

## Технология построения полевой мультисервисной сети передачи данных на местах тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ

ISSN 1996-8493

DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.2.72

© Технологии гражданской безопасности, 2022

**М.В. Бедило, В.Т. Олейников, А.Н. Петренко, А.А. Страхолис**

В настоящей статье рассмотрены аспекты создания в территориальных пожарно-спасательных гарнизонах (ТПСГ) полевых мультисервисных сетей передачи данных на местах тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР). Показано, что одним из оптимальных подходов к решению этой задачи является построение в ТПСГ сети Private LTE (pLTE). При планировании сетей pLTE в ТПСГ предлагается применять расширенную (модифицированную) модель предсказания уровня радиосигнала М. Хата.

**Ключевые слова:** мультисервисная сеть связи; Private LTE; профессиональная подвижная радиосвязь.

## Technology for Building Field Multiservice Data Transmission Network at the Places of fire Extinguishing and Emergency Rescue Operations

ISSN 1996-8493

DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.2.72

© Civil Security Technology, 2022

**M. Bedilo, V. Oleinikov, A. Petrenko, A. Straholis**

### **Abstract**

This article discusses aspects of creation field multiservice data transmission networks in the territorial fire and rescue garrisons (TFRG) at the places of fire extinguishing and emergency rescue and other urgent work. It is shown that one of the optimal approaches to solving this problem is the construction of a Private LTE (pLTE) network in the TFRG. When planning pLTE networks in TFRG, it is proposed to use an extended (modified) model for predicting the level of M. Khata radio signal.

**Key words:** multiservice communication network; Private LTE; professional mobile radio communication.

05.04.2022

Чрезвычайные ситуации (ЧС) техногенного и природного характера, имеют такие особенности как: динамичность изменения текущей обстановки и большой объем разнохарактерной информации, поступающей к лицам, принимающим управленческие решения по ликвидации ЧС и ее последствий (руководитель тушения пожара — РТП, руководитель ликвидации ЧС — РЛЧС). Поэтому при тушении крупных и сложных пожаров и проведении АСДНР одним из средств обеспечения информационной и консультативной поддержки принятия управленческих решений РТП (РЛЧС) является использование мобильных средств связи, обеспечивающих как голосовую связь, так и передачу данных, видеотрансляцию с места проведения АСДНР, видеоконференцию.

В настоящее время цифровые стандарты второго поколения профессиональной мобильной радиосвязи (PMR, Professional или Private Mobile Radio) — TETRA, DMR, ARCO 25 — широко используются экстренными оперативными и специальными службами, предоставляя им такие функциональные возможности как:

- групповой, широкоэвещательный и аварийный вызов;
- возможность установления связи между абонентами, находящимися в разных группах, минуя диспетчера, т.е. установление связи непосредственно друг с другом;
- установление приоритетов доступа пользователей к системе и экстренное предоставление канала связи абоненту с более высоким приоритетом;
- высокая скорость установления соединения (с задержкой менее 300 мс) одним нажатием «тангенты».

Тем не менее, цифровые стандарты второго поколения PMR не отвечают современным требованиям по высокоскоростной передаче данных/видео [6].

В настоящее время существуют две технологии, позволяющие оперативно развертывать мультисервисные сети передачи данных в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне, обеспечивающие высокоскоростную передачу данных/видео с мест тушения пожаров и проведения АСДНР, и сервис профессионального транкинга (приоритеты, групповые вызовы и пр.):

Технология PoC (Push to Talk Over Cellular), которая обеспечивает одним нажатием тангенты — кнопки PTT (Push-To-Talk) двухстороннюю индивидуальную и групповую радиосвязь между абонентами через сети операторов сотовой связи с использованием специализированного программного обеспечения. Технология PoC позволяет объединить функционал широкополосной передачи данных с услугами транкинговых сетей связи;

сети Private LTE (pLTE) — это выделенная беспроводная LTE-сеть для организации. Она физически отделена от инфраструктуры сетей общего пользования, поэтому сторонние пользователи получить доступ к ее терминалам не могут. У сетей pLTE нет устоявшегося русского названия, их называют «приватными», «частными», «собственными», «закрытыми» или «выделенными сетями организации».

Известно, что в соответствии с постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2004 г. № 895

использование сетей операторов сотовой связи во время чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера *приостанавливается* [7]. Поэтому вариант создания сети pLTE в территориальных пожарно-спасательных гарнизонах путем совместного использования общедоступных сетевых ресурсов публичной сети LTE оператора мобильной связи *неприемлем*. В ТПСГ должна создаваться собственная изолированная локальная сеть LTE (pLTE).

Стандарт на сети LTE — ETSI3GPP TS22.179 Release 14 и выше [1] описывает спецификацию MCPTT — Mission Critical Push to Talk (связь, от надежности которой зависят жизни людей), позволяющую организовать функционал профессиональной подвижной радиосвязи поверх сети LTE, в результате чего в одной системе связи стандарта LTE может быть обеспечены широкополосная передача данных и функциональные возможности транкинговых сетей связи.

Сети LTE являются сетями класса All-IP («все поверх IP»), в которых используется принцип коммутации пакетов на всех участках сети. Сети LTE базируются на следующих трех технологиях:

- мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) для борьбы с межсимвольной интерференцией из-за многолучевости;

- многоантенные системы (Multiple Input Multiple Output, MIMO);

- эволюционная системная архитектура сети (System Architecture Evolution, SAE), в основе которой лежит улучшенное (по сравнению с ядрами мобильных сетей связи предыдущих поколений) пакетное ядро (Evolved Packet Core, EPC).

В сетях LTE для обеспечения двунаправленной передачи данных между базовой станцией и мобильным терминалом может быть реализован как частотный (Frequency Division Duplex, FDD), так и временной дуплекс (Time Division Duplex, TDD). В Release 15 для FDD дуплекса определено 45 парных частотных диапазонов (частоты от 460 МГц до 3.5 ГГц), а для временного — 20. В России для построения pLTE сетей выделен парный частотный диапазон LTE-450 (Band 31), диапазон рабочих частот которого составляет:

- 452,5–457,5 МГц (абонентский терминал передает, базовая станция принимает);

- 462,5–467,5 МГц (абонентский терминал принимает, базовая станция передает).

В рамках мероприятия «Создание защищенной цифровой среды двойного назначения на базе отечественных технологий для работы в стандарте LTE-450 для нужд МВД России, МЧС России, Росгвардии» федерального проекта «Информационная инфраструктура», который является частью национальной программы «Цифровая экономика», выполнены следующие работы [5]:

1. Разработана концепция защищенной цифровой среды взаимодействия двойного назначения на базе отечественных технологий для нужд МВД России, МЧС России, Росгвардии. Концепция определяет защищенные способы обеспечения связью территорий

Российской Федерации, в которых в настоящее время связь отсутствует.

2. Создана защищенная цифровая среда взаимодействия двойного назначения на базе отечественных технологий для работы в стандарте LTE-450 для нужд МВД России, МЧС России, Росгвардии.

3. Утверждены номенклатура и требования к оборудованию двойного назначения на базе отечественных технологий для работы в стандарте LTE-450.

4. Приняты и реализуются меры поддержки потребителей пользовательского оборудования двойного назначения на базе отечественных технологий для работы в стандарте LTE-450.

Поэтому не вызывает сомнения актуальность задачи оценки возможности развертывания в ТПСГ сетей рLTE.

Сеть рLTE представляет собой LTE-сеть, созданную в пределах одной организации и изолированную от публичных сетей мобильной связи. Все элементы сети рLTE находятся в закрытом контуре.

В соответствии со спецификациями 3GPP в сетях LTE выделяют следующие три основные функциональные компоненты:

Сеть радиодоступа E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network), состоящую только из базовых станций (БС) eNodeB (eNB). Каждая eNB выполняет функции и БС, и контроллера БС сети LTE; пакетное ядро (Evolved Packet Core, EPC) эволюционной системной архитектуры сети (System Architecture Evolution, SAE);

пользовательское оборудование (User Equipment — UE).

Базовые станции eNB соединяются между собой по принципу «каждый с каждым» при помощи интерфейса X2, а их взаимодействие с EPC осуществляется по интерфейсу S1, как это показано на рисунке. Кроме того, возможны транзитные связи между eNB через EPC.

К основным преимуществам развертывания сети рLTE в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне относятся:

возможность предоставления сервисов, ориентированных на специальные категории пользователей;

защищенность и информационная безопасность; возможность ограничить перечень устройств, имеющих доступ к сети (по IMEI, International Mobile Equipment Identity);

контроль трафика передачи данных и применение корпоративных политик с использованием технологии DPI (Deep Packet Inspection);

контроль за выпуском SIM-карт и ключами шифрования;

возможность 100%-ной записи разговоров;

возможность обеспечить качественное внутриобъектовое радиопокрытие и покрытие на территориях, где отсутствуют базовые станции операторов сотовой связи;

возможность определить приоритет нужным типам трафика на объекте.

На отечественном рынке выбор оборудования для построения сетей LTE-450 невелик: Huawei Technologies; Unitac Technology Limited; российские фирмы Mobile Inform Group (MIG); АО «ГлобалИнформСервис», входящая в Ростех, и ОАО «Ижевский радиозавод»).

В феврале 2021 г. АО «ГлобалИнформСервис» выпущена базовая станция R45F для диапазона 450 МГц. Базовая станция R45F соответствует спецификациям 3GPP TS22.179 Release 14 [1] и относится к классу базовых станций большого радиуса действия, работающих в диапазоне 450 МГц. Станция поддерживает работу таких сервисов и протоколов, как VoLTE, NB-IoT, MCPTT (Mission Critical Push To Talk). Ширина канала — 4,4 МГц. Номинальная мощность передатчика — 40 Вт. Базовой станции LTE R45F присвоен статус телекоммуникационного оборудования российского происхождения (ТОРП), приказ Минпромторга России № 302 от 01.02.2021 г.

Компания MIG выпускает в диапазоне LTE-450 промышленные планшеты MIG T10, MIG T8X и смартфон MIG S6. Выпускаемый MIG совместно с компанией Astra Linux промышленный планшет MIG T10 x86 защищен как на программном, так и на аппаратном уровне. В качестве ОС в планшете используется адаптированная к железу операционная система Astra Linux.

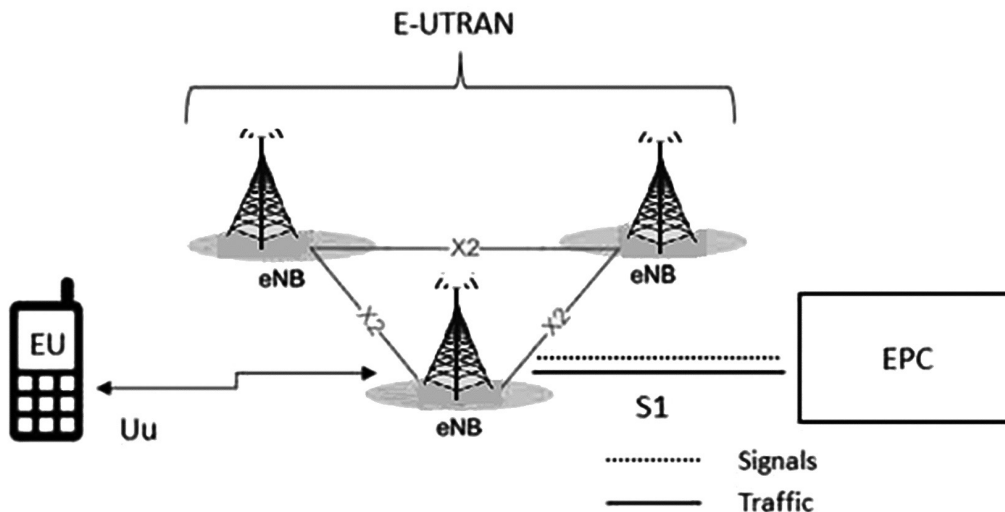


Рис. Схема сети стандарта LTE

Указанные выше абонентские терминалы удовлетворяют требованиям Правил применения абонентских терминалов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced (Приказ Минкомсвязи России от 06.06.2011 N128 в ред. от 22.06.2018).

ОАО «Ижевский радиозавод» выпускает комплекс DAS «RADIUS». RADIUS, полностью совместимый с оборудованием базовых станций любых мировых производителей, и может быть применен как комплексное решение для создания локального радиопокрытия (2G, 3G, LTE/4G) удаленных территорий. Оборудование RADIUS сертифицировано в РФ (ОС-2-СПС-1052).

При планировании сетей рLTE в пожарно-спасательном гарнизоне нет необходимости использовать дорогое и сложное программное обеспечение для оценки дальности действия базовой станции сети LTE. Для этой цели предлагается применять расширенную (модифицированную) модель предсказания уровня радиосигнала М. Хата (M. Hata) [3], используемую в [4] для расчета в полосе частот 470–862 МГц территориальных зон, в которых абонентская станция может быть обслужена базовой станцией сети сухопутной подвижной связи. Расчеты с использованием указанной модели могут быть успешно выполнены на инженерном калькуляторе.

Расширенная модель М. Хата имеет более широкие границы применения, чем классическая модель М. Хата [2], а именно:

диапазон частот  $f = 30 \dots 3000$  МГц;

высота подъема антенн базовой и мобильной станций  $h_b, h_m = 1 \dots 200$  м;

длина трассы  $d = 0,1 \dots 100$  км.

Расширенная модель предсказания уровня радиосигнала М. Хата предназначена для вычисления медианных (усредненных) потерь мощности сигнала в пространстве на трассе распространения (между радиопередатчиком и радиоприемником) в зависимости от расстояния между передающей и приемной антеннами, рабочей частоты, высоты подвеса антенны передатчика над землей, высоты подвеса антенны приемника над землей и типа местности:

$$L(d, f, h_p, h_r, env),$$

где:

$L$  — медианные (усредненные) потери мощности сигнала на трассе распространения (дБ);

$d$  — расстояние между передатчиком и приемником (км);

$f$  — рабочая частота (МГц);

$h_t$  — высота антенны передатчика (transmitter) над землей (м);

$h_r$  — высота антенны приемника (receiver) над землей (м);

$env$  — тип местности — конкретные условия распространения радиоволн (открытая местность), (сельский, городской или пригородный), (распространение над или под крышей).

Также в расширенной модели М. Хата используются параметры  $H_m = \min\{h_p, h_r\}$ ,  $H_b = \max\{h_p, h_r\}$ . Если  $H_m$  и/или  $H_b$  меньше 1 м, то вместо этих значений следует использовать величину 1 м. Распространение сигнала под крышей означает, что обе антенны  $H_m$  и  $H_b$  находятся ниже высоты крыши. В других случаях считается, что сигнал распространяется выше крыши ( $H_b$  выше высоты крыши).

Перед началом проведения оценки зоны обслуживания БС системы подвижной связи необходимо определить условия функционирования системы радиосвязи, которое зависит от места размещения базовой станции (город, пригород или сельская местность).

В табл. 1 приведены расчетные соотношения для определения медианного значения потерь распространения сигнала при использовании расширенной модели М. Хата, в которых:

$$a(H_m) = (1,1 \log(f) - 0,7) \min\{10, H_m\} - (1,56 \log(f) - 0,8) + \max\left\{0, 20 \log\left(\frac{H_m}{10}\right)\right\};$$

$$b(H_b) = \max\left\{0, 20 \log\left(\frac{H_b}{30}\right)\right\};$$

$$\alpha = \begin{cases} 1, & \text{при } d \leq 20 \text{ км;} \\ 1 + (0,14 + 1,87 \times 10^{-4} f + 1,07 \times 10^{-3} H_b) \left(\log\frac{d}{20}\right)^{0,8}. \end{cases}$$

Таблица 1

Медианное значение потерь распространения в расширенной модели Хата

Протяженность трассы (km)	Условия функционирования	Центральная частота передатчика (MHz)	Медианные значения потерь распространения, дБ
$d < 0,04$	Город ( <i>Urban</i> ), пригород ( <i>Suburban</i> ), открытая зона /сельская местность ( <i>Open area</i> )		$L = 32,4 + 20 \log(f) + 10 \log\left[d^2 + \frac{(H_b - H_m)^2}{10^6}\right]$
$d > 0,1 \text{ km}$	Город ( <i>Urban</i> )	$30 < f \leq 150$	$L = 69,6 + 26,2 \log(150) - 20 \log(150/f) - 13,82 \log(\max\{30, H_b\}) + [44,9 - 6,55 \log(\max\{30, H_b\})] \log(d)^\alpha - a(H_m) - b(H_b)$

Протяженность трассы (km)	Условия функционирования	Центральная частота передатчика (MHz)	Медианные значения потерь распространения, дБ
		$150 < f \leq 1500$	$L = 69,6 + 26,2 \log(f) - 13,82 \log(\max\{30, H_b\}) +$ $+ [44,9 - 6,55 \log(\max\{30, H_b\})] \log(d)^\alpha - a(H_m) - b(H_b)$
		$1500 < f \leq 2000$	$L = 46,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(\max\{30, H_b\}) +$ $+ [44,9 - 6,55 \log(\max\{30, H_b\})] \log(d)^\alpha - a(H_m) - b(H_b)$
		$2000 < f \leq 3000$	$L = 46,3 + 33,9 \log(2000) + 10 \log(f / 2000) -$ $- 13,82 \log(\max\{30, H_b\}) +$ $+ [44,9 - 6,55 \log(\max\{30, H_b\})] \log(d)^\alpha - a(H_m) - b(H_b)$
	Пригород ( <i>Suburban</i> )		$L = L(\text{urban}) - 2 \{ \log [ (\min\{\max\{150, f\}, 2000\}) / 28 ] \}^2 - 5,4$
	Открытая зона ( <i>Open area</i> )		$L = L(\text{urban}) - 4,78 \{ \log [ \min\{\max\{150, f\}, 2000\} ] \}^2 +$ $+ 18,33 \log [ \min\{\max\{150, f\}, 2000\} ] - 40,94$
$0,04 < d < 0,1$	Город, пригород, открытая зона/сельская местность		$L = L(\text{urban}) - 4,78 \{ \log [ \min\{\max\{150, f\}, 2000\} ] \}^2 +$ $+ 18,33 \log [ \min\{\max\{150, f\}, 2000\} ] - 40,94$

Так как потери  $L$  на трассе распространения сигнала являются случайной величиной, которая считается распределенной по нормальному закону (если  $L$  выражено в дБ), то ожидаемые значения среднеквадратического отклонения (СКО) потерь распространения зависят только от расстояния и положения антенны базовой станции и не зависят от частоты. Формулы расчета СКО представлены в табл. 2 [3].

Проведенные расчеты показали, что использование базовой станции LTE R45F при построении полевой мультисервисной сети передачи данных на местах тушения пожаров и проведения

аварийно-спасательных работ обеспечивает все подразделения ТПСГ, привлеченные к тушению пожаров и проведению АСДНР, устойчивой мультисервисной связью в радиусе 20–30 км (в зависимости от высоты подъема антенн базовой и абонентской станций). Это позволяет оперативным группам, РТП (РЛЧС) организовывать передачу данных, видеотрансляцию с места проведения АСДНР, видеоконференцию и видеоконференцсвязь с ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации и другими подразделениями территориального пожарно-спасательного гарнизона.

Среднеквадратическое отклонение потерь на трассах распространения Таблица 2

Значения СКО	Диапазон частот, МГц	Расстояния, м
$\sigma = 3,5$ дБ	30...3000	$d \leq 40$
$\sigma = 3,5 + \begin{cases} \frac{(12-3,5)}{(100-40)}(d-40) & \text{для распространения выше крыши} \\ \frac{(17-3,5)}{(100-40)}(d-40) & \text{для распространения ниже крыши} \end{cases}$		$40 < d \leq 100$
$\sigma = 12$ дБ для распространения выше крыши $\sigma = 17$ дБ для распространения ниже крыши		$100 < d \leq 200$
$\sigma = 12 + \frac{(9-12)}{(600-200)}(d-200)$ для распространения выше крыши $\sigma = 17 + \frac{(9-17)}{(600-200)}(d-200)$ для распространения ниже крыши		$200 < d \leq 600$
$\sigma = 9$ дБ		$d > 600$

## Литература

- 3GPP TS22.179: Mission Critical Push to Talk (MCPTT) over LTE; Stage 1, Release 14, Version 14.3.0, December 2016. [Электронный ресурс] // URL: [https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22\\_series/22.179/22179-e30.zip](https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22_series/22.179/22179-e30.zip) (дата обращения: 09.03.2022).
- Hata M. Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services IEEE // Trans. Veh. Technol. 1980 Vol. VT-29, № 3, pp. 317–325. [Электронный ресурс] // URL: <https://ee.eng.usm.my/eacad/nazriee/EEE440/Propagation%20loss-hata%20paper.pdf> (дата обращения: 09.03.2022).
- Report Recommendation ITU-R SM.2028-2 (06/2017): "Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems" — Geneva: ITU, 2018–59 pp. [Электронный ресурс] // URL: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opbrep/R-REP-SM.2028-2-2017-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opbrep/R-REP-SM.2028-2-2017-PDF-E.pdf) (дата обращения: 09.03.2022).
- Методика расчетов электромагнитной совместимости и условий совместного использования радиоэлектронных средств телевизионного вещания с радиоэлектронными средствами сухопутной подвижной службы в полосе частот 470–862 МГц. Утверждена решением ГКРЧ при Минцифры России от 23.11.2020 № 20-56-02-1.
- Паспорт федерального проекта «Информационная безопасность» (утв. президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, протокол от 28.05.2019 № 9) [Электронный ресурс] // URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_328931/e807be6390490ab6a0ccced95fd892f436cddb5f9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328931/e807be6390490ab6a0ccced95fd892f436cddb5f9/) (дата обращения: 30.03.2022).
- Перспективы внедрения широкополосных сервисов в сетях профессиональной мобильной радиосвязи на основе LTE. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.nnit.ru/analytics/a157764/> (дата обращения: 09.03.2022).
- Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2004 г. № 895 «Об утверждении Положения о приоритетном использовании, а также приостановлении или ограничении использования любых сетей связи и средств связи во время чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

## Сведения об авторах

**Бедило Максим Владимирович:** к.в.н., доц., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), начальник института.  
Москва, Россия.  
SPIN-код: 5524-2038.

**Олейников Владимир Тарасович:** к.т.н., с.н.с., ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», проф. каф.  
Москва, Россия  
SPINкод: 9748-0716.

**Петренко Андрей Николаевич:** к. т. н., доц., ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», проф. каф.  
Москва, Россия  
SPIN код: 9111-5869.

**Страхолис Андрей Андреевич:** д.т.н., доц., ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», проф. каф.  
Москва, Россия  
SPIN код: 8590-3496.

## Information about authors

**Bedilo Maxim V.:** PhD (Military Sc.), Associate Professor, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Head of the Institute.  
Moscow, Russia.  
SPIN-scientific: 5524-2038.

**Oleynikov Vladimir T.:** PhD (Technical Sc.), Senior Research; Academy of the State Fire Service EMERCOM of Russia, Professor of the Department.  
Moscow, Russia.  
SPIN-scientific: 5524-2038.

**Petrenko Andrey N.:** PhD (Technical Sc.), Associate Professor, Academy of the State Fire Service EMERCOM of Russia, Professor of the Department.  
Moscow, Russia.  
SPIN-scientific: 9111-5869.

**Strakholis Andrey A.:** ScD (Technical Sc.), Associate Professor, Associate Professor, Academy of the State Fire Service EMERCOM of Russia, Professor of the Department.  
Moscow, Russia.  
SPIN-scientific: 8590-3496.

## Издания ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Авторы, название	URL
Акимов В.А. и др. Нелинейная наука для исследования аварий, катастроф и стихийных бедствий	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=45040288">https://elibrary.ru/item.asp?id=45040288</a>
Авдеева В. Г. и др. Развитие системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях на современном этапе: опыт, проблемы, перспективы	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=44621912">https://elibrary.ru/item.asp?id=44621912</a>
Гуренков А.С. и др. Сборник лекционных материалов для проведения занятий с дежурно-диспетчерским персоналом единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=44805322">https://elibrary.ru/item.asp?id=44805322</a>
Сосунов И.В. и др. Настольная книга (пособие) председателя комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=32546511">https://elibrary.ru/item.asp?id=32546511</a>
Батырев В.В. и др. Средства коллективной защиты. Оценка эффективности и качества защиты населения в чрезвычайных ситуациях	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=35283773">https://elibrary.ru/item.asp?id=35283773</a>
Основные результаты развития и совершенствования МЧС России в 2012–2018 годах: Фотокнига	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=35201457">https://elibrary.ru/item.asp?id=35201457</a>
Олтян И.Ю. и др. Актуальные вопросы обеспечения безопасности туристской деятельности	<a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=18203524">http://elibrary.ru/item.asp?id=18203524</a>