

Научная статья

УДК: 623.459.61

doi: 10.34987/2712-9233.2023.16.30.010

## О необходимости применения изолирующих самоспасателей при эвакуации пассажиров из салона воздушного судна

*Яровой Вячеслав Юрьевич, Молодец Сергей Николаевич*

*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия*

*Автор ответственный за переписку: Яровой Вячеслав Юрьевич, yarovoivacheslav@yandex.ru*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается вопрос применения изолирующих индивидуальных средств защиты (самоспасателей) при эвакуации пассажиров воздушного судна. Для анализа распространения опасных факторов пожара при возникновении чрезвычайной ситуации использовалось специализированное программное обеспечение СИГМА ПБ. Проведен эксперимент по приведению в действие изолирующих самоспасателей во время аварийной посадки воздушного судна и экстренной эвакуации, в рамках которого был проведен опрос членов экипажа и персонала, задействованных в учениях «Безопасная Арктика – 2023», с целью оценки эффективности данных средств защиты при эвакуации авиапассажиров.

**Ключевые слова:** воздушное судно, эвакуация, изолирующий самоспасатель, Безопасная Арктика, индивидуальные средства защиты.

**Для цитирования:** Яровой В.Ю, Молодец С.Н. О необходимости применения изолирующих самоспасателей при эвакуации пассажиров из салона воздушного судна // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2023. № 3 (11). С. 54-60. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.16.30.010>.

## On the need to use self-rescuers when evacuating passengers from an aircraft cabin

*Vyacheslav Yu. Yarovoy, Sergey N. Molodets*

*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*

*Corresponding author: Vyacheslav Yu. Yarovoy, yarovoivacheslav@yandex.ru*

**Abstract.** This article deals with the use of isolating individual protective equipment (self-rescuers) in the evacuation of aircraft passengers. Specialized software SIGMA PB was used to analyze the spread of fire hazards during an emergency situation. An experiment was conducted to activate isolating self-rescuers during an emergency landing and emergency evacuation, in which crew members and personnel involved in the "Safe Arctic - 2023" exercise were interviewed to assess the effectiveness of these protective equipment in evacuating air passengers.

**Keywords:** aircraft, evacuation, isolating self-rescuer, Safe Arctic, personal protective equipment.

**For citation:** Yarovoy V.Yu., Molodets S.N. On the necessity of using isolating self-rescuers during passenger evacuation from the cabin of an aircraft // Actual problems of safety in the technosphere 2023. No. 3 (11). P. 54-60. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.16.30.010>.

В современном мире авиация играет ключевую роль в обеспечении мобильности и развитии международных связей. Безопасность пассажиров и членов экипажа является приоритетом для авиационной индустрии, а вопросы эвакуации и спасения в случае аварийной ситуации на борту воздушного судна (ВС) становятся особенно актуальными. В этой статье мы рассмотрим экспериментальное применение изолирующих самоспасателей в процессе эвакуации пассажиров из ВС, а также проанализируем полученные результаты и перспективы этого направления.

Экспериментальное применение изолирующих самоспасателей на ВС проводилось в ходе учений «Безопасная Арктика - 2023». Для проведения эксперимента самолет был разделен на 2 секции, что позволило провести сравнительный анализ количества спасенных людей. В одной из секций располагались статисты, которые использовали стационарные кислородные маски, в другой секции - статисты, оснащенные изолирующими самоспасателями.

Расчет данных для оценки эффективности эвакуации проведен с привлечением Сибирского отделения Российской академии наук на программном комплексе СИГМА ПБ. Расчетные данные по времени эвакуации, полученные с помощью программного обеспечения, будут сравнены с показателями, полученными на практике от обеих групп статистов.

Практическое время заполнения продуктами горения фюзеляжа воздушного судна составляет ориентировочно 2 минуты, а его выгорание полностью - 10 минут, сравнительный анализ времени эвакуации групп статистов покажет нам необходимость укомплектования пассажирских самолетов на территории России изолирующими самоспасателями.

Расчетные данные для оценки эффективности эвакуации, полученные с привлечением Сибирского отделения Российской академии наук на программном комплексе СИГМА ПБ следующие:

1) Время эвакуации приблизительно составляет 161 секунду на освобождение салона судна (в случае увеличения интенсивности движения, время эвакуации уменьшится). Для данного расчета была принята интенсивность 5 сек/чел через каждый люк.

На рисунке 1 представлен скриншот расчетной модели эвакуации, построенный с использованием СИГМА ПБ.

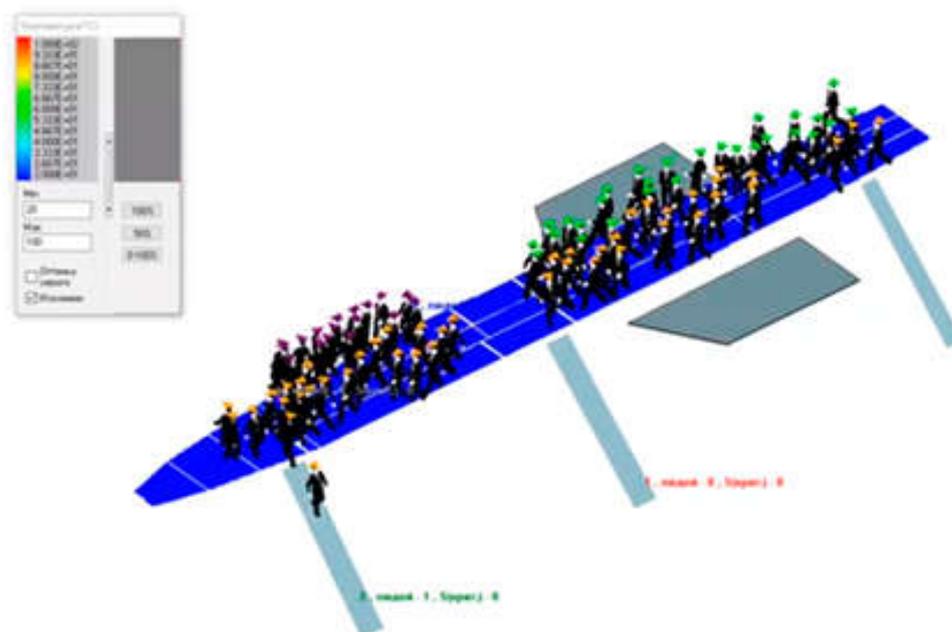


Рис. 1. Модель расчета в СИГМА ПБ

2) Уровень задымления к окончанию расчета эвакуации будет значимым, в связи с чем апробация дыхательных аппаратов подтверждается, и, следовательно, необходимость внедрения в практическую деятельность существует;

3) Температура окружающей среды (рис. 2.) приближается к опасной для незащищенной кожи, однако тепловой поток в значении 100 оС не является критической отметкой; критические значения температуры достигаются к 100 минуте в хвостовой части салона;

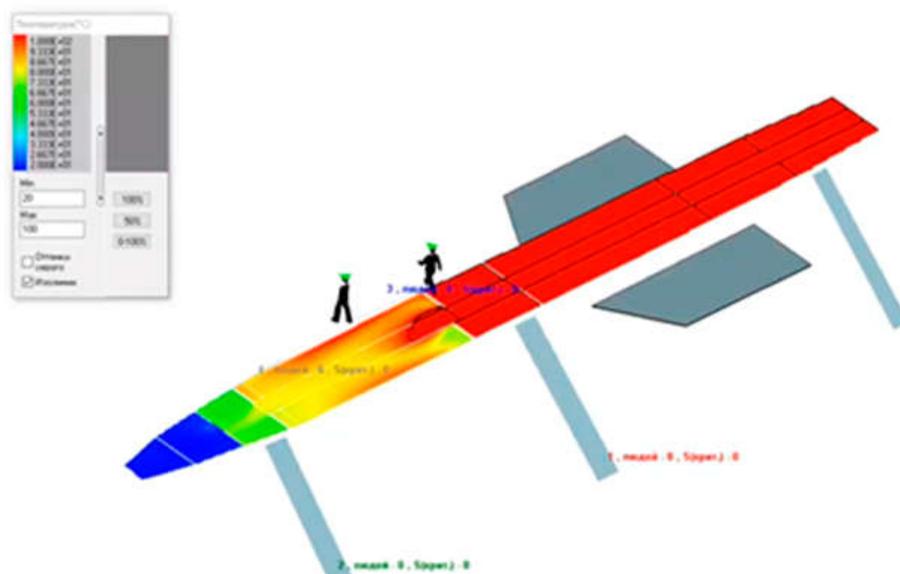


Рис. 2. Распределение температуры в самолете к окончанию эвакуации

4) Также, согласно расчета, можно утверждать, что для эвакуации необходимо использовать не менее 4 трапов, так как при использовании только 2 передних трапов время эвакуации увеличивается примерно в два раза.

Торговой компанией ГК «Восток-Сервис» были предоставлены для проведения эксперимента самоспасатели ЗЕВС 15У, изготовленные ООО «Зелинский групп».

Согласно паспорта [1], самоспасатель имеет следующую комплектность:

- самоспасатель;
- герметичная упаковка;
- футляр картонный (сумка) для хранения самоспасателя в герметичной упаковке;
- руководство по эксплуатации.

Самоспасатель ЗЕВС 15У (рисунок 3) представляет из себя огнестойкий капюшон со смотровым окном, внешним регулируемым оголовьем, эластичным шейным обтюратором, подмасочником, клапаном выдоха и комбинированным фильтром в металлическом корпусе.



Рис. 3. ЗЕВС 15У

Техническое обслуживание ЗЕВС 15У заключается в проведении пользователем периодических контрольных осмотров, в ходе которых проверяется целостность футляра (отсутствие порезов, проколов) и сохранность пломб организации-изготовителя.

Условия хранения и транспортирования ящиков с самоспасателями в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать условиям группы 50Ж4 по ГОСТ 15150 [2] (при температуре от минус 50 до плюс 50 °С). Максимальная влажность при хранении самоспасателей - 98%. Ящики с изделиями не должны подвергаться деформациям и ударным нагрузкам, воздействию агрессивных веществ, паров вредных веществ.

В таблицах 1 и 2 представлены технические характеристики и защитные свойства самоспасателя ЗЕВС 15У.

**Табл. 1. Технические характеристики ЗЕВС 15У**

| Наименование технической характеристики   | Значение       |
|---|----------------|
| Масса рабочей части   | <800 г         |
| Смотровое окно капюшона обеспечивает площадь поля зрения  | >70%           |
| Время надевания и приведения в действие   | < 60 с         |
| Сопротивление дыханию при расходе воздуха 95 дм <sup>3</sup> /мин на вдохе / на выдохе            | <800 Па/300 Па |
| Коэффициент проницаемости фильтра по тест-веществам   | <0,5%          |
| Коэффициент подсоса в подмасочное пространство  | <2%            |
| ЗЕВС 15У по тест-веществам  | <3%            |
| Содержание диоксида углерода во вдыхаемом воздухе в подмасочном пространстве при среднем значении | <1,5%          |
| Сохраняет работоспособность после пребывания в среде с t= 200 °С                                  | 60 с           |
| Сохраняет работоспособность после пребывания в среде с t= 800 °С                                  | 5с             |
| Сохраняет работоспособность после воздействия теплового потока плотностью 8,5 кВт/м <sup>2</sup>  | 3 мин          |

**Табл. 2. Защитные свойства**

| Защита от          |                                 | Значение               |
|--------------------|---------------------------------|------------------------|
| Монооксид углерода | CO                              | 4375 мг/м <sup>3</sup> |
| Акролеин           | C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O | 100 мг/м <sup>3</sup>  |
| Водорода цианид    | HCN                             | 400 мг/м <sup>3</sup>  |
| Водорода хлорид    | HCl                             | 1000 мг/м <sup>3</sup> |

Принцип действия самоспасателя следующий:

при прохождении через комбинированный фильтр ЗЕВС 15У загрязненный воздух очищается от токсичных газов, паров и аэрозолей и поступает в органы дыхания. Выдыхаемый воздух через клапан выдоха направляется в атмосферу.

Перед отработкой вводной работником ООО «Зелинский групп» был проведен инструктаж по приведению в действие самоспасателей ЗЕВС 15У. (рисунок 4).



*Рис. 4. Инструктаж по приведению в действие ЗЕВС 15У*

По итогам эвакуации для реализации процедуры экспертной оценки была сформирована группа из десяти экспертов. Состав группы ограничивался следующими требованиями, предъявляемыми к экспертам:

Опыт работы в пожарной охране в должности, непосредственно связанной с тушением пожаров и проведением аварийно-спасательных работ, не менее 5 лет;

Являлся статистом в процессе эвакуации с использованием самоспасателя (рисунки 5 - 8) ЗЕВС 15У при проведении учений по вводной №12 «Аварийная посадка пассажирского самолета с разрушением фюзеляжа и последующим возгоранием воздушного судна».

Прохождение инструктажа по приведению в действие самоспасателей ЗЕВС 15У;

В процессе проведения экспертной оценки было опрошено методом анкетирования 10 сотрудников 16 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Красноярскому краю. Также, для более детального анализа возможности применения самоспасателей капюшонного типа, был проведен опрос представителя завода ООО «Зелинский групп».



*Рисунок 5. Приведение в действие ЗЕВС 15У*



*Рисунок 2.6. Приведение в действие ЗЕВС 15У*



Рисунок 2.7. Приведение в действие ЗЕВС 15У



Рисунок 2.8. Эвакуация с использованием ЗЕВС 15У

Кроме того, в ходе исследования проведено стандартизированное интервью с экспертной группой по критериям эффективности применения самоспасателя ЗЕВС 15У.

Эксперты оценивали исследуемый образец по следующим критериям:

- простота использования;
- качество исполнения;
- защитные свойства;
- время приведения в действие.

Оценка осуществлялась по 5-тибалльной шкале, где 1 балл – неэффективность применения, 5 баллов – высокая степень эффективности применения данного средства индивидуальной защиты в арктических условиях. В таблице 3 представлены усредненные значения по каждому из критериев оценки.

Табл. 3. Средние значения экспертных оценок эффективности использования ЗЕВС 15У

| Критерий                    | Эксперты |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|-----------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                             | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Простота использования      | 5        | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 5  |
| Качество исполнения         | 5        | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4  | 5  |
| Защитные свойства           | 4        | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5  | 4  |
| Время приведения в действие | 4        | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4  | 3  |

Согласно рассчитанной матрицы рангов (таблица 4), получена эмпирическая величина коэффициента конкордации  $W=0,71$ , что свидетельствует о высокой степени согласованности мнений экспертов.

Табл. 4. Матрица рангов

| Факторы / эксперты | 1   | 2  | 3  | 4   | 5   | 6   | 7  | 8   | 9  | 10  | 11  | Сумма рангов | d  | d <sup>2</sup> |
|--------------------|-----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|--------------|----|----------------|
| x <sub>1</sub>     | 3.5 | 3  | 3  | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3  | 3.5 | 3  | 3.5 | 3.5 | 36.5         | 9  | 81             |
| x <sub>2</sub>     | 3.5 | 3  | 3  | 3.5 | 2   | 3.5 | 3  | 2   | 3  | 1.5 | 3.5 | 31.5         | 4  | 16             |
| x <sub>3</sub>     | 1.5 | 3  | 3  | 2   | 3.5 | 1.5 | 3  | 3.5 | 3  | 3.5 | 2   | 29.5         | 2  | 4              |
| x <sub>4</sub>     | 1.5 | 1  | 1  | 1   | 1   | 1.5 | 1  | 1   | 1  | 1.5 | 1   | 12.5         | 15 | 225            |
| Σ                  | 10  | 10 | 10 | 10  | 10  | 10  | 10 | 10  | 10 | 10  | 10  | 110          |    | 326            |

При проведении анализа заполненных анкет у исследуемого образца ЗЕВС 15У выявлены следующие недостатки:

1. Самоспасатели капюшонного типа не компенсируют нехватку кислорода, что ограничивает их применение в условиях, когда содержание свободного кислорода в воздухе составляет менее 17% по объему;

2. Время приведения в действие самоспасателя составляет порядка 60 секунд, что сказывается на времени эвакуации из самолета;

3. Конструкция капюшона самоспасателя не позволяют применять его лицам младше 12 лет;

4. В условиях действия отрицательных температур огнезащитный материал капюшона быстро промерзает.

Плюсы применения конструкции данного типа:

1. Обеспечивает надежную защиту от продуктов горения во время эвакуации из зон задымления в течении 15 минут;

2. Огнестойкий капюшон универсального размера (от 12 лет) позволяет применять самоспасатель как женщинам, так и мужчинам;

3. Применение не требует специальной подготовки.

### Заключение

По полученным данным экспериментальным данным и на основании опросных анкет можно сделать следующие обобщающие выводы:

1. Использование самоспасателей в воздушных судах для обеспечения безопасности эвакуации пассажиров в случае пожара является актуальным. Все статисты, участвовавшие в опросе, отметили необходимость внедрения средств индивидуальной защиты органов дыхания для снижения воздействия опасных факторов пожара на пассажиров при эвакуации из горящего самолета.

2. Необходима разработка новых самоспасателей, обладающих меньшими габаритными размерами, минимальным временем приведения в действие и кислородной капсулой, которая позволит применять средства спасения при пониженной концентрации кислорода в окружающей среде.

3. Для арктических условий необходимы средства спасения, учитывающие воздействие отрицательных температур.

### Список источников

1. Руководство по эксплуатации самоспасатель фильтрующий, используемый при пожаре. Газодымозащитный комплект ЗЕВС 15У.

2. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды: ГОСТ 15150-69 // Техэксперт: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> (дата обращения 17.08.2023)

3. И.В. Коршунов, А.В. Смагин, АГПС, Учебное-методическое пособие Особенности проведения тренировок по приведению в действие портативных фильтрующих самоспасателей // Гарант: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402838673/> (дата обращения 17.08.2023)

Статья поступила в редакцию 18.09.2023; одобрена после рецензирования 02.10.2023, принята к публикации 02.10.2023.

The article was submitted 18.09.2023, approved after reviewing 02.10.2023, accepted for publication 02.10.2023.