

ХИРУРГИЯ/SURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.170.18> EDN: JHSYGYОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА МОДЕЛИРОВАНИЯ МИННО-ВЗРЫВНОЙ ТРАВМЫ МЯГКИХ ТКАНЕЙ
ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Научная статья

Полиданов М.А.^{1,*}, Рабатуева А.К.², Масляков В.В.³, Капралов С.В.⁴, Волков К.А.⁵, Ванжа Я.Е.⁶¹ ORCID : 0000-0001-7538-7412;³ ORCID : 0000-0001-6652-9140;⁴ ORCID : 0000-0001-5859-7928;⁵ ORCID : 0000-0002-3803-2644;⁶ ORCID : 0000-0002-1482-5930;^{1,2} Университет «Реавиз», Санкт-Петербург, Российская Федерация^{3,4,5} Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов, Российская Федерация⁶ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (maksim.polidanoff[at]yandex.ru)

Предложена: 24.06.2026; Принята: 23.07.2026; Опубликовано: 17.08.2026

Аннотация

Поражения челюстно-лицевой области (ЧЛО) при минно-взрывных травмах отличаются тяжестью и атипичным течением репаративных процессов. Существующие экспериментальные модели требуют сложной военной инфраструктуры, использования крупных животных и зачастую не учитывают фактор ишемии-реперфузии, что ограничивает их применение в рутинной научно-исследовательской практике.

Цель: разработка и физиологическое обоснование воспроизводимой модели минно-взрывного повреждения мягких тканей челюстно-лицевой области у лабораторных животных, дополненной фазой ишемии-реперфузии.

Эксперимент проведен на 24 половозрелых крысах-самках линии «Стандарт». Поражающий фактор (баро-, термо- и осколочное воздействие) создавался с помощью компактного пружинного устройства и резбовых патронов в области щечной мышцы. Для моделирования ишемически-реперфузионного синдрома через 30 минут после травмы выполнялась 60-минутная временная окклюзия общей и наружной сонных артерий. Оценивались морфометрические, гистологические и биохимические показатели в динамике.

Предложенный протокол обеспечил высокую стандартизацию раневого дефекта: формировался слепой раневой канал с зонами коагуляционного некроза и «минус-ткани». Биохимический анализ подтвердил развитие выраженного окислительного стресса (достоверный рост MDA, SOD, TNF- α). Валидация модели путем введения N-ацетилцистеина доказала ее чувствительность к фармакологической коррекции.

Разработанный способ является доступным, универсальным и высоковоспроизводимым инструментом. Модель адекватно воспроизводит патогенез взрывных ранений ЧЛО и может быть использована для доклинического тестирования перспективных биodeградируемых материалов и антиоксидантных препаратов.

Ключевые слова: минно-взрывная травма, челюстно-лицевая область, экспериментальное моделирование, ишемия-реперфузионный синдром, лабораторные животные, окислительный стресс, репаративная регенерация, доклинические исследования, биodeградируемые материалы.

GROUNDS FOR A METHOD OF MODELLING MINE-BLAST TRAUMA TO THE SOFT TISSUES OF THE
MAXILLOFACIAL REGION IN LABORATORY ANIMALS

Research article

Polidanov M.A.^{1,*}, Rabatueva A.K.², Maslyakov V.V.³, Kapralov S.V.⁴, Volkov K.A.⁵, Vanzha Y.Y.⁶¹ ORCID : 0000-0001-7538-7412;³ ORCID : 0000-0001-6652-9140;⁴ ORCID : 0000-0001-5859-7928;⁵ ORCID : 0000-0002-3803-2644;⁶ ORCID : 0000-0002-1482-5930;^{1,2} University "Reaviz", Saint-Petersburg, Russian Federation^{3,4,5} Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation⁶ I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (maksim.polidanoff[at]yandex.ru)

Suggested: 24.06.2026; Accepted: 23.07.2026; Published: 17.08.2026

Abstract

Injuries to the maxillofacial region (MFR) resulting from mine-blast trauma are characterised by their severity and the atypical course of the reparative processes. Existing experimental models require complex military infrastructure and the use of

large animals, and often fail to account for the ischaemia-reperfusion factor, which limits their application in routine research practice.

Objective: development and physiological substantiation of a reproducible model of mine-explosive damage to the soft tissues of the maxillofacial region in laboratory animals, supplemented by the ischemia-reperfusion phase.

The experiment was conducted on 24 sexually mature female rats of the 'Standard' strain. The injurious factor (barotrauma, thermal and shrapnel injury) was induced using a compact spring device and screw cartridges in the region of the buccinator muscle. To model ischaemia-reperfusion syndrome, a 60-minute temporary occlusion of the common and external carotid arteries was performed 30 minutes after injury. Morphometric, histological and biochemical parameters were assessed over time.

The suggested protocol ensured a high degree of standardisation of the wound defect: a blind wound canal was formed, containing areas of coagulative necrosis and 'minus tissue'. Biochemical analysis confirmed the development of marked oxidative stress (a statistically significant increase in MDA, SOD and TNF- α). Validation of the model through the administration of N-acetylcysteine demonstrated its sensitivity to pharmacological correction.

The developed method is an accessible, universal and highly reproducible tool. The model adequately replicates the pathogenesis of blast injuries in humans and can be used for preclinical testing of promising biodegradable materials and antioxidant drugs.

Keywords: mine-blast trauma, maxillofacial region, experimental modelling, ischaemia-reperfusion syndrome, laboratory animals, oxidative stress, reparative regeneration, preclinical studies, biodegradable materials.

Введение

Поражения челюстно-лицевой области (ЧЛО), возникающие в результате детонации взрывчатых веществ, относятся к категории тяжелых комбинированных травм [1], [2], [3]. Специфика данной патологии обусловлена синергичным действием нескольких повреждающих факторов: резкого перепада атмосферного давления (ударная волна), высокотемпературного газового потока, токсичных продуктов горения и множественных осколков [4], [5]. Топографо-анатомические особенности лицевого отдела — разветвленная капиллярная сеть, значительный объем рыхлой соединительной ткани и высокая интенсивность клеточного метаболизма — создают предпосылки для атипичного течения репаративных процессов. Первичная волна запускает механизмы обширной ишемии вследствие стойкого спазма сосудов и пареза микроциркуляторного русла, формируя зоны молекулярного сотрясения и отсроченного некробиоза.

Экспериментальное воспроизведение подобных повреждений на биологических объектах является базовым этапом доклинической оценки новых лечебных стратегий. Однако большинство существующих протоколов моделирования характеризуются низкой доступностью, так как требуют задействования военной инфраструктуры, использования электродетонаторов или кумулятивных зарядов, что сопряжено с получением трудоемких разрешений [6], [7], [8]. Кроме того, классические методики часто ориентированы на крупных млекопитающих (свиньи, собаки), что ограничивает их применение в рутинной научно-исследовательской практике.

В научной литературе описан метод генерации взрывного ранения с применением электродетонатора ЭДП-р, обеспечивающего стандартизированные повреждения мышечного массива бедра [9]. Конструкция предполагает использование жесткого полиуретанового блока для фокусировки газоплазменного потока при строго фиксированном расстоянии до объекта (11 см). Данный подход требует специализированной полигонной базы и высоких временных затрат на подготовку.

Альтернативным решением является использование строительно-монтажных пистолетов (СМП-3М и ПЦ-84) с варьируемой массой порохового наполнителя (0,38–0,55 г) [10]. В качестве поражающих элементов в данном случае выступают стальные фрагменты, помещенные в бумажный пыж. Существенным недостатком этой схемы выступает многоэтапность воздействия и необходимость в специальном фиксирующем стенде, что увеличивает продолжительность эксперимента и вариабельность результатов.

Известные подходы, основанные на временной окклюзии сонных артерий, позволяют изучать исключительно ишемический компонент, но не воспроизводят полный спектр взрывных факторов. Наиболее близким аналогом (прототипом) следует считать способ моделирования травмы мягкотканых структур таза с использованием пружинного пускового устройства и резьбовых патронов (патент RU 2840587). Однако данная модель не адаптирована для изучения специфики лицевого раневого процесса и не предусматривает создание пост-ишемического реперфузионного синдрома, что критически важно для оценки биodeградируемых материалов.

Цель исследования — разработка и физиологическое обоснование воспроизводимой модели минно-взрывного повреждения мягких тканей челюстно-лицевой области у лабораторных животных, дополненной фазой ишемии-реперфузии.

Методы и принципы исследования

Экспериментальная часть выполнена на 24 половозрелых самках крыс линии «Стандарт» (средняя масса — 200±50 г). Все процедуры одобрены локальным этическим комитетом (протокол № 7 от 15.07.2024) и соответствуют требованиям ГОСТ 33216-2014 и Приказа Минздрава РФ № 199н.

Животным за 30 минут до вмешательства проводили стандартную инъекционную анестезию (золетил 20 мг/кг + ксилазин 5 мг/кг, внутримышечно). В области проекции жевательной или щечной группы мышц удаляли волосную покров, оставляя остевые волосы высотой 1–2 мм.

Для генерации поражающего фактора использовали компактное однозарядное пружинное устройство (масса 56 г, габариты 120×14×14 мм) с резьбовыми патронами. Конструкция патрона включает гильзу с капсюлем, заряд на основе

перхлората калия и магния, а также сигнальную звездку массой 0,009 г. Продолжительность горения активного вещества составляет 3–5 секунд.

Крысу фиксировали в дорсальной позиции, голову ротировали латерально для подведения щечной области к дульному срезу устройства (дистанция воздействия — 5 см). Устройство ориентировали строго перпендикулярно поверхности. После взведения ударного механизма и фиксации патрона производили выстрел в условиях отсутствия воздушных потоков.

Первичный визуальный осмотр выявил типичные признаки взрывного дефекта «минус-ткань»: рваные, опаленные края с зонами разможнения, препятствующие первичному хирургическому сопоставлению. При препарировании установлено, что раневой канал имеет слепой характер, проникая на $\frac{3}{4}$ толщины мышечно-фасциального слоя. Полость раны содержала мелкие инородные частицы — продукты детонации гильзы.

С целью верификации механизмов реперфузионного повреждения через 30 минут после взрывного воздействия выполняли доступ к сосудистому пучку шеи. Путем микрохирургической диссекции выделяли общую и наружную сонную артерию с последующим наложением временного сосудистого клипа на 60 минут (тотальная ишемия зоны травмы). По окончании окклюзионного периода кровоток восстанавливали, рану на шее ушивали.

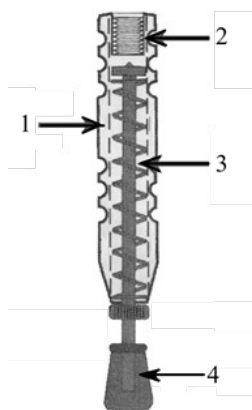


Рисунок 1 - Вид однозарядного пускового устройства:

1 - корпус пускового устройства; 2 - резьба для установки резьбовых патронов; 3 - ударник с пружиной для инициирования резьбовых патронов; 4 - ручка взвода.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.170.18.1>

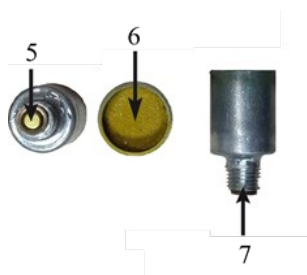


Рисунок 2 - Устройство резьбового патрона:

5 - гильза с капсюлем-воспламенителем; 6 - пороховой заряд; 7 - резьбовой патрон

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.170.18.2>

Основные результаты

Предложенный протокол обеспечивает однотипность повреждений у всех особей, что подтверждается статистической обработкой морфометрических данных. Усредненные показатели площади раневых дефектов кожи, подкожной клетчатки, мышц и фасций представлены в таблице 1, демонстрируя низкую вариабельность значений ($M \pm m$).

Таблица 1 - Размеры площади ран у лабораторных животных, полученных в результате моделирования взрывной травмы мягких тканей челюстно-лицевой области с ишемически-реперфузионным синдромом с использованием заявляемого способа

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.170.18.3>

Номер животного	Размеры ран кожи и ПЖК, см	Площадь раны кожи и ПЖК, см ²	Размеры мышечных ран и фасций, см	Площадь мышечной раны, см ²	Глубина раны, см
1	2,5±0,5	3,9±0,5	0,8±0,5	2,3±0,5	1,9±0,5
2	2,6±0,5	4,2±0,5	1,2±0,5	2,4±0,5	2,3±0,5
3	2,7±0,5	3,8±0,5	1,1±0,5	2,7±0,5	2,0±0,5
4	2,2±0,5	3,7±0,5	1,3±0,5	2,8±0,5	2,4±0,5
5	2,3±0,5	3,9±0,5	1,3±0,5	2,5±0,5	2,6±0,5
6	2,5±0,5	4,1±0,5	1,0±0,5	2,9±0,5	1,9±0,5
7	2,6±0,5	4,3±0,5	0,9±0,5	3,1±0,5	1,8±0,5
8	2,5±0,5	3,8±0,5	1,0±0,5	2,5±0,5	2,5±0,5
9	2,5±0,5	3,9±0,5	1,3±0,5	2,4±0,5	2,2±0,5
10	2,6±0,5	4,2±0,5	0,8±0,5	2,9±0,5	2,4±0,5
11	2,5±0,5	3,7±0,5	1,1±0,5	2,7±0,5	2,3±0,5
12	2,6±0,5	3,8±0,5	1,3±0,5	2,6±0,5	2,3±0,5
13	2,5±0,5	3,9±0,5	1,1±0,5	2,6±0,5	2,1±0,5
14	2,3±0,5	3,7±0,5	1,2±0,5	2,4±0,5	2,5±0,5
15	2,4±0,5	3,9±0,5	1,2±0,5	2,7±0,5	2,3±0,5
16	2,2±0,5	4,2±0,5	0,8±0,5	2,8±0,5	2,1±0,5
17	2,3±0,5	4,1±0,5	1,2±0,5	2,5±0,5	2,2±0,5
18	2,5±0,5	3,8±0,5	1,0±0,5	2,8±0,5	2,4±0,5
19	2,2±0,5	3,9±0,5	1,2±0,5	2,4±0,5	2,3±0,5
20	2,5±0,5	4,1±0,5	1,2±0,5	2,7±0,5	2,0±0,5
21	2,5±0,5	3,7±0,5	1,1±0,5	2,5±0,5	2,1±0,5
22	2,3±0,5	3,8±0,5	1,2±0,5	2,4±0,5	2,4±0,5
23	2,7±0,5	3,9±0,5	1,0±0,5	2,8±0,5	2,2±0,5
24	2,6±0,5	4,2±0,5	1,1±0,5	2,6±0,5	2,5±0,5

Примечание: $M \pm m$

Гистологическая верификация показала, что в зоне поражения преобладают коагуляционные некрозы, перифокальное воспаление с массивной лейкоцитарной инфильтрацией, очаги геморрагического пропитывания. Биохимический анализ в динамике выявил достоверное возрастание уровня малонового диальдегида (MDA), супероксиддисмутазы (SOD) и фактора некроза опухоли α (TNF- α), что подтверждает реализацию окислительного стресса.

Применение модели было валидировано путем введения N-ацетилцистеина (150 мг/кг, внутривенно) за 30 мин до реперфузии. В тестируемой группе отмечена позитивная динамика биохимических маркеров и уменьшение площади ран по сравнению с контрольной группой, что подтверждает чувствительность модели к фармакологической коррекции.

Заключение

Разработанный способ моделирования [11] позволяет воспроизводить специфический комплекс повреждений (баротравма, термотравма, осколочное воздействие) мягкотканного каркаса челюстно-лицевой области у крыс, сопряженный с развитием полноценного ишемически-реперфузионного синдрома. Модель отличается высокой степенью стандартизации травмы по глубине, площади и локализации, что критически важно для валидности сравнительных исследований.

Ключевыми преимуществами методики являются:

1. Доступность — использование серийно выпускаемых отечественных патронов и простого пружинного устройства вместо дефицитных детонаторов.
2. Универсальность — применимость для мелких грызунов без использования полигонного оборудования.
3. Воспроизводимость — стабильность вызываемых повреждений подтверждена морфометрией и гистологией.
4. Технологичность — процедура не требует специфических инженерных навыков и может быть внедрена в условиях стандартной операционной при соблюдении базовых мер безопасности.

Таким образом, предложенная модель является адекватным инструментом для изучения патогенеза взрывных ранений челюстно-лицевой области и доклинической оценки перспективных биodeградируемых материалов и антиоксидантных препаратов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Рыльков М.И., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж
Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.170.18.4>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Rylkov M.I., Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.170.18.4>

Список литературы / References

1. Полушин Ю.С. Взрывные поражения — роль анестезии и интенсивной терапии в улучшении исходов / Ю.С. Полушин // Вестник экстренной медицины. — 2024. — Т. 17. — № 4. — С. 5–14. — DOI: 10.54185/TBEM/vol17_iss4/a1.
2. Гурьев С.Е. Стандартизированная оценка тяжести огнестрельных и минно-взрывных повреждений, которые возникли в результате современных боевых действий / С.Е. Гурьев, А.И. Кравцов, А.В. Ордатий // Травма. — 2016. — Т. 17. — № 3. — С. 65–68. — DOI: 10.22141/1608-1706.3.17.2016.75777.
3. Владимирова Е.С. Особенности минно-взрывных поражений, оказание специализированной помощи и реабилитации пострадавших, находившихся в зоне террористических действий / Е.С. Владимирова, Ф.А. Черноусов, П.А. Иванов [и др.] // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. — 2024. — Т. 14. — № 6. — С. 47–58. — DOI: 10.20340/vmi-rvz.2024.6.CLIN.1.
4. Карпов С.М. Компенсаторно-восстановительные механизмы в отдаленном периоде у пострадавших после минно-взрывного ранения / С.М. Карпов, Э.М. Бахадова, А.Э. Апагуни [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. — 2014. — № 2. — С. 25–28.
5. Плеханов А.Н. Прогностическая оценка тяжести состояния пострадавших при сочетанной минно-взрывной травме / А.Н. Плеханов, И.А. Номоконов // Acta Biomedica Scientifica. — 2007. — № 4S. — С. 146.
6. Соловьев И.А. Особенности взрывной травмы при использовании отдельных видов средств индивидуальной бронезащиты / И.А. Соловьев, Р.В. Титов, И.А. Шперлинг [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. — 2015. — № 3 (51). — С. 128–132.
7. Венгерович Н.Г. Морфологическая характеристика посттравматической регенерации скелетных мышц при экспериментальной взрывной травме / Н.Г. Венгерович, И.А. Шперлинг, Ю.В. Юркевич [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. — 2015. — Т. 14. — № 4. — С. 17–24.
8. Михайлулов Р.Н. Небиологическое послойное моделирование огнестрельных ранений мягких тканей / Р.Н. Михайлулов, В.В. Негодуйко, Ю.В. Приходько // Экспериментальна і клінічна медицина. — 2016. — № 4. — С. 144–147.
9. Чиж Н.А. Модель минно-взрывной травмы / Н.А. Чиж, Г.А. Ковалев, И.В. Белочкина [и др.] // Клиническая хирургия. — 2019. — Т. 86. — № 1. — С. 61–64.
10. Заявка на патент РФ на изобретение № 2026118937 от 18.06.2026. Способ моделирования минно-взрывной травмы мягких тканей лица у лабораторных животных / А.К. Рабатуева, М.А. Полиданов, В.В. Масляков [и др.].

Список литературы на английском языке / References in English

1. Polushin Yu.S. Vzryvnye porazheniya — rol' anestesii i intensivnoj terapii v uluchshenii iskhodov [Explosive injuries — the role of anesthesia and intensive care in improving outcomes] / Yu.S. Polushin // Vestnik ekstretnoj meditsiny [Bulletin of Emergency Medicine]. — 2024. — Vol. 17. — № 4. — P. 5–14. — DOI: 10.54185/TBEM/vol17_iss4/a1. [in Russian]
2. Gur'ev S.E. Standartizirovannaja otsenka tjazhesti ognestrel'nykh i minno-vzryvnykh povrezhdenij, kotorye vznikli v rezul'tate sovremennykh boevykh dejstvij [Standardized assessment of the severity of gunshot and mine-explosive injuries resulting from modern combat operations] / S.E. Gur'ev, A.I. Kravtsov, A.V. Ordatyj // Travma [Trauma]. — 2016. — Vol. 17. — № 3. — P. 65–68. — DOI: 10.22141/1608-1706.3.17.2016.75777. [in Russian]
3. Vladimirova E.S. Osobennosti minno-vzryvnykh porazhenij, okazanie spetsializirovannoj pomoshchi i reabilitatsii postradavshikh, nakhodivshikhsja v zone terroristsicheskikh dejstvij [Features of mine-explosive injuries, provision of specialized care and rehabilitation of victims in the zone of terrorist actions] / E.S. Vladimirova, F.A. Chernousov, P.A. Ivanov [et al.] // Vestnik meditsinskogo instituta «Reaviz»: reabilitatsija, vrach i zdorov'e [Bulletin of the Medical Institute "Reaviz": Rehabilitation, Doctor and Health]. — 2024. — Vol. 14. — № 6. — P. 47–58. — DOI: 10.20340/vmi-rvz.2024.6.CLIN.1. [in Russian]
4. Karpov S.M. Kompensatorno-vosstanovitel'nye mekhanizmy v otdalennom periode u postradavshikh posle minno-vzryvnogo ranenija [Compensatory-restorative mechanisms in the long-term period in victims after mine-explosive injury] / S.M. Karpov, E.M. Bakhadova, A.E. Apaguni [et al.] // Nevrologija, nejropsikhiatrija, psichosomatika [Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics]. — 2014. — № 2. — P. 25–28. [in Russian]
5. Plekhanov A.N. Prognosticheskaja otsenka tjazhesti sostojanija postradavshikh pri sochetannoju minno-vzryvnoj travme [Prognostic assessment of the severity of the condition of victims with combined mine-explosive injury] / A.N. Plekhanov, I.A. Nomokonov // Acta Biomedica Scientifica. — 2007. — № 4S. — P. 146. [in Russian]



6. Solov'ev I.A. Osobennosti vzryvnoj travmy pri ispol'zovanii otchel'nykh vidov sredstv individual'noj bronezashchity [Features of blast injury when using certain types of personal protective armor] / I.A. Solov'ev, R.V. Titov, I.A. Shperling [et al.] // Vestnik Rossijskoj Voenno-meditsinskoj akademii [Bulletin of the Russian Military Medical Academy]. — 2015. — № 3 (51). — P. 128–132. [in Russian]
7. Vengerovich N.G. Morfologicheskaja kharakteristika posttravmaticheskoy regeneratsii skeletnykh myshts pri eksperimental'noj vzryvnoj travme [Morphological characteristics of post-traumatic regeneration of skeletal muscles in experimental blast injury] / N.G. Vengerovich, I.A. Shperling, Yu.V. Yurkevich [et al.] // Bjulleten' sibirskoj meditsiny [Bulletin of Siberian Medicine]. — 2015. — Vol. 14. — № 4. — P. 17–24. [in Russian]
8. Mikhaylusov R.N. Nebiologicheskoe posloynoe modelirovanie ognestrel'nykh raneniy myagkikh tkaney [Non-biological layered modeling of gunshot wounds of soft tissues] / R.N. Mikhaylusov, V.V. Negoduyko, Yu.V. Prihod'ko // Eksperimental'na i klinichna meditsyna [Experimental and Clinical Medicine]. — 2016. — № 4. — P. 144–147. [in Russian]
9. Chizh N.A. Model' minno-vzryvnoj travmy [Model of mine-explosive injury] / N.A. Chizh, G.A. Kovalev, I.V. Belochkina [et al.] // Klinicheskaja khirurgija [Clinical Surgery]. — 2019. — Vol. 86. — № 1. — P. 61–64. [in Russian]
10. Zayavka na patent RF na izobretenie № 2026118937 ot 18.06.2026. Sposob modelirovanija minno-vzryvnoj travmy mjadgkikh tkaney litsa u laboratornykh zhivotnykh [Application for patent of the Russian Federation for invention No. 2026118937 dated 18.06.2026. Method for modeling mine-explosive injury of facial soft tissues in laboratory animals] / A.K. Rabatueva, M.A. Polidanov, V.V. Masljakov [et al.]. [in Russian]