

<https://doi.org/10.47183/mes.2025-319>

УДК 613.62:613.648.4:629.786.2



## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СМЕРТНОСТИ КОСМОНАВТОВ: 1960–2023

И.Б. Ушаков<sup>1</sup>, А.Ю. Бушманов<sup>1</sup>, К.В. Бетц<sup>1✉</sup>, И.В. Бухтияров<sup>2</sup>, Ю.И. Воронков<sup>3</sup>, А.П. Гришин<sup>4</sup>, А.Ф. Жерनावков<sup>5</sup><sup>1</sup> Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Москва, Россия<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова, Москва, Россия<sup>3</sup> Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия<sup>4</sup> Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, Звездный Городок, Россия<sup>5</sup> Ассоциация авиационно-космической, морской, экстремальной и экологической медицины России, Москва, Россия

**Введение.** Когортные аналитические эпидемиологические исследования состояния здоровья космонавтов имеют ряд особенностей, связанных со спецификой изучаемой профессиональной группы. Уточнение отдаленных показателей здоровья можно ожидать только при условии расширения периода наблюдения за когортой космонавтов СССР и России, впервые сформированной в 2013 г., с систематическим обновлением расчетных данных.

**Цель.** Анализ изменений основных показателей смертности отечественных космонавтов при 5-летнем расширении периода наблюдения за когортой до 2023 г.

**Материалы и методы.** С применением проспективного наблюдения за исторически сформированной когортой космонавтов СССР и России мужского пола за период с 1960 по 2023 г. выполнено обновление данных, с помощью показателя стандартизованного относительного риска (СОР) с 95% доверительным интервалом (95% ДИ) оценен риск смерти космонавтов. Проведены обработка и анализ закодированных и обезличенных персональных данных космонавтов. Общее количество участников на дату закрытия когорты (31.12.2023) составило 270 космонавтов, разделенных в зависимости от наличия опыта космического полета (КП) на две группы: группа 1 — 127 человек (47,0%), космонавты, совершившие хотя бы один КП; группа 2 — 143 человека (53,0%), космонавты, не имеющие опыта КП («внутренний контроль»). Мужское население России принято за «внешнюю» контрольную группу. Анализ причин смерти проведен по укрупненным классам болезней в соответствии с МКБ-10. Дополнительно собрана информация об исходном образовании космонавтов как фактора, значительно влияющего на траекторию жизни. Статистическая обработка произведена с использованием пакета программного обеспечения Microsoft Office и программного обеспечения Stata 14.

**Результаты.** Увеличение периода наблюдения способствовало повышению точности показателей риска смерти космонавтов за счет сужения 95% ДИ. Риск смерти космонавтов, совершивших космический полет (КП), от всех причин смерти в совокупности достоверно ниже при сравнении как с мужским населением России (СОР = 0,37; 95% ДИ 0,27–0,50), так и с космонавтами без опыта КП (СОР = 0,73; 95% ДИ 0,53–0,98). Получено отсутствие достоверного снижения риска смерти космонавтов, имеющих опыт КП, от злокачественных новообразований при сравнении с населением (СОР = 0,62, 95% ДИ 0,32–1,09). Показано наличие связи между исходным образованием космонавтов и средним возрастом смерти: средний возраст смерти космонавтов — военных специалистов, имеющих опыт КП, составил 68,1 года, не имеющих опыта КП — 60,3 года ( $p = 0,015$ ).

**Выводы.** Для космонавтов, совершивших КП, сохраняется общая онкологическая настороженность, несмотря на однозначно лучшее состояние их здоровья при сравнении с обеими контрольными группами. Уточнение полученных данных может быть достигнуто только при расширении периода наблюдения, в том числе за счет увеличения времени, проведенного в космосе за карьеру, в зависимости от жизненного статуса космонавтов. Обнаружено наличие внутренних факторов, влияющих на здоровье космонавтов без опыта КП: связь между профессиональным образованием и средним возрастом смерти говорит о необходимости разработки индивидуальных профилактических мероприятий для этой группы лиц, а также углубленного наблюдения за состоянием их здоровья после завершения карьеры.

**Ключевые слова:** космонавты; космический полет; смертность; когортные исследования

**Для цитирования:** Ушаков И.Б., Бушманов А.Ю., Бетц К.В., Бухтияров И.В., Воронков Ю.И., Гришин А.П., Жерनावков А.Ф. Эпидемиологический анализ смертности космонавтов: 1960–2023. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2026;28(1):102–112. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-319>

**Финансирование:** работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Потенциальный конфликт интересов:** И.Б. Ушаков, А.Ю. Бушманов — члены редакционной коллегии журнала «Медицина экстремальных ситуаций». Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Бетц Кристина Валерьевна [c.betts@yandex.ru](mailto:c.betts@yandex.ru)

**Статья поступила:** 16.06.2024 **После доработки:** 15.09.2025 **Принята к публикации:** 03.10.2025 **Online first:** 30.10.2025

## EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS OF COSMONAUT MORTALITY: 1960–2023

Igor B. Ushakov<sup>1</sup>, Andrei Yu. Bushmanov<sup>1</sup>, Kristina V. Betts<sup>1✉</sup>, Igor V. Bukhtiyarov<sup>2</sup>, Yuri I. Voronkov<sup>3</sup>, Alexey P. Grishin<sup>4</sup>, Anatoly F. Zhernavkov<sup>5</sup><sup>1</sup> Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia<sup>2</sup> Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russia<sup>3</sup> Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia<sup>4</sup> Gagarin Research and Test Cosmonaut Training Center, Zvyozdny Gorodok, Russia<sup>5</sup> Association of Aerospace, Marine, Extreme and Environmental Medicine of Russia, Moscow, Russia

© И.Б. Ушаков, А.Ю. Бушманов, К.В. Бетц, И.В. Бухтияров, Ю.И. Воронков, А.П. Гришин, А.Ф. Жерनावков, 2025

**Introduction.** Cohort analytical epidemiological studies of cosmonauts' health have a number of specific features. The estimates of long-term health outcomes in this occupational group can only be refined provided that the observation period of the Soviet and Russian cosmonaut cohort, originally established in 2013, be extended and regularly updated with emerging data.

**Objective.** Analysis of changes in the main mortality indicators of Soviet and Russian cosmonauts over the cohort observation period extended by five years until 2023.

**Materials and methods.** Using prospective observation studies over the historically formed cohort of male Soviet and Russian cosmonauts in 1960–2023, data update was implemented. Encoded and anonymized personal data of cosmonauts underwent processing and analysis. Using the standardized mortality ratio (SMR) with a 95% confidence interval (95% CI), mortality risk among cosmonauts was assessed. The total number of participants as of the cohort closure date (31.12.2023) was 270 cosmonauts, divided into two groups based on the presence of spaceflight (SF) experience. Group 1 comprised 127 cosmonauts (47.0%), who undertook at least one SF. Group 2 comprised 143 cosmonauts (53.0%) without SF experience (internal control). The male population of Russia served as the external control group. Cause-of-death analysis was conducted according to ICD-10. Additionally, information on the initial education of cosmonauts as a factor significantly influencing life trajectory was collected. Statistical processing was carried out using the MS and Stata 14 software packages.

**Results.** Extending the observation period contributed to an increased accuracy of death risk metrics by narrowing the 95% confidence intervals. The all-cause mortality risk among cosmonauts with SF experience was found to be reliably lower compared to both the male population of Russia (SMR = 0.37; 95% CI 0.27–0.50) and cosmonauts without SF experience (SMR = 0.73; 95% CI 0.53–0.98). No statistically significant decrease in cancer-related death risk was observed among cosmonauts with SF experience compared to the general population (SMR = 0.62, 95% CI 0.32–1.09). A correlation was found between the initial education of cosmonauts and mean age at death. Thus, the mean age of death for cosmonauts with military specialization and SF experience was 68.1 years, compared to 60.3 years ( $p = 0.015$ ) for those without SF experience.

**Conclusions.** Oncological vigilance in cosmonauts with SF experience is generally higher than in both control groups, despite their unequivocally better health status. Further refinement of the data obtained can only be achieved by extending the observation period, considering the career-long duration of space stay in relation to the health status of cosmonauts. Individual-related factors affecting the health of cosmonauts without SF experience were identified. The link between professional education and the mean age at death underscores the need for developing individual preventive measures for this group and longer post-career health monitoring.

**Keywords:** cosmonauts; space flight; mortality; cohort studies

**For citation:** Ushakov I.B., Bushmanov A.Yu., Betts K.V., Bukhtiyarov I.V., Voronkov Yu.I., Grishin A.P., Zhernavkov A.F. Epidemiological analysis of cosmonaut mortality: 1960–2023. *Extreme Medicine*. 2026;28(1):102–112. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-319>

**Funding:** the study was carried out without sponsorship.

**Potential conflict of interest:** Igor B. Ushakov, Andrei Yu. Bushmanov are members of the Editorial Board of *Extreme Medicine*. The other authors declare no conflict of interest.

✉ Kristina V. Betts [c.betts@yandex.ru](mailto:c.betts@yandex.ru)

**Received:** 16 June 2024 **Revised:** 1 Oct. 2025 **Accepted:** 15 Sept. 2025 **Online first:** 30 Oct. 2025

## ВВЕДЕНИЕ

Наиболее надежным дизайном исследований для выявления причинно-следственной связи между воздействием негативных факторов на здоровье определенной группы лиц (популяции риска) являются когортные эпидемиологические аналитические исследования [1]. Хотя когортные исследования обладают рядом неоспоримых сильных сторон, включая высокую этическую безопасность (благодаря отсутствию активного вмешательства исследователей в жизнь участников) и низкую подверженность систематическим ошибкам (за счет строгих протоколов сбора данных и применения мощных методов статистического анализа), их проведение сопряжено с одним существенным недостатком: необходимостью длительного наблюдения за изучаемой группой [2]. В зависимости от интересующего события (заболеваемости, смертности) длительность наблюдения за популяцией риска может варьировать от нескольких лет до нескольких десятилетий, что продиктовано потребностью в регистрации исследуемых событий у достаточного количества участников для достижения статистической значимости результатов.

Когортные исследования состояния здоровья космонавтов сопряжены с дополнительными трудностями. Во-первых, относительно небольшое количество человек под наблюдением, что, с одной стороны,

может снизить мощность исследования, но с другой — уменьшить вероятность потери участников когорты. Во-вторых, уникальные требования к характеристикам здоровья, многоэтапный профессиональный отбор, особенности образа жизни, социально-экономическое положение ставят особые требования к подбору репрезентативной контрольной группы. В-третьих, специфика учета времени экспозиции к неблагоприятным условиям труда, которое для других профессиональных групп обычно равно стажу, а для космонавтов — времени, проведенному в космосе за карьеру, намного меньшему, чем просто стаж. Внутренней логикой развития пилотируемой космонавтики продиктовано медленное нарастание длительности космических полетов, что еще больше удлиняет необходимый период наблюдения за когортой при проведении аналитических эпидемиологических исследований. В-четвертых, закрытость части данных, а также сложности в отслеживании траектории жизни после завершения карьеры космонавта.

Космические полеты (КП) предъявляют колоссальные физиологические и психологические требования к организму человека, и оценка их долгосрочных последствий является критическим аспектом дальнейшего освоения космоса [3, 4]. Именно этой задаче было посвящено масштабное когортное аналитическое исследование, начавшееся в 2013 г. и охватывающее 53-летний период наблюдения за когортой

космонавтов СССР и России (1960–2013 гг.) [5]. Эта работа впервые позволила проанализировать смертность космонавтов, как летавших, так и не летавших в космос, и стала важным шагом для понимания отдаленных эффектов комплексного воздействия факторов космического полета. Однако, как было аргументировано выше, полноты анализа можно достигнуть только при обеспечении непрерывности исследования и расширении периода наблюдения за сформированной профессиональной когортой с регулярным обновлением расчетных данных.

Так, в США с 1992 г. существует программа длительного наблюдения за здоровьем астронавтов («Longitudinal Study of Astronaut Health» — «Lifetime Surveillance of Astronaut Health», LSAH), которая позволяет исследователям регулярно проводить многосторонний анализ смертности и уточнять полученные результаты. Наиболее полное исследование смертности астронавтов, охватывающее период 1959–2017 гг., было опубликовано в 2018 г. [6], а в 2021 г. оно уже было детализировано с особым фокусом на смертность от злокачественных новообразований [7]. Опыт длительного непрерывного наблюдения за сформированной когортой астронавтов показывает обоснованность и применимость данного подхода. В частности, начато наблюдение за международной когортой космонавтов европейских стран, Канады, Китая и Японии [8], результаты которого можно будет оценить в будущем.

Учитывая редкость изучаемого события (смертности), актуализацию данных целесообразно проводить каждые 5 лет; предыдущее обновление сформированной когорты космонавтов СССР и России было выполнено в 2018 г. (за 58-летний период).

Цель работы — анализ изменений основных показателей смертности отечественных космонавтов при 5-летнем расширении периода наблюдения за когортой до 2023 г. (за период 63 года).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для продолжения исследования было выполнено очередное регулярное 5-летнее обновление данных об исторической (ретроспективной) когорте космонавтов мужского пола, впервые сформированной в 2013 г. и обновленной в 2018 г. [5, 9]. Период наблюдения расширен до 31.12.2023, зафиксированы новые случаи смерти, добавлены человеко-годы наблюдения, включены данные по новым космонавтам, отобранным в отряды в 2018 и 2020 гг. Общий период наблюдения составил 63 года (1960–2023 гг.).

Источниками информации о космонавтах СССР и России служили архивные материалы медицинского управления Научно-исследовательского испытательного центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, архивные материалы Института медико-биологических проблем Российской академии наук, а также открытая цифровая база данных «Роскосмос»<sup>1</sup>. Основным критерием включения космонавтов в исследование являлось завершение общекосмической подготовки.

Персональные данные космонавтов закодированы и обезличены. Общее количество участников на дату

закрытия когорты (31.12.2023) — 270 космонавтов, разделенных в зависимости от наличия опыта космического полета (КП) на две группы:

- группа 1 — 127 человек (47,0%), космонавты, совершившие хотя бы один КП;
- группа 2 — 143 человека (53,0%), космонавты, не имеющие опыта КП («внутренний контроль»).

Следует отметить относительную численную стабильность второй группы, что обусловлено параллельным изменением составов групп космонавтов: зачислением в отряды новых космонавтов и их переходом из второй группы в первую после совершения КП.

Основные характеристики когорты представлены в таблице 1.

Наблюдение за каждым космонавтом проводили с даты зачисления слушателем в отряд и продолжали либо до даты смерти (для умерших), либо до даты закрытия когорты (31.12.2023). Для незначительной части космонавтов (из группы 2) жизненный статус установить не удалось (2,8%), что позволило продолжить исследование, исключив их из анализа. Анализ причин смерти проводился по следующим укрупненным классам болезней в соответствии с международной классификацией болезней 10 пересмотра (МКБ-10): злокачественные новообразования (ЗН, C00–C97), болезни системы кровообращения (БСК, I00–I99), внешние причины, такие как несчастные случаи при выполнении авиационных и космических полетов и пр. (V01–Y98), прочие причины (не относящиеся к указанным классам, например болезни эндокринной системы, болезни органов пищеварения и др.), все причины в совокупности. Совокупность причин, кроме внешних, принята за естественные причины смерти.

Для поиска дополнительных факторов, которые могут оказывать влияние на смертность космонавтов, была собрана информация об их базовом образовании. Участникам присваивались следующие признаки:

- «военный специалист» — окончившим любое военное авиационное училище или школу (для военных летчиков и штурманов), а также окончившим военное образовательное учреждение по инженерной специальности (для военных инженеров);
- «инженер» — окончившим любое гражданское образовательное учреждение по одной из инженерных специальностей;
- «другая профессия» — получившим другое образование, например врач, журналист, биолог и т.д.

Общая характеристика когорты по признаку образования представлена в таблице 2.

Подавляющее большинство военных специалистов (летчиков, штурманов и инженеров) среди космонавтов обеих групп объясняется тем, что в СССР наборы космонавтов носили характер закрытых ведомственных конкурсов, изредка дополняясь небольшими тематическими целевыми наборами (например, набор от Академии наук СССР, для съемок художественного фильма на борту ОК «Мир», программа «Космос — детям» и др.). Лишь в 2012 г. наборы стали открыты для широкого круга специалистов и молодежи.

Используя «внутренний» и «внешний» контроль, выполнен сравнительный анализ смертности

<sup>1</sup> Цифровая база данных государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос». URL: <http://www.roscosmos.ru/>

Таблица 1. Жизненный статус и возрастные характеристики изучаемой когорты космонавтов, 1960–2023 гг.

Жизненный статус	Группа 1 <i>n</i> = 127		Группа 2 <i>n</i> = 143		Всего <i>n</i> = 270	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Живущие	82	64,6	69	48,3	151	55,9
Умершие	45	35,4	70	49,0	115	42,6
Неизвестно	0	0,0	4	2,8	4	1,5
Всего	127	100	143	100	270	100
<b>Средний возраст космонавтов, лет</b>						
Средний возраст космонавтов на момент, лет	<i>M ± SD</i>		<i>M ± SD</i>		Уровень статистической значимости, <i>p</i>	
Отбора	31,2 ± 4,9		31,6 ± 5,9		0,544	
Живущих	63,9 ± 13,6		70,1 ± 16,6		0,007	
Умерших	67,7 ± 15,1		61,7 ± 15,3		0,021	

Таблица составлена авторами по собственным данным

**Примечание:** *n* — количество человек; *p* — уровень статистической значимости; данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения среднего *M ± SD*.

Таблица 2. Исходное образование космонавтов

Исходное образование	Группа 1		Группа 2		Всего	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Военные специалисты, из них:	71	55,9	86	61,9	157	59,0
Летчик	65	91,5	63	73,3	128	81,5
Штурман	0	0,0	4	4,7	4	2,5
Инженер	6	8,5	19	22,1	25	15,9
Гражданские специалисты, из них:	56	44,1	53	38,1	109	41,0
Инженер	47	83,9	34	64,2	81	74,3
Врач	6	10,7	11	20,8	17	15,6
Гражданский пилот	1	1,8	1	1,9	2	1,8
Экономист	1	1,8	0	0,0	1	0,9
Биолог	1	1,8	1	1,9	2	1,8
Журналист	0	0,0	1	1,9	1	0,9
Физик-математик	0	0,0	3	5,7	3	2,8
Актер	0	0,0	1	1,9	1	0,9
Режиссер	0	0,0	1	1,9	1	0,9
Всего	127	100	139	100	266	100

Таблица составлена авторами по собственным данным

**Примечание:** *n* — количество человек.

космонавтов с опытом КП. «Внутренняя» контрольная группа сформирована из космонавтов без опыта КП, что позволило минимизировать влияние эффекта «здорового работника» за счет схожих характеристик здоровья [10]. Мужское население России принято за «внешнюю» контрольную группу. Источниками информации о причинах смертности мужского населения России в период с 1960 по 2023 г. явились: Российская база данных по демографии<sup>2</sup>, данные Росстата<sup>3</sup>, демографический ежегодник России<sup>4</sup> и Российский статистический ежегодник<sup>5</sup>.

В связи с действующими с 2023 г. ограничениями по публикации данных о смертности населения РФ от внешних причин отдельный сравнительный анализ смертности по этой рубрике не проводился.

Для оценки риска смерти космонавтов использован показатель стандартизованного относительного риска (СОР, англ. SMR — standardized mortality ratio), рассчитанный по формуле 1. Статистическая значимость показателя СОР оценена с использованием 95% доверительного интервала (95% ДИ, англ. 95% CI — confidence interval). Стандартизация выполнена косвенным методом.

$$COP = \frac{m^{cosm}}{\sum n_i^{cosm} \times R_i^{cont}}, \quad (1)$$

где  $m^{cosm}$  — общее число умерших в когорте (группе) космонавтов;

$n_i^{cosm}$  — число человеко-лет наблюдения для возрастной подгруппы  $i$  в когорте (группе) космонавтов;

$R_i^{cont} = m_i^{cont} / n_i^{cont}$  — оценка абсолютного риска для возрастной подгруппы  $i$  в контрольной группе;

$m_i^{cont}$ ,  $n_i^{cont}$  — число случаев смерти и число человеко-лет наблюдения для возрастной подгруппы  $i$  в контрольной группе.

Для статистической обработки полученных данных использованы пакет Microsoft Office и программное обеспечение Stata 14. С использованием критерия Шапиро – Уилка для оценки нормальности распреде-

ления и  $t$ -критерия Стьюдента проведен расчет средних величин и их стандартных ошибок. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Структура причин смерти космонавтов, совершивших и не совершивших космический полет

На дату закрытия когорты 31.12.2023 число человеко-лет наблюдения составляло 9119. Данные о жизненном статусе космонавтов представлены в таблице 1 в разделе «Материалы и методы». Основные причины смерти космонавтов в группе 1 и 2 представлены в таблице 3.

В обеих группах космонавтов первое ранговое место в структуре известных причин смерти занимали болезни системы кровообращения (в группе 1 — 53,3%; в группе 2 — 22,9%). Среди космонавтов, совершивших КП, смертность от злокачественных новообразований регистрировали в 26,7% случаев, в то же время смертность от внешних причин составляла 13,3% случаев. В группе космонавтов без опыта космических полетов смертность от внешних причин составляла 18,6% случаев и занимала второе место в структуре смертности, на третьем месте в 15,7% случаев причиной смерти были злокачественные новообразования. В данном исследовании не удалось составить целостную картину структуры смертности космонавтов в связи с большой долей неизвестных причин смерти у космонавтов из второй группы. Для 29 человек (41,4%), отобранных в отряды, но не совершивших космический полет, до сих пор не удалось найти данные о причине смерти из-за выраженных трудностей в прослеживании траектории жизни после завершения карьеры космонавта. По этой причине расчет причинно-специфических стандартизованных относительных рисков смерти для космонавтов группы 2 не выполнен.

**Таблица 3. Причины смерти космонавтов с опытом и без опыта космического полета за период наблюдения 1960–2023 гг.**

Причины смерти (класс по МКБ-10)	Группа 1		Группа 2		Всего	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Болезни системы кровообращения (I00–I99)	24	53,3	16	22,9	40	34,8
Злокачественные новообразования (C00–C97)	12	26,7	11	15,7	23	20,0
Внешние причины (V01–Y98)	6	13,3	13	18,6	19	16,5
Прочие причины (не относящиеся к указанным классам)	3	6,7	1	1,4	4	3,5%
Неизвестно	0	0,0	29	41,4	29	25,2
Все причины в совокупности	45	100	70	100	115	100

Таблица составлена авторами по собственным данным

**Примечание:** *n* — количество человек.

<sup>2</sup> Российская база данных по демографии Центра демографических исследований Российской Экономической Школы. URL: <http://demogr.nes.ru/>

<sup>3</sup> Федеральная служба государственной статистики Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/>

<sup>4</sup> Демографический ежегодник России 2023: Стат. сб. М.: Росстат; 2023.

<sup>5</sup> Российский статистический ежегодник 2024: Стат. сб. М.: Росстат; 2024.

### Смертность космонавтов, имеющих опыт космического полета, по сравнению мужским населением России («внешний контроль»)

Расширение периода наблюдения за когортой космонавтов с 58 до 63 лет позволило установить сужение границ доверительных интервалов для изучаемых показателей, что свидетельствует о получении более точных результатов за счет увеличения времени наблюдения за когортой. В таблице 4 показана динамика СОР смерти космонавтов, совершивших КП, от всех причин и от отдельных рубрик заболеваний при сравнении с мужским населением.

Риски смерти космонавтов от всех указанных причин при сравнении с мужским населением остаются ниже. Привлекает к себе внимание небольшое увеличение риска смерти от злокачественных новообразований с СОР = 0,60 (95% ДИ 0,29–1,12) в 2018 г. до СОР = 0,62 (95% ДИ 0,32–1,09), которое хоть и является минимальным, но представляет интерес за счет сужения 95% ДИ до пограничного значения. Доверительный интервал — это отрезок, содержащий истинное значение параметра с вероятностью 95% [11]. Если доверительный интервал включает в себя значение 1, то различия нельзя считать достоверными. В первых исследованиях верхняя граница 95% ДИ СОР смерти космонавтов от злокачественных новообразований значительно выходила за пределы 1, что однозначно не позволяло трактовать снижение риска смерти как достоверное. В настоящем исследовании наблюдается сужение верхней границы 95% ДИ до значения 1,09, что ставит перед исследователями дополнительные вопросы.

Тенденцию к повышению риска смерти космонавтов от ЗН можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, ряд исследователей указывает на то, что смертность по причине злокачественных новообразований в меньшей степени подвержена влиянию эффекта «здорового работника» (ЭЗР), чем другие естественные причины, за счет длительного латентного периода развития [12–14]. Более того, выраженность самого ЭЗР снижается с течением времени, прошедшим с начала работы: максимальную значимость ЭЗР приобретает в молодом возрасте при начале карьеры. С увеличением стажа и возраста

влияние ЭЗР снижается и состояние здоровья работника приближается к состоянию здоровья популяции, к которой он относится [15]. Таким образом, для анализа смертности космонавтов от злокачественных новообразований можно использовать общее население в качестве группы сравнения, и наибольший интерес в будущем будет представлять динамика изменения именно этого показателя.

Во-вторых, R. Reynolds и соавт. [7] для астронавтов были установлены повышенные риски развития некоторых видов онкологических заболеваний (по сравнению с общей популяцией США), в частности — меланомы кожи. Несмотря на то что прямая связь с условиями труда астронавтов не была установлена, авторами отмечены повышенные риски как заболеваемости (SIR (standardized incidence ratio) 252; 95% ДИ 126–452), так и смертности (СОР 508; 95% ДИ 105–1485) именно по причине меланомы кожи. Однако такие результаты характерны для пилотов воздушных судов, которые в большинстве представлены среди астронавтов США (235 (69,5%) из 338 человек) и которые больше подвержены воздействию ультрафиолетового излучения, чем радиации. Среди космонавтов исследуемой когорты доля пилотов (военных и гражданских) также была значительной (52,0% среди совершивших космический полет; 46,0% среди не совершивших космический полет), но случаи смерти от меланомы кожи не были зарегистрированы ни в одной из групп.

В указанном американском исследовании [7] также показан более высокий риск заболеваемости (но не смерти) астронавтов по причине развития рака предстательной железы (SIR 162; 95% ДИ 109–232), что авторы связывают с более ранним и тщательным скринингом, который для данной профессиональной группы начинается в 40 лет, в то время как для общего населения — в 50 лет. В России, согласно действующим клиническим рекомендациям<sup>6</sup>, мужчины старше 50 лет также относятся к группе риска развития рака предстательной железы, что требует проведения скрининговых методов диагностики (определение в крови простатического специфического антигена (ПСА)). Определение ПСА входит в ежегодную программу медицинского обследования космонавтов — членов экипажей МКС также начиная с 40-летнего возраста, как и для астронавтов. Стоит отметить, что в ходе

**Таблица 4.** Стандартизированные относительные риски смерти космонавтов, совершивших космический полет, в сравнении с мужским населением России, с учетом причин смерти и периода наблюдения

Причины смерти	Период наблюдения, годы					
	1960–2018			1960–2023		
	СОР	95% ДИ		СОР	95% ДИ	
Все причины	0,39	0,28	0,54	0,37	0,27	0,50
Злокачественные новообразования	0,60	0,29	1,12	0,62	0,32	1,09
Болезни системы кровообращения	0,42	0,26	0,66	0,45	0,29	0,67

Таблица составлена авторами по собственным данным

**Примечание:** СОР — стандартизованный относительный риск смерти; 95% ДИ — 95% доверительный интервал.

<sup>6</sup> Клинические рекомендации «Рак предстательной железы»; 2021. URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/12\\_3](https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/12_3)

нашего исследования были зафиксированы 2 случая смерти по причине рака предстательной железы среди космонавтов, имеющих опыт космического полета, но говорить о причинно-следственных связях пока рано. Однако в дальнейшем, при продолжении наблюдения за сформированной когортой космонавтов, необходимо сохранять онкологическую настороженность, особенно принимая во внимание увеличение общего времени пребывания в космосе среди умерших космонавтов.

Суммарная продолжительность совершенных космических полетов по состоянию на 31.12.2023 составляла 31 207 сут (в том числе 4 048 сут (12,9%) приходилось на ныне умерших космонавтов). Среднее время, проведенное в условиях космического полета за карьеру, для одного живущего космонавта равнялось 331,8 сут, а для ныне умершего космонавта — 76,5 сут ( $p < 0,01$ ). В ходе выполнения исследования различий в причинах смерти в зависимости от средней продолжительности космических полетов пока также установлено не было. Определение такой взаимосвязи является одной из задач дальнейших исследований.

В текущей работе не был проведен сравнительный анализ смертности космонавтов от внешних причин, что обусловлено отсутствием данных о смертности населения России от этого класса. В ранее проведенном исследовании [9] за период 1960–2018 гг. риск смерти от внешних причин у космонавтов, совершивших КП, составлял 0,39 (95% ДИ 0,14–0,85) по сравнению с мужским населением России. Новых случаев смерти космонавтов от внешних причин при расширении периода

наблюдения зарегистрировано не было, что исключает теоретическую возможность повышения риска.

### Смертность космонавтов, имеющих опыт космического полета, по сравнению космонавтами без такого опыта («внутренний контроль»)

Заслуживает отдельного внимания изучение тенденций показателя СОР смерти космонавтов, имеющих опыт КП, по сравнению с «внутренним» контролем — космонавтами без опыта КП при увеличении длительности наблюдения (табл. 5).

Отмечается постепенное увеличение показателя СОР смерти от всех причин для космонавтов, имеющих опыт КП, по сравнению с космонавтами без опыта КП, который при этом остается статистически значимым во всех периодах. В 2018 г. риск смерти для космонавтов, совершивших космический полет, был достоверно ниже на 34% (СОР = 0,66; 95% ДИ 0,46–0,91). Пятилетнее расширение периода наблюдения не сколько сгладило разницу в риске смерти — до 27% (СОР = 0,73; 95% ДИ 0,53–0,98). Также отмечено сужение границ ДИ, при этом верхняя граница ДИ постепенно приближалась к пороговому значению (1), после которого различия лишаются статистической значимости.

Сохранялась значимой и разница в среднем возрасте смерти космонавтов двух групп от естественных причин (табл. 6).

При увеличении периода наблюдения за когортой в обеих группах зафиксировано повышение среднего

**Таблица 5. Стандартизованные относительные риски смерти от всех причин в совокупности для космонавтов, совершивших космический полет, по сравнению с космонавтами без опыта космического полета, в зависимости от периода наблюдения**

Период наблюдения, годы	СОР	95% ДИ	
		нижняя граница	верхняя граница
1960–2018	0,66	0,46	0,91
1960–2019	0,70	0,50	0,95
1960–2020	0,68	0,49	0,93
1960–2021	0,68	0,49	0,92
1960–2022	0,71	0,51	0,95
1960–2023	0,73	0,53	0,98

Таблица составлена авторами по собственным данным.

**Примечание:** СОР — стандартизованный относительный риск смерти; 95% ДИ — 95% доверительный интервал.

**Таблица 6. Средний возраст смерти космонавтов от естественных причин в зависимости от наличия опыта космических полетов и периода наблюдения**

Период наблюдения, годы	Средний возраст смерти (естественные причины), лет		Уровень статистической значимости, $p$
	Имеющие опыт космического полета	Не имеющие опыта космического полета	
1960–2018	68,8	63,1	<0,05
1960–2023	71,7	65,8	<0,05

Таблица составлена авторами по собственным данным

возраста смерти: среди космонавтов с опытом КП на 2,9 года (до 71,7 года) и на 2,7 года (до 65,8 года) в группе космонавтов без опыта КП. Необходимо отметить, что сохранялась тенденция к более ранней смертности среди космонавтов, не совершивших КП: их средний возраст смерти был практически на 6 лет меньше по сравнению с космонавтами, летавшими в космос ( $p < 0,05$ ). Рассчитанные риск и средний возраст смерти свидетельствуют о худшем состоянии здоровья тех космонавтов, которые были отобраны в отряды, но не в экипажи космических кораблей.

В более ранних работах представлены и другие примеры, иллюстрирующие этот факт. Так, отдельное исследование [16] было направлено на длительное (максимально 30 лет) медицинское наблюдение за 36 космонавтами, совершившими КП, и 65 космонавтами без опыта КП. По мнению авторов, их заболеваемость в отдаленном периоде была в большей мере связана с возрастными изменениями, при этом среди космонавтов без опыта КП чаще регистрировали функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы и гипертоническую болезнь. В работе [17] были рассчитаны функции дожития 30-летних космонавтов, совершивших космические полеты в 1960-е гг., и космонавтов без опыта космических полетов (34 и 59 человек соответственно). Кривая выживаемости космонавтов, не совершивших КП, показала отчетливое увеличение смертности в возрастном диапазоне 55–60 лет и далее располагалась ниже аналогичной кривой выживаемости космонавтов, имеющих опыт КП.

Несомненно, ожидание включения в основной экипаж связано с большим психоэмоциональным напряжением, которое только усиливается с течением времени при отсутствии профессиональной реализации. В исследовании, проведенном на основе анализа 91 биографии отечественных космонавтов и 14 биографий астронавтов США, установлено, что именно ожидание космического полета и риск отчисления из отряда являются наиболее негативными стрессорными факторами, влияющими на здоровье космонавтов [18]. Космический полет сам по себе можно рассматривать как источник дистресса (отрицательной составляющей стресса), но также и как источник эустресса — положительной составляющей стресса, мобилизующей защитные функции организма и компенсирующей влияние негативных факторов

КП. Космонавты, не совершившие космический полет, оказываются в худшем положении по сравнению с космонавтами, имеющими опыт КП, за счет отсутствия эустресса: в указанном исследовании средняя продолжительность жизни не летавших космонавтов была меньше, чем продолжительность жизни у летавших космонавтов (59,3 и 65,9 года соответственно).

Хронический стресс, в том числе ассоциированный с профессиональной деятельностью, отрицательно влияет на гомеостаз организма, а его связь с заболеваемостью и смертностью описана многими авторами [19, 20]. Однако направление причинно-следственной связи может трактоваться двояко: длительный недопуск к полетам может стать причиной ухудшения состояния здоровья и, наоборот, выявленные худшие показатели здоровья могут быть причиной недопуска к КП.

В целом здоровье космонавтов, пусть и не совершивших КП, значительно лучше по сравнению с мужским населением России: СОР смерти, рассчитанный с учетом всех причин смерти для этой группы за 63-летний период наблюдения, составил 0,47 (95% ДИ 0,37–0,59).

Выявленные показатели смертности космонавтов без опыта КП, отличающиеся в худшую сторону по сравнению с космонавтами, совершившими КП, свидетельствуют о существовании иных факторов и внутренних механизмов, влияющих на их здоровье.

С целью поиска таких факторов был проведен анализ среднего возраста смерти космонавтов в зависимости от базового образования (табл. 7). Необходимо отметить, что средний возраст зачисления в отряды не имел различий ни в зависимости от образования, ни в зависимости от опыта космического полета и находился для всех космонавтов в пределах от 30,0 до 33,3 года.

В структуре исходного образования подавляющее большинство космонавтов были военными специалистами (55,9% в группе 1 и 61,9% в группе 2), а второе ранговое место занимали «гражданские» инженеры (37,0 и 24,5% соответственно) (табл. 2). При оценке среднего возраста смерти инженеров и космонавтов с другим образованием в обеих группах не установлено статистически значимых различий. При этом показана значимая разница в среднем возрасте смерти для военных специалистов: для космонавтов, окончивших военные образовательные учреждения

**Таблица 7. Средний возраст смерти космонавтов, имеющих и не имеющих опыт космического полета, в зависимости от исходного образования**

Исходное образование	Космонавты, имеющие опыт космического полета, лет	Космонавты, не имеющие опыта космического полета, лет	Уровень статистической значимости, $p$
Инженеры	67,5 ± 16,5	67,9 ± 15,7	0,519
Военные специалисты	68,1 ± 15,5	60,3 ± 15,3	0,015
Другие	65,5 ± 10,2	59,8 ± 12,9	0,249

Таблица составлена авторами по собственным данным

**Примечание:**  $p$  — уровень статистической значимости; данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения среднего  $M \pm SD$ .

и не совершивших космический полет, средний возраст смерти составил 60,3 года и был на 8 лет меньше при сравнении с космонавтами с таким же базовым образованием, но летавшими в космос (68,1 года,  $p = 0,015$ ).

Более того, при ограничении анализа только данными по военным летчикам, которые в большинстве представлены среди военных специалистов (91,5% в группе 1; 73,3% в группе 2), различия становились еще более существенными: средний возраст смерти летчиков, имеющих опыт КП, составил 67,7 года, не имеющих опыт КП — 56,7 года ( $p = 0,006$ ). Достоверных различий в среднем возрасте смерти военных инженеров получено не было.

Объяснением вышеуказанного может являться роль способов и путей реализации профессионального потенциала, которые существенно различаются для «гражданских» и военных специалистов [21]. Для инженеров сам уникальный опыт, полученный во время отбора и пребывания в отряде космонавтов, приобретает значение ценного символического капитала, который активно используется в дальнейшем при смене рода деятельности. У военных специалистов, в отличие от «гражданских», стратегия карьеры направлена на достижение конкретных задач, и космический полет сам по себе является важной целью на этом пути.

Отличались и условия подготовки военных и «гражданских» специалистов: «гражданским» космонавтам не требовалось постоянно находиться в Центре подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, при отсутствии перспективы совершения КП они возвращались к своей основной работе, что было невозможно для космонавтов — военных специалистов и ограничивало их профессиональную мобильность.

Говоря отдельно о летчиках, необходимо помнить, что они (особенно летчики высокоманевренных самолетов) выбирают свою профессию, изначально имея определенный психотип (личностные характеристики) [22]. Это было убедительно показано ранее в фундаментальных и прикладных экспериментально-психологических исследованиях [23]. Поэтому психотип профессионала также является определяющим фактором в установленной закономерности.

Группа космонавтов, отобранных в отряды, но не допущенных к космическим полетам, заслуживает более пристального внимания и тщательного изучения состояния их здоровья, в том числе и смертности, по нескольким причинам. Во-первых, сам факт успешного прохождения профессионального отбора в отряд космонавтов уже подтверждает высокую квалификацию и хорошее состояние здоровья этой группы лиц, которая на протяжении карьеры и ожидания назначения в полет сталкивается с дополнительными негативными факторами, требующими разработки профилактических мероприятий для предотвращения ранней смертности, в том числе персонифицированной медико-психологической помощи.

Во-вторых, только полновесные данные о здоровье космонавтов, отобранных, но не совершивших КП,

служат ключом для установления истинных отложенных эффектов космического полета на организм человека, поскольку именно эта профессиональная группа может являться уникальным «внутренним» контролем при проведении аналитических эпидемиологических исследований здоровья космонавтов, совершивших КП. На сегодняшний день среди космонавтов без опыта космического полета остается значительная доля лиц с неизвестными причинами смерти 41,4% (табл. 3), что не позволяет выполнить сравнительный анализ смертности по отдельным причинам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Регулярное 5-летнее расширение периода наблюдения за исторической когортой отечественных космонавтов позволило установить, что риск смерти космонавтов, совершивших космический полет, остается неоспоримо ниже по сравнению с мужским населением России. Однако из года в год для них сохраняется общая онкологическая настороженность, подтверждающаяся как отсутствием достоверности в снижении риска смерти от злокачественных новообразований, так и результатами, полученными исследователями США. На данный момент время, проведенное в космосе, среди умерших космонавтов за их карьеру остается сравнительно небольшим в общей продолжительности совершенных космических полетов, что не позволяет делать прямолинейные выводы о связи условий труда космонавтов с таким отдаленным показателем здоровья, как смертность. Судя по изменениям расчетных значений, которые получены при более длительном наблюдении, можно однозначно утверждать о необходимости дальнейших исследований в данной области. Будущие задачи должны включать в себя анализ отдаленных последствий всего комплекса факторов, воздействующих на космонавтов как на Земле (например, медицинские лучевые исследования), так и в космосе (в частности, продолжительность внекорабельной деятельности). Решить эти задачи возможно только при расширении периода наблюдения за сформированной когортой с регулярным обновлением расчетных данных.

Космонавты, не совершившие космический полет, также обладают лучшим здоровьем при сравнении с общим населением. Но для них показано наличие других, внутренних факторов, находящихся отражение в смертности. Так, продемонстрированная связь между исходным образованием и средним возрастом смерти говорит о необходимости углубленного наблюдения за состоянием здоровья этой группы космонавтов после ухода из отряда и разработки лечебно-профилактических мероприятий, в том числе своевременной психологической поддержки, основанной на индивидуальном, личностном подходе. Помимо этого, уточнение остающихся неизвестными на сегодня причин смерти среди космонавтов без опыта космического полета позволит в будущем обнаружить и другие механизмы, влияющие на их здоровье.

## Литература / References

- Grimes DA, Schulz KF. Cohort studies: marching towards outcomes. *Lancet*. 2002;359(9303):341–5. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(02\)07500-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(02)07500-1)
- Холматова КК, Харьковская ОА, Гржибовский АМ. Особенности применения когортных исследований в медицине и общественном здравоохранении. *Экология человека*. 2016;4:56–64. Kholmatoва KК, Khar'kova OA, Grjibovskij AM. Cohort studies in medicine and public health. *Human Ecology*. 2016;4:56–64 (In Russ.). <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-4-56-64>
- Лебедева МА, Медведева ЮС, Баранов МВ, Арутюнян АВ, Золотов НН, Карганов МЮ. Оценка отсроченных эффектов моделируемых факторов космического полета. *Патогенез*. 2021;19(1):37–49. Lebedeva MA, Medvedeva YuS, Baranov MV, Arutyunyan AV, Zolotov NN, Karganov NN. Delayed effects of simulated space flight factors. *Pathogenesis*. 2021;19(1):37–49 (In Russ.). <https://doi.org/10.25557/2310-0435.2021.01.37-49>
- Григорьев АИ, Егоров АД, Потапов АН. Некоторые медицинские проблемы пилотируемой марсианской экспедиции. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2000;34(3):6–12. Grigoriev AI, Egorov AD, Potapov AN. Some Medical Problems of the Manned Martian Expedition. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2000;34(3):6–12 (In Russ.).
- Ушаков ИБ, Воронков ЮИ, Бухтияров ИВ, Тихонова ГИ, Горчакова ТЮ. Ретроспективный анализ состояния здоровья космонавтов после участия в космических полетах. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2016;50(2):14–20. Ushakov IB, Voronkov Yul, Bukhtiyarov IV, Tikhonova GI, Gorchakova TYu. Retrospective health assessment of cosmonauts after participation in space flights. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2016; 50(2):14–20 (In Russ.). <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2016-50-2-14-20>
- Reynolds RJ, Day SM. *The mortality of space explorers. Into Space — A Journey of How Humans Adapt and Live in Microgravity*. Ed. by Russomano T, Rehnberg L. London: IntechOpen. 2018:253–85. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73603>
- Reynolds R, Little MP, Day S, Charvat J, Blattnig S, Huff J, et al. Cancer incidence and mortality in the USA Astronaut Corps, 1959–2017. *Occupational and Environmental Medicine*. 2021;78(12):869–75. <https://doi.org/10.1136/oemed-2020-107143>
- Reynolds RJ, Day SM. Mortality Among International Astronauts. *Aerospace Medicine and Human Perform*. 2019;90(7):647–51. <https://doi.org/10.3357/amhp.5369.2019>
- Бетц КВ, Фатеев ИВ. Смертность космонавтов России с 1960 по 2018 гг. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020;60(11):730–3. Betts KV, Fateev IV. Mortality of Russian cosmonauts, 1960–2018. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2020;60(11):730–3 (In Russ.). <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-730-733>
- Chowdhury R, Shah D, Payal AR. Healthy Worker Effect Phenomenon: Revisited with Emphasis on Statistical Methods — A Review. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017;21(1):2–8. [https://doi.org/10.4103/ijoom.ijoom\\_53\\_16](https://doi.org/10.4103/ijoom.ijoom_53_16)
- Андреев ЕМ, Жданов ДА, Ясилионис Д. Доверительное оценивание демографических коэффициентов на при-  
мере коэффициентов смертности. *Демографическое обозрение*. 2015;2(1):24–55. Andreev EM, Zhdanov DA, Yasilionis D. Confidence estimation of demographic coefficients on the example of mortality rates. *Demographics Review*. 2015;2(1):24–55 (In Russ.). EDN: [VOFMJX](https://doi.org/10.2203/dose-response.09-019.fornalski)
- Kojiro K. The Healthy Worker Effect in a Long-term Follow-up Population. *Japanese Journal of Cancer Clinics*. 1999;45(12):1307–10.
- Fornalski KW, Dobrzynski L. The healthy worker effect and nuclear industry workers. *Dose-Response: An International Journal*. 2010;8(2):125–47. <https://doi.org/10.2203/dose-response.09-019.fornalski>
- Monson RR. Observations on the healthy worker effect. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 1986;28(6):425–33. <https://doi.org/10.1097/00043764-198606000-00009>
- Chowdhury R, Shah D, Payal AR. Healthy Worker Effect Phenomenon: Revisited with Emphasis on Statistical Methods — A Review. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017;21(1):2–8. [https://doi.org/10.4103/ijoom.ijoom\\_53\\_16](https://doi.org/10.4103/ijoom.ijoom_53_16)
- Воронков ЮИ, Кузьмин МП, Крылова ВЮ, Кривицина ЗА, Смирнов ОА, Тизул АЯ и др. Результаты длительного наблюдения за состоянием здоровья космонавтов. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2002;36(1):41–4. Voronkov Yul, Kuzmin MP, Krylova VYu, Krivitsina ZA, Smirnov OA, Tizul AYa, et al. Results of long-term observation of the health of cosmonauts. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2002;36(1):41–4 (In Russ.). EDN: [RVZHQD](https://doi.org/10.21687/0233-528X-2019-53-7-5-18)
- Шафиркин АВ. Продолжительность жизни космонавтов СССР (России) и астронавтов США и риски для здоровья при действии различных стрессорных факторов на Земле и в космосе. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2019;53(7):5–18. Shafirkin AV. Life expectancy of cosmonauts of the USSR (Russia) and astronauts of the United States and health risks under the influence of various stressors on Earth and in space. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2019;53(7):5–18 (In Russ.). <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2019-53-7-5-18>
- Березина ТН, Мансуров ЭИ. Влияние стрессогенных факторов на продолжительность жизни летчиков-космонавтов. *Вопросы психологии*. 2015;3:73–83. Berezina TN, Mansurov EI. The influence of stressogenic factors on the life expectancy of cosmonauts. *Questions of Psychology*. 2015;3:73–83 (In Russ.). EDN: [VMGQVD](https://doi.org/10.3390/jcm11123353)
- Vancheri F, Longo G, Vancheri E, Henein MY. Mental Stress and Cardiovascular Health — Part I. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(12):33–53. <https://doi.org/10.3390/jcm11123353>
- Kivimäki M, Pentti J, Ferrie JE, Batty GD, Nyberg ST, Jokela M, et al. Work stress and risk of death in men and women with and without cardiometabolic disease: a multicohort study. *Lancet Diabetes and Endocrinology*. 2018;6(9):705–13. [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(18\)30140-2](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(18)30140-2)
- Акулов ОЮ. Профессиональная мобильность военного специалиста и факторы ее формирования. *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2014;10(3–2):85–90. Akulov OY. Professional mobility of a military specialist and factors of its formation. *Bulletin of the Voronezh State*

*Technical University*. 2014;10(3–2):85–90 (In Russ.).

EDN: [SGITDZ](#)

22. ЩербакOVA EA. Личностные особенности военного летчика высокого класса. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология*. 2011;2:214–8.

Shcherbakova EA. Personal characteristics of a high-class military pilot. *Bulletin of Adyghe State University. Series 3:*

*Pedagogy and Psychology*. 2011;2:214–8 (In Russ.).

EDN: [OEDGUH](#)

23. Береговой ГТ, Завалова НД, Ломов БФ, Пономаренко ВА. *Экспериментально-психологические исследования в авиации и космонавтике*. М.: Наука; 1978.

Beregovoy GT, Zavalova ND, Lomov BF, Ponomarenko VA. *Experimental psychological research in aviation and cosmonautics*. Moscow: Nauka; 1978 (In Russ.).

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: И.Б. Ушаков — курирование проекта, создание концепции работы; А.Ю. Бушманов — утверждение финального текста рукописи; К.В. Бетц — дизайн исследования, сбор и анализ данных, создание рукописи и ее редактирование; И.В. Бухтияров — разработка методологии исследования, руководство планированием исследования; Ю.И. Воронков — верификация данных; А.П. Гришин — сбор материалов; А.Ф. Жерनावков — администрирование проекта.

## ОБ АВТОРАХ

**Ушаков Игорь Борисович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН

<https://orcid.org/0000-0002-0270-8622>

[iushakov@fmbcfmba.ru](mailto:iushakov@fmbcfmba.ru)

**Бушманов Андрей Юрьевич**, д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0003-1565-4560>

[abushmanov@fmbcfmba.ru](mailto:abushmanov@fmbcfmba.ru)

**Бетц Кристина Валерьевна**, канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-2765-2856>

[c.betts@yandex.ru](mailto:c.betts@yandex.ru)

**Жерनावков Анатолий Федорович**, канд. мед. наук

[anatoliy.zhernavkov@mail.ru](mailto:anatoliy.zhernavkov@mail.ru)

**Бухтияров Игорь Валентинович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН

<https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>

[bukhtiyarov@iriob.ru](mailto:bukhtiyarov@iriob.ru)

**Воронков Юрий Иванович**, д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0009-0004-4344-5066>

[voronkov@imbp.ru](mailto:voronkov@imbp.ru)

**Гришин Алексей Петрович**

<https://orcid.org/0000-0003-1429-1358>

[a.grishin@gctc.ru](mailto:a.grishin@gctc.ru)