

УДК 614.849

**СТАТИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ
И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЗА 2007-2016 ГГ.**

**STATISTICS OF EMERGENCY ACCIDENTS IN THE REFINING
AND PETROCHEMICAL INDUSTRY FOR THE 2007-2016 YEARS**

Краснов А. В., Садыкова З. Х., Пережогин Д. Ю., Мухин И. А.

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация,
Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

A. V. Krasnov, Z. Kh. Sadykova, D. Yu. Perezhogin, I. A. Mukhin

**Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation,
Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation**

e-mail: 00770088@mail.ru

Аннотация. Во второй половине XX века произошел резкий скачок роста строительства предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности. Вместе с ростом предприятий происходило и повышение их концентрации, усложнение технологических процессов и производств, что повлекло за собой увеличение количества обращающихся на данных объектах горючих газов, горючих и легковоспламеняющихся жидкостей. Все это привело к ухудшению пожароопасной обстановки и увеличению количества крупных техногенных аварий. Произошедшие аварии современности отличаются катастрофическими масштабами, огромным ущербом для экологии и экономики страны, а также высокой смертностью и травматизмом.

Для предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности характерны аварийные ситуации, такие как полное или частичное разрушение технологических аппаратов и установок, пожар пролива, образование токсичных облаков, взрыв топливовоздушной смеси и иные опасные ситуации.

Несмотря на ужесточение законодательной базы в области обеспечения пожарной и промышленной безопасности, в нашей стране по-прежнему наблюдается высокая аварийность среди объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей. Высокая аварийность, прежде всего, связана с низким качеством технологического оборудования, подверженного коррозионному и механическому износу, а также наличием в исходном сырье большого количества сернистых соединений, присутствующих в больших количествах в нефти Татарстана, Башкортостана и других регионов Российской Федерации.

Для снижения числа аварий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности, в первую очередь, необходимо знать первоисточник – причину, в результате которой произошло чрезвычайное происшествие. Для этой цели нами был проведен анализ чрезвычайных происшествий, таких как пожары, взрывы, выбросы вредных веществ, случившихся на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности в период с 2007 по 2016 гг.

Abstract. In the second half of the XX century there have seen a dramatic leap in the growth of the construction of the oil refining and petrochemical industries. Along with the growth of enterprises was carried out and the increase of their concentration, complication of technological processes and production, which resulted in an increase in the number of circulating data objects, flammable gases, flammable and combustible liquids. All this has led to the deterioration of the fire situation and increase the number of large technogenic accidents. The accident of modernity differ a catastrophic scale, huge damage to the environment and the economy, as well as high mortality and injury rate.

For petrochemical and oil-refining industries are of an emergency such as: total or partial destruction of technological devices and installations, fire strait, the formation of toxic clouds, the explosion of the fuel mixture and other dangerous situations.

Despite the tightening of the legislative framework in the field of ensuring fire and industrial safety, in our country still has a high accident rate among the objects of oil-refining and petrochemical industries. High accident risk is primarily associated with low quality of technological equipment, highly susceptible to corrosion and mechanical wear, as well as the presence in the feedstock of a large number of sulfur compounds present in large quantities in the oil of Tatarstan, Bashkortostan and other regions of the Russian Federation.

To reduce the number of accidents at oil-refining and petrochemical industries, first and foremost, you must know the source – the cause, in which has occurred an emergency. For this purpose, we carried out the analysis of emergencies such as fires, explosions, releases of hazardous substances that occurred at the facilities of oil-refining and petrochemical industry in the period since 2007 to 2016.

Ключевые слова: взрыв, пожар, нефтепереработка, аварийная ситуация, аварийная загазованность, технологическая установка, статистическая обработка.

Key words: explosion, fire, oil refining, emergency, emergency in the air, process unit, statistical processing.

Предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленностью относятся к наиболее пожароопасным объектам. Высокая пожарная опасность данных предприятий обусловлена наличием большого объема опасных веществ, обращающихся в технологическом процессе. Аварийная разгерметизация технологического оборудования на предприятиях по переработке углеводородного сырья может привести к

крупным пожарам и взрывам. В связи с этим важно оценить частоту возникновения пожароопасного события, которая определяется путем аналитического обзора уже произошедших аварий [1].

Несмотря на то, что по статистическим данным о произошедших авариях на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности количество пожаров и число пострадавших в них людей с каждым годом уменьшается, показатели не утешительны и уступают аналогичным данным стран Европы и США. При рассмотрении данных о количестве произошедших за последние 10 лет аварийных ситуаций видно, что есть сдвиги в сторону уменьшения количества погибших людей, но они по-прежнему превышают средние показатели развитых стран.

Основными аварийными сценариями, представляющими опасность для предприятия и прилегающей территории, являются пожар пролива, взрыв топливозвоздушной смеси и аварийная загазованность. Так, за период с 2007 по 2016 г. произошло 126 опасных происшествий, в том числе 65 пожаров (51 % от общего количества чрезвычайных происшествий), 46 взрывов (37 %), 15 выбросов опасных веществ (12 %). В таблице 1 представлена подробная статистика аварий, произошедших за 2007-2016 гг. на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Таблица 1. Статистика чрезвычайных происшествий за 2007-2016 гг.

Год	Вид и количество чрезвычайных происшествий						Всего
	Пожар	%	Взрыв	%	Выброс	%	
2007	14	64	5	23	3	14	22
2008	6	46	5	38	2	15	13
2009	5	38	6	46	2	15	13
2010	4	25	9	56	3	19	16
2011	1	5	16	80	3	15	20
2012	11	100	0	0	0	0	11
2013	6	100	0	0	0	0	6
2014	9	75	3	25	0	0	12
2015	4	57	1	14	2	29	7
2016	5	83	1	17	0	0	6
Итого:	65	51	46	37	15	12	126

Известно, что ежегодно в мире на объектах нефтепереработки происходит до 1500 аварий, 4 % которых сопровождаются массовой гибелью людей; ежегодный материальный ущерб от произошедших аварий превышает сумму в 100 млн долл. Аварийность предприятий непрерывно растет [2].

В таблице 2 представлены данные по несчастным случаям со смертельным исходом в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за последние 10 лет.

Таблица 2. Статистика смертельных случаев в нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности

Причина поражения	Количество смертельных исходов	%
Термическое воздействие	63	72
Отравление вредными выбросами	4	5
Взрывная волна	10	11
Обрушение	2	2
Падение с высоты	6	7
Разрушение технических устройств	1	1
Прочее	2	2
Всего	88	100

Всего за период с 2007 по 2016 гг. произошло 126 аварийных ситуаций, в которых зафиксировано 98 со смертельными исходами (рисунок 1).

Основными поражающими факторами в рассмотренных смертельных случаях оказались ожоги, которые составили 72 %. Второй наиболее вероятной причиной гибели стало отравление вредными выбросами – 11 %. 6 человек погибли при падении с высоты (7 %), 5 % людей погибли при взрыве. 2 % приходится на обрушения, 1 % смертей составляют разрушение технических устройств, и 2 % это прочие факторы поражения. Данные представлены в виде диаграммы на рисунке 2.

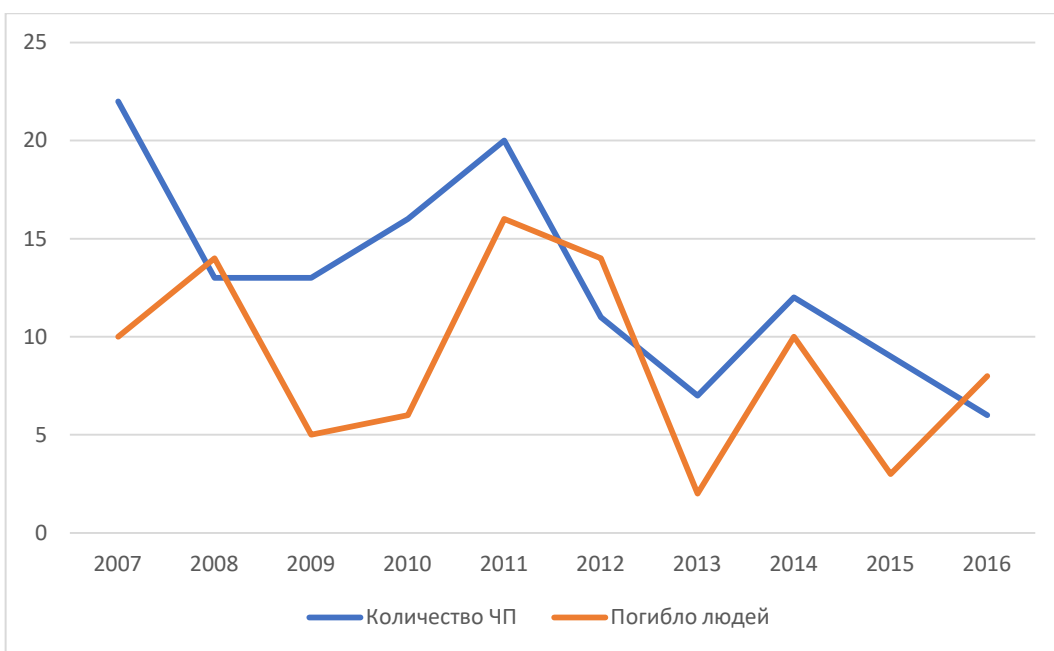


Рисунок 1. Сравнительная диаграмма количества чрезвычайных происшествий и смертельных случаев

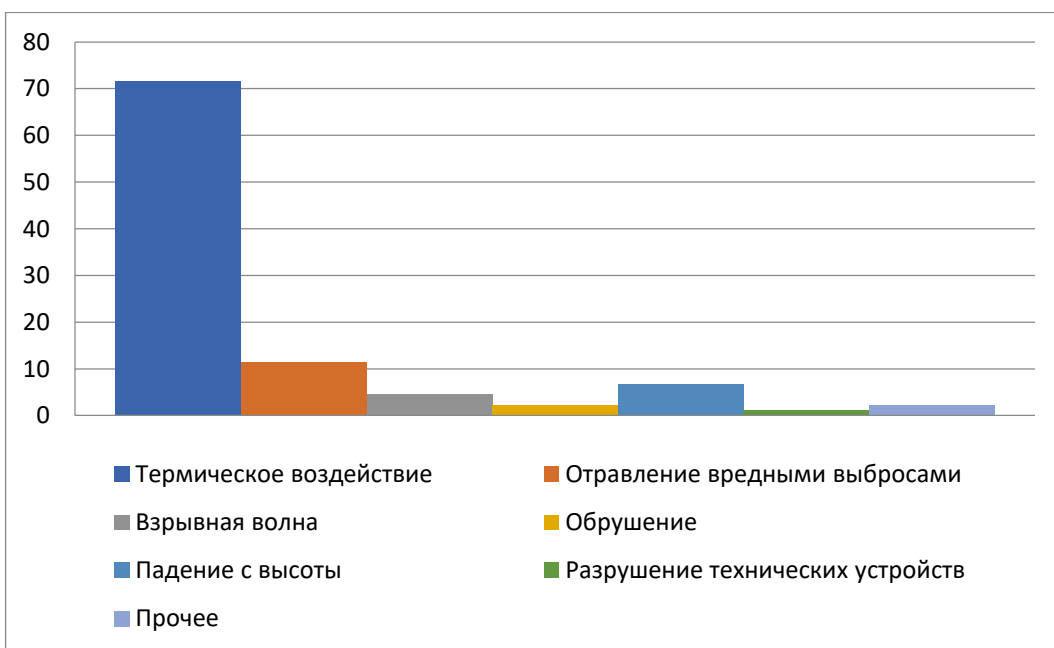


Рисунок 2. Распределение поражающих факторов аварийных ситуаций

Возникновение пожароопасных ситуаций (аварийная загазованность и взрыв топливовоздушной смеси) на открытых технологических установках происходит после аварийного выхода опасного вещества из аппаратов, с последующим его скоплением в атмосфере, при контакте с источником зажигания.

На основе анализа причин произошедших опасных событий, можно сделать вывод, что в большинстве случаев фактором возникновения аварий являются нарушения технологического режима, брак при изготовлении и ремонте, низкая конструктивная прочность. Также большую роль играет человеческий фактор – нарушение правил безопасности, технологического процесса.

Анализ результатов расследования причин аварий за последние пять лет (2012-2016 гг.) показывает, что неудовлетворительное состояние технических устройств является основной причиной. Немалая часть аварий на НПЗ происходит из-за нарушения правил техники безопасности и пожарной безопасности. Также частой причиной возгораний являются образование парогазового облака, разлив нефтепродукта в результате нарушения герметичности оборудования. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Анализ основных причин аварий

Причины аварий \ Года	2016	2015	2014	2013	2012
Неудовлетворительное состояние технических устройств, оборудования, аппаратов	67 %	43 %	71 %	50 %	45 %
Нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности при проведении ремонтных работ	17 %	29 %	25 %	17 %	19 %
Недостаточно качественные уплотнения на коммуникациях	16 %	28 %	4 %	33 %	36 %

Для возникновения пожаровзрывоопасной ситуации необходимо наличие «треугольника горения», в который входят окислитель, источник зажигания и горючее вещество. Появление горючего вещества на объектах нефтепереработки и нефтехимии, в основном, связано с утечками из технологических трубопроводов и аппаратов, которые происходят по нескольким причинам:

- нарушение правил пожарной и промышленной безопасности (33 %);
- некачественный ремонт и монтаж оборудования (22 %);
- коррозионный износ оборудования (8 %);

- отсутствие защиты от статического электричества и грозовых разрядов (3 %);
- нарушение правил ведения технологического режима (1 %);
- износ сальниковых уплотнений и фланцевых соединений (1 %);
- прочие причины (2 %) [3, 4].

К основному технологическому оборудованию объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности относятся: сосуды под давлением, технологические печи, колонные аппараты, сепараторы, реакторы, технологические трубопроводы, компрессоры, холодильники, насосы, резервуары хранения углеводородного сырья [5-7]. Пожаровзрывоопасность технологического оборудования в значительной степени зависит от параметров технологического режима, его аппаратного оформления, климатических особенностей, а также от наличия систем противопожарной и аварийной защиты. Поэтому количество аварий для различного типа оборудования разное. Распределение аварийных ситуаций, произошедших в период с 2007 по 2016 гг. на объектах нефтепереработки и нефтехимии, по видам технологического оборудования приведено в таблице 4.

Таблица 4. Статистика аварийных ситуаций по видам технологического оборудования

Оборудование	Количество аварий, %
Технологические трубопроводы	31,2
Насосы	18,9
Емкости (сепараторы, реакторы и т.п.)	15,0
Технологические печи	11,4
Колонные аппараты	11,2
Резервуары и резервуарные парки	3,8
Прочее оборудование	8,5

В связи с высокой плотностью застройки, наличием загроможденности и разветвленной сети технологических трубопроводов, наличием большого объема опасного вещества в аппаратах и оборудовании, можно сделать

вывод о том, что открытые технологические установки обладают большей опасностью, чем закрытые производственные здания [8]. Причины аварийных пожароопасных ситуаций на открытых технологических установках предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности приведены на рисунке 3.

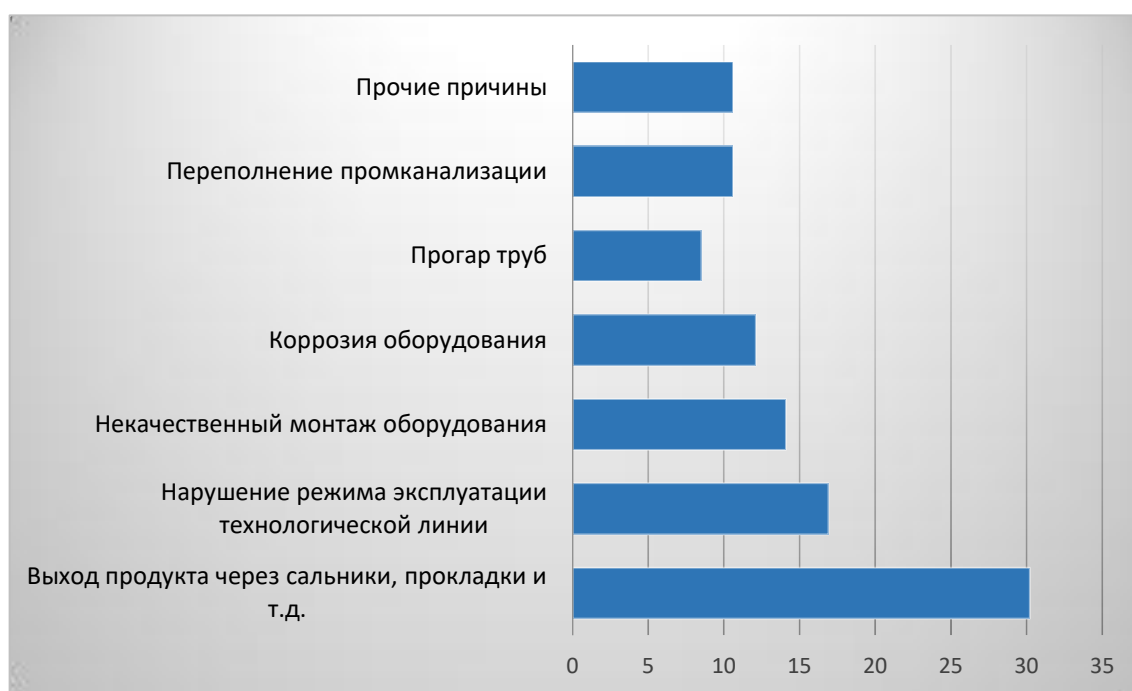


Рисунок 3. Причины аварий на открытых технологических установках

Несмотря на положительную динамику по снижению общего количества аварийных ситуаций, происходящих за годовой период, безопасности объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности по-прежнему уделяется огромное внимание. Данный подход оценивается как единственно правильный, так как крупные аварии по-прежнему приводят к высокой смертности и травматизму среди персонала, приносят огромные материальные убытки, что сказывается на экономике страны в целом. В этой связи повышение безопасности объектов нефтеперерабатывающих производств является основным способом предотвращения угроз техногенного характера.

Вывод

Всего в период с 2007 по 2016 гг. произошло 126 аварийных ситуаций на объектах нефтепереработки и нефтехимии, в которых было зарегистрировано 98 смертельных случаев. Наиболее частой причиной произошедших аварий явилось нарушение правил охраны труда и промышленной безопасности (33 % от общего числа аварий). Больше всего аварий было зафиксировано на технологических трубопроводах (31,2 % от общего числа аварий).

Список использованных источников

1 Абросимов А. А. Экология переработки углеводородных систем. М.: Химия, 2002. 608 с.

2 Лебедева М. И., Богданов А. В., Колесников Ю. Ю. Аналитический обзор статистики по опасным событиям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2013. С. 8.

3 Хафизов И. Ф., Краснов А. В., Халитова Р. М. Основные причины аварий установок первичной переработки нефти и меры их предотвращения // Актуальные проблемы науки и техники – 2015: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. 2015. С. 214-215.

4 Хафизов И. Ф., Краснов А. В., Хафизова Э. Г. Усовершенствование методики, определения частоты возникновения пожара для зданий различного класса функциональной пожарной опасности // Нефтегазовое дело. 2012. № 3. С. 179.

5 Хафизов Ф. Ш., Краснов А. В., Мухин И. А. Частота реализации взрывоопасной ситуации для оценки риска внутри помещений // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2015. № 5. С. 573-585. URL: http://ogbus.ru/issues/5_2015/ogbus_5_2015_p573-585_KhafizovFSh_ru.pdf.

6 Краснов А. В. Разработка методики определения расчетных величин пожарных рисков при взрывах сосудов под давлением: дис. канд. техн. наук. Уфа, 2013. 134 с.

7 Хафизов И. Ф., Бакиров И. К. Методика определения расчетных величин пожарных рисков на производственных объектах // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2010. № 2. С. 42. URL: http://ogbus.ru/authors/HafizovIF/HafizovIF_2.pdf.

8 Швырков С. А., Семиков В. Л., Швырков А. Н. Анализ статистических данных разрушений резервуаров // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 1996. № 5. С. 39.

References

1 Abrosimov A. A. Ekologiya pererabotki uglevodorodnykh sistem. M.: Khimiya, 2002. 608 s. [in Russian].

2 Lebedeva M. I., Bogdanov A. V., Kolesnikov Yu. Yu. Analiticheskii obzor statistiki po opasnym sobyitiyam na ob"ektakh neftepererabatyvayushchei i neftekhimicheskoi promyshlennosti // Internet-zhurnal «Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti». 2013. S. 8. [in Russian].

3 Khafizov I. F., Krasnov A. V., Khalitova R. M. Osnovnye prichiny avarii ustanovok pervichnoi pererabotki nefiti i mery ikh predotvrashchenii // Aktual'nye problemy nauki i tekhniki – 2015: mater. VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh. 2015. S. 214-215. [in Russian].

4 Khafizov I. F., Krasnov A. V., Khafizova E. G. Uovershenstvovanie metodiki, opredeleniya chastoty vzniknoveniya pozhara dlya zdanii razlichnogo klassa funktsional'noi pozharnoi opasnosti // Neftegazovoe delo. 2012. № 3. S. 179. [in Russian].

5 Khafizov F. Sh., Krasnov A. V., Mukhin I. A. Chastota realizatsii vzryvoopasnoi situatsii dlya otsenki riska vnutri pomeshchenii // Neftegazovoe delo: elektron. nauch. zhurn. 2015. № 5. S. 573-585. URL: http://ogbus.ru/issues/5_2015/ogbus_5_2015_p573-585_KhafizovFSh_ru.pdf. [in Russian].

6 Krasnov A. V. Razrabotka metodiki opredeleniya raschetnykh velichin pozharnykh riskov pri vzryvakh sosudov pod davleniem: dis. kand. tekhn. nauk. Ufa, 2013. 134 s. [in Russian].

7 Khafizov I. F., Bakirov I. K. Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozharnykh riskov na proizvodstvennykh ob"ektakh // Neftegazovoe delo: elektron. nauch. zhurn. 2010. № 2. S. 42. URL: http://ogbus.ru/authors/HafizovIF/HafizovIF_2.pdf. [in Russian].

8 Shvyrkov S. A., Semikov V. L., Shvyrkov A. N. Analiz statisticheskikh dannykh razrushenii rezervuarov // Problemy bezopasnosti i chrezvychainykh situatsii. 1996. № 5. S. 39. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Краснов А. В., канд. техн. наук, преподаватель кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

A. V. Krasnov, Candidate of Engineering Sciences, Lecturer of the Department of «Fire and Industrial Safety», FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation

e-mail: 00770088@mail.ru

Садыкова З. Х., магистрант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

Z. Kh. Sadykova, Undergraduate Student of Fire and Industrial Safety Department, FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation.

e-mail: sadykova-zuhra@mail.ru

Пережогин Д. Ю., аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

D. Yu. Perezhogin, Post-Graduate Student of «Fire and Industrial Safety» Department, FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation.

e-mail: pkrb@mail.ru

Мухин И. А., канд. техн. наук, преподаватель кафедры «Пожарная безопасность», ФГБОУ ВО «УГАТУ», г. Уфа, Российская Федерация

I. A. Mukhin, Candidate of Engineering Sciences, Lecturer of Fire Safety Department, FSBEI HE «USATU», Ufa, Russian Federation

e-mail: ilya.muhin@gmail.com