

Special Equipment of Vehicles and Mobile Control Post for Fire Extinguishing Oil and Gas Industry

Специальное оснащение транспортных средств подвижных пунктов управления при тушении пожаров объектов нефтегазовой отрасли

Farid Dali¹, Andrey Perlin^{2*}, Grigory Shidlovsky³, Yury Aktersky⁴,
Sergey Terekhin⁵

¹ PhD, Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia; dalee@igps.ru

² Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia; perlin.85@mail.ru

³ PhD, Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia; sh.grigo1106@yandex.ru

⁴ PhD, Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia; sh.grigo1106@yandex.ru

⁵ PhD, Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia; sh.grigo1106@yandex.ru

* Corresponding author: perlin.85@mail.ru

Original scientific paper

Received: December 04, 2018; Accepted: December 13, 2018; Published: December 31, 2018

Abstract

The work is devoted to the means of information and navigation support vehicles and mobile control posts of The Ministry of Emergency Situations (EMERCOM) of Russia in the course of different emergencies and extinguishing fires which is based on the positioning systems of fire and rescue units. In the work, the main problem of the gas and smoke protection service is investigated in situations which are implied by suppression of large fires and rescuing victims of transport infrastructure. Particular attention is paid to the decreasing of visibility in conditions of heavy smoke. Considering the possible ways of solving the problem of control and orientation of gas and smoke protection service units with the help of thermal imaging systems.

Keywords: information and navigation support; underground structure; gas and smoke protection service; fire hazards; thermal imager

1 Introduction

The present stage of development of society sets the task of complex development of system of prevention and elimination of consequences of emergencies and improvement of management of this system [1]. One of the most important condition of quality improvement of management of fire extinguishing and prevention of human losses and material losses is availability of timely

1 Введение

Современный этап развития общества поставил задачу комплексного развития системы предотвращения и ликвидации последствий ЧС и совершенствования управления этой системой [1]. Одним из важнейших условий повышения качества управления тушением пожара и предотвращения человеческих жертв и материальных потерь является наличие

information on forces, means, conditions and object of fire extinguishing. The situation with fires in Russian Federation continues being troublesome and having a negative impact on economic and social spheres of society. EMERCOM of Russia takes measures for stabilization of a situation with fires, makes changes in the normative documents regulating fire extinguishing and directes on improvement of tactics of firefighting. Thus, the special attention is paid to special equipment of emergency operations centers based on the mobile control post intended for ensuring of response group operating in the zone of emergency. The analysis of actions of rescue and fire-fighting divisions allows to allocate the typical mistakes arising in the process of firefighting. Such mistakes: inefficient use of fire-fighting equipment — about 22,3%, an incorrect choice of decisive direction of operational actions — 18,6% and poor carried out reconnaissance — 14,2%. Nefty percentage of mistakes in actions of the head of fire extinguishing, arises because of poor carried out the analysis of reconnaissance results in the process of which are collected data about the fire for assessment of the situation. Correctly organized reconnaissance gives the chance to give timely help to people, to get forces and means on the decisive direction and to provide success of fire extinguishing. During fire extinguishing the staff solves a set of the problems directed to timely concentration of forces and resources and their balance. Practice shows that without the accurate organization of management of forces and means on the fire the successful extinguishing is impossible as for suppression a significant amount of staff is attracted. At the same time can be involved from 20 to 60 of smoke divers on the fire area in tens of thousands of square meters that demands to get many " firefighting hoses on suppression".

On the management of forces on fire it is necessary to understand process of purposeful impact of the head of fire extinguishing (HFE) of operational staff on the fire divisions and other services for the purpose of successful conduct operations connected with direct fire extinguishing and carrying out the related primary emergency-rescue works. Process of influence is understood as giving of orders to the staff which arrived to the fire. Decision-

своевременной информации о силах, средствах, среде и объекте пожаротушения. Обстановка с пожарами в Российской Федерации продолжает оставаться напряженной и оказывать негативное влияние на экономическую и социальную сферы общества. МЧС России принимает меры по стабилизации обстановки с пожарами, вносит изменения в нормативные документы, регламентирующие пожаротушение и направленные на совершенствование тактики тушения пожаров. При этом, особое внимание уделяется специальному оснащению оперативных штабов на базе подвижных пунктов управления, предназначенных для обеспечения функционирования оперативной группы территориального органа МЧС России в зоне ликвидации ЧС и тушении пожаров. Анализ действий пожарно-спасательных подразделений позволяет выделить типичные ошибки, возникающие в процессе ведения оперативных действий по тушению пожаров. К таким ошибкам относятся: неэффективное использование пожарной техники — около 22,3%, неверный выбор решающего направления оперативных действий — 18,6% и некачественно проведенная разведка — 14,2%. Значительный процент ошибок в действиях руководителя тушения пожара, возникает по причине некачественно проведенного им анализа результатов разведки, в процессе которой осуществляется сбор сведений о пожаре для оценки обстановки. Правильно организованная разведка дает возможность своевременно оказать помощь людям, ввести силы и средства на решающем направлении оперативных действий и обеспечить успех тушения пожара. В ходе тушения пожара личный состав решает множество задач, направленных на своевременное сосредоточение сил и средств и их расстановку. Это и обеспечение необходимым количеством огнетушащих средств, и введение сил и средств на тех направлениях, где они могут обеспечить общий успех тушения пожара. Практика показывает, что без четкой организации управления силами и средствами на пожаре невозможно успешное тушение пожара, так

making of HFE on giving orders is carried out proceeding from an assessment of the situation which developed on the fire. Objectivity of the situation assessment on the fire and correctness of decision-making depends from: professional qualifications of HFE, quality of carrying out reconnaissance of fire, ability to predict fire process. Quality of fire extinguishing depends not only on tactical preparation of staff, but also on the firefighting equipment necessary to fire divisions. Experience of extinguishing of big and difficult fires at the petrochemical enterprises shows that the success of operations depends on level of Gas and Smoke Protection Service (GSPS) organization, degree of technical equipment of GSPS, level of staff preparation for working in irrespirable environment. Competently work of GSPS allows to reduce considerably time of fire extinguishing, to reduce a loss from them, and, above all, to give necessary help to people in time.

For performance of fire-fighting task and safety ensuring of the work GSPS team includes a necessary minimum of fire and technical equipment which provides communications tools (radio station or intercom) and lighting (collective lamp - one for team and individual light on each smoke diver) [2]. Thus, during the work on fires GSPS teams remain actually "blind" and have poor spatial awareness in the developed situation. For effective work of GSPS teams it is necessary to use thermal-imaging equipment and thermal-imaging map for an assessment of situation and coordination of actions of rescuers. Fire-fighting in strongly filled with smoke buildings can become more effective due to use of thermal viewer. Using of video recording system with possibility of wireless data transmission increases controllability of rescuers actions. Using of thermal viewers is necessary to decide the problem of recognition of objects in the filled with smoke environment. Thermal radiation goes down when passing through the atmosphere owing to absorption by gas molecules, aerosols, rainfall, and also a smoke, fog, a smog etc.

Thus, the purpose of the work is to reveal the capabilities of the information and navigation system in case of emergency response.

как для тушения привлекается значительное количество личного состава.

Одновременно могут быть задействованы от 20 до 60 газодымозащитников на площади пожара в десятки тысяч квадратных метров, что требует подачи большого количества «стволов на тушение». Под ер управлением подразделениями на пожаре следует понимать процесс целенаправленного воздействия руководителя тушения пожара (РТП) оперативного штаба пожаротушения на личный состав пожарных подразделений и других служб с целью успешного ведения боевых действий, связанных с непосредственным тушением пожара и проведение связанных с ним первоочередных аварийно-спасательных работ. Под процессом воздействия понимается отдача приказаний с постановкой конкретных задач личному составу, прибывшему на пожар. Принятие решения РТП на отдачу приказаний осуществляется исходя из оценки обстановки, сложившейся на пожаре. Объективность оценки обстановки на пожаре и правильность принятия решения зависит от: уровня профессиональной подготовки РТП, качества проведения разведки пожара, способности прогнозировать ход развития пожара. Качество тушения пожаров зависит не только от тактической подготовки личного состава ГПС, но и от оснащенности необходимым пожарно-техническим вооружением подразделений пожарной охраны. Опыт тушения крупных и сложных пожаров на нефтехимических предприятиях показывает, что успех ведения боевых действий зависит от: уровня организации ГЗДС, степени технической оснащенности ГЗДС, уровня подготовки личного состава к работе в непригодной для дыхания среде. Грамотно построенная работа ГЗДС позволяет значительно сократить время тушения пожаров, уменьшить убыток от них, а главное, вовремя оказать необходимую помощь людям.

Для выполнения боевой задачи и обеспечения безопасности своей работы звено ГДЗС включает необходимый минимум пожарно-технического вооружения, который предусматривает

2 Material and Methods

In the paper there is shown the possible ways of solution of the problem of control and orientation of gas and smoke protective service teams by means of thermovision systems. There is provided to use thermal-imaging maps of object that allows to coordinate the rescuer actions and to carry out reconnaissance more successful. Positioning data of GSPS team are obtained based on use of transmitter of global positioning system. For communication with GSPS team and ensuring its work indoors it's offered to use system pseudo-satellites involving.

We will consider as importance of substance which absorb infrared radiation in wide strips with centres corresponding to the specified lengths of waves in Tab. 1.

Apart weakening in solid disperse medium, the molecular absorption is the main reason of weakening of radiation. Most strongly radiation is absorbed by water vapours, carbon dioxide and ozone. In the lower layers of atmosphere absorption by nitrous oxide and carbon monoxide can be neglected. Thus, it is possible to define the provision of two transparent windows: 3.55 — microns and 8 — 15 microns [4]. In practice the existence of "windows" of transparency means that all thermal imagers must work in the specified short-wave or long-wave ranges.

Short-wave (3 — 5 microns) range is more characteristic for the cooled thermal imagers, long-wave (8 — 15 microns) — for not cooled Fig. 1.

Development of thermal-imaging map of object would allow to coordinate actions of rescuers and to carry out better reconnaissance on operational place.

Thermal-imaging map (TIM) — graphical representation of information on object on which there was an emergency. TIM includes the plan of object, thermal zones indicating the possible seat of fire, open flame, heated designs, and people. Data based on which it is created TIM turn out based on the images transferred from the mobile thermal imagers processed by the special software. The schematic diagram of obtaining the thermo-imaging map of object is given in Fig. 2.

средства связи (радиостанция или переговорное устройство) и средства освещения (групповой фонарь - один на звено и индивидуальный фонарь на каждого газодымозащитника)[2]. Таким образом, при работе на пожарах звенья ГДЗС остаются фактически «слепыми» и слабо ориентируются в сложившейся обстановке. Для эффективной работы звеньев ГДЗС необходимо использовать телевизионную технику и телевизионную карту для оценки обстановки и координации действий спасателей. Борьба с пожарами в сильно задымленных зданиях может стать более эффективной благодаря применению телевизоров. Использование системы видеозаписи с возможностью беспроводной передачи данных повышает управляемость действиями спасателей. Использование телевизоров предполагает решение задачи распознавания объектов в задымленной среде. Тепловое излучение ослабляется при прохождении через атмосферу вследствие поглощения молекулами газа, аэрозолями, осадками, а также дымом, туманом, смогом и т.п.

2 Материалы и способы

В работе рассматриваются возможные способы решения проблемы управления и ориентации звеньев газодымозащитной службы с помощью тепловизионных систем. Предложено использовать тепловизионные карты объекта, которые позволяют координировать действия спасателей и проводить более качественную разведку на месте работы. Данные о местоположении звена ГДЗС получают на основе использования передатчика глобальной системы позиционирования. Для связи со звеном, и обеспечения его работы в закрытом помещении предлагается использование системы, использующие в своем составе псевдоспутники.

Рассмотрим в порядке важности вещества, которые поглощают ИК-излучение в широких полосах с центрами, соответствующими указанным длинам волн таб. 1.

Tab. 1 Range of absorption of infrared radiation**Таб. 1** Диапазон поглощения ИК-излучения

| Materials / Вещества | Wave-length, mkm (um) / Длина волны, мкм | | |
|---------------------------------|---|-----|------|
| | Atmosphere / Атмосфера | 2.7 | 3.2 |
| Water / Вода | 2.7 | 4.3 | 15 |
| Carbon dioxide / Углекислый газ | 4.8 | 9.6 | 14.2 |
| Ozon / Озон | 4.7 | 7.8 | - |
| Nitrogen oxide / Окись азота | 4.8 | - | - |
| Carbon monoxide / Угарный газ | 3.2 | 7.8 | - |

Communication is provided by means of the most available and inexpensive type of a wireless communication – the Wi-fi technology according to the IEEE 802.11b and IEEE 802.11g standards. In the Wi-fi standard the data transmission is made at the frequency of 2.4 ~ 2.5 GHz with speed up to 108 Mbit/s at distance to 30 km. Exact data on location of GSPS team can be obtained based on use of the transmitter of global system of positioning. For communication with GSPS team and ensuring its work indoors it's offered to use system with the pseudo-satellites - Fig. 3. The GSPS teams working at fire and equipped with mobile thermal imagers in helmets continuously transfer data of their location and operational situation on fire to the command post by wireless communication.

The thermograms received from GSPS teams are displayed in Fig. 4. As a result of processing of these data the thermo-imaging map of object (Fig. 5) comes out. Received TIM is updated several times in a minute, thanks to the high speed of data transmission on means of the Wi-fi technology. It means that the operator who is at the computer in a mobile post of fire extinguishing can give help to GSPS team, pointing to the noticed sources of thermal radiation passed by the fire-fighter's look and in time to report about it on a radio communication.

3 Results and Discussion

The system of thermovision control will provide the dynamic tracking of fire development.

Не считая ослабления в плотных дисперсных средах, молекулярное поглощение является главной причиной ослабления излучения. Наиболее сильно излучение поглощается парами воды, углекислым газом и озоном. В нижних слоях атмосферы поглощением закисью азота и окисью углерода можно пренебречь. Таким образом, можно определить положение двух окон прозрачности: 3,55 -мкм и 8 - 15 мкм [4]. На практике наличие «окон» прозрачности означает то, что все тепловизоры должны работать в указанных коротковолновом или длинноволновом диапазонах.

Коротковолновый (3 - 5 мкм) диапазон более характерен для охлаждаемых тепловизоров, длинноволновый (8 - 15 мкм) - для неохлаждаемых Рис. 1.

Разработка тепловизионной карты объекта позволила бы координировать действия спасателей и проводить более качественную разведку на месте работы.

Тепловизионная карта объекта (ТКО) — графическое представление информации об объекте, на котором произошла ЧС. ТКО включает в себя план-схему объекта, тепловые зоны, обозначающие возможный очаг пожара, открытое пламя, нагретые конструкции, а также людей. Данные, на основе которых создается ТКО получают на основе изображений, переданных с мобильных тепловизоров, обработанных специальным программным обеспечением. Принципиальная схема получения тепловизионной карты объекта приведена на рис. 2.

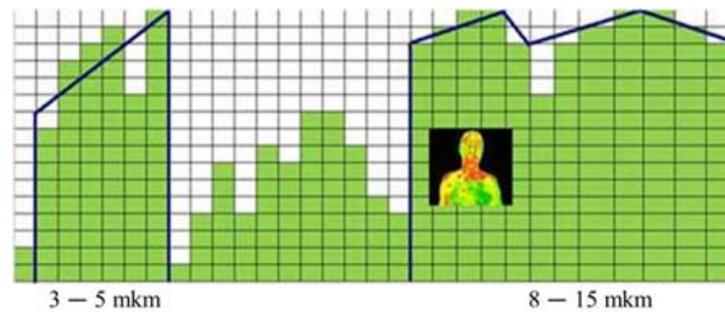


Fig. 1 «Windows» of transparency of atmosphere

Рис. 1 «Окна» прозрачности атмосферы

Use of this system will reduce number of victims, will allow to control effectively a condition of the firefighter, timely to make the decision on rendering the help to it and to prevent possible accidents.

At the same time, in modern conditions the requirements to the indicators defining efficiency of management process raise. Time of registration and information processing for preparation and implementation of decision, quantity of the spent resources for preparation of decision, reliability of the received information – essential indicators of efficiency of management process [2, 3].

In total, the specified features define need of wide use of automation equipment at stages of collecting, processing and transfer of information.

Thus, quality of the made decision will be determined not only by the level of professional preparation of HFE, but also quality of means of automated management, completeness, reliability and timeliness of initial information, and restrictions by time for decision-making.

Связь осуществляется по средствам самого доступного и недорогого вида беспроводной связи – технологии Wi-Fi в соответствии со стандартами IEEE 802.11b и IEEE 802.11g. В стандарте Wi-Fi передача данных производится на частоте 2.4~2.5 ер ГГц со скоростью до 108 Мбит/с на расстоянии до 30 км. Точные данные о местоположении звена ГДЗС могут быть получены на основе использования передатчика глобальной системы позиционирования. Для связи со звеном, и обеспечения его работы в закрытом помещенииер предлагается использование системы, использующие в своем составе псевдоспутники рис. 3. Звенья ГДЗС, работающие на пожаре и оборудованные мобильными тепловизорами «Шлем-камера», непрерывно передают данные о своем местоположении и оперативную обстановку в штаб тушения пожара по средствам беспроводной связи.

Термограммы, полученные от звеньев ГДЗС отображены на рис. 4. В результате обработки этих данных получается тепловизионная карта объекта ТКО рис. 5. Полученная ТКО обновляется несколько раз в минуту, благодаря высокой скорости передачи данных по средствам технологии Wi-fi. Это означает, что оператор, находящийся за компьютером в мобильном штабе пожаротушения может оказывать помощь звену ГДЗС, указывая на замеченные источники теплового излучения, пропущенные взглядом пожарного, и вовремя сообщить об этом по радиосвязи.

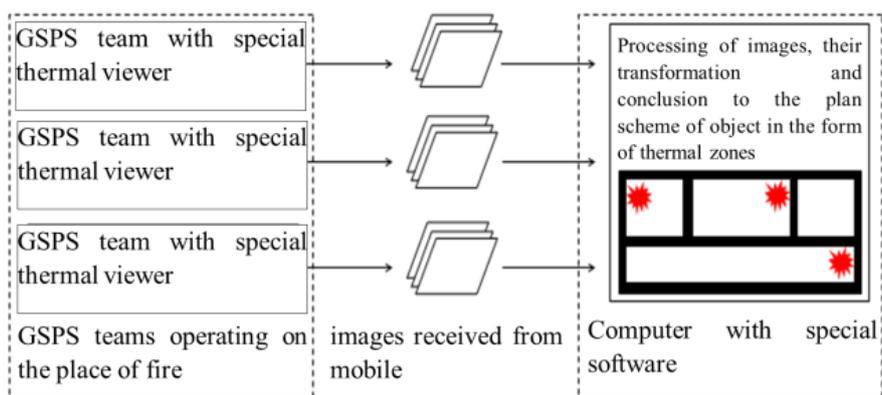


Fig. 2 Schematic diagram of receiving TIM
Рис. 2 Принципиальная схема получения ТКО

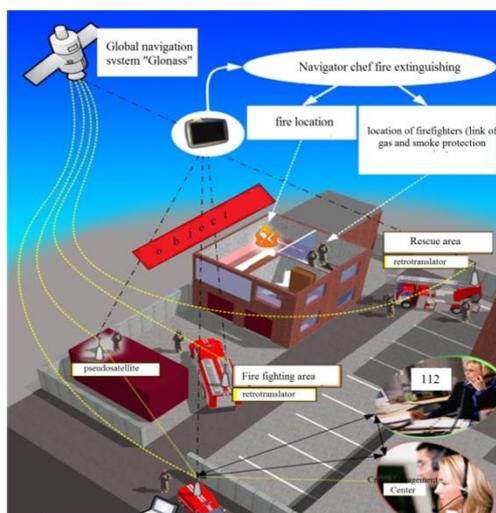


Fig. 3 The simplified structure of the system using pseudo-satellites
Рис. 3 Упрощенная структура системы, использующей псевдоспутники

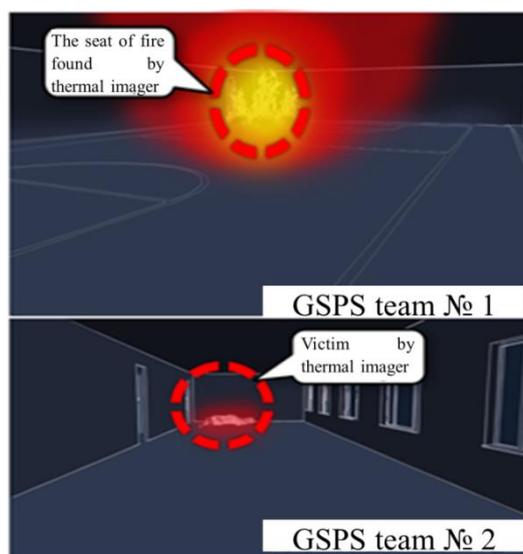
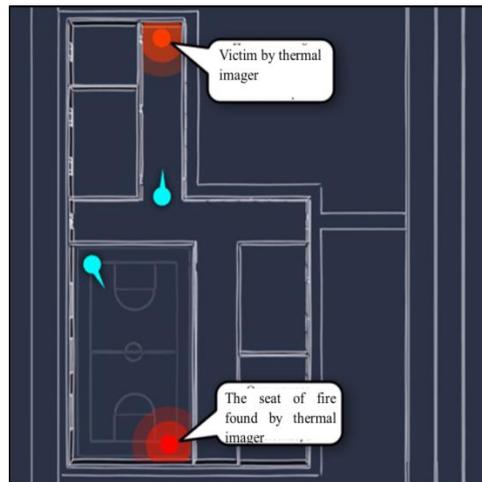


Fig. 4 Visual display from the place of work of GSPS
Рис. 4 Визуальное отображение с места работы ГДЗС

**Fig. 5** Thermal-imaging map of the object**Рис. 5** Тепловизионная карта объекта

4 Conclusion

Thus, thermovision system can become one of important elements of information support of GSPS. With using the transfer of data on an operational situation on a place of the fire or an emergency, identification of objects, search and data processing is carried out naibly reliable and in due time. Use of thermovision systems will allow to increase management efficiency, will provide higher level of safety and will allow to reduce decision-making time at suppression of the fires and elimination of consequences of an emergency.

3 Результаты и обсуждения

Система тепловизионного контроля обеспечит динамическое слежение за развитием пожара. Применение этой системы сократит количество пострадавших, позволит эффективно контролировать состояние пожарного, своевременно принимать решение об оказании ему помощи, значит, предотвращать возможные несчастные случаи.

Вместе с тем, в современных условиях повышаются требования к показателям, определяющим эффективность процесса управления. Время регистрации и обработки информации для подготовки решения и реализации решения, количество затраченных ресурсов для подготовки решения, достоверность полученной информации – существенные показатели эффективности процесса управления [2, 3]. В совокупности, указанные особенности определяют необходимость широкого использования средств автоматизации на этапах сбора, обработки и передачи информации.

Таким образом, качество принимаемого решения будет определяться не только уровнем профессиональной подготовки РТП, но еще и качеством средств автоматизированного управления, полнотой, достоверностью и своевременностью исходной информации, а

также ограничениями по времени на принятие решения.

4 Заключение

Выводы: таким образом, именно тепловизионная система может стать одним из важных элементов информационного обеспечения ГДЗС. С её помощью передача сведений об оперативной обстановке на месте пожара или ЧС, идентификации объектов, поиска и обработки данных осуществляется наиболее достоверно и своевременно. Применение тепловизионных систем позволит повысить эффективность управления, обеспечит более высокий уровень безопасности и позволит сократить время принятия решений при тушении пожаров и ликвидации последствий ЧС.

References / Литература

- [1] Pogorelov A.V. 2017. Comparative analysis of decision criteria for fire suppression. International Journal Innovations in life №2: p.86-93.
- [2] Balov A.V., Terekhin S.N., Sineshchuk Y.I. 2018. Local positioning system of objects EMERCOM of Russia on the basis of the retransmission of signals of the global GLNASS system. 1nd ed St. Petersburg University of State fire Service of Emercom of Russia.
- [3] Terekhin S.N., Sineshchuk Y.I. 2011. Analysis of satellite navigation systems based on various methods of retransmission. Journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State fire service of the Emercom of Russia №4. (15 December 2011; <https://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V34/7.pdf>)
- [4] Balov A.V. Psevdo-sputnik in local sys of expansion of functional of capabilities of SRNS // Analytical overview No. 27 RIRT. 2002..
- [5] Artamonov VS, Terekhin SN, Sineshchuk Y.I. Navigation and information for the organs of the management of the units of the fire department of the protection of the Emercom Monograph 2012. 395 pg.
- [6] Institute of Industrial and Industrial Fire and Security. Calculated the rationale for the locations of the location of the and equipment of the divisions of the fire department of the security of the fire department of the equipment of the e-mailing enterprise of the Novokuznetsk, 2010.