

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-4-30-47  
УДК 614.84(045)  
JEL: H56

## Трансформация подходов к определению сложности действий по ликвидации пожара

К.С. Власов

ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Российская Федерация

### АННОТАЦИЯ

В большинстве стран мира оценка сложности работ, выполняемых оперативными пожарными подразделениями по ликвидации пожара и его последствий, базируется на финансовых показателях. В настоящее время предпринимаются попытки разработки новой системы оценки подобных действий, и рассмотрение одного из подходов к решению этой проблемы стало **целью** настоящего исследования. Предложенная в статье система организации деятельности оперативных подразделений по тушению пожаров, основанная на расчете показателя расхода воды, позволит обосновать необходимую численность ПСП и достаточный уровень ресурсного обеспечения. **Результаты** работы могут быть полезны как менеджерам всех уровней, представителям секторов развития компаний и аппарата государственного управления, так и исследователям.

**Ключевые слова:** пожар; пожарная безопасность; управление; тактика; ресурсы; пожарные подразделения

**Для цитирования:** Власов К.С. Трансформация подходов к определению сложности действий по ликвидации пожара. *Управленческие науки = Management Sciences*. 2025;15(4):30-47. DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-4-30-47

## ORIGINAL PAPER

## Transformation of Approaches to Determining the Complexity of Fire Response Actions

K.S. Vlasov

EMERCOM of Russia, Balashikha, Russian Federation

### ABSTRACT

In most countries of the world, financial metrics are used predominantly to assess the complexity of firefighting and rescue operations. Nowadays, experts are trying to develop a new evaluation system. **The objective** of this research is to explore one of such approaches. **The findings** may prove valuable to managers at all levels, experts in business development and public administration, as well as scientific researchers.

**Keywords:** fire; fire safety; management; tactics; resources; fire departments

**For citation:** Vlasov K.S. Transformation of approaches to determining the complexity of fire response actions. *Upravlencheskie nauki = Management Sciences*. 2025;15(4):30-47. DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-4-30-47

## ВВЕДЕНИЕ

Теоретические рассуждения приводят к выводу, что сложность пожара определяется материальными потерями, понесенными в результате возгорания и его ликвидации. Такой подход последовательно формировался на протяжении почти целого столетия и использовался сначала в СССР, а после 1992 г. — в России. В 1990-х гг., со сменой экономического курса от планового к рыночному, в нашей стране неоднократно предпринимались попытки передачи части государственных функций в области пожарной безопасности общественным и частным организациям, например, в рамках страховых организаций создавались системы пожарного надзора и т.п. В настоящее время объективно существует необходимость государственного регулирования в данной сфере.

К концу 2010-х гг. в России сложилась довольно странная ситуация, когда многим собственникам объектов стало удобнее не отражать истинный размер материальных потерь от пожаров, а иногда — показывать нулевой ущерб. Это привело к неработоспособности действующей системы оценки тактической сложности пожара и, следовательно, к невозможности полноценного управления деятельностью по его тушению.

Содержание пожарной охраны достаточно обременительно для бюджета государства. Система обеспечения пожарной безопасности (СОПБ) в нашей стране функционирует в рамках постоянного повышения требований к ее эффективности и ужесточения условий, связанных с ресурсным обеспечением. Для обоснования необходимого уровня последнего обычно используются два метода. Первый — сравнение ситуации с пожарами при гипотетически полном отсутствии в стране противопожарной защиты с реальным состоянием дел в данной сфере<sup>1</sup>; второй — определение динамики показателей (количество пожаров, число пострадавших, величина ущерба и др.) относительно базового уровня.

Первый метод дает наиболее объективные результаты, но достаточно сложен для практического использования. Второй гораздо проще, но может приводить к возникновению «ловушки стабильности», когда продолжительная успешная деятельность способствует формированию устойчивого

тренда на улучшение отчетных показателей относительно обстановки с пожарами и, следовательно, возникновению формальных условий для уменьшения размеров ресурсного обеспечения. Если количество пожаров снижается, то, следовательно, надо снизить затраты на пожарную безопасность.

СОПБ включает два основных направления — проведение профилактических мероприятий и тушение пожаров силами оперативных подразделений (обозначим второе  $S_2$ )<sup>2</sup>. Рассмотрим способы оценки  $S_2$  в целях определения перспективных тенденций развития и обоснования размеров требуемого ресурсного обеспечения.

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ МАСШТАБОВ ПОЖАРОВ И СЛОЖНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ИХ ЛИКВИДАЦИИ

Развитие процесса горения может происходить очень быстро, как в пословице «от копеечной свечки Москва сгорела»<sup>3</sup>. Легко погасить пламя свечи, но с увеличением размеров зоны горения кратно возрастает количество ресурсов, необходимых для борьбы с пожаром. Например, возможностей пожарных подразделений в XVIII в. в основном хватало на ликвидацию загорания в пределах одного домовладения. При дальнейшем развитии пожар, как правило, распространялся по территории города, и тушить его приходилось буквально «всем миром».

Первые свидетельства об организованных командах пожарных относятся к периоду возникновения крупных городов в IV в. до н.э. в Древнем Китае и Римской империи<sup>4</sup>. На протяжении длительного времени практически все работы  $S_2$  выполнялись с применением ручного труда, а для перевозки пожарных и оборудования использовались конные обозы (рис. 1а). Изобретение парового двигателя в XVIII в. оказало на деятельность  $S_2$  положительное влияние, но в целом ситуация не изменилась.

<sup>2</sup> В США, Евросоюзе и ряде других стран используется похожий подход: Fire protection подразделяется на Passive (PFP) и Active (AFP) и соответственно регламентируется нормами NFPA 3 и NFPA 10.

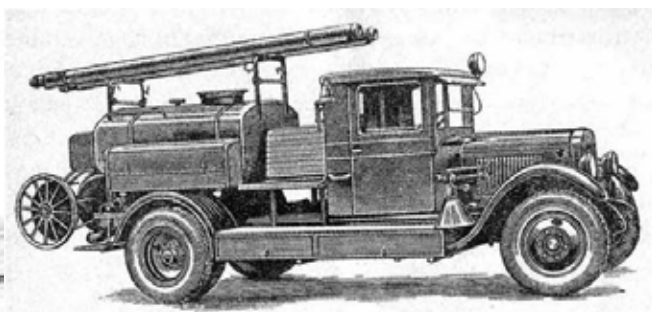
<sup>3</sup> По легенде в 1737 г. Троицкий пожар в Москве начался от свечи, поставленной перед иконой в доме купца А. Милославского на Знаменке.

<sup>4</sup> Абрамов В.А., Глуховенко Ю. М., Сметанин В.Ф. История пожарной охраны. Краткий курс: Учебник. Ч. 1. Абрамов В.А., ред. М.: Академия ГПС МЧС России; 2005. 285 с.

<sup>1</sup> Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы. Учебник. М.: МИПБ МВД России; 1998. 255 с.



а



б

**Рис. 1 / Fig. 1. Пожарный транспорт: а) конно-бочечный пожарный ход, XIX в.; б) пожарная автоцистерна ПМЗ-2 образца 1935 г. / Fire Transport: а) Horse-drawn Fire Truck, XIX Century; б) Fire Tanker Truck PMZ-2 Model 1935**

Источник / Source: Безбородько М., Алешков М. [1] | / Bezborod'ko M., Aleshkov M. [1].

С начала XX в. в пожарной охране России и в других странах конные обозы были заменены автомобилями. В 1935 г. на Миусском заводе начали серийно выпускать пожарные автоцистерны ПМЗ-2 (рис. 1б), с которых, можно считать, началось качественное перевооружение отечественной пожарной охраны [1], которая получила возможность действовать достаточно самостоятельно без привлечения воинских подразделений, населения и др. Но оборотной стороной стало кратное увеличение бюджетных расходов на содержание пожарной охраны. Примерно с этого времени в нашей стране и за рубежом начался активный поиск возможностей для снижения затрат на СОПБ и повышения экономического эффекта от ее деятельности, для оценки которого было решено использовать финансовые показатели.

В 1950 г. в СССР был официально введен термин «крупный пожар»<sup>5</sup>, основным критерием для определения которого был выбран показатель величины ущерба, что позволило достаточно объективно выявлять перспективные направления развития противопожарной службы с учетом опыта тушения наиболее сложных в пожарно-тактическом отношении случаев. Вплоть до 2010-х гг. данный метод активно развивался; была выведена зависимость масштабов и тактической сложности пожара от величины причиненного им ущерба. Аналогичный подход используется в США, Европейских государствах и ряде других стран с развитой системой страхования [2].

Однако в 2017 г. сумма ущерба от пожара в московском торговом центре «Синдика», который

практически двое суток тушили силами всех гарнизонов Москвы и Московской области, по решению владельца объекта составила 0 (ноль!) рублей. И это был уже далеко не первый и не последний подобный случай. В настоящее время собственники имущества вправе самостоятельно оценивать свои убытки. Возможно, для них в такой ситуации есть положительные моменты, но для пожарной охраны она является разрушением основ годами складывавшейся системы оценки масштабов пожара. В 2020 г. данная методика была официально отменена<sup>6</sup>.

В настоящее время в среде специалистов СОПБ ведется поиск показателей и методов для определения сложности пожаров. Рассмотрим некоторые подходы к оценке деятельности  $S_2$ .

### ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕННОГО ОБЪЕМА РАБОТ НА ПОЖАРЕ

В настоящее время, как и прежде, практически все пожары ликвидируются с использованием воды [3]. При планировании строительства населенных пунктов и промышленных объектов обязательно учитывается возможность обеспечения ее необходимого расхода на пожаротушение ( $Q_{тр}$ ).

Наиболее ранние попытки формирования численных методов для определения  $Q$  относятся к 1970-м гг. [4]. Однако в связи со сложностью строгого аналитического описания процесса тушения эта задача решалась путем обобщения большого количества данных о реальных и эксперименталь-

<sup>5</sup> Инструкция по изучению пожаров. М.: Управление пожарной охраны МВД СССР; 1950 13 с.

<sup>6</sup> Письмо МЧС России от 23.12.2020 № М-ИД-28. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=8&documentId=380058>

ных пожарах (рис. 2). И.М. Абдурагимовым и рядом других ученых была выведена зависимость для минимальных значений удельных расходов воды ( $q$ , л·м<sup>-2</sup>) на тушение твердых горючих материалов в жилых зданиях площадью не более 50 м<sup>2</sup> (1):

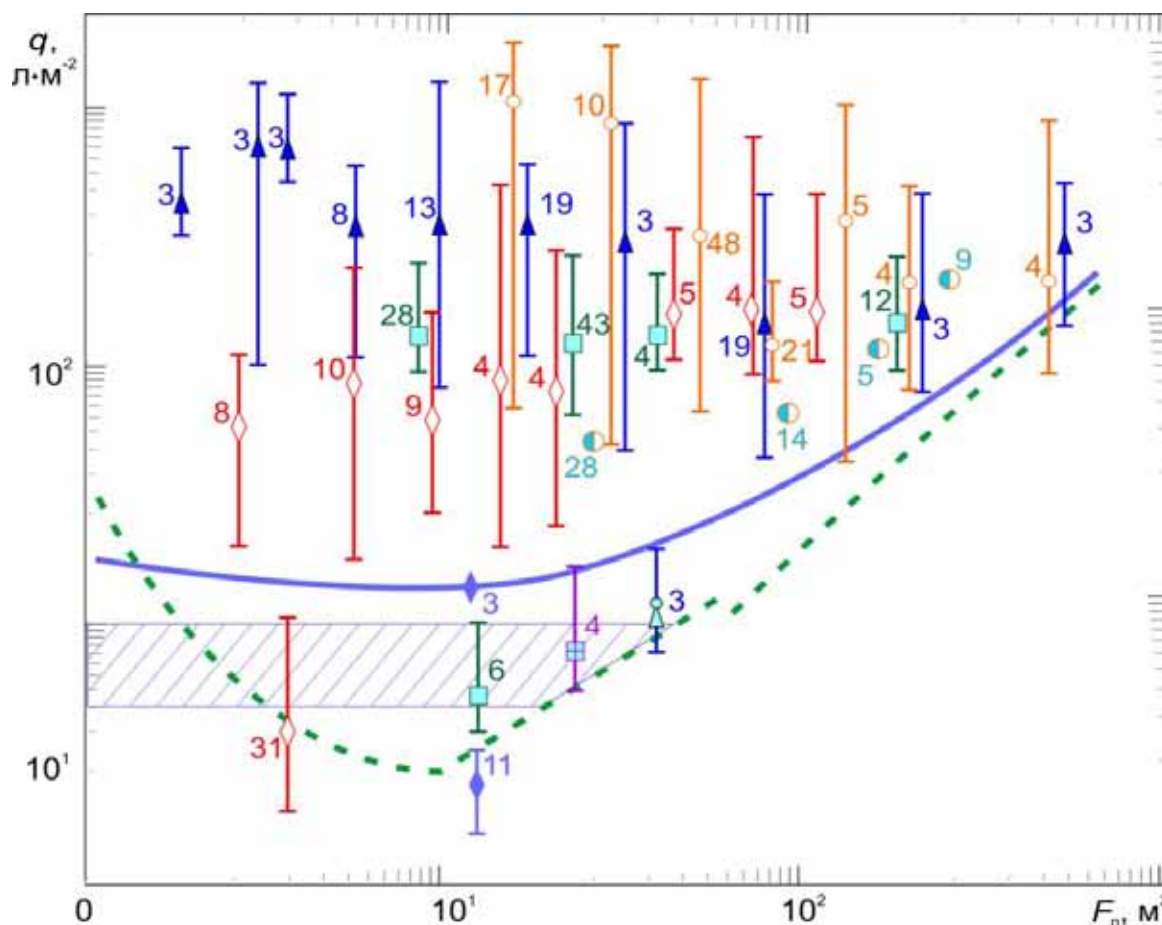
$$\lg(q) = 1,1 \cdot \lg(F_{\text{п}}) - 0,302, \quad (1)$$

где  $F_{\text{п}}$  — площадь пожара, м<sup>2</sup>;  $\lg(q)$  — показатель  $q$  определяется по логарифмической шкале.

Пунктиром на рис. 2 обозначена кусочно-ломаная зависимость [5]  $q = f(F_{\text{п}})$ , сплошной линии соответствует

$$q = 36F_{\text{п}}^{-0,157} + 0,5F_{\text{п}}.$$

К середине 1980 гг. в СССР и большинстве стран мира для определения значений  $Q$  в городах применялись методы и математические зависимости, связанные с численностью населения [6]. Для сравнения численные показатели  $Q$  переведены



— данные А.А. Сучкова, П.А. Колбасина / data from Suchkov A.A., Kolbasin P.A.

— данные Solzberg, Vodraka Maatman / data from Solzberg, Vodraka Maatman

— данные Яворского Г.А. / data from Yavorsky G.A.

Реальные пожары / Real fires:

— данные Lobes / Lobes data

— данные по Киеву / data from Kiev

— данные по Вьетнаму за 1975–1980 и 1981–1983 гг. / data from Vietnam for 1975–1980 and 1981–1983

— данные по Польше / data on Poland

Цифры обозначают количество пожаров / The given figures indicate the number of fires

Рис. 2 / Fig. 2. Фактические удельные расходы воды при тушении пожаров в жилых зданиях при  $F_{\text{п}} < 50$  м<sup>2</sup>, л·м<sup>-2</sup> / The Actual Unit Water Consumption for Extinguishing Fires in Residential Buildings at  $F_{\text{п}} < 50$  м<sup>2</sup>, l·м<sup>-2</sup>

Источник / Source: Родионов Е.Г. [6] / Rodionov E.G. [6].



в международную систему единиц СИ<sup>7</sup> и в виде аналитических зависимостей показаны на диаграмме (Рис. 3).

Рассмотрим ее подробнее.

- Линия 1 отражает расчеты американского инженера-строителя, гидротехника J.R. Freeman (1869–1930 гг.) (модель 1):

$$Q = 3,79N + 189,42,$$

где  $N$  — численность населения города, чел.;

- кривая 2 — английского инженера-гидравлика E. Kuichling (1848–1914 гг.) (модель 2):

$$Q = 44,8\sqrt{N};$$

- кривая 3 — Союза страховщиков США (англ. National Board of Fire Underwriters, NBFU) (модель 3):

$$Q = 64,35\sqrt{N} - 0,64N;$$

- кривая 4 построена согласно СП-8 (Россия) (модель 4)<sup>8</sup>:

$$Q = 4,02N^{0,64};$$

- кривая 5 — по французской методике (модель 5):

$$Q = 100 + c\sqrt{N},$$

где  $c$  — коэффициент важности объекта ( $c = 1,5 \dots 5$ ).

Кратно бóльшие по сравнению с остальными величины  $Q$  в моделях 1, 2 и 3 объясняются принципиально отличающимися тактическими подходами к  $S_2$  в разных странах мира — в США, Великобритании и ряде других государств в основном используются мощные водяные стволы, подаваемые снаружи здания. Российский подход предписывает ствольщикам выбирать позиции в непосредственной близости от очага пожара [7].

Предположим наличие статистической связи между показателем объема и сложности работ при  $S_2$  с количеством израсходованной при этом воды ( $\Sigma Q$ ). Тогда применительно к  $S_2$  величина  $Q$  может быть принята в качестве базовой и оценочной, на основе которой возможно планировать деятельность оперативных подразделений пожарно-спасательного гарнизона (ПСГ). Следовательно, с увеличением

сложности и объема работ, выполняемых на пожаре, значение  $Q$  должно пропорционально расти.

С другой стороны, недостаточно подготовленное подразделение, вероятно, израсходует на тушение похожего пожара больше воды, чем более опытное. Поэтому с формальной точки зрения может показаться, что первое подразделение выполнило более сложную задачу. Подобная ситуация рассматривается у К. Маркса: «Если стоимость товара определяется количеством труда, затраченного в продолжение его производства, то могло бы показаться, что стоимость товара тем больше, чем ленивее или неискуснее производящий его человек, так как тем больше времени требуется ему для изготовления товара» [8, с. 36]. Далее Маркс доказывает, что верным решением будет использование средних показателей: «Каждый отдельный товар в данном случае имеет значение лишь как средний экземпляр своего рода» [8].

Разработкой подходов к определению показателя «Объем выполняемой боевой работы на пожаре» в различные годы занимались специалисты научных и образовательных заведений пожарно-технического профиля: В.М. Гаврилей — определением трудозатрат при выполнении работ на пожаре<sup>9</sup> [9]; В.М. Панарин — моделированием деятельности пожарных подразделений на основе дифференциального исчисления [10]; А.В. Терехнев — микроэлементным планированием действий пожарно-спасательных подразделений (ПСП) [11]; Н.Н. Брушлинский — оценкой показателей загруженности оперативных пожарных подразделений [12] и др. В развитие наработок перечисленных ученых автор настоящей статьи предлагает собственный подход, состоящий в применении метода количественной оценки трудозатрат и производимой продукции, где в ее роли выступает показатель  $\Sigma Q$ . При этом предполагается, что уровень рабочей загруженности ПСП коррелирует с показателем  $Q$ .

Выбор  $\Sigma Q$  обусловлен следующими обстоятельствами:

- порядка 99% пожаров в Российской Федерации ликвидируются с применением воды или водных растворов [3];
- в «ФБД-Пожары»<sup>10</sup> содержатся факторы, позволяющие с достаточно высокой степенью до-

<sup>7</sup> В США в настоящее время используется Британская имперская система измерения единиц физических величин.

<sup>8</sup> СП 8.13130.2020 — свод правил «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности». URL: [https://acs-nnov.ru/assets/files/sp\\_8.13130.2020\\_sistemy\\_protivopozharnoj\\_zashhity\\_naruzhnoe\\_protivopozharnoe\\_vodosnabzhenie\\_trebovaniya...\\_tekst.pdf](https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_8.13130.2020_sistemy_protivopozharnoj_zashhity_naruzhnoe_protivopozharnoe_vodosnabzhenie_trebovaniya..._tekst.pdf)

<sup>9</sup> Провести исследования и разработать рекомендации по определению необходимой численности пожарной охраны и совершенствованию пожарно-профилактической работы на АЭС. Отчет о НИР / ВНИИПО МВД СССР. М.: 1986. 188 с.

<sup>10</sup> Федеральная база для хранения данных о пожарах, зарегистрированных на территории Российской Федерации. Ведется МЧС России.

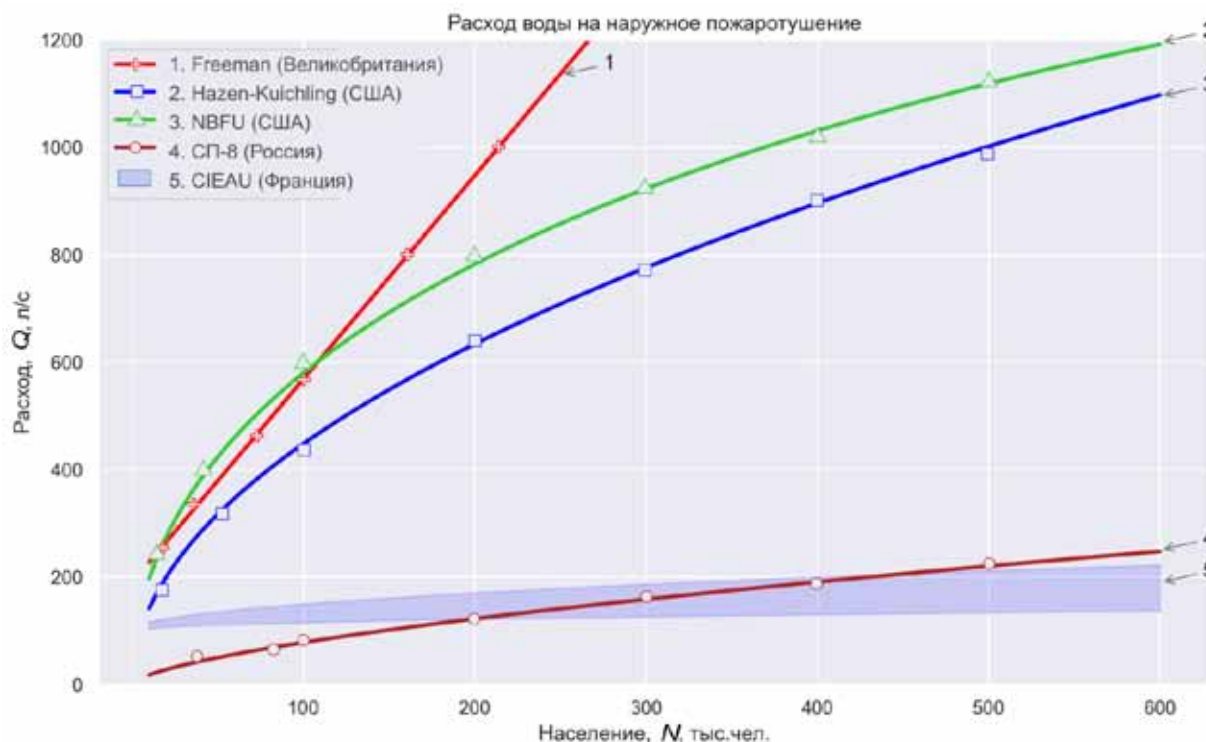


Рис. 3 / Fig. 3. Расход воды ( $Q$ , л/с) на наружное пожаротушение в зависимости от численности населения города / Water Consumption ( $Q$ , L/sec) for Extinguishing External Fire Depending on the City Population

Источник / Source: составлена автором / Compiled by the author.

стоверности определить  $\Sigma Q$ : показатели, характеризующие временные интервалы —  $\tau_{a-r}$ ,  $\tau_{r-e}$  (рис. 4); количество и виды использованных приборов подачи воды, число пожарных автомобилей, интервалы применения газодымозащитной службы (ГДЗС);

- наличие справочных данных о производительности приборов подачи воды ( $q_{ств}$ , л/с), используемых ПСП<sup>11</sup> [13].

Рассмотрим эмпирическую зависимость (2):

$$Q = f\left(\frac{1}{N_{ствБ}} + \frac{1}{N_{ствА}} + \frac{1}{N_{лф}} + \frac{1}{N_{гпс}}\right) \quad (2)$$

где  $N$  — количество стволов соответственно типа РС-50, РС-70, лафетного и пеногенераторов (соответственно), ед.;  $f$  — различные функции<sup>12</sup>, применяемые в зависимости от задачи.

Она позволяет, во-первых, определить  $\Sigma Q$  для обычной (повседневной) деятельности  $S_2$  по реагированию на возникающие на территории ПСГ ординарные пожары; во-вторых, оценить необходимый

резерв сил и средств гарнизона по оперативному наращиванию  $Q$  для тушения крупных пожаров.

### ОДНОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРЫ

Особенностью пожаров является возможность их одновременного возникновения в разных местах на территории одного города. При этом одной из наиболее сложных проблем для ПСП становится организация действий по решению задач  $S_2$  и рационального распределения ресурсов ПСГ, а степень экстремальности возрастает с увеличением масштаба происшествия.

Под одновременными подразумеваются такие пожары, временные интервалы которых ( $\tau_{a-e}$ ) пересекаются. До начала 1970-х гг. в нашей стране все пожары, возникающие в одном населенном пункте в течение трех смежных часов, независимо от масштабов и продолжительности, считались одновременными. Такой подход был обоснован ученым, организатором профессиональной подготовки кадров высшей квалификации для пожарной охраны Н.А. Тарасовым-Агалаковым [14], и одним из его доводов была необходимость повторного приведения ПСП в работоспособное состояние (заправка водой, замена использованного оборудования и т.д.), на что требовалось порядка трех часов. Тарасов-Агалаков

<sup>11</sup> Мельник А.А., Мартинович Н.В., Калюжина Ж.С., Малютин О.С. Справочник начальника караула пожарной части. Красноярск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России; 2019. 176 с.

<sup>12</sup> Власов К.С. Прикладные методы исследования оперативной деятельности пожарно-спасательных подразделений: задачи и пути решения: учеб. пособие. М.: ВНИИПО; 2023. 406 с.

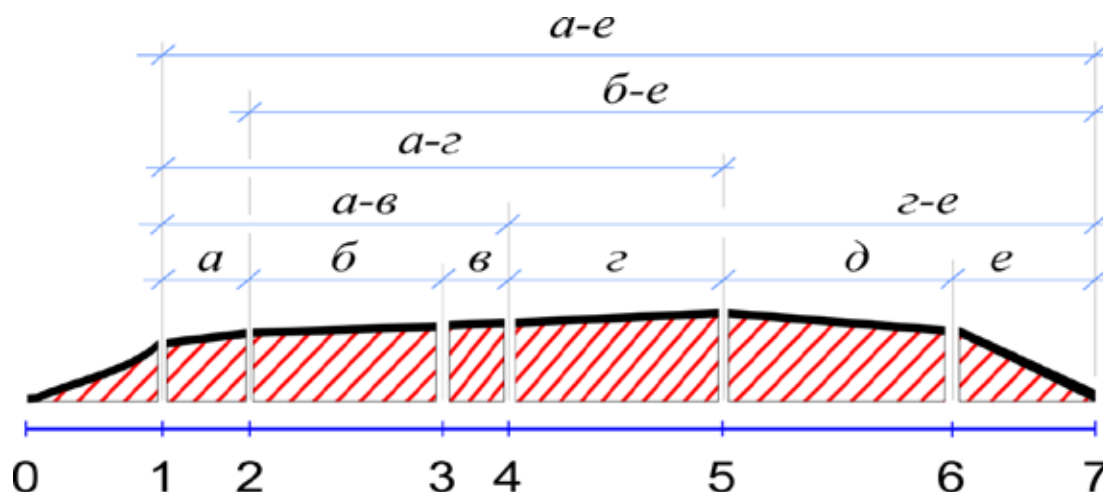


Рис. 4 / Fig. 4. Интервалы развития пожара / Fire Development Intervals

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

Примечания / Notes: 1) 0 – возникновение / occurrence; 1 – обнаружение / detection; 2 – сообщение / message; 3 – прибытие / arrival; 4 – подача 1-го ствола на тушение / supply of the 1st trunk for extinguishing; 5 – локализация / localization; 6 – ликвидация / liquidation; 7 – ликвидация последствий / elimination of consequences. 2) Интервалы / Intervals: а – сообщение / message; б – следование / follow; в – подача 1-го ствола / supply of the 1st barrel; г – локализация / localization; д – ликвидация открытого горения / elimination of open combustion; е – ликвидация последствий / elimination of consequences; а-в – свободное горение / free burning; г-е – тушение пожара / fire extinguishing; а-г – сосредоточение / concentration; б-е – время занятости на пожаре / time of employment on fire; а-е – обслуживание вызова / call service.

предполагал, например, что все случаи, указанные на диаграмме (рис. 5), считаются одновременными, даже с учетом интервала, обозначенного зеленой полосой и отражающего промежуток без пожаров.

К 1970-м гг. была проведена очередная модернизация пожарной техники и оборудования, что позволило значительно сократить время восстановления боеготовности ПСП. Поэтому специалист в области математического моделирования сложных систем и прикладной статистики Н.Н. Брушлинский рассматривал деятельность ПСП с позиций теорий вероятности и массового обслуживания как класс марковских эргодических случайных процессов с непрерывным временем [15]. В рамках данной модели одновременными пожарами считались только те, что действительно пересекаются по времени, как, например, случаи № 1 и 2 на интервале «а=2» (см. рис. 5). Следовательно, на схеме можно выделить четыре отрезка, когда в городе действовало одновременно два пожара, и по одному с тремя и четырьмя.

В соответствующем законодательстве многих стран мира учитывается возможность возникновения одновременных пожаров. В частности, в Великобритании количество сил и средств противопожарной службы определяется из расчета двух одновременных пожаров в одном городе. В США аналогичная калькуляция проводится для городов с численностью населения от 200 тыс. чел. [6].

В целях практического определения одновременных пожаров выбран минимальный интервал в одну минуту. Основанием послужили следующие соображения: во-первых, аналогичный интервал используется в ФБД «Пожары»<sup>15</sup>; во-вторых, опыты показали хорошую применимость данной единицы измерения для описания действий ПСП [16].

Используя данный метод, составим вектор-строку

$$x_t = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_n),$$

где  $a_1 = 0$  соответствует началу интервала 01.01.2010 в 00:00, а  $a_n = 7\,889\,760$  — его окончанию 31.12.2024 в 23:59:59;  $x_t$  представляет собой дискретный случайный временной ряд с фиксированным шагом в одну минуту.

Далее необходимо для каждого  $a_i$  определить количество пожаров, происходящих в  $i$ -ю минуту ( $a_i = 0$ , если в  $i$ -ю минуту пожаров не наблюдается).

При расчетах использовались только случаи, отвечающие следующим условиям ( $V_3$ ):

- ПСП выезжали на вызов и выполняли действия по  $S_2$ ; если, например, пожар потушен до их прибытия, для ПСП данный случай не будет счи-

<sup>15</sup> Приказ МЧС России от 21.11.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий». URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2024-01-22/36a3b2a6333c2aaeaa759acb23a040ea.pdf>

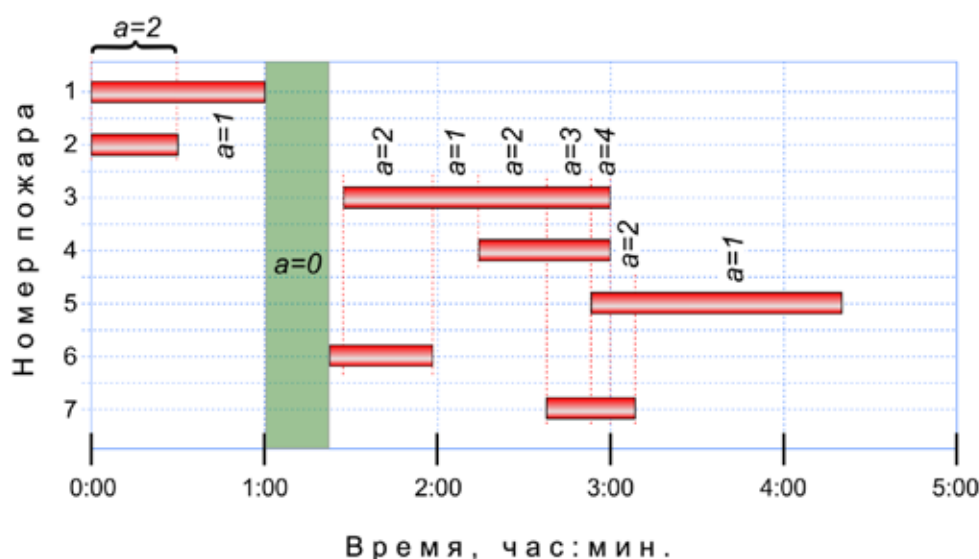


Рис. 5 / Fig. 5. Диаграмма Ганта / Gantt Chart

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

Примечание / Note: согласно подходу Н.А. Тарасова-Агалакова, все указанные на диаграмме пожары считаются одновременными; одновременные пожары с точки зрения Н.Н. Брушлинского — те, где интервалы «a>0» / according to the approach of N.A. Tarasov-Agalakov, all fires indicated on the diagram are considered simultaneous; simultaneous fires from the point of view of N.N. Brushlinsky are those with the intervals "a>0".

таться пожаром, поскольку нет необходимости выполнять какие-либо действия  $S_2$ ;

- обязательно использовались приборы для подачи огнетушащих средств для  $S_2$  (образно говоря, если горение ликвидировано стаканом воды, то это не считается пожаром);
- корректно заполнены поля данных в карточке учета пожаров<sup>14</sup>.

### АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ЗАНЯТОСТИ

По аналогии с расчетом  $Q$  можно построить диаграмму Ганта для  $x_t$  и определить суммарные показатели занятости ( $\Sigma$ ) для каждой минуты (рис. 6).

Анализ показателей времени занятости ПСП на пожарах позволил выявить наличие определенных закономерностей, что подтверждается на примере годовой аддитивной модели загруженности ПСП как по России в целом, так и по отдельным регионам за 2020 г. (рис. 7). В другие годы (с 2010 по 2024 г.) наблюдались похожие распределения показателей.

Рассмотрим ситуацию на примере г. Читы Забайкальского края. С 2010 по 2024 г. в городе произошло 33 942 пожара, соответствующих условиям  $У_3$ . Используя метод Н.Н. Брушлинского (см. рис. 5), определим количество одновременных пожаров в Чите. Практические вычисления и обработка

данных проводились посредством модулей Pandas, NumPy и Scikit-Learn языка программирования Python по следующей схеме (рис. 8).

В городе за рассматриваемый 15-летний интервал произошло более двух тысяч одновременных пожаров, а 2 раза — в 2014 и в 2019 гг. — 14 пожаров, временные интервалы которых частично накладывались друг на друга. Наложения вычислялись по формуле (3):

$$B(m, n) = \sum_{j=1}^{Yr} R_j (R \in [m, n] > 0), \quad (3)$$

где  $m, n$  — границы единичной вектор-строки;  $Yr$  — длительность интервала с 2010 по 2024 г. в мин;  $R_j$  — случайное значение — признак наличия факта пожара, при условии принадлежности  $R$  интервалу  $[m, n] > 0$

В России количество одновременных пожаров является одним из факторов определения нормативного значения  $Q_{тр}$  для обеспечения наружного тушения пожаров в населенных пунктах<sup>15</sup>. Например, для городов-миллионников оно рассчитывается

<sup>15</sup> СП 8.13130.2020 — свод правил «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности. URL: [https://acs-nnov.ru/assets/files/sp\\_8.13130.2020\\_sistemy\\_protivopozharnoj\\_zashhity\\_naruzhnoe\\_protivopozharnoe\\_vodosnabzhenie\\_trebovaniya...\\_tekst.pdf](https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_8.13130.2020_sistemy_protivopozharnoj_zashhity_naruzhnoe_protivopozharnoe_vodosnabzhenie_trebovaniya..._tekst.pdf)

<sup>14</sup> Там же. Приложение 1.



Пожар (Fire)	Вектор минут (Vector of minutes)								7889759	7889760
	1	2	3	4	5	6	7	...		
1	1	1	1	1	0	0	0	...	0	0
2	0	0	1	1	1	1	0	...	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	0	0	0	1	1	1	1	...	0	0
Σ	1	1	2	3	2	2	1	...	0	0

Рис. 6 / Fig. 6. Диаграмма Ганта для определения показателя занятости пожарных подразделений / Gantt Chart for Determining the Employment Rate of Fire Departments

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

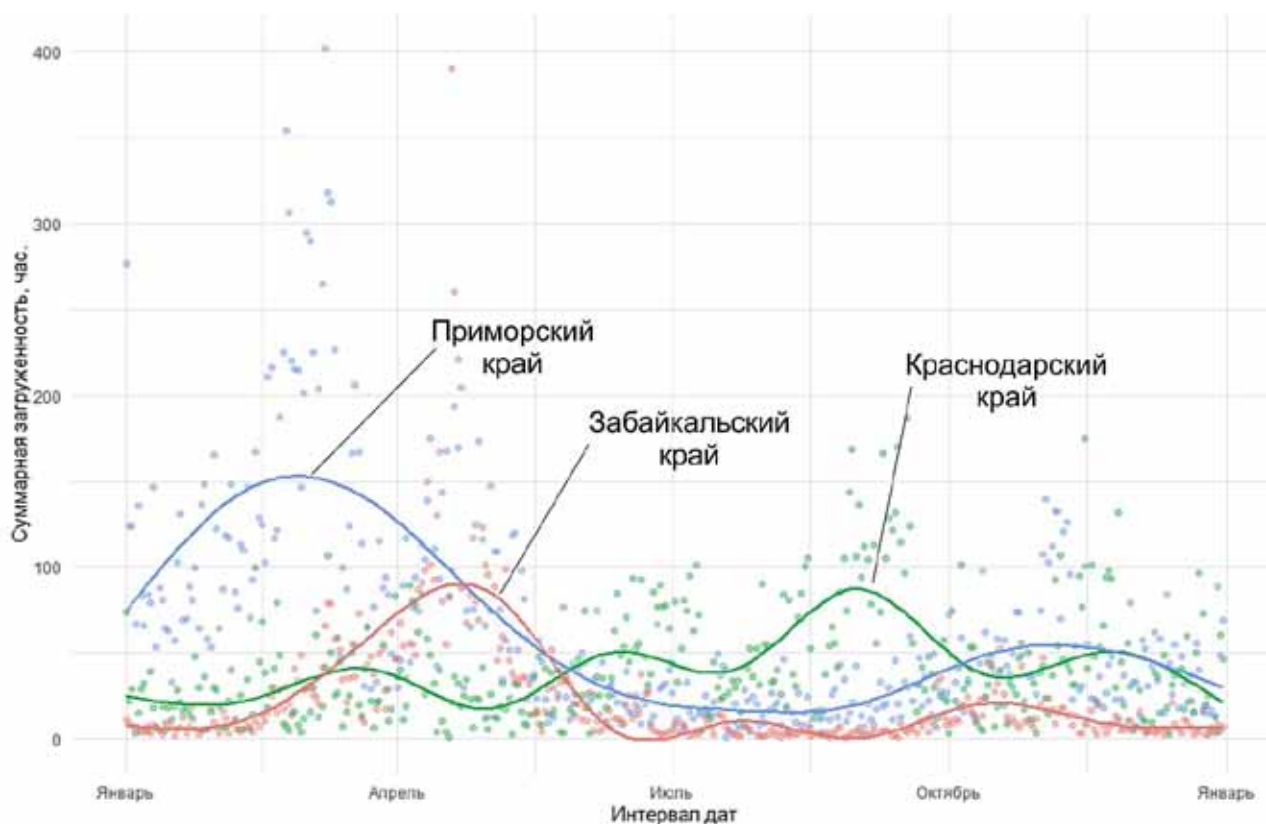


Рис. 7 / Fig. 7. Показатели суммарной суточной занятости пожарно-спасательных подразделений Зabayкальского, Краснодарского и Приморского краев за 2020 г. / Indicators of the Total Daily Employment of Fire and Rescue Units in the Zabaikalsky, Krasnodar and Primorsky Krai (for the year of 2020)

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

исходя из 5 одновременных пожаров. Однако на практике наблюдается иная ситуация (рис. 9). Например, в 2014 г. в Москве был зарегистрирован случай с 16-ю одновременными пожарами, а в 2016 и 2017 гг. (и еще несколько раз) показатель был меньше нормативного.

Подобная картина имеет место и в других городах.

Рассмотрим для сравнения фактическую динамику показателя  $Q$  с 2010 по 2024 г. по Владимиру и Чите. Численность населения каждого из этих городов в это

время составляла в среднем 350 тыс. чел., а расчетное количество одновременных пожаров — 3 ед<sup>16</sup>. Во Владимире в общей сложности за рассматриваемые

<sup>16</sup> СП 8.13130.2020 — свод правил «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности. URL: [https://acs-nnov.ru/assets/files/sp\\_8.13130.2020\\_sistemy\\_protivopozharnoj\\_zashchity\\_naruzhnoe\\_protivopozharnoe\\_vodosnabzhenie\\_trebovaniya...\\_tekst.pdf](https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_8.13130.2020_sistemy_protivopozharnoj_zashchity_naruzhnoe_protivopozharnoe_vodosnabzhenie_trebovaniya..._tekst.pdf)

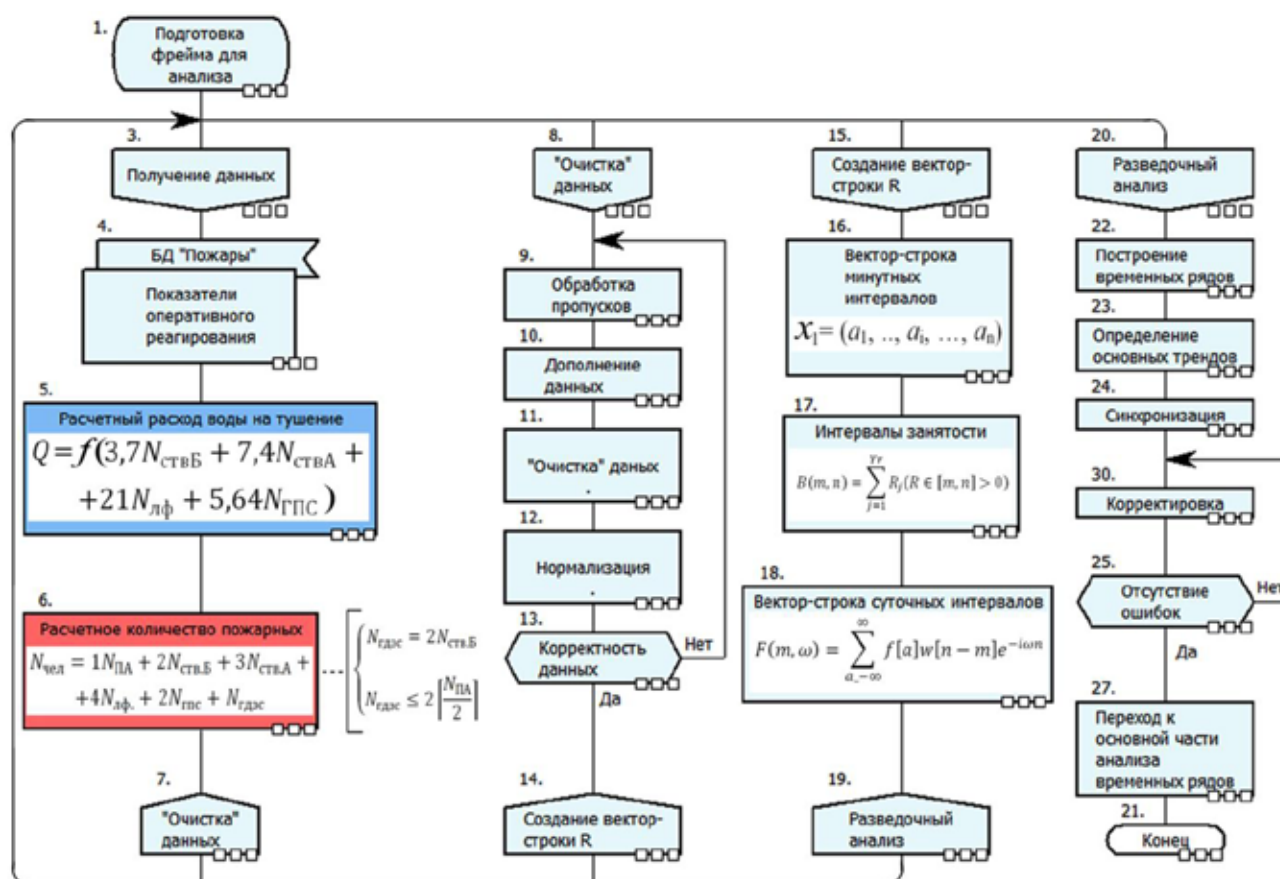


Рис. 8 / Fig. 8. Общий вид алгоритма подготовки данных для анализа временных рядов и создание модели для прогноза средствами Python / The General View of the Data Preparation Algorithm for Time Series Analysis Using Python Tools

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

14 лет произошло 7 964 пожара, соответствующих условиям  $Y_3$ , что намного меньше, чем в Чите (33 942).

Средний показатель  $Q_{cp}$ , обычно применяется для долгосрочной перспективы при планировании параметров СОПБ. Как показывает анализ, на  $Q_{cp}$  сильное влияние оказывают факторы, связанные с большим количеством ординарных пожаров, доля которых доходит до 99%.

Распределения показателя  $Q_{cp}$  (рис. 10) для Владимира и Читы заметно различаются, несмотря на практически одинаковое количество жителей. Это (в период с 2010 по 2024 г.) опровергает существующую гипотезу о наличии корреляционной связи между численностью населения и факторами, характеризующими состояние СОПБ [15] (см. рис. 3).

Кроме одновременных пожаров в реальных обстоятельствах возможны явления, называемые крупными пожарами. Для их ликвидации требуется использование ресурсов ПСГ на максимальном уровне. На диаграмме (рис. 11) показаны резкие всплески  $Q$

для Читы и Владимира. По совпадению, оба события произошли в 2014 г. — во Владимире крупный пожар произошел 3 мая на складе гипермаркета «Глобус», а в Чите — 18 декабря в спортивно-оздоровительном комплексе «Высокогорье».

В обоих случаях во временных рядах есть так называемые «пропуски» — дни, когда пожаров в городе не было или случались мелкие возгорания, не соответствующие условиям  $Y_3$ .

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСХОДОВ ВОДЫ НА ПОЖАРОТУШЕНИЕ

В задачах, касающихся прогнозирования, при оценке результатов предпочтение обычно отдается мерам центральной тенденции (средняя, медиана и т.п.). Основная цель применения данных методов, изначально разрабатываемых для решения коммерческих задач, — увеличение показателей прибыли. В случае с пожарами такой подход не вполне корректен, поскольку пожар — это деструктивное

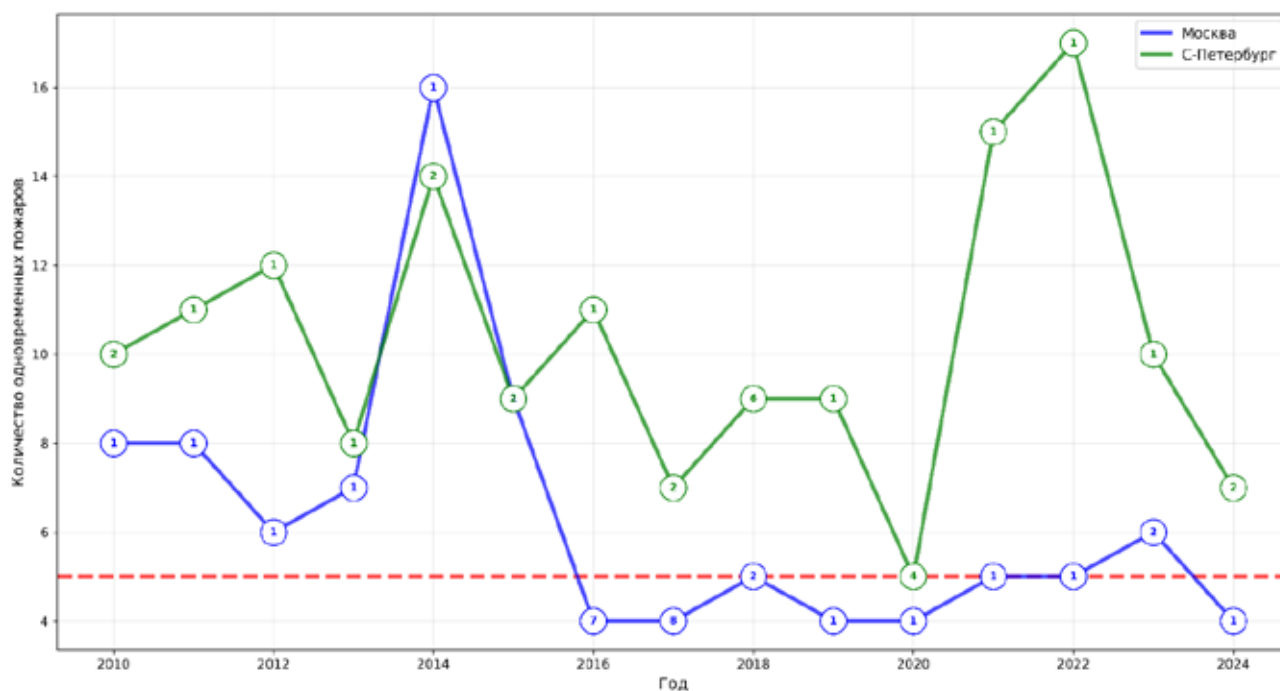


Рис. 9 / Fig. 9. Динамика количества максимальных показателей по одновременным пожарам в Москве и Санкт-Петербурге за 2010–2024 гг. / Dynamics of the Maximum Amount of Simultaneous Fires in Moscow and St. Petersburg in 2010–2024

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

Примечание / Note: В окружностях на линиях — количество максимумов по одновременным пожарам за год. Пунктирная линия — нормативное значение / In the circles on the lines is the maximum number for simultaneous fires per year. The dotted line is the standard value.

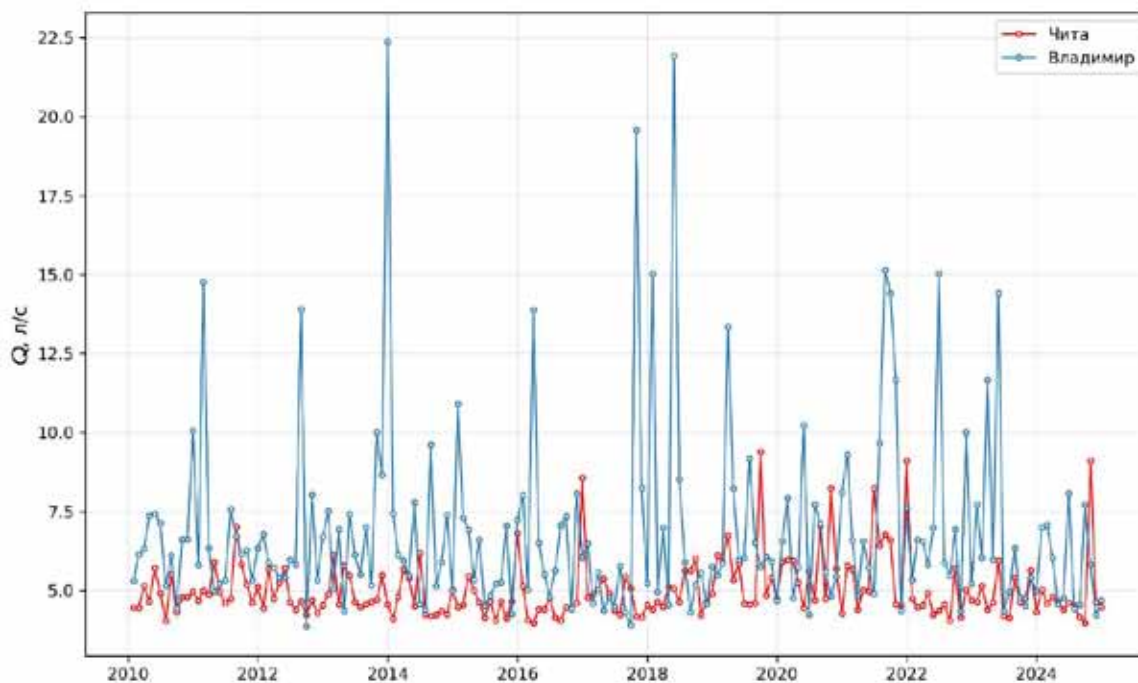


Рис. 10 / Fig. 10. Динамика средних показателей расхода воды на пожарах в городах Владимир и Чита по месяцам за 2010–2024 гг. / Dynamics of Average Water Consumption During Fires in the Cities of Vladimir and Chita by months for the Years of 2010–2024

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

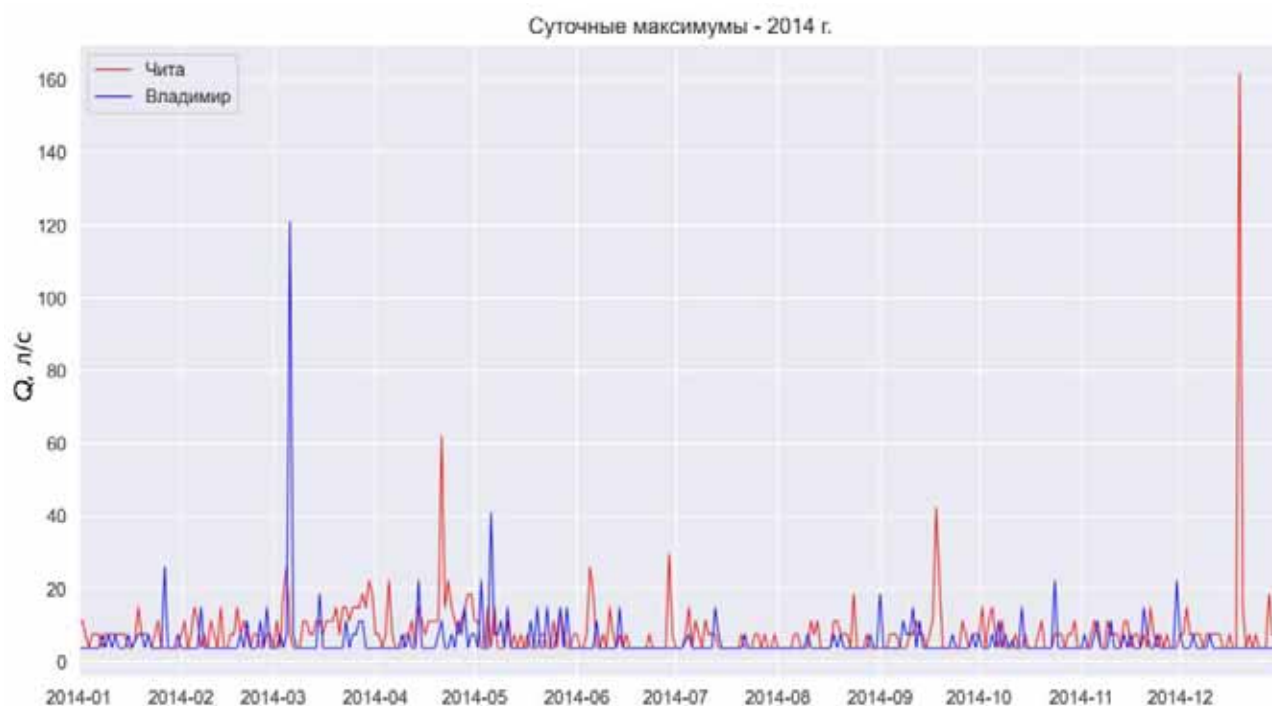


Рис. 11 / Fig. 11. Динамика максимальных показателей суточного расхода воды на пожарах в городах Владимир и Чита за 2014 г. / Dynamics of Maximum Indicators of Daily Water Consumption During Fires in the Cities of Vladimir and Chita in 2014

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

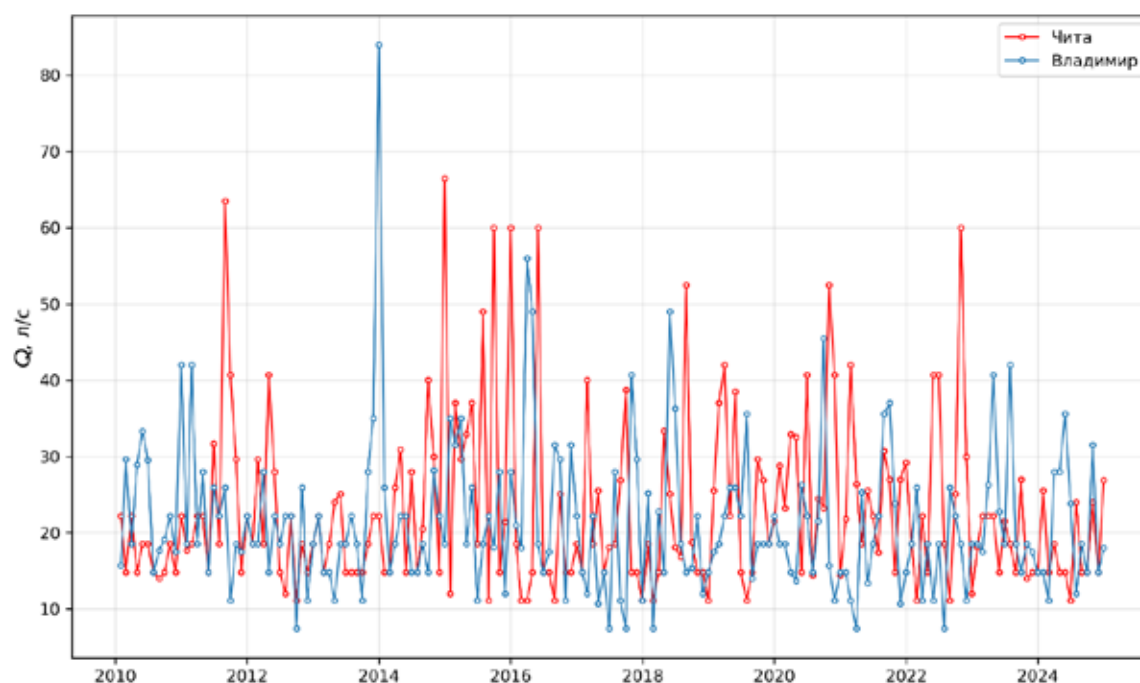


Рис. 12 / Fig. 12. Динамика максимальных показателей расхода воды по месяцам на пожарах в городах Владимир и Чита за 2010–2024 гг. / Dynamics of Maximum Water Consumption Indicators by Month for Fires in the Cities of Vladimir and Chita in 2010–2024

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.



событие, возникновение которого крайне нежелательно. Использование подобных инструментов в сфере пожарной безопасности потребовало бы некоторой корректировки, потому что основная цель деятельности ПСП — снижение ущерба и других экономических факторов.

Как известно, исторические сведения со временем теряют силу влияния на прогнозируемые результаты. Поэтому для построения достоверного прогноза на два–три года целесообразно учитывать данные примерно за 5–6 последних лет. Сведения, полученные в предшествующем интервале, необходимы для оценки динамики процесса в целом [17]. Применительно к деятельности ПСП имеет смысл воспринимать планирование как практическую деятельность по разработке стратегии развития гарнизона<sup>17</sup> [13].

Выше (см. раздел «Показатель оценки выполненного объема работ на пожаре») было предложено принять показатель  $Q_{тр}$  для планирования деятельности ПСП по  $S_2$ , поскольку он вполне объективно характеризует использование основного материального ресурса — воды — и в целом объема работ, выполняемых ПСП на пожаре.

Достаточно полная информация о пожарах в Российской Федерации содержится в ФБД «Пожары». Хотя в этой базе не фиксируется значение  $Q$ , его можно определить приблизительно по формуле

<sup>17</sup> Baille S., Philippe R., Braudel F. Le Monde actuel histoire et civilisation. . Livre scolaire: histoire / géographie. Belin: 1963.

(2), исходя из количества используемых на пожаре приборов для подачи огнетушащих средств.

Диаграммы максимальных значений  $Q_{\max}$  для Владимира и Читы (рис. 12) можно рассматривать как представление случайных временных рядов  $Q(t)$ , и тогда для оценки текущего изменения их значений и прогнозирования будущих преобразований можно применить уравнение аддитивной модели (4).

$$Q(t) = s_t + b_t + S_t + \varepsilon, \quad (4)$$

где  $s_t$  — уровень временного ряда;  $b_t$  — общий тренд ряда;  $S_t$  — сезонная составляющая;  $\varepsilon$  — Гауссовский шум.

После предварительной обработки данных по алгоритму (см. рис. 8) выполняется процедура экспоненциального сглаживания. В результате расчетов были определены значения  $Q$  на примере Читы (рис. 13).

Обобщенные показатели для Читы и ряда других Российских городов с численностью населения 300–400 тыс. чел. приведены в таблице.

Положительные значения  $b_t$  (4) в интервале 2018–2021 гг. свидетельствуют о наличии необходимости последовательного увеличения  $Q$  во Владимире, Архангельске и Кургане; в остальных же есть предпосылки для снижения данного показателя.

Путем расчетов по применяемой в СССР методике [6] в 1980-х гг. для всех городов страны с численностью населения от 300 до 400 тыс. чел.

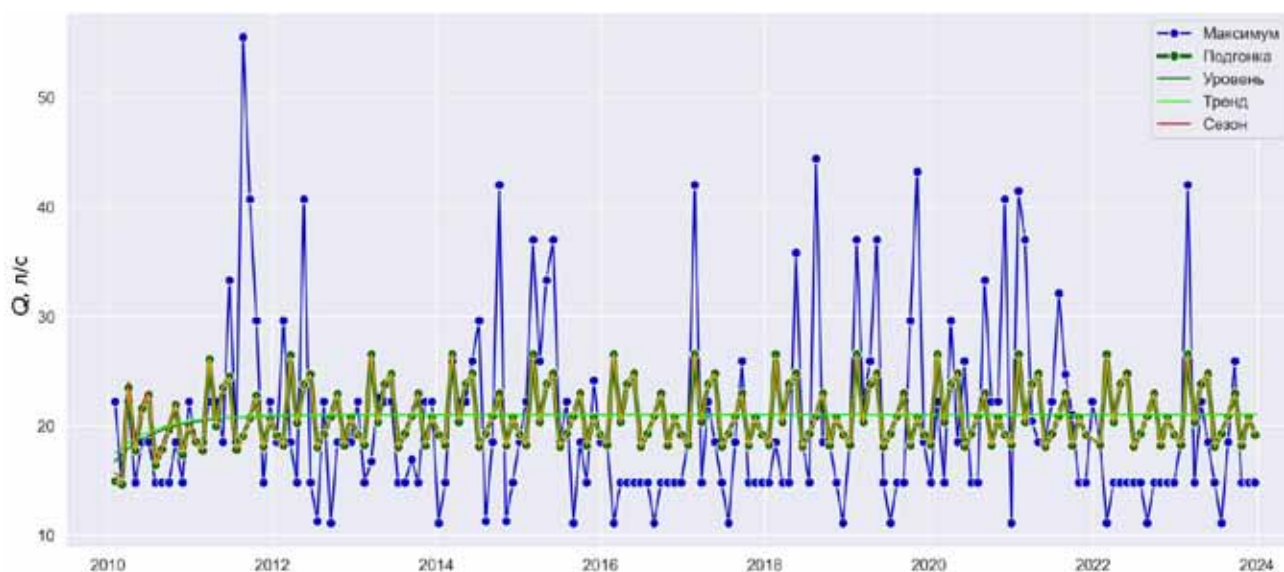


Рис. 13 / Fig. 13. Расчетные показатели расхода воды на пожаротушение в Чите /  
Calculated Indicators of Water Consumption for Fire Fighting in Chita

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

Таблица / Table

Рекомендуемые расчетные показатели расхода воды на пожаротушение ( $Q$ , л·с<sup>-1</sup>) по некоторым городам Российской Федерации с населением 300–400 тыс. чел. / Recommended Calculated Water Consumption Rates for Fire Extinguishing ( $Q$ , l·s<sup>-1</sup>) for Some Cities of the Russian Federation with a Population of 300–400 Thousand People

Месяц / Month	Город / City					
	Чита / Chita	Владимир / Vladimir	Архангельск* / Arkhangelsk*	Белгород / Belgorod	Калуга / Kaluga	Курган / Kurgan
Январь	18,3	19,4	34,7	8,8	14,1	18,7
Февраль	26,5	12,0	32,8	7,3	13,4	22,2
Март	20,3	22,2	32,5	9,2	16,0	23,9
Апрель	23,8	21,2	28,4	11,6	16,7	33,7
Май	24,8	22,0	40,0	13,5	13,3	24,0
Июнь	18,1	18,8	41,0	11,0	13,2	25,0
Июль	19,3	18,5	37,3	8,2	14,7	20,1
Август	20,9	17,6	36,9	9,8	12,3	20,8
Сентябрь	18,2	20,7	24,6	9,7	12,0	17,3
Октябрь	20,8	25,1	30,2	10,1	13,3	18,4
Ноябрь	19,2	15,9	35,1	11,9	11,8	18,8
Декабрь	18,3	19,4	34,7	8,8	14,4	18,7
Население на 2024 г.	333,2	341,6	296,7	321,8	329,7	302,4
Тренд, $b_t$	$-2,57 \cdot 10^{-6}$	$1,50 \cdot 10^{-4}$	$4,32 \cdot 10^{-4}$	$-2,52 \cdot 10^{-4}$	$-1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$
$Q_{\max}$ , л/с	161,6	120,9	142,0	117,7	87,6	147,0

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

Примечание / Note: \* — численность населения Архангельска снизилась до значения менее 300 тыс. чел. после 2022 г. / The population of Arkhangelsk decreased to less than 300 thousand people after 2022.

была обоснована норма  $Q_{\text{норм}} = 70$  л/с, которая используется в действующих документах<sup>18</sup> и, как видно, значительно превышает фактические показатели. Для своего времени такое значение  $Q_{\text{норм}}$  было оправданным с практической точки зрения. Однако в современных условиях несоответствие реальных и нормативных показателей  $Q$  и  $Q_{\text{норм}}$  оперативно определяется для каждого города с помощью информационных технологий. В перспективе вероятен переход на новую дифференцированную систему нормирования  $Q_{\text{тр}}$  на основе данных таблицы и существенного сниже-

ния затрат на противопожарное водоснабжение в населенных пунктах.

Вместе с тем следует помнить о существовании реальной угрозы крупных пожаров, когда фактическое значение  $Q$  будет кратно превышать  $Q_{\text{норм}}$ . Для Владимира и Читы один раз в интервале 10–12 лет возможен пожар, когда в Чите (как в 2014 г.) потребуются  $Q \approx 160$  л/с, а во Владимире, —  $Q \approx 120$  л/с. Следовательно, необходимо предусмотреть техническую возможность оперативного наращивания  $Q$  до максимальных значений.

Аналогичным образом были проведены расчеты по определению фактической повседневной потребности ПСГ в пожарной технике и штатной численности. Для наглядности эти сведения можно представить в виде диапазона показателей, отсортированных по возрастанию (рис. 14).

<sup>18</sup> СП 8.13130.2020 — свод правил «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности». URL: [https://acs-nnov.ru/assets/files/sp\\_8.13130.2020\\_sistemy\\_protivopozharnoj\\_zashhity\\_naruzhnoe\\_protivopozharnoe\\_vodosnabzhenie\\_trebovaniya...\\_tekst.pdf](https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_8.13130.2020_sistemy_protivopozharnoj_zashhity_naruzhnoe_protivopozharnoe_vodosnabzhenie_trebovaniya..._tekst.pdf)

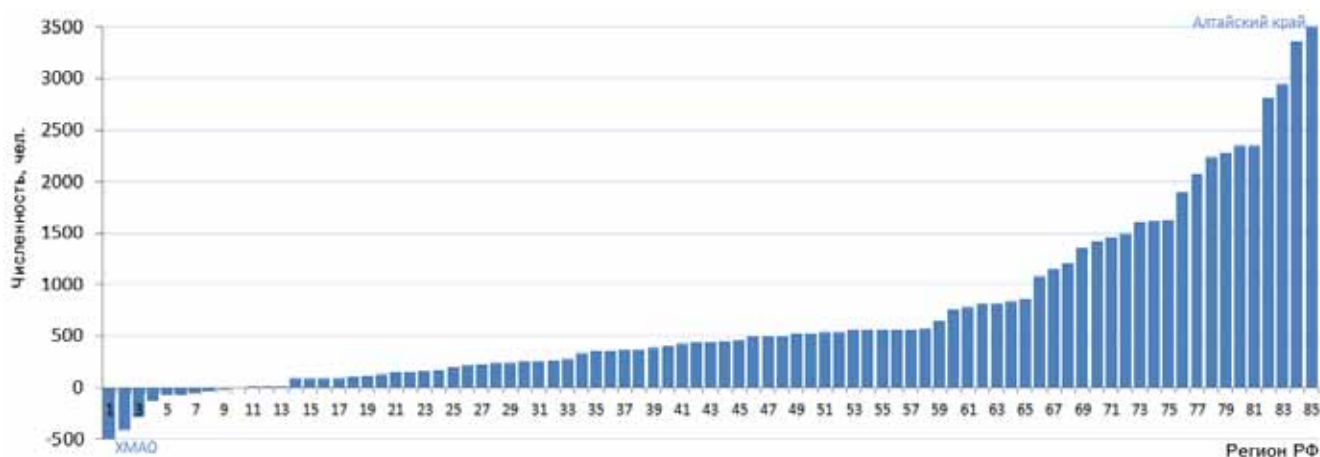


Рис. 14 / Fig. 14. Диапазоны изменения минимальной численности ПСП /  
Ranges of Changes in the Minimum Number of Fire Departments

Источник / Source: составлено автором / Compiled by the author.

Примечание / Note: а – минимум – в Ханты-Мансийском автономном округе, максимум – в Алтайском крае / The minimum is in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug, the maximum is in the Altai Territory; b – субъекты Российской Федерации согласно номерам / subjects of RF:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра / Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yuga | 43. Чукотский автономный округ / Chukotka Autonomous Okrug           |
| 2. Москва / Moscow   | 44. Иркутская область / Irkutsk Region                               |
| 3. Республика Татарстан (Татарстан) / Republic of Tatarstan (Tatarstan)            | 45. Республика Коми / Komi Republic                                  |
| 4. Ярославская область / Yaroslavl Oblast  | 46. Псковская область / Pskov Region                                 |
| 5. Республика Крым / Republic of Crimea  | 47. Амурская область / Amur Region                                   |
| 6. Липецкая область / Lipetsk Oblast   | 48. Томская область / Tomsk Region                                   |
| 7. Красноярский край / Krasnoyarsk Krai  | 49. Чеченская Республика / Chechen Republic                          |
| 8. Пензенская область / Penza Oblast   | 50. Курганская область / Kurgan Region                               |
| 9. Республика Ингушетия / Republic of Ingushetia                                   | 51. Ненецкий автономный округ / Nenets Autonomous Okrug              |
| 10. Ивановская область / Ivanovo Oblast  | 52. Республика Саха (Якутия) / Republic of Sakha (Yakutia)           |
| 11. Республика Хакасия / Republic of Khakassia                                     | 53. Свердловская область / Sverdlovsk Region                         |
| 12. Тверская область / Tver Oblast   | 54. Брянская область / Bryansk Region                                |
| 13. Владимирская область / Vladimir Oblast   | 55. Новгородская область / Novgorod Region                           |
| 14. Республика Северная Осетия – Алания / Republic of North Ossetia-Alania         | 56. Республика Дагестан / Republic of Dagestan                       |
| 15. Новосибирская область / Novosibirsk Oblast                                     | 57. Челябинская область / Chelyabinsk Region                         |
| 16. Костромская область / Kostroma Oblast  | 58. Воронежская область / Voronezh Region                            |
| 17. Республика Алтай / Altai Republic  | 59. Краснодарский край / Krasnodar Region                            |
| 18. Хабаровский край / Khabarovsk Krai   | 60. Орловская область / Oryol Region                                 |
| 19. Сахалинская область / Sakhalin Oblast  | 61. Карачаево-Черкесская Республика / Karachay-Cherkess Republic     |
| 20. Калининградская область / Kaliningrad Oblast                                   | 62. Саратовская область / Saratov Region                             |
| 21. Республика Карелия / Republic of Karelia                                       | 63. Калужская область / Kaluga Region                                |
| 22. Нижегородская область / Nizhny Novgorod Oblast                                 | 64. Забайкальский край / Transbaikalia Territory                     |
| 23. Камчатский край / Kamchatka Krai   | 65. Ленинградская область / Leningrad Region                         |
| 24. Ульяновская область / Ulyanovsk Oblast   | 66. Омская область / Omsk Region                                     |
| 25. Белгородская область / Belgorod Oblast   | 67. Ставропольский край / Stavropol Territory                        |
| 26. Ростовская область / Rostov Oblast   | 68. Кировская область / Kirov Region                                 |
| 27. Республика Мордовия / Republic of Mordovia                                     | 69. Удмуртская Республика / Udmurt Republic                          |
| 28. Смоленская область / Smolensk Oblast   | 70. Тамбовская область / Tambov Region                               |
| 29. Архангельская область / Arkhangelsk Region                                     | 71. Республика Башкортостан / Republic of Bashkortostan              |
| 30. Республика Бурятия / Republic of Buryatia                                      | 72. Мурманская область / Murmansk Region                             |
| 31. Курская область / Kursk Region   | 73. Астраханская область / Astrakhan Region                          |
| 32. Чувашская Республика – Чувашия / Chuvash Republic – Chuvashia                  | 74. Севастополь / Sevastopol   |
| 33. Оренбургская область / Orenburg Region   | 75. Республика Марий Эл / Mari El Republic                           |
| 34. Вологодская область / Vologda Region   | 76. Волгоградская область / Volgograd Region                         |
| 35. Республика Калмыкия / Republic of Kalmykia                                     | 77. Ямало-Ненецкий автономный округ / Yamalo-Nenets Autonomous Okrug |
| 36. Самарская область / Samara Region  | 78. Магаданская область / Magadan Region                             |
| 37. Кемеровская область – Кузбасс / Kemerovo Region – Kuzbass                      | 79. Пермский край / Perm Region                                      |
| 38. Приморский край / Primorsky Krai   | 80. Тюменская область / Tyumen Region                                |
| 39. Республика Тыва / Republic of Tyva   | 81. Кабардино-Балкарская Республика / Kabardino-Balkarian Republic   |
| 40. Санкт-Петербург / Saint Petersburg   | 82. Тульская область / Tula Oblast                                   |
| 41. Еврейская автономная область / Jewish Autonomous Region                        | 83. Московская область / Moscow Oblast                               |
| 42. Республика Адыгея (Адыгея) / Republic of Adygea (Adygea)                       | 84. Рязанская область / Ryazan Oblast                                |
|  | 85. Алтайский край / Altai Krai;                                     |

с – новые субъекты Российской Федерации в исследовании не рассматриваются по причине отсутствия объективных статистических данных / New subjects of the Russian Federation are not considered in the study due to the lack of objective statistical data.

Высота столбцов в диаграмме соответствует расчетному количеству бойцов–пожарных, необходимых для выполнения работ по обеспечению подачи расчетного значения  $Q$  в 85 регионах Российской Федерации. Наиболее высокая потребность в штатной численности — в Алтайском крае. В Ханты-Мансийском АО есть основания для ее снижения примерно на 500 чел. Но это касается только основных боевых подразделений, выполняющих задачи  $S_2$ . Численность руководящего состава подразделений, выполняющих задачи по профилактике пожаров, обеспечению и др., определяется по отдельной методике.

## ВЫВОДЫ

В настоящее время практически все пожары тушатся с использованием воды. На основании проведенного исследования получены следующие выводы:

- система оценки СОПБ и, в частности, деятельности оперативных пожарных подразделений по тушению пожаров ( $S_2$ ) основанная на величине сопутствующих материальных потерь, в современных условиях утратила свою актуальность. В предлагаемой модели в качестве базового принят показатель *расход воды на тушение пожара* ( $Q$ , л/с);
- применение исторически сложившегося подхода нормирования  $Q_{тр}$  для нужд пожаротушения в городах, основанного на численности населения и факторах, обобщенно характеризующих пожарную опасность городской застройки или промышленных предприятий, в нынешних условиях не

всегда оправдано. Как было показано в статье, во Владимире и Чите — городах с практически одинаковой численностью населения — обстановка с пожарами существенно различается;

- исследования показывают, что при существующем уровне научно-технического развития появилась практическая возможность более точно определять актуальное значение  $Q_{тр}$  для каждого города в разные периоды времени;

- эта величина  $Q_{тр}$  оказывается в несколько раз меньше установленной действующими нормами, что, на наш взгляд, открывает возможности для модернизации существующей системы противопожарного водоснабжения за счет технического и организационного перераспределения ресурсов водообеспечения;

- максимальное  $Q_{тр}$ , чаще всего возникающее при одновременных и крупных пожарах икратно превышающее нормативное значение, является ориентировочным показателем, до которого (в случае необходимости) нужно будет локально и на короткий промежуток повысить  $Q$ ; в остальное время его требуется поддерживать на расчетном уровне.

Таким образом, новая система организации деятельности оперативных пожарных подразделений по тушению пожаров, основанная на расчете показателя расхода воды, позволит обосновать необходимую численность ПСП и достаточный уровень ресурсного обеспечения. Использование системы соответствует тенденциям общественного развития, направленным на повышение экологичности и бережного отношения к воде.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Безбородько М., Алешков М. Развитие механизированных средств подачи воды на пожарах. *Пожаровзрывобезопасность*. 2003;12(3):65–69.
2. Jennings C.R. Socioeconomic characteristics and their relationship to fire incidence: A review of the literature. *Fire Technology*. 1999;35(1):7–34. DOI: 10.1023/A:1015330931387
3. Иванов Е.Н. Противопожарное водоснабжение. М.: Стройиздат; 1986. 316 с.
4. Абдурагимов И.М., Яворский Г.А. О возможности повышения огнетушащей эффективности воды путем совершенствования способов ее подачи в зону горения при тушении пожаров ТТМ. Сборник научных трудов. М: ВПТШ МВД СССР; 1978:75–81.
5. Абдурагимов И.М., Дьен К. Новые варианты формул для расчета нормативных удельных расходов воды и показателей эффективности и качества тушения ординарных пожаров ТТМ на малых площадях горения. Сборник научных трудов. М.: ВПТШ МВД СССР; 1983:95–105.
6. Родионов Е.Г. Решение комплекса задач организации пожаротушения в населенных пунктах. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: Академия ГПС МВД России; 2001. 26 с.
7. Подгрушный А., Григорьев А. Сценарный подход к тактике тушения пожаров. *Пожаровзрывобезопасность*. 2006;(6):72–77.
8. Маркс К.Г. Капитал. Т. 1. Пер. с нем. М: Госполитиздат; 1951–1952. 797 с.



9. Гаврилей В.М. Обоснование ресурсов пожарной охраны объектов народного хозяйства. Мат. VII Всесоюз. науч.-практ. конф. М.: ВНИИПО — ГУПО МВД СССР; 1981:8–11.
10. Панарин В.М. Применение ЭВМ для исследования процессов развития и тушения пожаров. М.: ВШ МООН СССР; 1967. 167 с.
11. Теребнёв А.В. Совершенствование нормирования боевых действий на основе проектирования трудовых процессов с использованием микроэлектронных нормативов. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: Академия ГПС МВД России; 2000. 23 с.
12. Брушлинский Н.Н., Соболев Н.Н. Математическая модель расчета радиуса выезда оперативных отделений пожарной охраны по вызовам. Пожарная техника и пожаротушение на объектах народного хозяйства. М.: ВИПТШ МВД СССР; 1986:58–66.
13. Тарасов-Агалаков Н.А. Практическая гидравлика в пожарном деле. М.: Минкомхоз РСФСР; 1959. 264 с.
14. Иванов Е.Н., Брушлинский Н.Н. О принципах нормирования числа одновременных пожаров при расчете систем противопожарного водоснабжения. Пожарная профилактика. М. 1975:61–67.
15. Абдурагимов И.М., Говоров Ю.В., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. М.: ВИПТШ МВД СССР; 1980. 256 с.
16. Geisser S. Predictive inference: An introduction. Boca Raton, FL: CRC Press; 1993. 269 p.
17. Миронов В. Роль государства в современной экономике. (Первая всемирная конференция по планологии «Плановая технология и плановые институты»). *Вопросы экономики*. 1992;(11).

## REFERENCES

1. Bezborod'ko M., Aleshkov M. Development of mechanized means of water supply to fires. *Pozharovzryvbezopasnost' = Fire and Explosion Safety*. 2003;12(3):65–69. (In Russ.).
2. Jennings C.R. Socioeconomic characteristics and their relationship to fire incidence: A review of the literature. *Fire Technology*. 1999;35(1):7–34. DOI: 10.1023/A:1015330931387
3. Ivanov E.N. Fire-fighting water supply. Moscow: Stroizdat; 1986. 316 p. (In Russ.).
4. Abduragimov I.M., Yavorskii G.A. On the possibility of increasing the fire-extinguishing efficiency of water by improving the methods of its supply to the combustion zone during extinguishing fires of flammable gases. Collection of Scientific Works. Moscow: Higher Engineering Fire-Technical School of the USSR Ministry of Internal Affairs; 1978:75–81. (In Russ.).
5. Abduragimov I.M., D'en K. New variants of formulas for calculating standard specific water consumption rates and indicators of the effectiveness and quality of extinguishing ordinary fires of flammable gases on small combustion areas. Collection of Scientific Works. Moscow: Higher Engineering Fire-Technical School of the USSR Ministry of Internal Affairs; 1983:95–105. (In Russ.).
6. Rodionov E. G. Solving a set of tasks for organizing fire extinguishing in populated areas. Cand. tech. sci. diss. Synopsis. Moscow: Academy of State Fire Service of the Ministry of Internal Affairs of Russia; 2001. 26 p. (In Russ.).
7. Podgrushnyi A, Grigor'ev A. Scenario-based approach to firefighting tactics. *Pozharovzryvbezopasnost' = Fire and Explosion Safety*. 2006;(6):72–77. (In Russ.).
8. Marx K. Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Band 1. Hamburg: Verlag von Otto Weissner; 1867. 784 p. (Russ. ed.: Marx K. Kapital. Vol. 1. Moscow: Gospolitizdat; 1951–1952. 797 p.).
9. Gavrilei VM. Substantiation of fire protection resources for national economy facilities. Proc. 7<sup>th</sup> All-Union sci.-pract. conf. Moscow: All-Union Research Institute of Fire Protection — Main Directorate of the Fire Service of the USSR Ministry of Internal Affairs; 1981:8–11. (In Russ.).
10. Panarin V.M. Application of computers for researching fire development and extinguishing processes. Moscow: Higher School of the Ministry of Public Order of the USSR; 1967. 167 p. (In Russ.).
11. Terebnev A. V. Improvement of combat operations rationing based on designing labor processes using microelectronic standards. Cand. tech. sci. diss. Synopsis. Moscow: Academy of State Fire Service of the Ministry of Internal Affairs of Russia; 2000. 23 p. (In Russ.).
12. Brushlinskii N.N., Sobolev NN. Mathematical model for calculating the response radius of operational fire department units to calls. In: Fire equipment and fire extinguishing at national economy facilities. Collection of Scientific Works. Moscow: Higher Engineering Fire-Technical School of the USSR Ministry of Internal Affairs; 1986:58–66. (In Russ.).

13. Tarasov-Agalakov N.A. Practical hydraulics in firefighting. Moscow: Ministry of Communal Services of the RSFSR; 1959. 264 p. (In Russ.).
14. Ivanov E.N., Brushlinskii N.N. On the principles of standardizing the number of simultaneous fires when calculating fire water supply systems. In: Fire Prevention. Moscow. 1975:61–67. (In Russ.).
15. Abduragimov I.M., Govorov Yu.V., Makarov V.E. Physico-chemical bases of fire development and extinguishing. Moscow: Moscow: Higher Engineering Fire-Technical School of the USSR Ministry of Internal Affairs; 1980. 256 p. (In Russ.).
16. Geisser S. Predictive inference: An introduction. Boca Raton, FL: CRC Press; 1993. 269 p.
17. Mironov V. The role of the state in the modern economy. First World Conference on Planology “Planned technology and planning institutes”. *Voprosy ekonomiki*. 1992;(11). (In Russ.).

## ИНФОРМАЦИЯ О АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR



**Константин Сергеевич Власов** — начальник отдела, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Российская Федерация

**Konstantin S. Vlasov** — Head of Department, VNIPO EMERCOM of Russia, Balashikha, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-2499-169X>

[vlasov-k@yandex.ru](mailto:vlasov-k@yandex.ru)

*Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

*Conflicts of Interest Statement: The author has no conflicts of interest to declare.*

*Статья поступила в редакцию 26.05.2025; после рецензирования 11.09.2025; принята к публикации 20.10.2025.*

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

*The article was submitted on 26.05.2025; revised on 11.09.2025 and accepted for publication on 20.10.2025.*

*The author read and approved the final version of the manuscript.*