

# ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аналитическая статья

УДК 614.841; DOI: 10.61260/2307-7476-2025-1-27-34

## ОСОБЕННОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ АВАРИЯХ С УТЕЧКОЙ БЫТОВОГО ГАЗА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

✉ Савчук Олег Николаевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru)

*Аннотация.* Рассматриваются проблемы, связанные с обеспечением безопасности населения при авариях с утечкой бытового газа, характерных для жилых домов Арктической зоны вследствие географических и климатических условий. Проведен анализ основных причин аварий с бытовым газом на территории России и сформулированы их особенности. Предлагаются пути усовершенствования мер безопасности посредством установки улучшенных газоанализаторов в квартирах с возможностью оповещения газовых охранных служб и жильцов, применения более совершенных технических средств тушения пожаров, способов ликвидации последствий разрушений и средств по экстренному спасению пострадавших из-под завалов при экстремально низких температурах воздуха.

*Ключевые слова:* газ, утечка, пожар, взрыв, внутридомовое газовое оборудование

**Для цитирования:** Савчук О.Н. Особенности совершенствования мер безопасности населения при авариях с утечкой бытового газа в Арктической зоне // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2025. № 1 (53). С. 27–34. DOI: 10.61260/2307-7476-2025-1-27-34.

Analytical article

## PECULIARITIES OF IMPROVEMENT OF SAFETY MEASURES FOR THE POPULATION IN ACCIDENTS WITH DOMESTIC GAS LEAKAGE IN THE ARCTIC ZONE

✉ Savchuk Oleg N.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru)

*Abstract.* The article deals with the problems connected with ensuring the safety of the population in case of accidents with domestic gas leaks inherent in residential buildings of the Arctic zone due to geographical and climatic conditions. The main causes of accidents with domestic gas on the territory of Russia are analyzed and their peculiarities inherent in accidents with domestic gas in the Arctic zone are formulated. Ways to improve safety measures by installing more perfect gas analyzers in apartments, their interfacing to notify gas security services and apartment dwellers, application of more perfect technical means of fire extinguishing, liquidation of destruction consequences and ways and means of emergency rescue of victims from under the rubble at extremely negative air temperatures are suggested.

*Keywords:* gas, leakage, fire, explosion, in-house gas equipment

**For citation:** Savchuk O.N. Peculiarities of improvement of safety measures for the population in accidents with domestic gas leakage in the Arctic zone // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2025. № 1 (53). P. 27–34. DOI: 10.61260/2307-7476-2025-1-27-34.

## Введение

Несмотря на принимаемые меры по предотвращению аварий с бытовым газом в общественных зданиях, происходят случаи возгораний и взрывов, которые приводят к гибели людей и наносят большой материальный ущерб. Защита населения от подобных чрезвычайных ситуаций осуществляется в общегосударственном масштабе, и для решения этих проблем требуется выполнение сложных научно-технических и организационных задач. Бытовой газ, который используется в повседневной жизни, представляет собой смесь газов на основе метана и ряда углеводородов (пропан, бутан, этан) в пропорции 70 % – 30 % либо 10 % – 90 %, а также газообразных веществ (водород, углекислый газ, сероводород, гелий, азот). При разгерметизации газопроводной системы в домах бытовой газ способен вызывать удушье и отравление, а также может взорваться и легко воспламеняется [1].

В большинстве регионов страны фиксируется стремительный рост аварий в жилых зданиях, снабженных газовым оборудованием [2]. Их характерной особенностью являются пожары, возникающие вследствие возгорания газовых приборов и сопровождающиеся хлопком газозадушной смеси, поэтому они наиболее опасны. Такие аварии происходят и в жилых домах, расположенных в Арктическом регионе России.

Целью исследования является определение особенностей и причин аварий с бытовым газом в жилых домах Арктического региона России, а также пути совершенствования мер безопасности населения при эксплуатации газовых сетей.

### Анализ причин аварий со взрывом бытового газа в городах России и их особенностей в Арктическом регионе

Причины аварий со взрывом бытового газа в городах России за последние пять лет (2020–2024 гг.) представлены в табл. 1 [3].

Таблица 1

| Дата               | Место происшествия   | Причины  | Пострадавшие/последствия  |
|--------------------|--|--|---|
| 30 января 2020 г.  | г. Уфа   | Взрыв бытового газа  | Погиб 1 чел.  |
| 6 июня 2020 г.     | г. Оренбург<br>(9-этажный жилой дом)                         | Взрыв бытового газа  | Госпитализированы 3 чел.,<br>один из пострадавших<br>скончался от ожогов                                  |
| 7 сентября 2020 г. | ст. Выселки,<br>Краснодарский край                           | Взрыв бытового газа  | Пострадало 5 чел.   |
| 4 февраля 2021 г.  | пос. Ильинское-Хованское,<br>Ивановская обл.                 | Взрыв газового<br>баллона  | Обрушился 1 подъезд,<br>погибло 3 чел.,<br>пострадало 2 чел.  |
| 7 октября 2021 г.  | г. Балашиха<br>(17-этажный жилой дом)                        | Взрыв бытового газа  | Погиб 1 чел.  |
| 23 марта 2022 г.   | г. Рязань<br>(10-этажный жилой дом)                          | Взрыв бытового газа<br>из-за утечки  | Погибло 7 чел., пострадало<br>16 чел. Взрывом было<br>разрушено 14 квартир, еще<br>7 квартир – повреждены |
| 6 ноября 2022 г.   | г. Иваново<br>(2-этажный жилой дом)                          | Взрыв бытового газа<br>из-за повреждения<br>газового котла   | Погибло 6 чел.,<br>пострадало 8 чел.  |
| 21 апреля 2023 г.  | г. Южноуральск,<br>Челябинская обл.<br>(2-этажный жилой дом) | Взрыв газа,<br>повлекший за собой<br>возгорание.<br>Нарушение правил<br>эксплуатации<br>газового баллона,<br>который подвергся<br>резкому перепаду<br>температур | Погиб 1 чел. Всего взрывом<br>и пожаром было<br>повреждено 4 квартиры                                     |

| Дата              | Место происшествия  | Причины  | Пострадавшие/последствия   |
|-------------------|---|--|--|
| 7 декабря 2023 г. | г. Советская Гавань,<br>Хабаровский край<br>(многоквартирный дом) | Взрыв газа   | Погиб 1 чел.,<br>пострадало 3 чел.   |
| 20 января 2024 г. | г. Белорецк,<br>Республика Башкортостан<br>(5-этажный жилой дом)  | Хлопок<br>газовоздушной<br>смеси   | Погиб 1 чел.,<br>пострадало 2 чел.   |
| 11 мая 2024 г.    | г. Саратов<br>(6-этажный жилой дом)                               | Взрыв, вызванный<br>самовольной<br>установкой газовой<br>плиты в одной<br>из квартир | Погиб 1 чел., еще 8 чел.<br>получили ранения разной<br>степени тяжести.<br>Обрушились перекрытия,<br>возник пожар на площади<br>250 м <sup>2</sup> |

В последнее время растет число аварий с утечкой бытового газа и в жилых домах Арктического региона. Их количество и причины представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Количество и причины аварий с утечкой бытового газа  
в Арктическом регионе России в 2019–2024 гг.**

| Дата               | Место происшествия   | Причины  | Пострадавшие/последствия   |
|--------------------|--|--|--|
| 14 февраля 2019 г. | г. Красноярск<br>(3-этажный коттедж)   | Взрыв бытового<br>газа   | Погибло 2 чел., пострадало<br>10 чел., разрушено<br>6 квартир.   |
| 19 ноября 2022 г.  | пос. Тымовское,<br>о. Сахалин<br>(5-этажный жилой дом)                             | Взрыв газового<br>баллона                                      | Погибло 10 чел., обрушение<br>всего подъезда с 5 по 1 этаж       |
| 4 декабря 2022 г.  | г. Нижневартовск,<br>Ханты-Мансийский<br>автономный округ<br>(5-этажный жилой дом) | Взрыв газового<br>баллона                                      | Погибло 10 чел.,<br>повреждены перекрытия<br>между 1 и 3 этажами |
| 22 октября 2023 г. | СНТ Заячья Губа,<br>Республика Карелия   | Выброс бытового<br>газа без возгорания                         | Пострадал 1 чел.<br>(термический ожог)                           |
| 24 января 2024 г.  | пос. Томмот,<br>Республика Саха<br>(Якутия)  | Выброс бытового<br>газа без возгорания                         | Госпитализировано 2 чел.,<br>41 чел. расселен                    |
| 4 августа 2024 г.  | г. Канск,<br>Красноярский край<br>(5-этажный жилой дом)                            | Взрыв бытового<br>газа при ремонте<br>системы<br>газоснабжения | Пострадало 14 чел.   |
| 1 сентября 2024 г. | с. Выльгорт,<br>Республика Коми<br>(5-этажный жилой дом)                           | Взрыв бытового<br>газа   | Пострадал 1 чел.,<br>эвакуированы 60 чел.                        |

Как видно из табл. 2, наблюдается рост числа аварий с утечкой бытового газа в жилых домах Арктического региона. Последствия такой аварии в г. Красноярске представлены на рисунке.



Рис. Последствия взрыва бытового газа в жилом доме г. Красноярска

На основе результатов исследований аварий с утечкой бытового газа на территории России были выявлены наиболее распространенные причины взрывов газа в жилых зданиях:

1. Технические неисправности в газовом оборудовании.
2. Использование газового оборудования с нарушением правил пожарной безопасности.
3. Отсутствие качественного контроля со стороны работников газовой службы при проведении проверок внутридомового газового оборудования.
4. Перенос газового оборудования жильцами с нарушением правил безопасности при внутридомовой перепланировке жилья.
5. Недостаточное знание культуры безопасного использования газового оборудования жильцами.
6. Небезопасное хранение и использование баллонов с газом.
7. Износ баллонов с газом, шлангов, ошибки в монтаже, недостаточная герметизация.

Следует отметить, что возникновению аварий с утечкой бытового газа в жилых домах, расположенных в Арктической зоне, способствует ряд дополнительных причин, обусловленных как климатическими условиями, так и состоянием устойчивости конструкций жилья и обеспечение его газом.

К особенностям климатических условий регионов Арктики следует отнести резкие сезонные температурные перепады, расположение многих населенных пунктов в районах с вечной мерзлотой [4, 5].

Так, например, в районе г. Якутска по данным метеослужбы за последние три года наблюдается среднемесячное колебание температуры воздуха от  $+1,0^{\circ}\text{C}$  до  $+2,9^{\circ}\text{C}$  (табл. 3).

Таблица 3

Среднемесячная температура воздуха в г. Якутске с 2022 по 2024 г.

| Годы | Минимальное значение, $^{\circ}\text{C}$ | Максимальное значение, $^{\circ}\text{C}$ | Отклонение от нормы, $^{\circ}\text{C}$ |
|------|--|---|---|
| 2022 | -37,4                                    | +23,1                                     | +1,9                                    |
| 2023 | -43,8                                    | +20,4                                     | +1,0                                    |
| 2024 | -38,5                                    | +20,4                                     | +1,7                                    |

В связи с глобальным потеплением, по прогнозу ученых, к 2030 г. возможно повышение температуры воздуха на 1,9 °С, что приведет к размораживанию грунта в Арктических районах с вечной мерзлотой. Это может вызвать осадку и деформирование фундаментов общественных и промышленных зданий, образование трещин, что приведет к снижению их устойчивости и в большинстве случаев к разгерметизации внутридомового газового оборудования [4].

Кроме того, по оценкам специалистов [6], наблюдается ежегодный рост аварийного жилья в рассматриваемом регионе. Удельный вес аварийного жилья в г. Архангельске составляет 8,2 %, в Республике Саха (Якутия) – 7,5 %, в Ямало-Ненецком автономном округе – около 7 %. Это также может способствовать повышению риска аварий с утечкой газа в таких домах. Следует отметить, что доля оборудованного сетевым газом жилья составляет всего около 16 %, а сжиженным газом – около 32 % [6].

В связи с этим дополнительными причинами аварий с утечкой газа в жилых и промышленных зданиях Арктического региона могут стать:

1. Повреждения (разрушения) сетевого и баллонного газового оборудования в результате потери устойчивости зданий вследствие деформирования фундаментов при оттаивании грунта.

2. Повышенный уровень аварийного жилья, что способствует возможным повреждениям внутридомового газового оборудования, использованию жильцами в условиях экстремально низких температур воздуха газового оборудования не по назначению, а для обогрева помещений.

3. В связи с повышенным вдвое обеспечением жилья баллонным газом наблюдается снижение контроля надзорных органов за безопасным использованием газа по сравнению с домами, обеспеченными сетевым газом.

4. Увеличение содержания воды в грунте при оттаивании может привести к подмыванию фундаментов и коррозии элементов конструкций зданий и к дополнительному риску повреждения (разрушения) газового оборудования.

5. Резкие перепады температур воздуха в Арктическом регионе могут спровоцировать хрупкость металлических элементов газовых сетей, что является одной из дополнительных причин возможных аварий с утечкой газа.

6. Небезопасное использование газовых баллонов в доме, особенно при их замене новыми, хранившимися в помещениях с пониженной температурой воздуха. Нагревание баллона из хранилища может привести к взрыву, а при наличии источника возгорания – к пожару.

7. Сложности применения автоматической установки пожаротушения (АУП) на арктических объектах вследствие:

- трудностей применения традиционных огнетушащих веществ при экстремально низких температурах;
- высокой стоимости АУП;
- необходимости в периодическом обслуживании квалифицированными специалистами, что сложно ввиду удалённости объектов;
- невысокой надёжностью срабатывания АУП.

### **Пути совершенствования мер по обеспечению безопасности населения при утечке бытового газа с последующим взрывом и пожаром**

В условиях Арктики, для которых характерна повышенная аварийность технических устройств и сооружений, предотвращение и ликвидация последствий рассматриваемых в статье аварий затруднены ввиду экстремально низких температур. Предлагаются следующие пути совершенствования мер по обеспечению безопасности населения при утечке бытового газа, сопровождающейся взрывом и пожаром:

1. При утечке бытового газа – применение датчиков автоматического отключения разгерметизации внутриквартирного газового оборудования, которые подают сигнал на срабатывание клапана перекрытия, установленного на магистрали подачи газа в квартиру.

2. При утечке баллонного газа – установка датчиков с исполнительным устройством (клапан перекрытия) на выходе магистрали подачи газа из баллона.

Рассмотрим основные технические характеристики и цены газоанализаторов, подходящих для использования в жилых домах (табл. 4). Преимущественно представлены газоанализаторы с подключением к электромагнитному клапану перекрытия доступа газа в квартиру при его утечке.

Таблица 4

#### Сравнительные характеристики газоанализаторов бытовых газов

| Параметры  | Кенарь GD100-N             | Полисервис ДГ-1-УПМ-1             | Alfa 501      | Газотрон СИКЗ-И-О-1     |
|--|----------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|
| Тип обнаруженного газа   | Метан, пропан              | Пропан, метан, бутан, СО          | Пропан, бутан | Сжиженный баллонный газ |
| Порог срабатывания, нижний концентрационный предел распространения пламени | 10 %                       | Пропан – 20 %, метан – 10 %       | 10 %          | 10 %                    |
| Погрешность, нижний концентрационный предел распространения пламени        | Абсолютная погрешность 5 % | Относительная погрешность +/-20 % | –             | +/-5 %                  |
| Индикация  | Световая и звуковая        | Световая и звуковая               | Звуковая      | Звуковая                |
| Время срабатывания, сек.   | 30                         | –                                 | –             | 15                      |
| Наличие электромагнитного клапана отсечки газа                             | Есть                       | Нет                               | Есть          | Есть                    |
| Питание, В   | 220                        | 12–24                             | 220           | 220                     |
| Масса, кг  | 0,3                        | 0,27                              | 0,5           | 0,6                     |
| Средняя цена, руб.   | 2 200                      | 4 500                             | 2 800         | 4 500                   |

Установка газоанализатора с подключением к электромагнитному клапану отсечки бытового газа при его утечке наиболее предпочтительна в целях обеспечения безопасности жильцов при аварии.

Анализ приведенных образцов газоанализаторов показал, что наиболее подходящими для установки в квартире являются газоанализаторы Кенарь GD100-N и Alfa 501 как по стоимости, так и по техническим характеристикам [7]. Однако у них имеется существенный недостаток – при отключении электричества они не работоспособны, поэтому в дополнение к ним рекомендуется приобретать аккумулятор, который запустится при отключении электропитания. Целесообразной представляется установка газоанализаторов, способных подавать сигнал об утечке газа в экстренную газовую аварийную службу, включать вытяжное устройство и отправлять сообщение на смартфон жильцу квартиры. Это позволит избежать взрыва в случае отсутствия хозяев, а их возвращение в квартиру будет возможно только после проверки обстановки газовой службой. Конечно, наличие у газоанализаторов вышеописанных функций значительно повысит их стоимость, в связи с чем установка такого оборудования станет проблематичной для жильцов, так как будет

осуществляться за их счет. Однако приобретение усовершенствованных газоанализаторов за счет государства представляется оправданным, так как власти несут большие расходы на восстановление жилых помещений и зданий при взрывах, связанных с утечкой газа.

3. Кроме того, целесообразна разработка инновационных методов пожаротушения в условиях экстремально низких температур. Представляет интерес применение принципиально нового способа тушения пожара посредством продувки объема низкотемпературным наружным воздухом с дозированной подачей снега [8].

4. Также необходимо повысить качество административного контроля проверки газового оборудования и содержания вентиляционных каналов, особенно в домах, где используется баллонный газ [9].

Спасение людей из-под завалов при взрывах бытового газа в жилых зданиях Арктического региона также является проблемным вопросом. Не исключается возможность более масштабных разрушений аварийного жилья, утратившего устойчивость вследствие оттаивания вечной мерзлоты. При этом увеличивается объем работ по ликвидации последствий аварий и оперативному спасению людей из-под завалов при экстремально низких температурах. Решение этой проблемы возможно путем совершенствования техники, привлекаемой для ликвидации последствий аварий с бытовым газом в Арктическом регионе, а также поиска новых способов спасения людей из-под завалов и тренировок подразделений МЧС России [7]. Одним из способов обогрева людей, находящихся под завалами, при экстремально низких температурах воздуха является спуск гибких шлангов через отверстия, проделанные в завалах, по которым подается теплый воздух.

### Заключение

Знание причин аварий, связанных с бытовым газом, в жилых помещениях Арктического региона крайне важно для совершенствования мер по обеспечению безопасности населения в экстремальных климатических условиях. В целях снижения риска аварий с утечкой бытового газа по техническим причинам и по вине жильцов предлагается установка в квартирах и домах с баллонным газом модернизированных газоанализаторов. Кроме того, необходимо совершенствование техники, привлекаемой для ликвидации последствий аварий и оперативного спасения людей из-под завалов в условиях экстремально низких температур воздуха. Реализация предлагаемых путей совершенствования мер по обеспечению безопасности населения при утечке бытового газа в Арктическом регионе поможет снизить риски гибели людей и материальный ущерб.

### Список источников

1. Лавров С.Б. Глобальные проблемы современности. Ч. 1. СПб.: СПб ГУПМ, 2022. 72 с.
2. Обзор аварийных взрывов газовоздушной смеси в многоквартирных жилых домах с последующим обрушением строительных конструкций здания (сооружения) в 2020–2023 гг. URL: <https://fireman.club/literature/obzor-avarijnyh-vzryvov-gazovozdushnoj-smesi-2020-2023-godah/> (дата обращения: 17.01.2025).
3. Снижение устойчивости инфраструктуры ТЭК России в Арктике как следствие повышения среднегодовой температуры приповерхностного слоя криолитозоны / В.П. Мельников [и др.] // Вестник РАН. 2022. Т. 92. № 4. С. 303–314.
4. Об анализе влияния климатических факторов на здания и сооружения опасных производственных объектов, расположенных в зоне вечной мерзлоты / А.В. Рыбаков [и др.] // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 3 (71). С. 21–32.
5. Особенности состояния жилищно-бытовых условий населения Арктической зоны Российской Федерации как одного из важнейших факторов устойчивого развития макрорегиона / С.Ю. Куценко [и др.] // Вестник Евразийской науки. 2020. Т. 12. № 1. С. 7–12.
6. Evaluating the performance of low cost chemical sensors for air pollution research / A.C. Lewis [et al.] // Faraday discussions. 2019. Vol. 189. P. 85–103. DOI: 10.1039/C5FD00201J.
7. Абросимов А.А., Топольский Н.Г., Федоров А.В. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности. М.: МИПБ МВД России, 2019. 239 с.

8. Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon / F. Zezulka [et al.] // IFAC-PapersOnLine. 2019. Vol. 49. № 25. P. 8–12. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.12.002.
9. ZhiChao L., WenSheng C., XueGuang S. Outlier detection in near-infrared spectroscopic analysis by using Monte Carlo cross-validation // Science in China. Ser. B: Chemistry. 2023. Vol. 51. P. 751–759.

### References

1. Lavrov S.B. Global'nye problemy sovremennosti. Ch. 1. SPb.: SPb GUPM, 2022. 72 s.
2. Obzor avarijnyh vzryvov gazovozdushnoj smesi v mnogokvartirnyh zhilyh domah s posleduyushchim obrusheniem stroitel'nyh konstrukcij zdaniya (sooruzheniya) v 2020–2023 gg. URL: <https://fireman.club/literature/obzor-avarijnyh-vzryvov-gazovozdushnoj-smesi-2020-2023-godah/> (data obrashcheniya: 17.01.2025).
3. Snizhenie ustojchivosti infrastruktury TEK Rossii v Arktike kak sledstvie povysheniya srednegodovoy temperatury pri poverhnostnogo sloya kriolitozony / V.P. Mel'nikov [i dr.] // Vestnik RAN. 2022. T. 92. № 4. S. 303–314.
4. Ob analize vliyaniya klimaticheskikh faktorov na zdaniya i sooruzheniya opasnyh proizvodstvennykh ob"ektov, raspolozhennykh v zone vечноj merzloty / A.V. Rybakov [i dr.] // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2024. № 3 (71). S. 21–32.
5. Osobennosti sostoyaniya zhilishchno-bytovykh uslovij naseleniya Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii kak odnogo iz vazhnejshih faktorov ustojchivogo razvitiya makroregiona / S.Yu. Kucenko [i dr.] // Vestnik Evrazijskoj nauki. 2020. T. 12. № 1. S. 7–12.
6. Evaluating the performance of low cost chemical sensors for air pollution research / A.C. Lewis [et al.] // Faraday discussions. 2019. Vol. 189. P. 85–103. DOI: 10.1039/C5FD00201J.
7. Abrosimov A.A., Topol'skij N.G., Fedorov A.V. Avtomatizirovannye sistemy pozharovzryvobezopasnosti. M.: MIPB MVD Rossii, 2019. 239 s.
8. Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon / F. Zezulka [et al.] // IFAC-PapersOnLine. 2019. Vol. 49. № 25. P. 8–12. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.12.002.
9. ZhiChao L., WenSheng C., XueGuang S. Outlier detection in near-infrared spectroscopic analysis by using Monte Carlo cross-validation // Science in China. Ser. B: Chemistry. 2023. Vol. 51. P. 751–759.

### Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 14.02.2025; одобрена после рецензирования: 17.03.2025; принята к публикации: 19.03.2025

### Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 14.02.2025; approved after review: 17.03.2025; accepted for publication: 19.03.2025

### Информация об авторах:

**Савчук Олег Николаевич**, профессор кафедры экологии и обеспечения безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8817-925X>, SPIN-код: 5156-1928

### Information about the authors:

**Savchuk Oleg N.**, professor of the department of ecology and life safety of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8817-925X>, SPIN: 5156-1928