

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16305>

EDN: RAKACQ



# Условия причинения и морфологические особенности травмы у погибших при полётах на парапланах: одномоментное исследование

А.П. Божченко<sup>1</sup>, А.А. Журавлёв<sup>2</sup><sup>1</sup> Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;<sup>2</sup> Бюро судебно-медицинской экспертизы, Нальчик, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Полёты на парапланах становятся всё более популярными в Российской Федерации. Вместе с увеличением полётов растёт и количество катастроф, каждая из которых требует проведения предусмотренного законом расследования. Однако особенности возникающих при этом повреждений, значимые в судебно-медицинском отношении, остаются малоизученным.

**Цель исследования.** Изучить условия причинения и морфологические особенности травм у лиц, погибших при полётах на параплане.

**Методы.** Проведено наблюдательное одноцентровое одномоментное выборочное исследование с анализом ретроспективных данных. В исследование включали архивные заключения судебно-медицинских экспертов, в том числе основанные на личных наблюдениях, в отношении лиц, погибших при катастрофах во время полётов на парапланах. Заключения содержали демографические данные о пострадавших, сведения об обстоятельствах получения травмы и подробное описание морфологических особенностей повреждений. Период наблюдения составил 23 года (с 2003 по 2025 год).

**Результаты.** В исследование вошли материалы 39 архивных заключений судебно-медицинских экспертов о смертельных случаях в результате полётов на парапланах. Количество парапланерных авиационных катастроф в Российской Федерации из года в год увеличивается, и в большинстве случаев они связаны с оказанием услуг, не отвечающим требованиям безопасности. Установлено, что смертельная парапланерная травма сочетает особенности транспортной травмы в условиях горизонтального вектора перемещения тела и травмы в результате несвободного или ступенчатого падения с большой высоты (за счёт комплекса признаков, характерных для общего сотрясения тела, а также множественности повреждений и расположения их в разных областях и на разных поверхностях тела). В свою очередь, для повреждений головы характерно сочетание черепно-мозговой и черепно-лицевой травмы. Повреждения позвоночника преимущественно локализовались в шейном отделе. Травмы конечностей отличались множественным характером, а также наличием прямых и не прямых (отдалённых) переломов с преобладанием поражений нижних конечностей. Повреждения внутренних органов, как правило, входили в комплекс признаков, объединённых понятием инерционной травмы. Кроме того, следует отметить преобладание повреждений печени при сравнительной редкости повреждений селезёнки.

**Заключение.** Таким образом, при расследовании случаев гибели пилотов или пассажиров парапланов судебно-медицинские данные позволяют ответить не только на общие вопросы о характере травмы, причине и давности наступления смерти, но и способствуют решению специальных вопросов, касающихся соблюдения правил безопасности полётов, в частности требований к допустимой массе нагрузки на крыло параплана, правил приземления, экипировки и страховки, а также соблюдения максимально допустимой скорости полёта и др. Тем не менее в силу специфики полётов на парапланах полученные данные ограничено применимы по отношению к другим видам авиационной травмы.

**Ключевые слова:** безопасность полёта; инерционная травма; падение с высоты; параплан; повреждающие факторы; правила безопасности; сотрясение тела; транспортная травма.

## Как цитировать:

Божченко А.П., Журавлёв А.А. Условия причинения и морфологические особенности травмы у погибших при полётах на парапланах: одномоментное исследование // Судебная медицина. 2025. Т. 11, № 4. С. 327–337. DOI: 10.17816/fm16305 EDN: RAKACQ

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16305>

EDN: RAKACQ

# Conditions and Morphological Features of Injuries in Paragliding Fatalities: A Cross-Sectional Study

Alexandr P. Bozhchenko<sup>1</sup>, Andrey A. Zhuravlev<sup>2</sup><sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia;<sup>2</sup> Bureau of Forensic Medical Examination, Nalchik, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Paragliding is becoming more popular in the Russian Federation. The number of flights increases, so does the number of accidents. Each accident requires a legally mandated investigation. However, despite their forensic significance, these injuries remain poorly understood.

**AIM:** The study aimed to identify conditions and morphological characteristics of injuries in paragliding fatalities.

**METHODS:** This was an observational, single-center, cross-sectional, retrospective study. The study included forensic reports of paragliding fatalities, some of which were based on personal observations. The reports presented demographic data on victims and the circumstances of their injuries. They also included detailed morphological descriptions of the injuries. The observation period spanned 23 years, from 2003 to 2025.

**RESULTS:** The study included data from 39 historical forensic reports on paragliding fatalities. The number of paragliding accidents in the Russian Federation increases every year. Most of these accidents are associated with services that do not meet safety requirements. A fatal paragliding injury exhibits characteristics of a transport injury, which occurs when the body moves horizontally, as well as a non-free or stepped fall from a great height. This is evident through signs of whole-body vibration, as well as multiple injuries on different areas of the body. Head injuries are characterized by a combination of craniocerebral and craniofacial trauma. The spinal injuries were primarily localized in the cervical region. Limb injuries were characterized by their varied nature and the presence of both direct and indirect fractures. The lower extremities were the most frequently affected. Visceral injuries were generally considered to be part of a group of symptoms known as acceleration injury. Additionally, liver injuries were predominant, whereas spleen injuries were comparatively rare.

**CONCLUSION:** Therefore, when investigating fatal paragliding accidents involving pilots or passengers, forensic medical data addresses general concerns about the nature of the trauma and the cause of death, but also helps resolve specific issues, such as compliance with flight safety regulations regarding wing loading limits, landing procedures, equipment and harness requirements, and maximum airspeed limits. However, because of the unique nature of paragliding, these data only apply to paragliding-related injuries.

**Keywords:** aviation safety; acceleration injury; fall from a height; paragliding; damaging factors; safety rules; whole-body vibration; aviation accident.

### To cite this article:

Bozhchenko AP, Zhuravlev AA. Conditions and Morphological Features of Injuries in Paragliding Fatalities: A Cross-Sectional Study. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2025;11(4):327–337. DOI: 10.17816/fm16305 EDN: RAKACQ

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm16305>

EDN: RAKACQ

# 滑翔伞飞行事故遇难者损伤条件与形态学特征：一项回顾性描述性研究

Alexandr P. Bozhchenko<sup>1</sup>, Andrey A. Zhuravlev<sup>2</sup><sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia;<sup>2</sup> Bureau of Forensic Medical Examination, Nalchik, Russia

## 摘要

**论证：**滑翔伞运动在俄罗斯联邦日益普及。随着飞行架次的增多，事故数量也在上升，每起事故均需依法进行调查。然而，此类事故所造成损伤的法医学重要特征目前仍研究不足。

**目的：**研究滑翔伞飞行事故遇难者损伤的形成条件及其形态学特征。

**方法：**开展了一项观察性、单中心、回顾性描述性抽样研究。研究纳入了法医学专家针对滑翔伞飞行事故遇难者出具的档案鉴定书，其中包含基于专家第一手观察资料的结论。鉴定书记载了遇难者人口学数据、致伤环境详情及损伤形态学特征的详细描述。观察期为23年（2003年至2025年）。

**结果：**研究共分析了39份涉及滑翔伞飞行死亡案例的法医学专家档案鉴定书。俄罗斯联邦滑翔伞航空事故数量逐年增加，且多数与不符合安全标准的服务有关。研究确定，致命的滑翔伞损伤兼具水平方向身体位移条件下的交通伤特征以及从高处非自由或阶梯式坠落所致损伤的特点（表现为全身震荡的复合体征，以及损伤的多发性及其在身体不同区域、不同表面的分布特征）。头部损伤则表现为颅脑与颅面复合伤。脊柱损伤主要位于颈部。四肢损伤具有多发性特征，且存在直接骨折与间接（远隔）骨折，以下肢损伤为主。内脏器官损伤通常属于惯性力损伤的复合体征范畴。此外，需指出肝脏损伤多见，而脾脏损伤相对较少。

**结论：**因此，在调查滑翔伞飞行员或乘客死亡案件时，法医学数据不仅能够解答关于损伤性质、死亡原因及死后经过时间的一般性问题，还有助于解决涉及飞行安全规则的特殊问题，包括滑翔伞翼载荷重量限制、着陆规则、装备与保险要求，以及最大允许飞行速度等规范的遵守情况。然而，由于滑翔伞运动的特殊性，本研究所得数据在应用于其他类型航空损伤时存在一定局限性。

**关键词：**飞行安全；惯性力损伤；高处坠落；滑翔伞；致伤因素；安全规则；全身震荡；交通伤。

## 引用本文：

Bozhchenko AP, Zhuravlev AA. 滑翔伞飞行事故遇难者损伤条件与形态学特征：一项回顾性描述性研究. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2025;11(4):327–337. DOI: 10.17816/fm16305 EDN: RAKACQ

收到: 15.07.2025

接受: 23.10.2025

发布日期: 31.12.2025

## ОБОСНОВАНИЕ

В последние годы в Российской Федерации среднее количество танатологических экспертных исследований в пересчёте на 100 тыс. совокупного населения составляет около 427 [1]. При этом трупов с насильственной смертью в среднем 132 на 100 тыс. населения, с устойчивой тенденцией к снижению данного удельного показателя. В структуре насильственной смерти почти 15% приходится на транспортную травму, тогда как в её структуре — 0,4–0,6% случаев составляет авиационная травма [2, 3]. Доля последней из года в год постепенно возрастает, причём как в структуре транспортной травмы, так и в структуре насильственной смерти. Во многом это связано с увеличением количества и разнообразия летательных аппаратов, а также расширением целей их использования (не только утилитарные, но и связанные со спортом, отдыхом и развлечением), что, в свою очередь, приводит к росту общего числа полётов, каждый из которых сопряжён с риском для жизни.

Расширенный обзор публикаций по вопросам изучения и экспертной оценки транспортной травмы (с 1958 года) [4], показывает, что на долю авиационной травмы приходится 12,7%, больше (67,3%) только в отношении автомобильной травмы. Однако максимальное количество публикаций, посвящённых авиационной травме, в отличие от автомобильной, отмечают в 1970–80-х гг., в последние же годы это преимущественно единичные статьи, причём не носящие системного характера. Так, одни из них посвящены пересмотру определения понятия авиационной травмы или попыткам предложить очередную её классификацию [2, 5], тогда как другие (большинство) сосредоточены на описании отдельных случаев авиационных катастроф с акцентом на новые методы исследования, применяемые в экспертизе, включая компьютерную томографию повреждённых областей тела и полную виртопсию погибших, а также на успешных примерах взаимодействия судебно-медицинских экспертов со специалистами в области авиационной медицины, криминалистики и авиационной техники [5–8]. Практически все авторы отмечали, что в вопросе изучения авиационной травмы остаются до конца нерешённые теоретические проблемы и множество трудностей, с которыми сталкиваются эксперты в своей практической деятельности — в процессе производства экспертиз, особенно в случаях катастроф новых летальных аппаратов, технические характеристики и условия эксплуатации которых малоизвестны, а возможные повреждения от них практически не изучены.

К числу современных летальных средств, набирающих всё большую популярность среди граждан Российской Федерации, относят сверхлёгкие летательные аппараты.

В соответствии с Федеральными авиационными правилами<sup>1</sup>, сверхлёгким называют аппарат (воздушное судно), имеющий максимальную взлётную массу не более 495 кг (без учёта массы авиационных средств спасания) и максимальную калиброванную скорость сваливания (минимальную скорость полёта) не более 65 км/ч. Типичными представителями сверхлёгких летательных аппаратов являются параплан (летательный аппарат, крыло или купол которого состоит из верхней и нижней тканевых поверхностей, соединённых между собой вертикальными тканевыми стойками; предназначен для продолжительного горизонтального полёта, в отличие от парашюта, предназначенного для вертикального спуска) и такая его разновидность, как мотопараплан (параплан с наспинной силовой установкой, обеспечивающей взлёт и перемещение в воздухе) [7, 9, 10].

Отечественных судебно-медицинских публикаций по вопросам изучения смертельной травмы, полученной пилотами и пассажирами парапланов, а также лицами, находящимися на земле, на которых он упал, мы не встретили. Существуют зарубежные публикации по данному вопросу, однако их немного, что обусловлено более длительной историей полётов на парапланах прежде всего в странах Европы и Северной Америки. При этом они посвящены в основном общим вопросам авиационного травматизма, таким как абсолютное и относительное (приходящееся на количество полётов) число смертельных случаев, динамика данных показателей по годам, факторы и условия, приводящие к катастрофам, виды травм, эффективность средств безопасности и т. д. [9–12]. Так, во Франции, где парапланеризм развит наиболее давно и широко, ежегодно погибает 6–13 чел.; в Турции, где данный вид активности только набирает популярность, за 8 лет наблюдений зафиксировано 18 смертельных случаев. При этом в последние годы отмечают рост данного показателя, что обусловлено участием полётами лиц с недостаточной подготовкой, прежде всего туристов [10, 11].

## ЦЕЛЬ

Изучить условия причинения и морфологические особенности травмы у лиц, погибших при полётах на параплане.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено наблюдательное одноцентровое одномоментное выборочное исследование с анализом ретроспективных данных.

<sup>1</sup> Приказ Минтранса Российской Федерации № 82 от 28 июня 2007 г. «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требований к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, получателей» (с изменениями и дополнениями). Режим доступа: <https://base.garant.ru/191872/?ysclid=mki907vmek704607774> Дата обращения: 14.07.2025.

## Условия проведения исследования

Источник информации — архив заключений судебно-медицинских экспертов ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» Министерства здравоохранения Кабардино-Балкарской Республики.

## Критерии соответствия (отбора)

**Критерии включения.** В исследование включали материалы, содержащие полные демографические данные о пострадавших, подробные сведения об обстоятельствах происшествия и подробное описание морфологических особенностей повреждений. Факт парашютной катастрофы подтверждали следственные данные.

**Критерии невключения.** В исследование не включали материалы, содержащие неполные или противоречивые данные, а также относящиеся к другим видам смертельной травмы.

## Подбор группы

Период наблюдения составил 23 года (с 2003 по 2025 год).

Учитывали случаи наступления смерти как на месте происшествия, так и на этапах оказания медицинской помощи (до трёх суток после травмы).

## Целевые показатели исследования

### Основной показатель исследования

Основной показатель исследования — морфологические особенности травмы у лиц, погибших при полётах на парашюте (морфологическая характеристика повреждений, их количество и локализация, сочетанность, а также распределение на первичные и вторичные повреждения, повреждения контактно-взаимодействующего комплекса и комплекса признаков, объединённых понятием общего сотрясения тела).

### Дополнительные показатели исследования

Дополнительные показатели исследования — характеристика личности погибших пилотов и пассажиров (пол, возраст, опыт пилотирования и др.), обстоятельства и условия получения травмы (частота парашютных авиационных катастроф в зависимости от времени года, региона и местности, соблюдения требований безопасности полётов).

## Методы измерения целевых показателей

Выбор целевых показателей из архивных заключений судебно-медицинских экспертов и релевантной литературы осуществляли на основе аспектного анализа. Целевые показатели принимали равными указанным в первоисточниках при условии их взаимного соответствия и непротиворечивости, после чего заносили в базу данных, сформированную с помощью программы Microsoft Excel® (Microsoft Corporation, США), систематизировали и обобщали.

## Анализ чувствительности

Не проводили.

## Этическая экспертиза

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» (протокол № 6-25 от 27.09.2025).

## Статистические процедуры

**Запланированный размер выборки.** Размер выборки предварительно не рассчитывали.

**Статистические методы.** Количественные и качественно-количественные характеристики подвергали исследованию с помощью методов описательной статистики с применением частотного анализа. Качественные данные представлены в виде относительных величин (%). Для изучения взаимосвязи между количественными параметрами использовали линейный регрессионный анализ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Характеристики выборки

В исследование вошли материалы 39 архивных заключений судебно-медицинских экспертов о смертельных случаях в результате полётов на парашютах. Все погибшие были взрослыми (в возрасте от 20 лет).

В Российской Федерации в среднем в год отмечают 1–2 катастрофы при полётах на парашюте (количество случаев от 0–1 до 4–5 в 2003–2015 и 2019–2023 гг. соответственно). Очевидно, что в действительности в силу выборочного характера нашего исследования данный показатель выше. Вместе с этим в последнюю 1/3 периода наблюдения зафиксировано 2/3 всех исследованных катастроф, что свидетельствует об их интенсификации. В целом их количество относительно невелико. Во многом именно по этой причине не уделяли должного внимания данному виду травматизма.

### Основные результаты исследования

Во всех случаях травма была сочетанной, при этом повреждения локализовались:

- в трёх областях тела — в 5,1% случаев;
- в четырёх — в 17,9%;
- в пяти — в 33,3%;
- в шести — в 25,6%;
- в семи — в 12,8%;
- в восьми — в 5,1%.

Среди преобладающих сочетаний различали:

- повреждение всех частей (областей) тела, кроме шеи, позвоночника и таза — 25,6%;
- повреждение всех частей (областей) тела, кроме шеи и позвоночника — 12,8%.

Полученные данные указывают на множественность (неоднократность) травмирующих воздействий, а также на динамичность процесса травмирования (изменение положения тела и взаиморасположения тела и предметов/объектов окружающей обстановки), которые в целом характерны для несвободного и/или ступенчатого падения с высоты, в сочетании с горизонтальным вектором перемещения тела и/или неровной поверхностью приземления в большинстве случаев.

Распределение травм, полученных в различных областях тела при полётах на парашюте, продемонстрировано в табл. 1. При этом, судя по объёму травмы любой локализации (учитывая количество и выраженность отдельных повреждений), прямой и отделённый характер повреждений, основными местами приложения ударных воздействий и наиболее вероятной их последовательностью были:

- грудь, голова, а потом конечности (20,5%);
- таз, левая нога, а потом голова, грудь (17,9%);
- обе ноги, а потом голова, грудь (15,4%);
- правая нога, а потом голова (12,8%);
- правая нога, а потом правая половина туловища (10,3%);
- правая рука, а потом голова (7,7%);
- левая нога, левая рука, а потом голова, грудь (7,7%);
- левая половина спины, а потом ноги (7,7%).

В большинстве случаев первичные и вторичные повреждения сопровождались сотрясением внутренних органов (см. табл. 1). Повреждения, характерные для контактного взаимодействия с элементами конструкции парашюта, фиксировали редко — во всех описанных случаях они были менее выраженными в сравнении с другими группами признаков.

**Таблица 1.** Установленное распределение травм, полученных в различных областях тела при полётах на парашюте

Часть тела или вид повреждения	Количество случаев, n (%)
Голова	32 (82,1)
Шея	16 (41,0)
Грудь	39 (100,0)
Живот	33 (84,6)
Таз	9 (23,1)
Позвоночник	13 (33,3)
Верхние конечности	27 (69,2)
Нижние конечности	37 (94,9)
Гемоторакс	26 (66,7)
Гемоперитонеум	18 (46,2)
Острая массивная кровопотеря	31 (82,1)
Травматический (геморрагический) шок	39 (100,0)
Сотрясение внутренних органов	34 (87,2)
Перелом костей скелета (одной или более)	34 (87,2)
Повреждения покровных мягких тканей	39 (100,0)

Для повреждений головы характерно сочетание черепно-мозговой и черепно-лицевой травмы. В свою очередь, повреждения позвоночника преимущественно локализовались в шейном отделе. Травмы конечностей отличались множественным характером, а также наличием прямых и не прямых (отдалённых) переломов с преобладанием поражений нижних конечностей. Повреждения внутренних органов, как правило, входили в комплекс признаков, объединённых понятием инерционной травмы. Об инерционной травме, или травме ускорения, судили прежде всего по повреждениям внутренних органов груди и живота:

- виды повреждений органов грудной полости, характерные для инерционной травмы (приведены в виде цитат из заключений экспертов): «...ушиб лёгких»; «...ушибы в области корней лёгких, ушиб сердца»; «...ушибы лёгких, ушиб перикарда, левосторонний гемоторакс»; «...ушибы перикарда, ушибы грудного отдела аорты, ушибы и разрывы лёгких, двусторонний гемоторакс»; «...кровоизлияние в клетчатку переднего средостения, ушиб и разрыв перикарда, разрыв восходящей части дуги аорты, кровоизлияния в лёгких и сердце»; «...ушибы и разрывы лёгких, ушиб перикарда, двусторонний гемоторакс»; «...ушиб сердца, двусторонний гемоторакс»; «...ушибы в области корней лёгких, разрывы лёгких, разрывы перикарда, разрыв сердца, двусторонний гемоторакс»;
- виды повреждений органов брюшной полости и забрюшинного пространства, характерные для инерционной травмы: «...ушиб корня брыжейки, ушибы диафрагмы»; «...кровоизлияния в области корня брыжейки, кровоизлияния в связочный аппарат печени, ушибы правого купола диафрагмы»; «...ушиб правой доли печени с кровоизлияниями в связочный аппарат»; «...разрыв печени, кровоизлияние в парапанкреатическую клетчатку, кровоизлияние в жировой клетчатке в области ворот почек, гемоперитонеум»; «...разрывы правого купола диафрагмы, печени, брыжейки тонкой кишки, с кровоизлияниями левой почки, левой ножки диафрагмы, головку поджелудочной железы, гемоперитонеум»; «...множественные разрывы печени, селезёнки, гемоперитонеум»; «...кровоизлияния в ворота почек справа и слева, разрыв капсулы и паренхимы селезёнки, гемоперитонеум».

Кроме того, следует отметить преобладание повреждений печени при сравнительной редкости повреждений селезёнки (в 3,5 раза реже, без учёта при этом характера и объёма повреждений). В свою очередь, повреждения сердца отмечали в 2,3 раза чаще, а почек — почти в 2 раза чаще, чем селезёнки. При одинаковой высоте падения (скорости удара) и векторе травмирующего воздействия установленная закономерность отчасти обусловлена различием массы внутренних органов (рис. 1), что имеет важное значение для инерционного механизма образования травмы, реализующегося при столкновении тела с массивным препятствием (скальный выступ, аэродромное

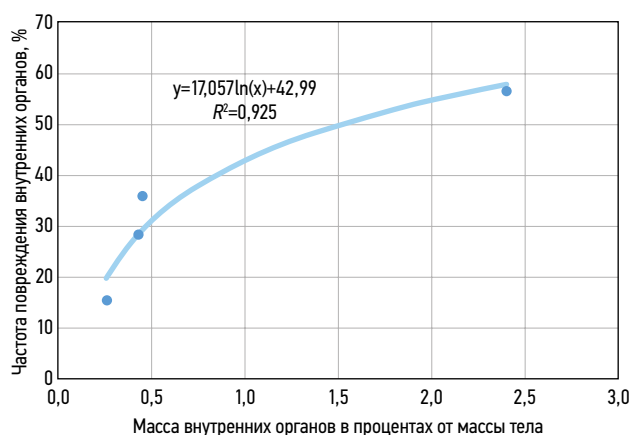


Рис. 1. Соотношение массы внутренних органов и частоты их повреждения при полётах на параплане.

покрытие и т. п.). Так, наибольшую массу имеет печень (около 2,4% массы тела), наименьшую — селезёнка (около 0,26% массы тела), тогда как масса сердца и обеих почек занимает промежуточное положение, составляя около 0,45 и 0,43% соответственно [13]. При этом повреждения печени можно рассматривать как наиболее чувствительные к инерционному механизму травмирования, однако наименее специфичные. Напротив, повреждения селезёнки во всех наших наблюдениях возникали исключительно при падениях параплана с большой высоты и на высокой скорости, тогда как повреждения печени отмечали при менее значительных травмирующих воздействиях.

### Дополнительные результаты исследования

Почти половина катастроф, по данным настоящего исследования, произошла в горах Северного Кавказа, что обусловлено высокой популярностью данной местности для парапланеристов. Так, 59,0% катастроф зарегистрировано в горной или холмистой местности, тогда как на равнинной территории (на парадrome, в поле, над озером, лесом и т. п.) — в 1,5 раза меньше (41,0%). Установленная закономерность ассоциирована с более высокой интенсивностью полётов, характерной для горной местности, а также с действием факторов риска, включая неравномерное нагревание поверхности земли, быстрое изменение погодных условий и формирование дополнительных воздушных потоков, наиболее выраженных и непредсказуемых в горах.

В холодный период времени года (с октября по апрель) произошло 25,6% катастроф, тогда как в летний — 74,4%. Наиболее редко катастрофы регистрировали в апреле, октябре и ноябре (по 2,6% всех случаев), наиболее часто — в июне, июле и августе (от 15,4 до 18,0%). Кратность различий между месяцами достигает 6–7 раз. Данный показатель определяется не столько температурой воздуха или поверхности земли в период выполнения полётов, сколько их количеством и интенсивностью в различные сезоны года, существенно возрастающим в летний (отпускной) период.

Наиболее частыми целями полётов, завершившихся катастрофой, были развлекательные и рекреационные мероприятия, включая показательные и рекламные полёты (66,7%). Спортивная деятельность, участие в соревнованиях, попытки достижения индивидуальных результатов или установления рекордов (по скорости, расстоянию или сложности маршрута полёта), а также подготовка к ним (тренировки) отмечали в 2 раза реже (33,3%).

В 79,5% случаев катастрофа происходила с одноместными летательными аппаратами, в 20,5% — с двухместными (параплан-тандем). Кроме того, преобладали безмоторные летательные аппараты (82,1%) над моторными (17,9%). Очевидно, что безмоторные парапланы являются фактором риска для катастроф рассматриваемого типа вследствие отсутствия способности к активному перемещению в пространстве в критические моменты и, как следствие, меньшей управляемости.

В 61,5% случаев катастрофы происходили в фазе полёта, тогда как в 35,9% — в фазе приземления. В одном наблюдении данных о фазе полёта не было (2,6%). Кроме того, обращает внимание отсутствие начальной фазы взлёта, весьма характерной для авиационных катастроф в целом, что обусловлено особенностями исследуемых летательных аппаратов (лёгкие, маломощные, использующие энергию извне, приобретающие необходимую для полёта, а вместе с этим и требующуюся для причинения повреждений энергию по мере спуска с высоты или вхождения в воздушные потоки).

Наиболее часто (51,3%) катастрофы происходили в результате падения («сваливания») летательного аппарата с высоты на землю (скалу, склон горы, поле, аэродромное покрытие, шоссе, воду, верхушки деревьев и т. д.), включая случай после сдавливания шеи стропами. Реже (15,4%) отмечали столкновение в полёте с препятствием — горой или скальным выступом (10,3%), либо с другим летательным аппаратом (5,1%). Жёсткое приземление, в том числе на воду, лёд и другие поверхности, регистрировали в 33,3% случаев.

Во всех этих случаях видом травмирующего воздействия был удар (удары) о твёрдые тупые предметы, причём в большинстве из них (89,7%) ударное воздействие было определяющим. Кроме того, в 10,3% случаев ( $n=4$ ) выявляли механическую асфиксию:

- сдавливание органов шеи полужёстким тупым предметом (стропами) ( $n=1$ );
- утопление в природном водоёме (пресноводном озере) ( $n=3$ ), включая случай при погружении под лёд.

Ошибки пилота, в том числе обусловленные недостаточным опытом или состоянием опьянения, были указаны в 23,0% случаев катастроф. Полёт в неблагоприятных погодных условиях (внезапный порыв и усиление ветра, изменение направления воздушных потоков, позднее вечернее время, облачность или гроза) — в 18,0%. В 7,7% случаев отмечали техническую неисправность летального аппарата. Полёты без медицинского сопровождения,

необходимого для обеспечения безопасности (что привело к запоздалому оказанию медицинской помощи при исходно предотвратимой смерти пострадавших), составили 5,1%. Отсутствие защитной экипировки у пилота или пассажира наблюдали в 10,3% случаев. В 35,5% случаев достоверные сведения отсутствовали.

Сведения о наличии или отсутствии алкоголя в крови (моче, стенке мочевого пузыря, спинномозговой жидкости или других биологических жидкостях и тканях) отмечали в 41,0% случаев, из них только в 6,3% этиловый алкоголь обнаружен, тогда как в 93,7% он, равно как и иные спирты, наркотические вещества или сильнодействующие лекарственные средства, не обнаружены. Таким образом, подавляющее большинство пилотов и пассажиров осуществляли полёты трезвыми, в отличие, например, от водителей и пассажиров, осуществляющих поездки на автомобиле, что можно связать с присутствием осознания многократно более высокой степени опасности полётов на параплане [3].

Все исследованные случаи завершились гибелью одного или нескольких участников полёта (полётов). В подавляющем большинстве из них погибал один человек (89,7%), значительно реже (почти в 9 раз) — два (10,3%). Среди погибших преобладали мужчины (97,4%), доля женщин составила 2,6%. Во всех случаях погибшие были взрослыми: возраст варьировал от 20 до 68 лет, средний возраст составил 43 года. Ни в одном наблюдении среди пострадавших не было детей или юношей. В 97,4% случаев погибшим являлся пилот, в 7,9% — пассажир. Суммарное значение превышает 100%, что обусловлено наличием нескольких случаев (5,2%) с двумя погибшими: двумя пилотами при столкновении летальных аппаратов, а также пилотом и пассажиром при падении параплана-тандема. Относительно пилотов в некоторых случаях в материалах дела содержались сведения об их «опытности» (налёте): к опытным (не менее года самостоятельных полётов) отнесены 66,7% пилотов, к малоопытным (новичками) — 5,6%; в 27,8% случаев соответствующие сведения отсутствовали.

В большинстве случаев смерть от полученных повреждений, учитывая выраженность кровоизлияний в области повреждений и следственные данные, наступала:

- сразу (мгновенно либо в течение ближайших минут) — 38,5%;
- в течение нескольких минут (до 10) — 15,4%;
- в течение 10 мин — 28,1%;
- в течение нескольких часов — 7,7%;
- в течение нескольких дней (максимум 3 дня) — 10,3%.

После случившегося медицинскую помощь оказали пострадавшим лишь в 17,9% случаев ( $n=7$ ), из них в трёх случаях смерть наступила в машине скорой медицинской помощи, в четырёх — в ближайшем стационаре. В остальных 82,1% случаев медицинскую помощь, вероятно, не оказывали, однако только в 5,1% по итогам

расследования было специально отмечено, что полёт происходил в отсутствие требовавшегося для обеспечения безопасности медицинского сопровождения.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме основного результата исследования

Таким образом, количество парапланерных авиационных катастроф в Российской Федерации из года в год увеличивается, и в большинстве случаев они связаны с оказанием услуг, не отвечающим требованиям безопасности, что делает вопрос их расследования весьма актуальным. Установлено, что смертельная парапланерная травма сочетает особенности транспортной травмы в условиях горизонтального вектора перемещения тела (прежде всего за счёт признаков контактного взаимодействия с элементами конструкции летательного аппарата — параплана) и травмы в результате несвободного или ступенчатого падения с большой высоты (за счёт комплекса признаков, характерных для общего сотрясения тела, а также множественности повреждений и расположения их в разных областях и на разных поверхностях тела).

### Интерпретация результатов исследования

В случае расследований катастроф при полётах на параплане в обязательном порядке назначают судебно-медицинскую экспертизу, в задачи которой входит установление причины смерти, давности травмы и решение других общих вопросов. Поскольку возбуждают уголовные дела либо проводят проверку признаков состава преступления по статье 238 «Производство, хранение, перевозка либо сбыт товаров и продукции, выполнение работ или оказание услуг, не отвечающих требованиям безопасности» или по статье 263 «Нарушение правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного, воздушного, морского и внутреннего водного транспорта и метрополитена» Уголовного кодекса Российской Федерации<sup>2</sup>, перед судебно-медицинскими экспертами нередко ставят и специальные вопросы, касающиеся судебно-медицинской оценки «лётной травмы» и условий осуществления полёта:

- определения свойств воздействовавших повреждающих факторов;
- установления конкретных механизмов образования повреждений на предмет проверки следственных версий случившегося.

В числе последних особую группу составляют вопросы ситуационного характера, требующие знания технических характеристик и правил эксплуатации авиационной техники и предполагающие комплексный подход для их решения:

- о соблюдении допустимой по массе нагрузки на крыло параплана (у каждого параплана своя);

<sup>2</sup> Уголовный кодекс Российской Федерации № 63-ФЗ от 13 июня 1996 г. Режим доступа: <https://base.garant.ru/10108000/> Дата обращения: 14.07.2025.

- о соблюдении требований к экипировке пилота и пассажира (наличие или отсутствие, в рабочем состоянии или нет);
- о соблюдении правил страховки в момент приземления (с удержанием рук на стропах, с одновременной опорой на две ноги и т. д.);
- о полёте в условиях хорошей видимости (в светлое время суток и др.);
- о недопустимости полёта в состоянии опьянения;
- в некоторых случаях — о соблюдении (не превышении) максимально допустимой скорости полёта.

Анализ первичных заключений судебно-медицинских экспертов показал, что большинство из них ограничивается решением общих вопросов и придерживается безынициативной (выжидательной) тактики, полагая, что решение сложных ситуационных вопросов является прерогативой комиссионной (комплексной) экспертизы. Как показывает личный опыт, при решении подобных вопросов неформальный, позитивный и конструктивный комплексный подход позволяет находить ответы на многие из них, не выходя за пределы собственной компетенции либо обоснованно компенсируя недостаток специальных знаний из различных областей науки и техники (в случаях производства комплексных экспертиз). Так, для возможности решения вопроса о соблюдении в период полёта допустимой по массе нагрузки на крыло парашюта достаточно строго выполнять судебно-медицинские правила об обязательности взвешивания трупа перед началом исследования. В случаях необходимости решения вопроса о соблюдении требований к максимально допустимой скорости полёта (65 км/ч) необходимо оценить характер и объём травмы, прибегнуть, если требуется, к поиску аналогии из экспертной практики — как правило, большой объём травмы с расчленением тела указывает на большую скорость полёта в момент контакта с препятствием, а на примере наезда автомобиля на пешехода известно, что расчленение тела становится возможным при значительных скоростях (около 130 км/ч и более [14]). На возможно большую скорость полёта может указывать и эффект ускорения парашюта над горной вершиной с последующим «сваливанием» сразу за ней (устанавливается специалистом по воздухоплаванию), о чём можно судить по месту происшествия — направлению смещения парашюта и тела погибшего (погибших) по склону горы вниз, а не вверх, как это обычно бывает, например при неожиданной встрече с препятствием и попытке избежать столкновения путём резкого набора высоты.

По нашим данным, экспертные выводы по сложным вопросам ситуационного характера оказывали (в тех случаях, когда решались) чаще всего вероятностями или условными. Основные причины, не позволившие экспертам прийти к категоричным или безусловным выводам, были связаны с исходной сложностью экспертной задачи, которую необходимо решить, отсутствием надёжных научных данных по исследуемому вопросу, а также

с недостатками осмотра места происшествия и первичного судебно-медицинского исследования трупа (отсутствие данных о массе трупа, о массе внутренних органов, изъятие недостаточного количества образцов повреждённых тканей для судебно-гистологического исследования, не проведение медико-криминалистического исследования контактных повреждений и др.).

Параплан — лёгкий летательный аппарата, который, если не считать такую его разновидность, как мотопараплан, осуществляет полёт только за счёт внешнего источника энергии — движения воздушных масс, что делает его уязвимым в случаях внезапного изменения воздушных потоков<sup>1</sup>. В горной и холмистой местности, где чаще всего осуществляют полёты на парашюте, и происходят катастрофы, это обстоятельство выступает и как необходимое условие для полёта, и как фактор риска. Тем самым предпосылки для возникновения воздушных инцидентов, аварий и катастроф обусловлены объективными особенностями полёта на парашюте, а потому неизбежны — можно лишь пытаться нивелировать их негативное влияние.

Как установлено, основные причины полётов, закончившихся катастрофой, связаны с развлечением и отдыхом, что обусловлено не столько большим (преобладающим) количеством таких полётов (в нашей стране данный вид отдыха только набирает популярность), сколько снижением концентрации и внимания пилотов в условиях развлекательного полёта, особенно в тандеме с пассажиром либо при полёте рядом с другим парашютистом. Очевидна необходимость повышения тщательности предполётной подготовки не только пилотов, но и пассажиров, включая знание правил и владение навыками действий при взлёте, посадке и в экстренных ситуациях. Например, в странах с развитым парашютизмом (например, Франция, Италия и др.), смертельные случаи при посадке встречаются редко, что свидетельствует о высокой готовности пилотов и пассажиров к приземлению, достигаемой не только путём инструктажа, но и тренировки [10]. Очевидна также позитивная роль использования средств индивидуальной защиты. Специальная обувь (с высокими берцами, плотной шнуровкой и толстой подошвой) заметно снижает количество и тяжесть травм нижних конечностей в условиях жёсткого приземления. По нашим данным, среди погибших нижние конечностей были травмированы в 93,8% случаев (в 68,8% с переломами костей), по данным же исследователей из Турции, где требование к использованию при полётах специальной обуви строго регламентировано — только в 42,9%, то есть почти в 2 раза реже [11].

По данным настоящего исследования, большинство катастроф происходило в фазе полёта (61,5%), что соответствует данным зарубежных исследователей, указывающих на преобладание именно этой фазы (до 94,4%) [9]. Поскольку набранная высота полёта на парашюте может составлять 1–2 км, а его горизонтальная скорость достигать 50–60 км/ч и более, в случаях потери управляемости

параплана, «сваливания», столкновения с препятствием кинетическая энергия травмирующего воздействия оказывается очень большой. Закономерными в этой связи являются такие установленные проявления травмы, как множественность повреждений или политравма. По нашим данным, её регистрировали в 100% наблюдений, по зарубежным — в 83,3–90,5% [10, 15]. Кроме того, характерно наличие не только первичных, но и вторичных переломов костей скелета, а также комплекса повреждений внутренних органов, характерных для общего сотрясения тела (инерционной травмы). Выделение двух последних групп признаков является особенностью отечественной судебно-медицинской школы [5, 15]. При этом в настоящем исследовании мы обратили внимание на зависимость вероятности повреждения внутренних органов груди и живота (печени, селезёнки и др.) от их массы в условиях возникновения отрицательного ускорения. Несмотря на очевидность данной закономерности, ранее исследователи, изучавшие кататравму, подчёркивали преимущественно ведущую роль высоты падения (скорости удара) и массы всего тела с учётом вида приземления [15].

В настоящем исследовании сравнительно редко фиксировали повреждения у пилотов и пассажиров, характерные для контактного взаимодействия с элементами конструкции параплана. Мы полагаем, что это обусловлено их сравнительно слабой выраженностью (большинство элементов конструкции представлено мягкими или полужёсткими предметами — ткань купола параплана, стропы и т. п.) и, как следствие, меньшее влияние на общий объём травмы и причину смерти. Вместе с этим их диагностическая, а иногда и идентификационная ценность велики. Так, повреждения ладонной поверхности кистей у пилота, характерные для плотного (сильного) удержания им строп (полосовидные ссадины, рваные/лоскутные раны), указывают на его активность в момент катастрофы (падения, столкновения) — возможность или попытку управлять парапланом [10, 11]. Образующиеся при столкновении с препятствием ссадины и кровоподтёки спины, по форме и размерам соответствующие защитному каркасу (раме) моторного агрегата, находящегося со стороны спины пилота (на параплане-тандеме), позволяют установить вариант приземления [7, 9, 10], а иногда и личность погибшего (пилот или пассажир).

В целом же недостатки первичного судебно-медицинского исследования трупов лиц, погибших в результате полёта на параплане, являются весьма распространёнными (встретились в 100% наблюдений, начиная с отсутствия данных о массе трупа и заканчивая не проведением необходимых исследований, таких как медико-криминалистическое исследование контактных повреждений и др.). Целесообразно, хотя и трудно реализуемо на практике, проведение первично комиссионного исследования трупа в случаях любых авиакатастроф, включая парапланерные катастрофы, если они произошли в условиях неочевидности.

## Ограничения исследования

В силу специфики полётов на парапланах и конструкциях самих парапланов полученные данные об обстоятельствах катастроф и морфологических особенностях возникающих при этом смертельных повреждений ограничено применимы по отношению к другим видам авиационной травмы (дельтапланерной, самолётной, вертолётной и др.). Настоящее исследование ограничено периодом наблюдения, с 2003 по 2025 год, и не охватывало все случаи смертельной травмы, полученной при полётах на парапланах на территории Российской Федерации, поэтому полученные в нём сведения о распространённости парапланерных авиационных катастроф являются заниженными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полёты на парапланах становятся всё более популярными в Российской Федерации. Вместе с увеличением их количества растёт и число катастроф. Анализ парапланерного авиационного травматизма в силу своей относительной редкости специальным образом в нашей стране не организован, однако это необходимо с целью выработки мер по его профилактике. Зарубежный опыт парапланеризма свидетельствует о том, что этот вид авиационного спорта и туристического отдыха может быть относительно безопасным. Свой вклад в профилактику парапланерного травматизма может внести судебная медицина, поскольку в её задачи как науки о человеке и условиях его жизнедеятельности входит исследование повреждений и механизмов их формирования, а также изучение различных причин смерти и механизмов её наступления. При расследовании уголовных дел по факту гибели пилотов или пассажиров парапланов судебно-медицинские данные позволяют ответить не только на общие вопросы о характере травмы, причине и давности наступления смерти, но и, как установлено в настоящем исследовании, способствуют решению специальных вопросов, касающихся соблюдения правил безопасности полётов, в частности требований к допустимой массе нагрузки на крыло параплана, правил приземления, экипировки и страховки, а также соблюдения максимально допустимой скорости полёта и др. В силу специфики конструкции парапланов и полётов на них полученные данные ограничено применимы по отношению к другим видам авиационной травмы.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** А.П. Божченко — концепция и дизайн исследования, работа с данными, пересмотр и редактирование текста рукописи; А.А. Журавлёв — сбор данных, обработка материала, написание черновика рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» (протокол № 6-25 от 27.09.2025).

**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.** Авторы сообщают, что все данные представлены в статье.

**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 в соответствии с процедурой fast-track. В рецензировании участвовали один внешний рецензент и два члена редакционной коллегии журнала.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** A.P. Bozhchenko: conceptualization, data curation, writing—review & editing; A.A. Zhuravlev: investigation, data curation, writing—original draft. All the authors approved the version of the manuscript

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Kovalev AV, Zolotenkova GV, Gerasimov AN, et al. Epidemiological analysis of violent death and cases of not established death cases in Russian Federation (2009–2018). *Forensic Medical Expertise*. 2021;64(1):12–17. doi: 10.17116/sudmed2021640112 EDN: NHUJGK
- Bozhchenko AP, Nazarov YuV. Definition of the concept of “aviation injury”. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2019;5(S1):59–60. (In Russ.) EDN: GAYDJF
- Bozhchenko AP, Pilnik NM. Epidemiological characteristics of transport injuries in a large city (according to forensic studies of the deceased in hospitals of St. Petersburg). *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2019(68):127–131. EDN: WASPLM
- Fetisov VA, Smirenin SA, Nesterov AV, Khabova ZS. The topical issues of road traffic injury emerging from the publications in the journal *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* for the period from 1958 to 2012. *Forensic Medical Expertise*. 2014;57(1):50–54. EDN: RZRDS
- Klevno VA, Chumakova YuV, Lebedeva AS, et al. Virtopsy of pilots died inside a light airplane when it fell and hit the ground. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2019;5(1):4–10. doi: 10.19048/2411-8729-2019-5-1-4-10 EDN: IXVKTV
- Krapivnitskaia TA, Kniga VV, Krapivnitskaia LV. Participation of aeromedicine specialists in complex forensic medical examination in aviation accidents. *Forensic Medical Expertise*. 2023;66(5):24–28. doi: 10.17116/sudmed20236605124 EDN: SJPLJC
- Ekerhovd KM, Novomesky F, Komarekova I, Straka L. Descriptive epidemiological study of fatal incidents among civilian sport parachutists in Norway from 1963 to 2008. *Romanian Journal of Legal Medicine*. 2013;21(1):31–36. doi: 10.4323/rjlm.2013.31

to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

**Ethics approval:** The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of the St. Petersburg Bureau of Forensic Medical Examination (Minutes No. 6-25 dated September 27, 2025).

**Funding sources:** No funding.

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

**Statement of originality:** No previously published materials (text, images, or data) were used in this article.

**Data availability statement:** All data obtained in this study are available in this article.

**Generative AI:** No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

**Provenance and peer-review:** This article was submitted unsolicited and reviewed following the fast-track procedure. The peer-review process involved one external reviewer and two members of the Editorial Board.

- Frishons J, Novotny V, Rejtar P, et al. Virtopsy in the Czech Republic. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2020;6(2):44–48. doi: 10.19048/2411-8729-2020-6-2-44-48 EDN: KJHITK

- Canbek U, İmerci A, Akgün U, et al. Characteristics of injuries caused by paragliding accidents: A cross-sectional study. *World Journal of Emergency Medicine*. 2015;6(3):221–224. doi: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.03.011

- Feletti F, Goin J. Accidents and injuries related to powered paragliding: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2014;4(8):e005508. doi: 10.1136/bmjopen-2014-005508

- Karakoyun F, Golcuk Y. Accidents and injuries related to paragliding on mount Babadağ, Turkey. *Turkish Journal of Emergency Medicine*. 2023;23(4):232–237. doi: 10.4103/tjem.tjem\_67\_23 EDN: OXLLRV

- Wilkes M, Long G, Massey H, et al. Quantifying risk in air sports: flying activity and incident rates in paragliding. *Wilderness & Environmental Medicine*. 2022;33(1):66–74. doi: 10.1016/j.wem.2021.11.011 EDN: IYMUMB

- Gaivoronsky IV, Nichiporuk GI, Gaivoronsky AI. *Human anatomy and physiology*. Moscow: Akademiya; 2015. (In Russ.) EDN: ZJIWUP

- Smirenin SA, Fetisov VA, Shmarov LA. The case of dismemberment of a pedestrian's body with separation of the shins and pelvis in a collision with a car. In: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference “On problematic issues in the organization of forensic medical examinations”. Moscow: Russian Center for Forensic Medicine expertise; 2009. P. 259–260. (In Russ.) EDN: UEXHKF

- Bunyatov MO. *Biomechanics of damage to the human body during a fall from a great height*: [dissertation abstract]. Moscow; 2011. 36 p. (In Russ.) Available from: [https://rusneb.ru/catalog/000200\\_000018\\_RU\\_NLR](https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR)

## ОБ АВТОРАХ

\* **Божченко Александр Петрович**, д-р мед. наук, профессор;

адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика

Лебедева, д. 6;

ORCID: 0000-0001-7841-0913;

eLibrary SPIN: 1110-0515;

e-mail: bozhchenko@mail.ru

**Журавлёв Андрей Анатольевич**;

ORCID: 0009-0001-9026-6173;

eLibrary SPIN: 3234-7263;

e-mail: andrey.zhuravlev.67@internet.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Alexandr P. Bozhchenko**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

address: 6 Academician Lebedev st, Saint Petersburg, Russia,

194044;

ORCID: 0000-0001-7841-0913;

eLibrary SPIN: 1110-0515;

e-mail: bozhchenko@mail.ru

**Andrey A. Zhuravlev**, MD;

ORCID: 0009-0001-9026-6173;

eLibrary SPIN: 3234-7263;

e-mail: andrey.zhuravlev.67@internet.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author