensic Medical and Forensic Examinations of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia, sleonoff@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0003-4228-8973
Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia, vlasuik1971@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9023-6898

Abstract. The article provides the systematization of gunshot and mine-explosive injuries in mass deaths to create an algorithm for machine learning. The study was conducted based on the analysis of 158 forensic examinations to identify and sort out injuries, their signs, combinations. Based on the results obtained, the algorithm had been compiled that was applied in the training of a computer program and its further integration into practical expert activities.

Keywords: machine learning algorithm, gunshot damage, mine explosion damage, medical forensics

For citation: Algorithm for learning computer software for firearm and explosive injuries / P.A. Silaeva, O.I. Kosukhina, S.V. Leonov, et al. // Far Eastern medical journal. – 2025. – № 2. – P. 70-74. http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-2-12.

В 20 веке при вооруженных конфликтах, террористических актах происходит массовая гибель людей. При развитии оружейных технологий, тактических подходов и используемого вида оружия повреждения на теле человека имеют характерные особенности. Отмечается, что за последнее десятилетие стремительно меняется характер боевых действий, средства поражения [1]. При одновременном большом количестве поступающих трупов разы увеличивается нагрузка на танатологическое отделение, требующая быстрой и четкой командной работы специалистов без ее потери качества. В этих условиях необходимо либо увеличивать мощность подразделения за счет организации рабочих мест и привлечения судебно-медицинских экспертов, что чаще всего вызывает определенные сложности, либо нужно структурировать работу определенных алгоритмов действий с привлечением цифровых технологий, выступающих помощниками для специалистов на их рабочих местах. Для воплощения идей по созданию программного обеспечения используют машинное обучение, которое представляет собой обобщенный алгоритм, основывающийся на предоставленных ему логически сгруппированных данных [2].

Целью нашего исследования явилось создание алгоритма, описывающего огнестрельные и взрывные повреждения в условиях специальной военной операции для машинного обучения программ ЭВМ.

Материалы и методы

Материалами явились 158 пакетов документов, включающих «Постановление следователя», «Осмотр трупа», «Фототаблицы», «Заключение эксперта» по случаю гибели в условиях современного вооруженного конфликта. Вся документация подверглась методу группировки данных, анализу с установлением частоты встречаемости поражений и обобщению полученных результатов. При работе с материалами соблюдались требования федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ (ред. от 06.02.2023) «О персональных данных».

Результаты и обсуждение

При проведении группировки документации было выявлено, что описание повреждений были в «Осмотре трупа», «Заключении эксперта», а при изучении «Фототаблицы» можно было дать визуальную оценку морфологии повреждений и сопоставить ее с описательной частью повреждений в документах. По результатам анализа данных установлено, что во всех представленных пакетах документов описание травмы соответствовало виду повреждений в «Фототаблицах». Все виды травм были разделены на группы. Данные о процентном распределении видов травмы представлены в таблице 1.

На основании проведенного анализа построен алгоритм наиболее часто встречающихся повреждений их описания, обеспечивающий достаточное единообразие формулировок. При описании повреждений соблюдались требования приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12 мая 2010 г. № 346н «Об утверждении Порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации».

Огнестрельная травма представлена как одиночными слепыми и сквозными ранениями, так множественными повреждениями. При слепых ранениях в разработанном алгоритме указывается область, где располагается входная рана, ее морфология: форма, размер, края, факт отложения сопутствующих факторов [3, 4]. Если огнестрельные повреждения были множественными, алгоритм требует указать область локализации каждого из огнестрельных повреждений. Чаще всего огнестрельная травма в наших наблюдениях сопровождалась повреждениями костей или крупных магистральных сосудов. В связи с этим в алгоритм внесена рубрика с требованием указать проникающий характер ранения, отметить факт повреждения костных структур и магистральных сосудов. Если огнестрельная травма являться комбинированной с воздействием крайних температур или открытого пламени, требуется учитывать это при формировании диагноза (рис. 1).

При воздействии открытого пламени трупы представляли собой обгоревшие останки, фрагментированные обгоревшие останки или зольные останки (в той или иной стадии калений). Нами выделено три группы, характеризующие обширность повреждений: мягкие ткани обгоревших трупов, были поражены тотально (в 50 % случаев), субтотально (35 %) или локально (15 %). Больше всего термическому воздействию подвергалась грудь, несколько в меньшей – передняя брюшная стенка, и в меньшей степени – дистальные отделы конечностей. В случае экспертизы фрагментированных обгоревших останков в большей степени представлялись на исследование фрагменты позвоночного столба и проксимальные отделы ребер и таза (в 78 % наблюдений) и в меньшей степени – основание черепа (18 %). Изолированные фрагменты дистальных отделов конечностей встречались крайне редко – в 4 % случаев. Костные фрагменты в состоянии серого каления встречались чаще, чем черное и белое каление.

Таблица 1 – Виды повреждений при вооруженном конфликте

Вид травмы	Количество	%
Огнестрельное одиночное слепое ранение	2	1,3
Огнестрельное одиночное сквозное ранение	3	1,9
Огнестрельные множественные слепые ранения	1	0,6
Огнестрельные множественные сквозные ранения	1	0,6
Обгоревшие останки	2	1,3
Фрагменты тела	3	1,9
Зольные останки	0	0
Травмы, причиненные острым предметом	0	0
Травмы, причиненные тупым предметом	2	1,3
Взрывное одиночное слепое ранение	18	11,4
Взрывное одиночное сквозное ранение	26	16,5
Взрывные множественные слепые ранения	14	8,9
Взрывные множественные сквозные ранения	62	39,2
Газо-детонационное действие боеприпаса	14	8,9
Газо-детонационное действие боеприпаса и одиночное пулевое слепое ранение	0	0
Газо-детонационное действие боеприпаса и одиночное пулевое сквозное ранение	1	0,6
Газо-детонационное действие боеприпаса и множественные пулевые ранения	1	0,6
Взрывная травма (зона осколочного поражения) и действие пламени	5	3,1
Газо-детонационное действие боеприпаса и действие пламени	2	1,3
Иной вид травмы	1	0,6
Итого	158	100

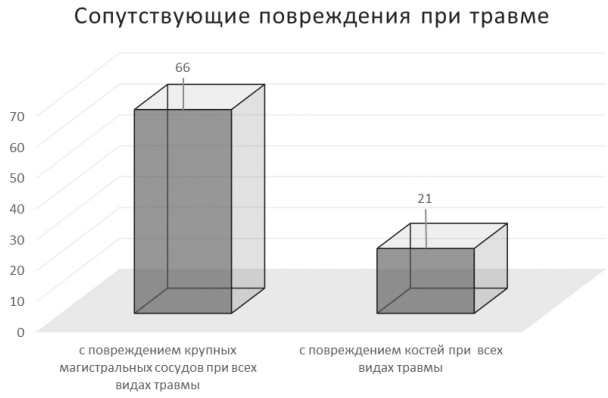


Рис. 1. Сопутствующие повреждения при травме (количество случаев от общего количества проанализированного материала)

Случаев причинения повреждений острыми предметами при анализе 158 пакетов документов не было, но так как в практике такие повреждения встречаются, нами был разработан алгоритм описания повреждения острым предметом с указанием локализации, размера, формы, ориентации раны, раневого канала, с возможностью комбинировать с другими видами травмы.

Взрывная травма была представлена в 84,8 % архивных наблюдений. Частота встречаемости различных видов этой травмы представлена на диаграмме (рис. 2). Взрывная травма в комбинации с действием крайних температур и открытого пламени встречаются в 5,7 %.



Рис. 2. Встречающиеся виды повреждений (выражены в процентном соотношении)

Алгоритм описания морфологии входных и выходных повреждений, повреждений магистральных, сосудов и проникающий характер ранений и т. д. был схож с алгоритмом описания огнестрельных повреждений.

Как частный вид, нами выделен газо-детонационный вид взрывной травмы (далее – ГЗД), поскольку при ней регистрируется разрушение тела человека. Нами выделены тотальное и субтотальное разрушение тела и ампутации конечностей.

ГЗД встречалась в наших наблюдениях изолировано или в сочетании с воздействием высокой температурой (10,3 % наблюдений) или с осколочными ранениями (1,2 %), так и со сквозными огнестрельными ранениями (рис. 3). Для описания подобных повреждений в алгоритм внесена возможность подключения иных видов травмы, составляющих комбинированную травму [5, 6].

Каждый фрагмент разработанного алгоритма включает в себя возможность ввода данных и их корректировки, обеспечивая свободу действий эксперта в рамках требования статей 7, 57, 58 и 80 УПК [7].

Таким образом, в структуре боевой травмы в условиях современного вооруженного конфликта наблюдается преобладание взрывной травмы в вариантах осколочных ранений и газово-детонационных разрушений (74,5 %), а также огнестрельных пулевых ранений (14,5 %). Отмечаются сочетанные повреждения в случаях газо-детонационной травмы и термической травмы, а также комбинированные – газо-детонационное повреждение и изолированное осколочное ранение, взрывная травма и огнестрельная травма [1].



Рис. 3. Комбинированная и сочетанная травма: *а* – комбинированная травма (взрывная и огнестрельная); *б* – сочетанная травма (ГЗД и действие пламени)

Разработанный нами алгоритм машинного обучения для программы ЭВМ по огнестрельным и взрывным повреждениям представляет собой логически обоснованную последовательность действий эксперта при исследовании трупа: от описания повреждения до формулирования диагноза в зависимости от определенного вида травмы (рис. 4).

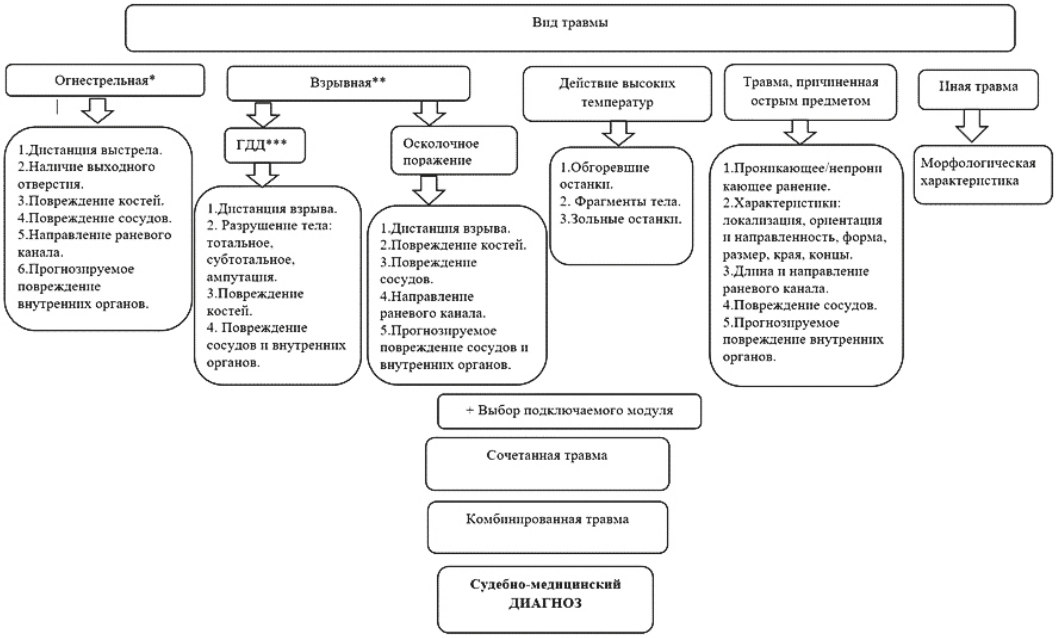


Рис. 4. Алгоритм машинного обучения для программы ЭВМ по огнестрельным и взрывным повреждениям в графическом изображении

Проанализировав 158 пакетов документов, по факту гибели людей в ходе вооруженного конфликта, можно сделать выводы о том, что огнестрельные и взрывные повреждения обладают полиморфизмом. Наряду с этим, все повреждения пригодны к сортировке по виду травмы. Описание огнестрельных и взрывных поражений происходило в определенной последовательности и ранжировалось по признакам, что способствовало созданию алгоритма, который пригоден для машинного обучения путем объединения и сортировки схожих данных путем построения логических связей. Разработанный алгоритм позволил разработать и создать программу для ЭВМ, которая, в свою очередь, существенно упростила работу специалистов и следователей в условиях массового поступления погибших, сократив время проведения осмотра и экспертизы тел погибших без потери ее качества. Разработанный алгоритм и программа используются на постоянной основе в работе следственно-экспертных бригад в 522 Центре приема, обработки и отправки погибших в городе Ростове-на-Дону.

Список источников

1. Божченко А.П. Особенности огнестрельной и взрывной травмы в условиях современного вооруженного конфликта / А.П. Божченко, А.В. Денисов // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики 2024: тезисы XI Международного конгресса, посвященного памяти профессора Владимира Александровича Клевно / Под ред. проф. А.В. Максимова. – М.: Ассоциация СМЭ, 2024. – С. 20-30.
   Bozhchenko A.P. Features of gunshot and explosive trauma in the conditions of modern armed conflict / A.P. Bozhchenko, A.V. Denisov // Topical issues of forensic medicine and expert practice 2024: abstracts of the XI International Congress dedicated to the memory of Professor Vladimir Alexandrovich Klevno / edited by prof. A.V. Maksimov. M.: SME Association, 2024. – P. 20-30.
2. Трегубенко Л.А. Машинное обучение. Основные типы / Л.А. Трегубенко // Modern Science. – 2019. – № 12-4. – С. 350-352.
   Tregubenko L.A. Machine learning. Basic types / L.A. Tregubenko // Modern Science. – 2019. – № 12-4. – P. 350-352.
3. Леонов С.В. О возможности формирования и диагностическом значении пояска размозжения во входной огнестрельной ране / С.В. Леонов, А.В. Никитаев // Судебная медицина. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 101-102.
   Leonov S.V. On the possibility of formation and diagnostic significance of a crushing belt in an entrance gunshot wound / S.V. Leonov, A.V. Nikitaev // Forensic Medicine. – 2015. – Vol. 1, № 2. – P. 101-102.
4. Сотин В., Сычев Ю.В. Патент № 2390308 C1 Российская Федерация, МПК A61B 5/107. Способ определения пространственной ориентации сквозных огнестрельных пулевых раневых каналов при судебно-медицинской экспертизе трупов пострадавших: № 2009108914/14.
   Sotin V., Sychev Yu.V. Patent No. 2390308 C1 Russian Federation, IPC A61B 5/107. A method for determining the spatial orientation of through-fire bullet wound channels during the forensic medical examination of corpses of victims: No. 2009108914/14.
5. Долгова О.Б. Научно-методическая основа обеспечения качества судебно-медицинской экспертизы механической травмы / О.Б. Долгова, П.О. Ромодановский // Уральский медицинский журнал. – 2023. – Т. 22, № 6. – С. 136-150. DOI 10.52420/2071-5943-2023-22-6-136-150.
   Dolgova O.B. Scientific and methodological basis for ensuring the quality of forensic medical examination of mechanical injury / O.B. Dolgova, P.O. Romodanovsky // Ural Medical Journal. – 2023. – Vol. 22, № 6. – P. 136-150. DOI: 10.52420/2071-5943-2023-22-6-136-150.
6. Попов В.Л. Методологические основы судебно-медицинской экспертизы взрывной травмы / В.Л. Попов // Становление, развитие и современное состояние военной судебной медицины (к 80-летию образования): Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 31 марта 2023 года. Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «ЛЕМА», 2023. – С. 33-38.
   Popov V.L. Methodological foundations of forensic medical examination of explosive trauma / V.L. Popov // Formation, development and current state of military forensic medicine (to the 80th anniversary of education): Materials of the All-Russian scientific and practical conference, St. Petersburg, March 31, 2023. St. Petersburg: Limited Liability Company «LEMA Publishing House», 2023. – P. 33-38.
7. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ (ред. от 22.04.2024) СПС. Консультант плюс.
   Criminal Procedure Code of the Russian Federation dated 12/18/2001 № 174-FZ (ed. from 04/22/2024) LRS Consultant Plus.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 12.04.2025.
The article was accepted for publication 12.04.2025.