

УДК 614.847.9

liopiy@yandex.ru

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ  
ОСВЕЩЕННОСТИ ПОЖАРНЫХ ФОНАРЕЙ В УСЛОВИЯХ  
СНИЖЕНИЯ ВИДИМОСТИ В ДЫМУ**

**AN EXPERIMENTAL METHOD FOR DETERMINING THE ILLUMINATION  
LEVEL OF FIRELIGHTS IN CONDITIONS OF REDUCED  
VISIBILITY IN SMOKE**

*Бессонов Д. В.,  
Екатеринбург  
Девяткин Н. О., Понукалин А. Ю.,  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург  
Криворогова А. С.,  
ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Свердловской области, Екатеринбург*

*Bessonov D.,  
Yekaterinburg  
Devyatkin N., Ponukalin A.,  
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg  
Krivorogova A.,  
Fire Testing Laboratory in the Sverdlovsk region,  
Yekaterinburg*

В статье освещен вопрос формирования такого опасного фактора пожара, как снижение видимости в дыму, а также его воздействия на человека. Рассмотрено влияние задымления на участников тушения пожара. Проведен анализ требований нормативных документов о необходимости комплектования газодымозащитников пожарными фонарями. Приведено сравнение характеристик пожарных фонарей групповых, находящихся на вооружении в гарнизоне пожарной охраны Свердловской области, а также представлено соотнесение характеристик с требованиями нормативных документов, предъявляемыми к пожарной продукции. Впервые предлагается экспериментальная установка определения уровня освещенности пожарных фонарей в условиях снижения видимости в дыму с ее описанием и принципиальной схемой. Поставлен и описан эксперимент на предлагаемой установке по сравнению уровня освещенности различных образцов пожарной продукции (пожарных фонарей) в темном помещении и условиях снижения видимости в дыму. Результаты проведенного эксперимента опубликованы и проанализированы в данной статье.

*Ключевые слова:* снижение видимости в дыму, пожарный фонарь, уровень освещенности, газодымозащитник, пожарная охрана, испытание, эксперимент.

The article highlights the issue of the formation of such a dangerous fire factor as reduced visibility in smoke, as well as its impact on humans. The influence of smoke on the participants of fire extinguishing is considered. The analysis of the requirements of regulatory documents on the need to equip gas and smoke protectors with fire lanterns is carried out. A comparison of the characteristics of group fire lanterns in service in the garrison of the fire department of the Sverdlovsk region is given, and also a correlation of the

characteristics with the requirements of regulatory documents for fire products is presented. For the first time, an experimental installation for determining the illumination level of fire lanterns in conditions of reduced visibility in smoke with its description and schematic diagram is proposed. An experiment has been set up and described on the proposed installation to compare the illumination level of various samples of fire products (fire lanterns) in a dark room and conditions of reduced visibility in smoke. The results of the experiment are published and analyzed in this article.

*Keywords:* reduced visibility in smoke, fire lantern, light level, smoke protection, fire department, test, experiment

В большинстве случаев одним из первых опасных факторов пожара (ОФП), достигающим своих пороговых значений, является критическая продолжительность пожара по потере видимости, которая и определяет время блокирования эвакуационных выходов. Дым, являющийся следствием любого возгорания, уменьшает видимость, а это в свою очередь препятствует эвакуации. Видимость зависит от концентрации (оптической плотности) дыма и таких факторов, как уровень контраста с фоном и человеческое восприятие.

Дым состоит из компонентов, которые можно объединить в три группы:

- горячие испарения и газы, выделяющиеся при горении материала;
- несгоревшие продукты разложения и сконденсированные материалы (цвет этих продуктов может меняться от светлого до черного, как сажа);
- часть нагретого воздуха, попавшего внутрь поднимающегося облака.

Таким образом, дым – это высокодисперсный аэрозоль с мельчайшими частицами твердого тела или капель жидкости, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде (обычно в воздухе).

Снижение видимости в дыму можно объяснить с физической точки зрения процессом рассеяния света, который заключается в следующем: свет, являющийся электромагнитной волной, проходя через материальную среду (частички дыма), возбуждает колебания электронов в атомах. В результате колебаний электроны излучают вторичные волны. Если среда является однородной, то, вследствие интерференции

вторичных волн, интенсивность проходящего света будет отлична от нуля лишь в направлении падающей световой волны, рассеяние не наблюдается. Если же в среде имеются мелкие неоднородности, то дифракция волн на неоднородностях приводит к значительному рассеянию света. В то же время электроны, совершающие колебания под действием электрического поля световой волны, часть своей энергии передают атомам среды. При этом среда нагревается, а энергия световых волн уменьшается. Такой процесс называют поглощением света. За счет рассеяния и поглощения энергия падающей световой волны по мере прохождения ее через вещество убывает, вследствие чего происходит снижение видимости в дыму.

Задымленность не имеет существенного вредного прямого воздействия на организм человека, однако дезориентация в пространстве, создаваемая данным опасным фактором на месте пожара, может повлечь за собой травмирование или даже летальный исход для человека [1-2].

Снижение видимости при пожаре приводит к увеличению времени разведки, проводимой звеньями газодымозащитной службы. От того как газодымозащитники проведут разведку места пожара в условиях задымленности зависит скорейшее спасение людей и имущества, создание безопасных условий для работы личного состава на месте пожара, выбор решающего направления, успешное выполнение боевой задачи.

По данным исследований, приведенных в [3], при снижении видимости до

трех метров скорость движения звеньев ГДЗС уменьшается на 25 %.

Для повышения эффективной работы звеньев ГДЗС в условиях задымленности подразделения пожарной охраны используют технические средства освещения (пожарные фонари). Так в соответствии с п. 29 [4], п. 73, п. 121, п. 125 [5], табл. 1, 2

[6] наличие средств освещения (фонарей пожарных) является обязательным для участников тушения пожара.

На примере гарнизона пожарной охраны Свердловской области можно сравнить средства освещения, состоящие на вооружении. Сравнительные характеристики пожарных фонарей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики пожарных фонарей, стоящих на вооружении гарнизона пожарной охраны Свердловской области

	ФОС 3-5/6	ФОС-С	ЭРА Альфа РА-603	Диггер-4
Номинальное напряжение аккумулятора, В	6	6	3,7	3,7
Номинальная ёмкость аккумулятора, А/ч	6	6	3	2,2
Освещенность (на расстоянии 3 м) не менее, лк	1500	2000	1500	2000 (1 м)
Угол светового излучения, град	4,5	8	–	–
Дальность светового луча, м	300	50	130	100
Время непрерывной работы не менее, час	5	12	4	8
Время заряда аккумулятора не более, час	8	8	–	8
Среднее время безотказной работы источника света, час	100	50000	50000	50000
Масса снаряжённого фонаря, кг	1,6	1,6	1,05	0,62
Габаритные размеры, мм длина×высота×диаметр	320×160×125		248×160×178	211×75×195
Автоматический контроль заряда аккумулятора	Есть (время заряда не нормировано)		Есть	Есть
Индикатор уровня заряда аккумулятора	Есть		Есть	Есть

На основе анализа значений параметров из [7–10] и сопоставления с требованием табл. 1 [11] можно сделать вывод, что используемые фонари соответствуют общим техническим требованиям, предъявляемым к пожарным фонарям по указанным параметрам.

Однако, на наш взгляд, совокупность требований, указанных в [11], не представляют сведений об эффективном использовании испытываемых пожарных фонарей в условиях снижения видимости в дыму. В связи с чем предлагается методика испытания пожарных фонарей с помощью

разработанной и опробованной авторами статьи экспериментальной установки.

Для замера параметра ослабления освещенности поверхности в имитированном дыму была изготовлена установка (рис. 1) из металлического контейнера размерами 3300×2000×2200 мм с толщиной стенок 1,5–2,0 мм, без оконных проемов и плотно закрывающейся дверцей устанавливается и закрепляется на уровне 1500 мм от уровня пола фотометрическая головка люксметра (1). Имитация дыма осуществляется посредством генератора дыма Involight FM1500 (2). Уровень задымления

внутри контейнера измеряется при помощи фотометрической системы, состоящей из источника (гелий-неоновый лазер мощностью 2,5 мВт) (3) и приемника света (фотодиод) (4), расположенных параллельно друг другу на противоположных стенках внутри контейнера. На подготовленной подставке на уровне 1500 мм от

уровня пола устанавливается испытуемый включенный фонарь (5). Измеритель люксметра (6) и регистрирующий прибор фотометрической системы (7) находятся снаружи контейнера, линии связи приборов проложены через специальные герметичные отверстия. (рис. 1). Условия окружающей среды при проведении эксперимента указаны в табл. 2.

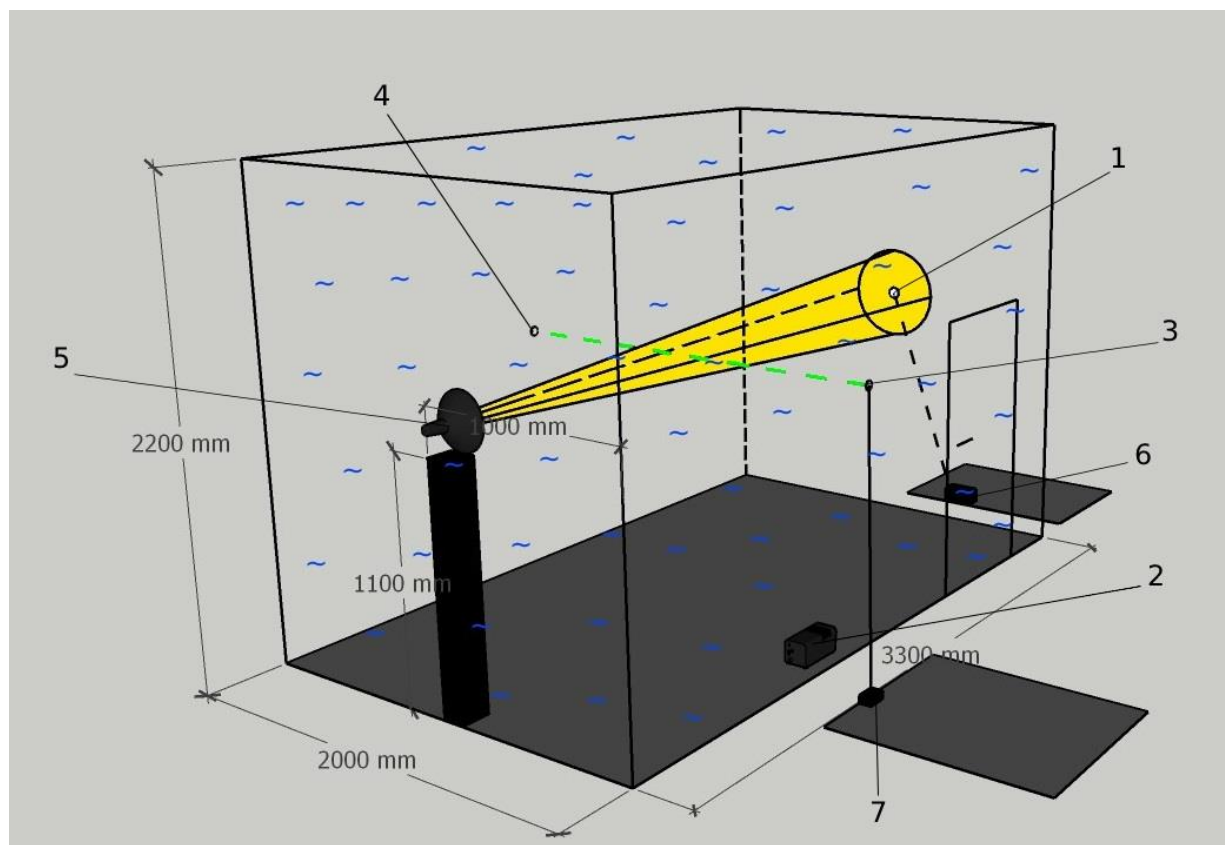


Рисунок 1. Принципиальная схема экспериментальной установки для определения уровня освещенности пожарных фонарей в условиях снижения видимости в дыму

Таблица 2  
Условия при проведении эксперимента

Температура, °С	Атмосферное давление, кПа	Относительная влажность, %
22,5	99,4	75,3

Для проведения экспериментального исследования были выбраны четыре образца пожарных фонарей групповых, состоящих на вооружении в пожарно-спасательных частях Свердловского области: ФОС 3-5/6, ФОС-С, ЭРА Альфа РА-603,

Диггер-4. Каждый фонарь имеет различную проекцию создаваемого светового луча на поверхность и спектрофотометрическую температуру.

Порядок проведения испытания\*:

1. Включить источник и приемник света фотометрической системы. Установить начальное значение светопропускания, фиксируемое регистрирующим прибором фотометрической системы «Термодат-13КХ3» – 500 единиц.

2. Включенный испытуемый образец (фонарь)\*\* поместить в испытательную камеру на подставку так, чтобы луч света падал на фотометрическую головку люксметра Ю-116.

3. Провести три замера уровня освещенности, создаваемого исследуемым образцом.

4. Выключить испытуемый образец (фонарь).

5. Включить генератор дыма Involight FM1500, дождаться достижения

значения 0 ед. светопропускания, фиксируемого регистрирующим прибором фотометрической системы

6. Включить испытуемый образец (фонарь), провести три замера уровня освещенности, создаваемого исследуемым образцом.

\*Все замеры должны проводиться при закрытой дверце.

\*\*Для чистоты эксперимента аккумуляторы всех образцов должны быть заряжены полностью.

Результаты эксперимента представлены в табл. 3. По результатам замеров уровня освещенности был получен средний показатель. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Таблица 3

Результаты проведенного эксперимента

	№ за- мера	ФОС 3-5/6	ФОС-С	ЭРА Альфа РА-603	Диггер-4
Освещенность (на расстоянии 3 м), лк	1	1505,0	2105,0	1510,0	1045,0
	2	1532,0	2010,0	1530,0	1030,0
	3	1510,0	2030,0	1550,0	980,0
	средний показа- тель	1515,7	2048,3	1530,0	1018,3,0
Освещенность в условиях искусственного задымления (на расстоянии 3 м), лк	1	72,8	105,1	61,3	23,8
	2	70,1	100,3	64,2	25,1
	3	68,2	101,2	65,3	24,7
	средний показа- тель	70,4	102,2	63,6	24,5

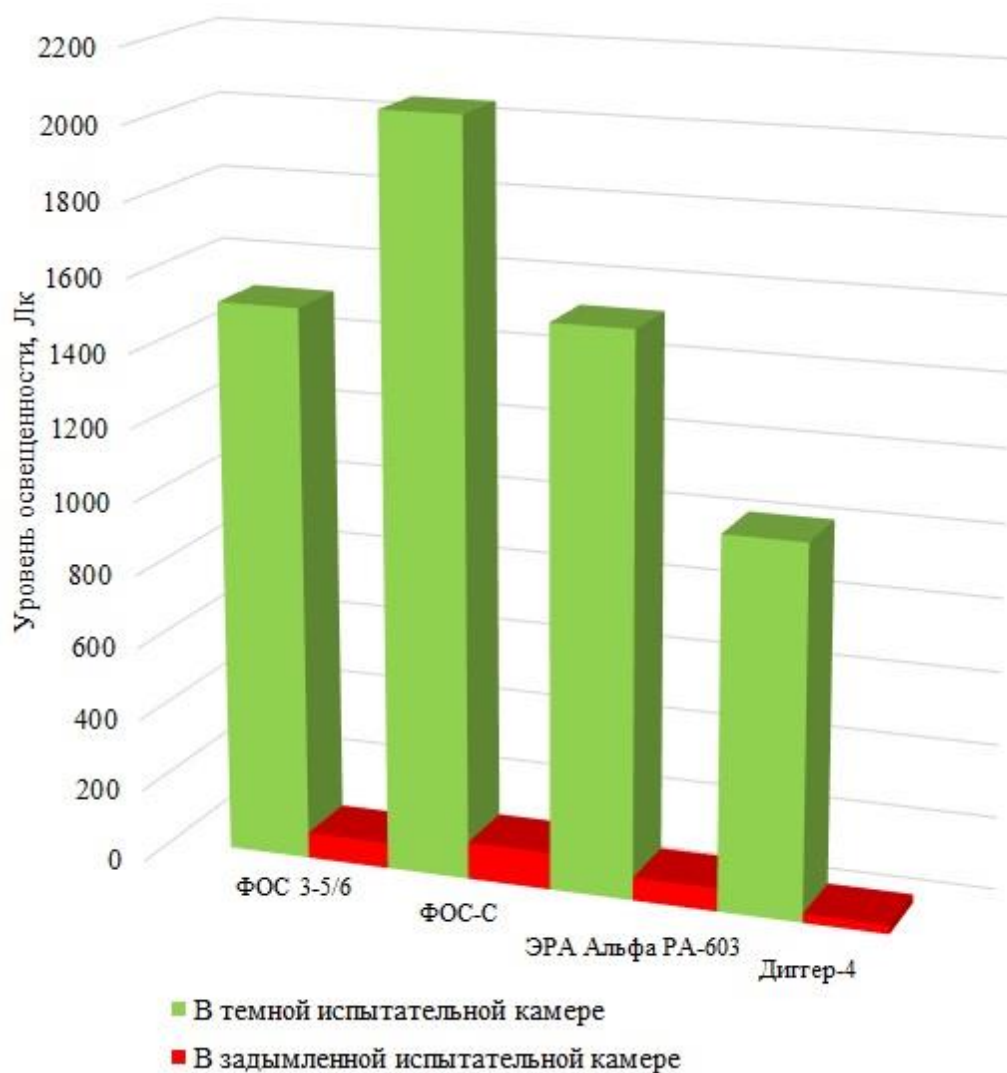


Рисунок 2. Сравнение уровня освещенности, создаваемого исследуемыми образцами в темной и задымленной испытательной камере установки

Анализируя данные, полученные в ходе испытаний различных моделей фонарей, используемых газодымозащитными службами, видно, что исследуемые образцы имеют различные показатели освещенности как в условиях недостаточной видимости (темноты), так и в условиях задымленности. Данные показатели являются значимыми для оценки эффективности при работе с пожарными фонарями в условиях реального пожара. Основным критерием для возможности применения

фонарей в дыму является визуальное восприятие объектов в задымленной зоне. Как показал проведенный эксперимент, чем выше показатель освещенности, тем лучше визуальное восприятие объектов. Дальнейшее проведение экспериментальных исследований на данной установке позволит предложить обоснованные количественные критерии и доработанную методику по оценке уровня освещенности в дыму для пригодности использования фонарей на пожаре.

#### Литература

1. Шифрин К. С. Рассеяние света в мутной среде. М., 1951. 288 с.

2. Серебренников Д. С., Литвинцев К. Ю. Обзор моделей распространения дыма и определения дальности видимости // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности. 2011. № 1 (35). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-1/06-01-11.ttb.pdf> (дата обращения: 19.08.2022).
3. Чистяков И. М. и др. Влияние снижения видимости на пожаре на работу звеньев ГДЗС // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 346–347.
4. Приказ МЧС РФ от 9.01.2013 № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
5. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (с изм. и доп.).
6. Приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425 «Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».
7. Фонарь осветительный специальный. Паспорт и руководство по эксплуатации. URL: <https://alfapolus.by/wp-content/uploads/2016/03/pasport-izdeliya-fonar-fos.pdf> (дата обращения: 19.08.2022).
8. Фонари осветительные специальные. Паспорт и руководство по эксплуатации. URL: [https://azimut-b.ru/wp-content/uploads/2021/05/pasport\\_fos-1.pdf](https://azimut-b.ru/wp-content/uploads/2021/05/pasport_fos-1.pdf) (дата обращения: 19.08.2022).
9. Фонарь бытовой светодиодный. Руководство по эксплуатации (паспорт). URL: <http://era74.ru/media/docs/2022/04/15/pasport-era-ra-603-alfa.pdf> (дата обращения: 19.08.2022).
10. Диггер-4, БЛИК. Профессиональный аккумуляторный фонарь общепромышленного назначения. URL: <https://blik.nt-rt.ru/images/manuals/digger4.pdf> (дата обращения: 19.08.2022).
11. ГОСТ Р 53270–2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Техника пожарная. Фонари пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний. М., 2019.

#### References

1. Shifrin K. S. Rasseyanie sveta v mutnoj srede. M., 1951. 288 s.
2. Serebrennikov D. S., Litvincev K. YU. Obzor modelej rasprostraneniya dyma i opredeleniya dal'nosti vidimosti // Internet-zhurnal «Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2011. № 1 (35). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-1/06-01-11.ttb.pdf> (data obrashcheniya: 19.08.2022).
3. Chistyakov I. M. i dr. Vliyanie snizheniya vidimosti na pozhare na rabotu zven'ev GDZS // Pozharnaya bez-opasnost': problemy i perspektivy. 2016. T. 1. № 1 (7). S. 346–347.
4. Prikaz MCHS RF ot 9.01.2013 № 3 «Ob utverzhdenii Pravil provedeniya lichnym sostavom federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby avarijno-spasatel'nyh rabot pri tushenii pozharov s ispol'zovaniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya v neprigodnoj dlya dyhaniya srede».
5. Prikaz MCHS Rossii ot 16.10.2017 № 444 «Ob utverzhdenii Boevogo ustava podrazdelenij pozharnoj ohrany, opredelyayushchego poryadok organizacii tusheniya pozharov i provedeniya avarijno-spasatel'nyh rabot» (s izm. i dop.).
6. Prikaz MCHS Rossii ot 25.07.2006 № 425 «Ob utverzhdenii norm tabel'noj polozhennosti pozharno-tekhnicheskogo vooruzheniya i avarijno-spasatel'nogo oborudovaniya dlya osnovnyh i special'nyh pozharnyh avtomobilej, izgotavlivaemyh s 2006 goda».
7. Fonar' osvetitel'nyj special'nyj. Pasport i rukovodstvo po ekspluatatsii. URL: <https://alfapolus.by/wp-content/uploads/2016/03/pasport-izdeliya-fonar-fos.pdf> (data obrashcheniya: 19.08.2022).
8. Fonari osvetitel'nye special'nye. Pasport i rukovodstvo po ekspluatatsii. URL: [https://azimut-b.ru/wp-content/uploads/2021/05/pasport\\_fos-1.pdf](https://azimut-b.ru/wp-content/uploads/2021/05/pasport_fos-1.pdf) (data obrashcheniya: 19.08.2022).
9. Fonar' bytovoj svetodiodnyj. Rukovodstvo po ekspluatatsii (pasport). URL: <http://era74.ru/media/docs/2022/04/15/pasport-era-ra-603-alfa.pdf> (data obrashcheniya: 19.08.2022).
10. Digger-4, BLIK. Professional'nyj akkumulyatornyj fonar' obshchepromyshlennogo naznacheniya. URL: <https://blik.nt-rt.ru/images/manuals/digger4.pdf> (data obrashcheniya: 19.08.2022).
11. GOST R 53270–2009. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Tekhnika pozharnaya. Fonari pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. M., 2019.