

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. Управленческие науки = 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 постоянно го 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 сфере¹; 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)². 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»³. 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 империи⁴. 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.

² 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.

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

⁴ 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.

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

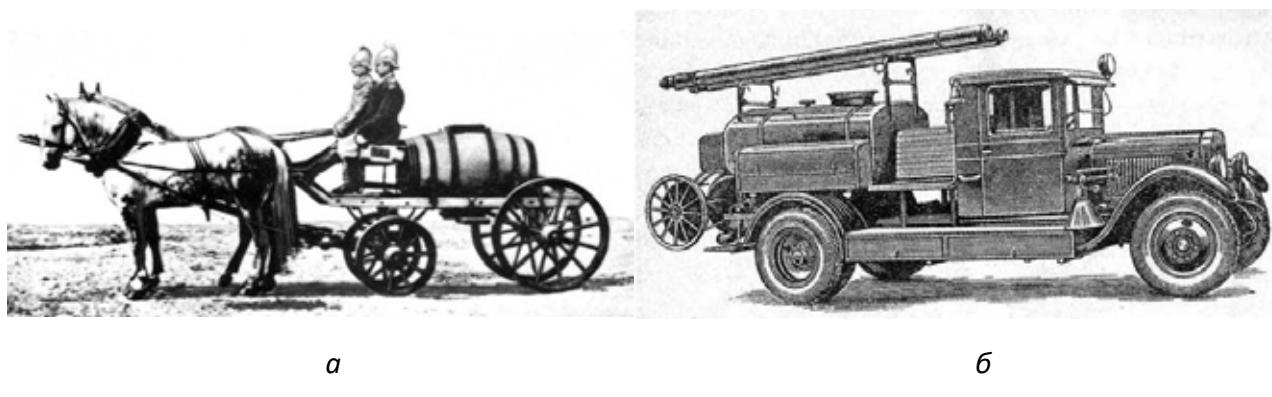


Рис. 1 / Fig. 1. Пожарный транспорт: а) конно-бочечный пожарный ход, XIX в.;
б) пожарная автоцистерна ПМЗ-2 образца 1935 г. / Fire Transport: a) Horse-drawn Fire Truck, XIX Century; b) Fire Tanker Truck PMZ-2 Model 1935

Источник / Source: Безбородько М., Аleshkov M. [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»⁵, 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 отменена⁶.

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_{tp}).

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-

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

⁶ 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 , $\text{л} \cdot \text{м}^{-2}$) на тушение твердых горючих материалов в жилых зданиях площадью не более 50 м^2 (1):

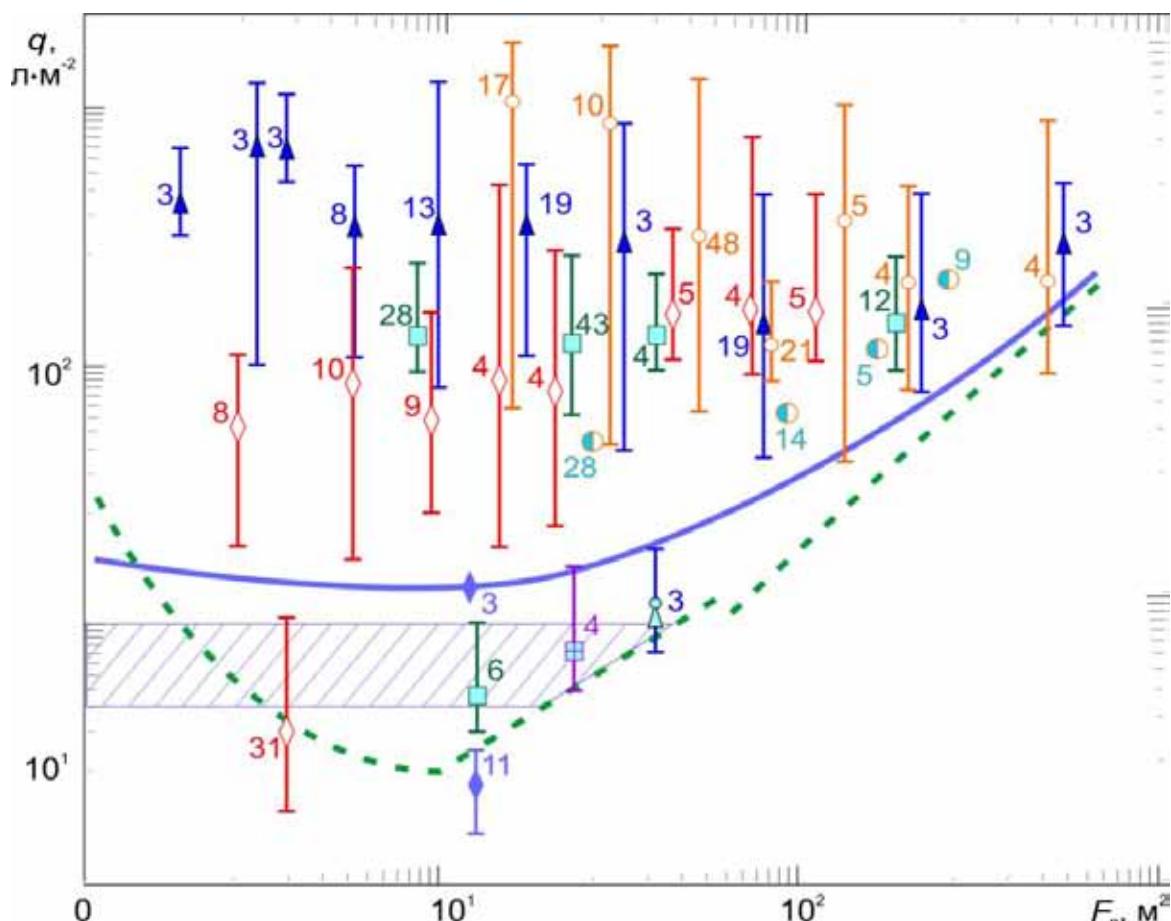
$$\lg(q) = 1,1 \cdot \lg(F_{\text{п}}) - 0,302, \quad (1)$$

где $F_{\text{п}}$ — площадь пожара, м^2 ; $\lg(q)$ — 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 $F_{\text{п}} < 50 \text{ м}^2, \text{л} \cdot \text{м}^{-2}$ / The Actual Unit Water Consumption for Extinguishing Fires in Residential Buildings at $F_{\text{п}} < 50 \text{ м}^2, \text{л} \cdot \text{м}^{-2}$

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

в международную систему единиц СИ⁷ 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)⁸:

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

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

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

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

Кратко большие 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 (ΣQ). 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 пожаре⁹ [9]; В.М. Панарин – моделированием деятельности пожарных подразделений на основе дифференциального исчисления [10]; А.В. Теребнев – 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 ΣQ . При этом предполагается, что уровень рабочей загруженности ПСП коррелирует с показателем Q .

Выбор ΣQ обусловлен следующими обстоятельствами:

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

⁷ В США в настоящее время используется Британская имперская система измерения единиц физических величин.

⁸ 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

⁹ 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.

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

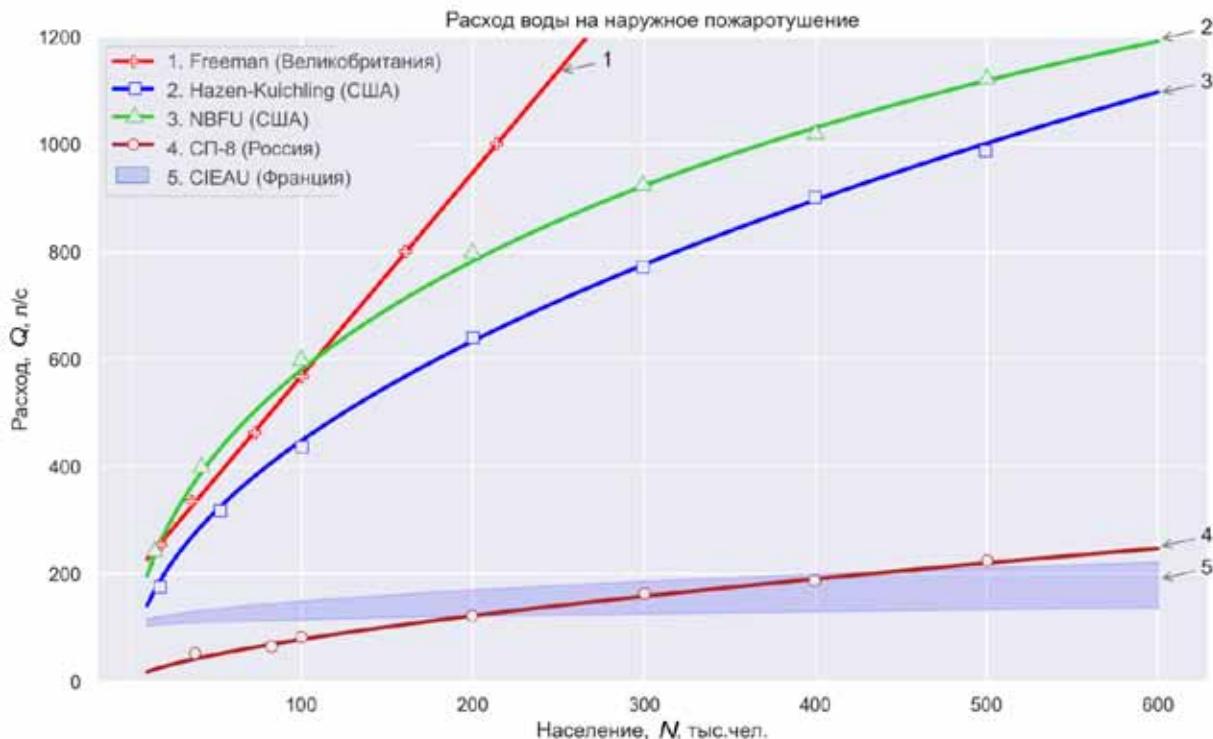


Рис. 3 / Fig. 3. Расход воды (Q , л/с) на наружное пожаротушение в зависимости от численности населения города / Water Consumption (Q , L/sec) for Extinguishing External Fire Depending on the City Population

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

стоверности определить ΣQ : показатели, характеризующие временные интервалы — τ_{a-r} , τ_{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_{ctb} , л/с), используемых ПСП¹¹ [13].

Рассмотрим эмпирическую зависимость (2):

$$Q = f(N_{ctbB} + N_{ctbA} + N_{lf} + N_{GPG}) \quad (2)$$

где N — количество стволов соответственно типа РС-50, РС-70, лафетного и пеногенераторов (соответственно), ед.; f — различные функции¹², применимые в зависимости от задачи.

Она позволяет, во-первых, определить ΣQ 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 (τ_{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

¹¹ 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.

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

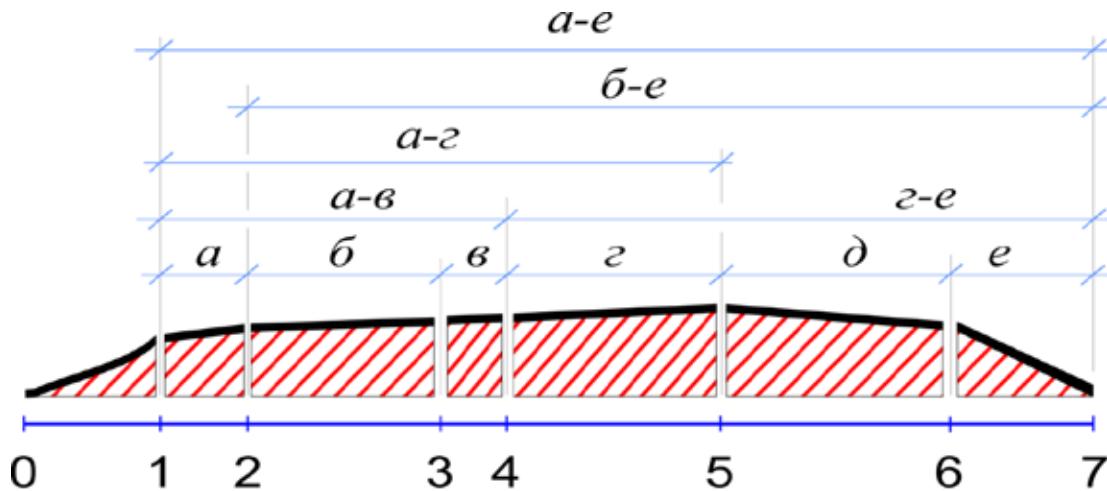


Рис. 4 / Fig. 4. Интервалы развития пожара/ Fire Development Intervals

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 теории 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»¹⁵; 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 $a_n = 7889760$ – 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 (Y_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-

¹⁵ Приказ МЧС России от 21.11.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий». URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2024-01-22/36a3b2a6333c2aaea759acb23a040ea.pdf>

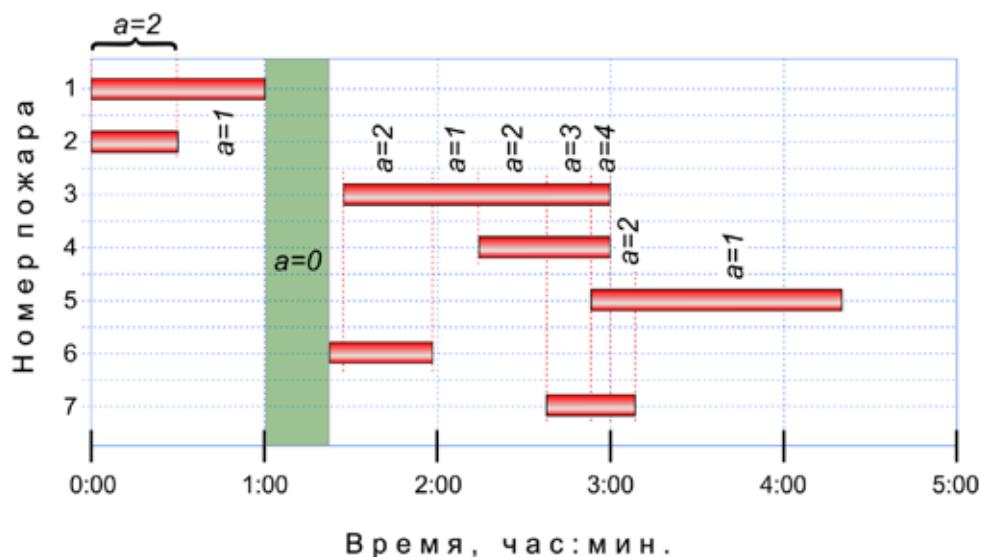


Рис. 5 / Fig. 5. Диаграмма Ганта / Gantt Chart

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 пожаров¹⁴.

АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ЗАНЯТОСТИ

По аналогии с расчетом Q можно построить диаграмму Ганта для x_t и определить суммарные показатели занятости (Σ) 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 Y_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):

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

где m, n – границы единичной вектор-строки; Y_r – 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_{tp} для обеспечения наружного тушения пожаров в населенных пунктах¹⁵. Например, для городов-миллионников оно рассчитывается

¹⁴ Там же. Приложение 1.

¹⁵ 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

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

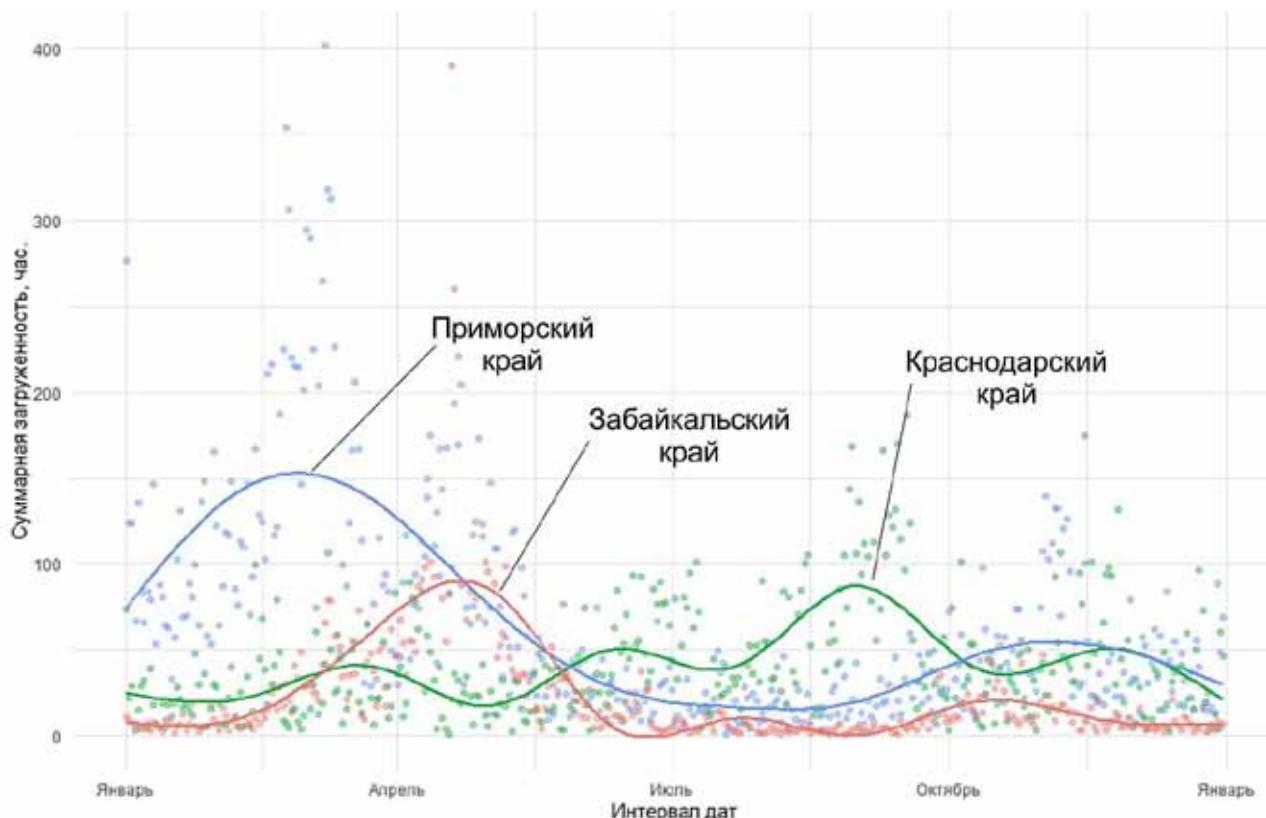


Рис. 7 / Fig. 7. Показатели суммарной суточной занятости пожарно-спасательных подразделений Забайкальского, Краснодарского и Приморского краев за 2020 г. / Indicators of the Total Daily Employment of Fire and Rescue Units in the Zabaikalsky, Krasnodar and Primorsky Krai (for the year of 2020)

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 ед¹⁶. Во Владимире в общей сложности за рассматриваемые

¹⁶ 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

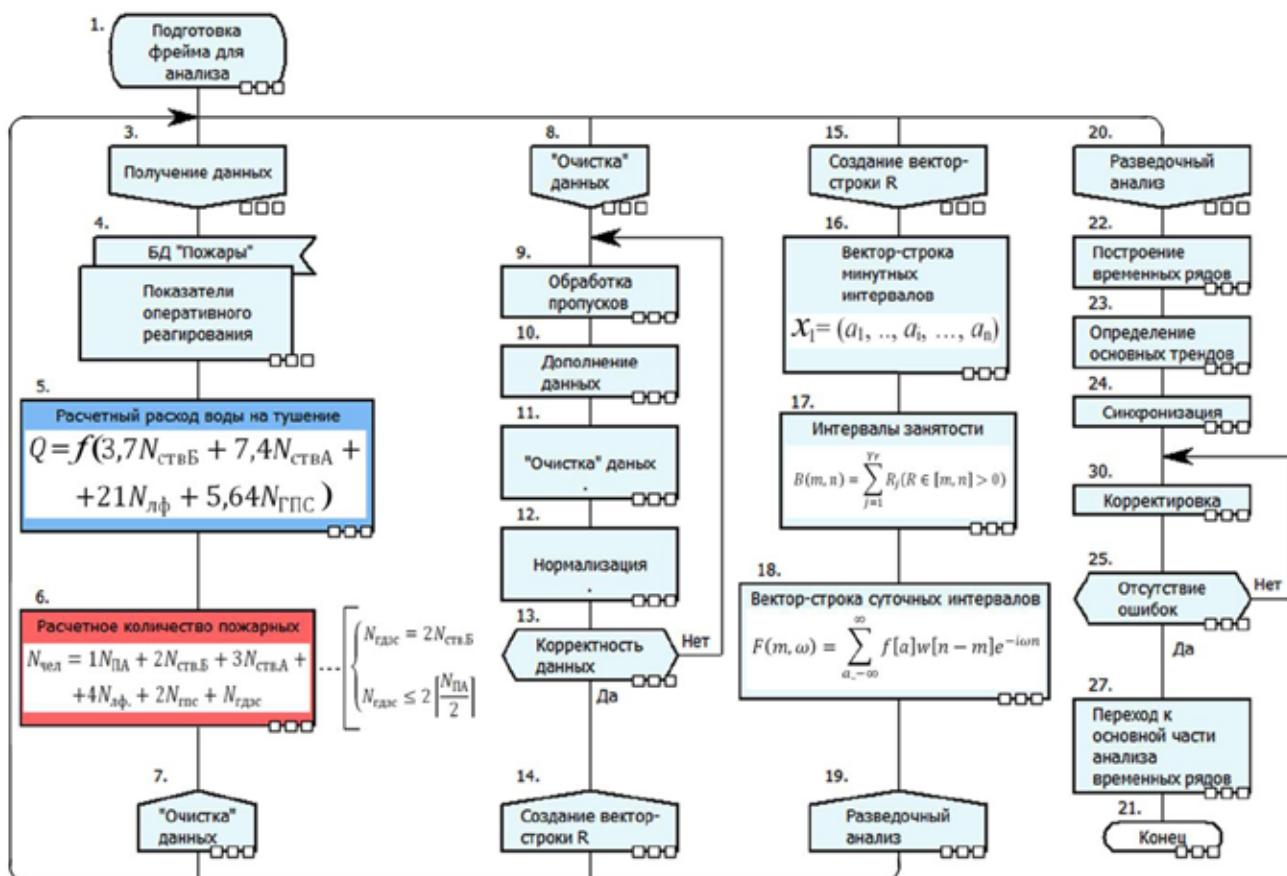


Рис. 8 / Fig. 8. Общий вид алгоритма подготовки данных для анализа временных рядов и создание модели для прогноза средствами Python / The General View of the Data Preparation Algorithm for Time Series Analysis Using Python Tools

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

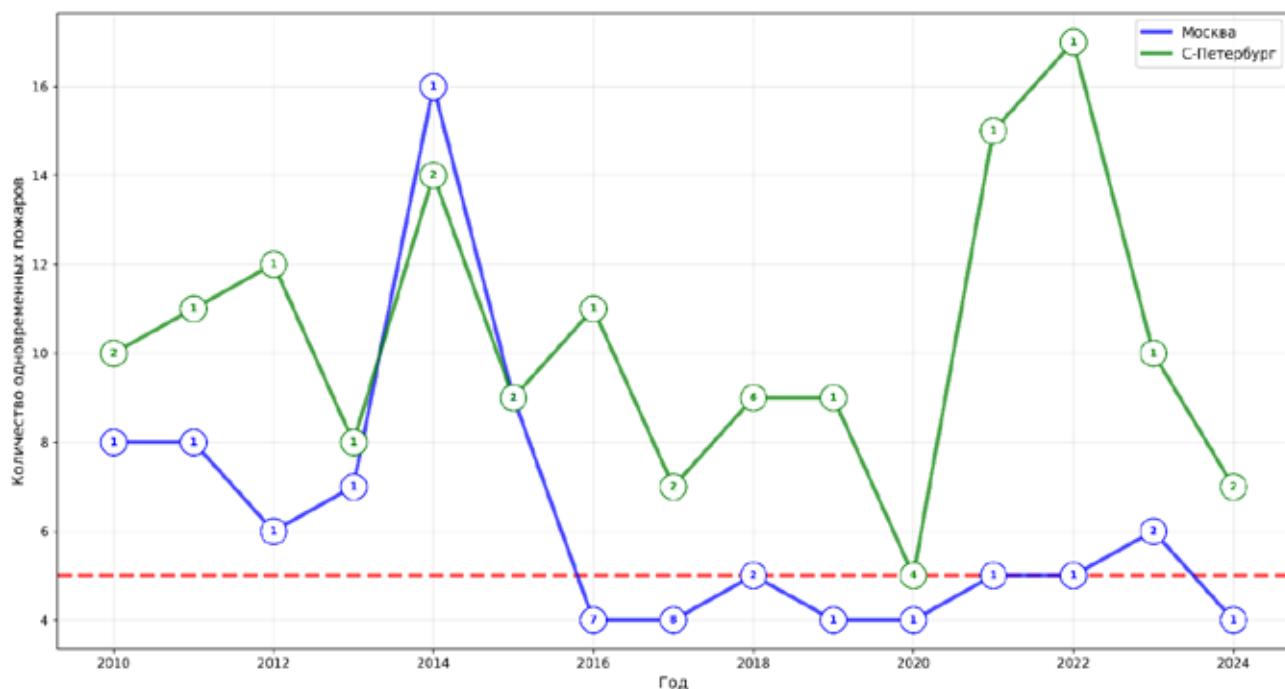


Рис. 9 / Fig. 9. Динамика количества максимальных показателей по одновременным пожарам в Москве и Санкт-Петербурге за 2010–2024 гг. / Dynamics of the Maximum Amount of Simultaneous Fires in Moscow and St. Petersburg in 2010–2024

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.

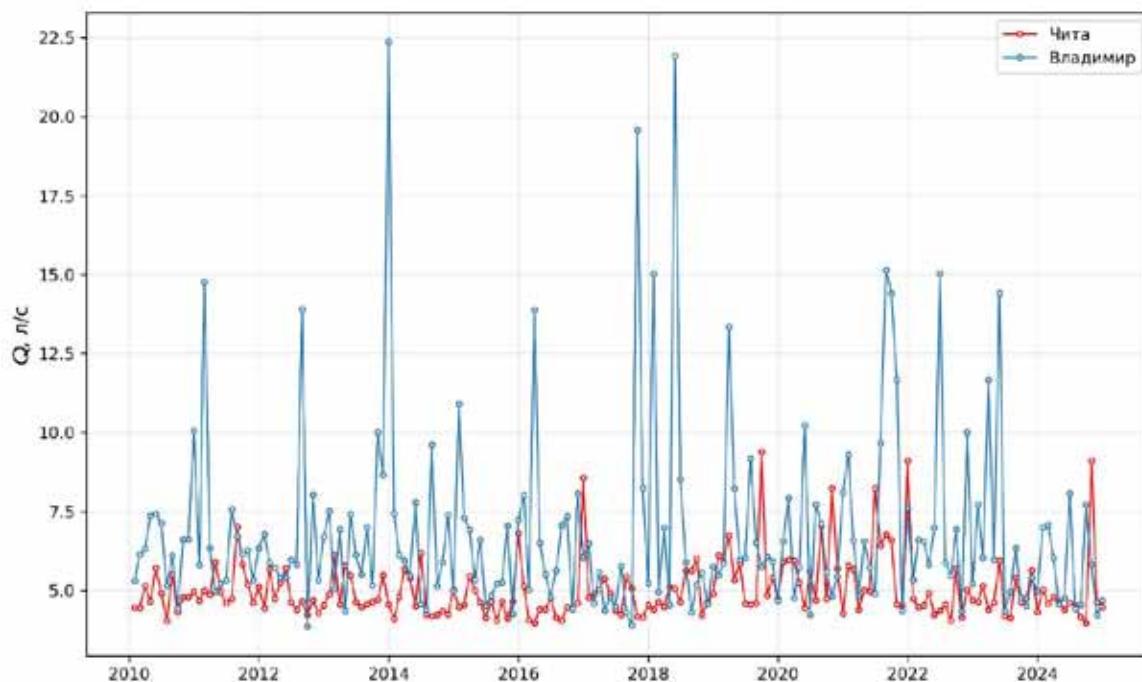


Рис. 10 / Fig. 10. Динамика средних показателей расхода воды на пожарах в городах Владимир и Чита по месяцам за 2010–2024 гг. / Dynamics of Average Water Consumption During Fires in the Cities of Vladimir and Chita by months for the Years of 2010–2024

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

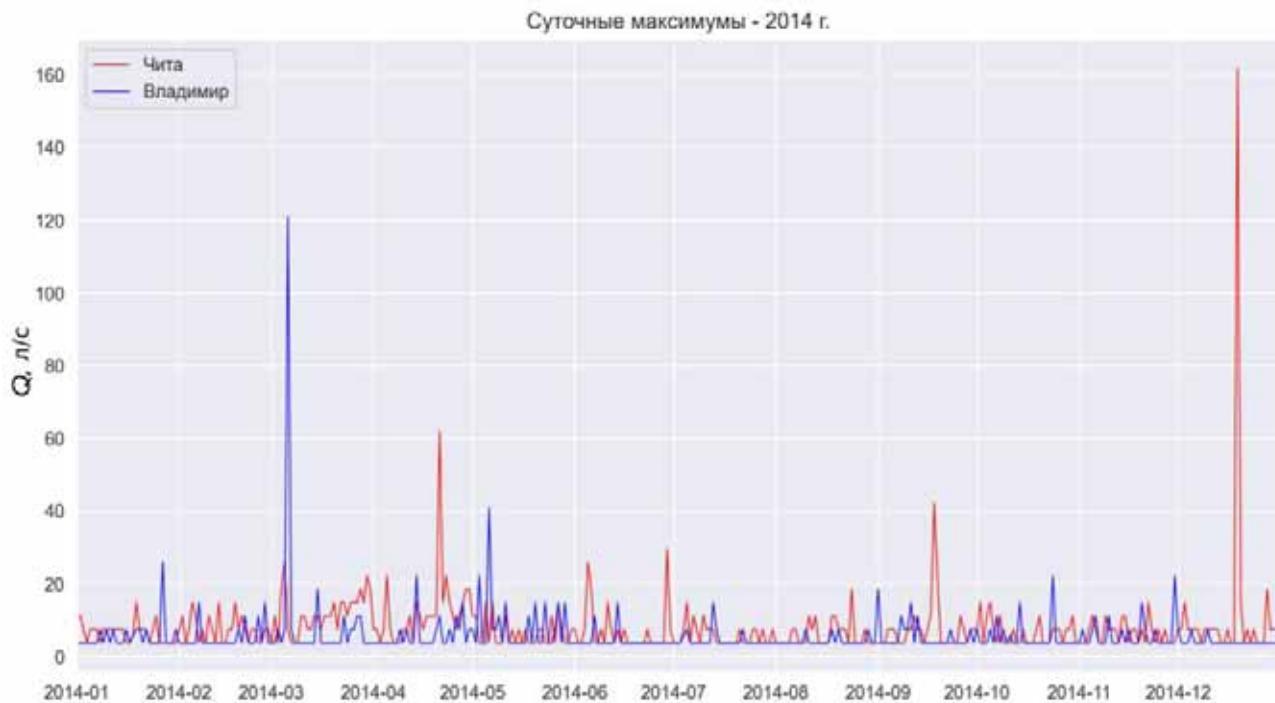


Рис. 11 / Fig. 11. Динамика максимальных показателей суточного расхода воды на пожарах в городах Владимир и Чита за 2014 г. / Dynamics of Maximum Indicators of Daily Water Consumption During Fires in the Cities of Vladimir and Chita in 2014

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

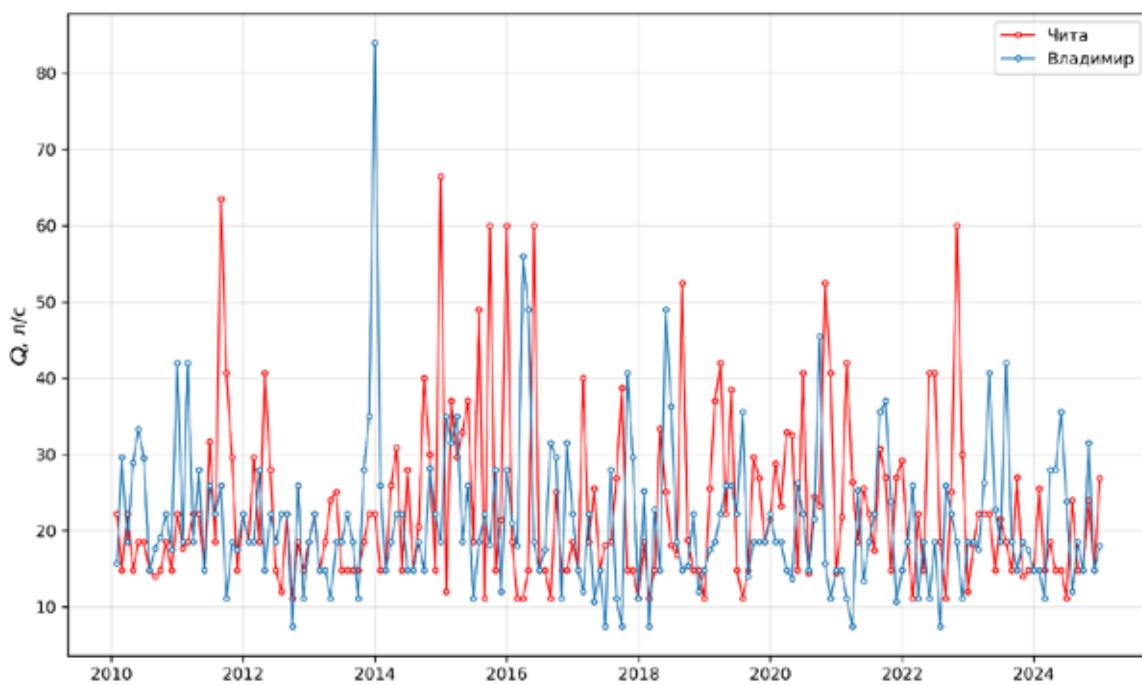


Рис. 12 / Fig. 12. Динамика максимальных показателей расхода воды по месяцам на пожарах в городах Владимир и Чита за 2010–2024 гг. / Dynamics of Maximum Water Consumption Indicators by Month for Fires in the Cities of Vladimir and Chita in 2010–2024

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 ПСГ имеет смысл воспринимать планирование как практическую деятельность по разработке стратегии развития гарнизона¹⁷ [13].

Выше (см. раздел «Показатель оценки выполненного объема работ на пожаре») было предложено принять показатель Q_{tp} для планирования деятельности ПСГ 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

¹⁷ 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; ε – 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.

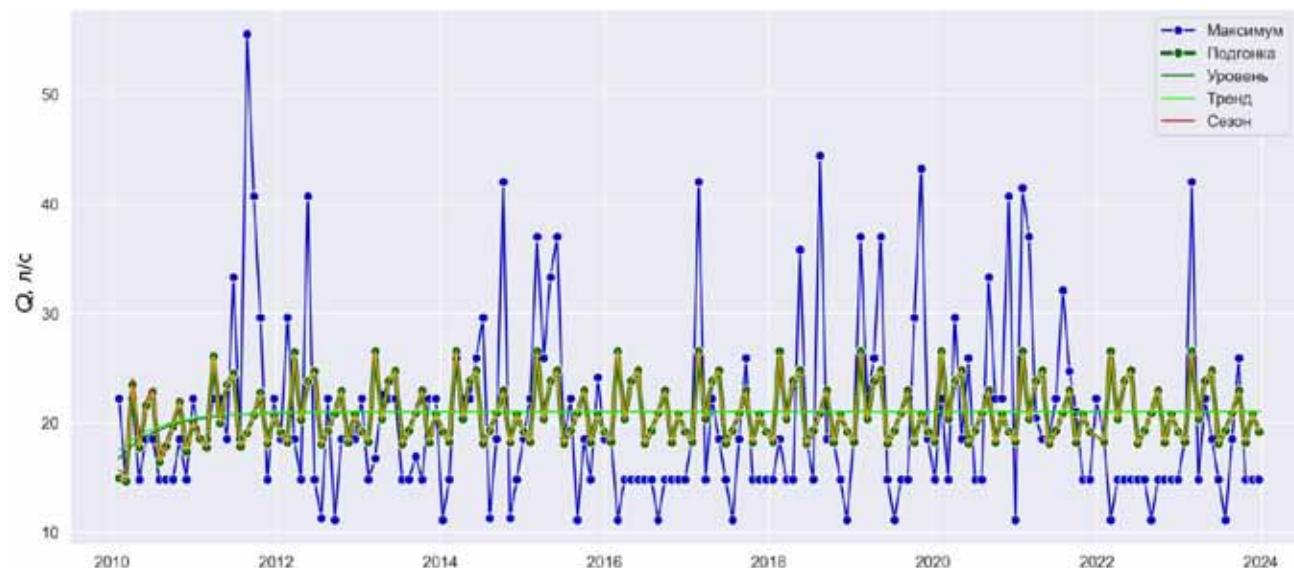


Рис. 13 / Fig. 13. Расчетные показатели расхода воды на пожаротушение в Чите / Calculated Indicators of Water Consumption for Fire Fighting in Chita

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

Таблица / Table

Рекомендуемые расчетные показатели расхода воды на пожаротушение (Q , л \cdot с $^{-1}$) по некоторым городам Российской Федерации с населением 300–400 тыс. чел. / Recommended Calculated Water Consumption Rates for Fire Extinguishing (Q , л \cdot с $^{-1}$) 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 документах¹⁸ 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.) потребуется $Q \approx 160$ 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).

¹⁸ 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

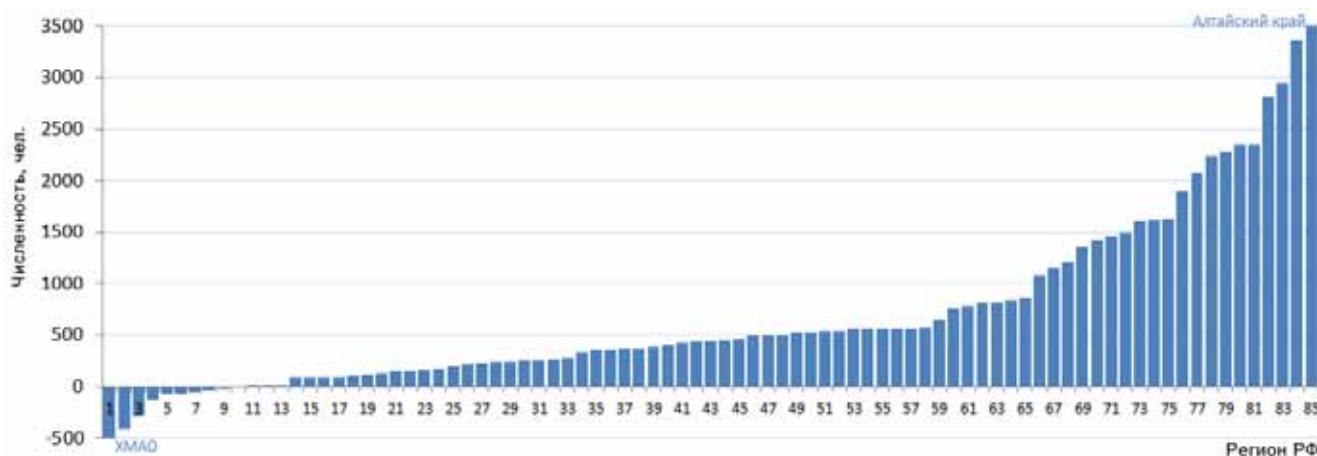


Рис. 14 / Fig. 14. Диапазоны изменения минимальной численности ПСП /
Ranges of Changes in the Minimum Number of Fire Departments

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

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

- эта величина Q_{tp} 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_{tp} , чаще всего возникающее при одновременных и крупных пожарах и кратно 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. *Пожаро-взрывобезопасность*. 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 ТГМ. Сборник научных трудов. М: ВИПТШ МВД СССР; 1978:75–81.
5. Абдурагимов И.М., Дъен К. Новые варианты формул для расчета нормативных удельных расходов воды и показателей эффективности и качества тушения ординарных пожаров ТГМ на малых площадях горения. Сборник научных трудов. М.: ВИПТШ 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. *Пожаро-взрывобезопасность*. 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 МООП 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. *Pozharovzryvobezopasnost' = 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. *Pozharovzryvobezopasnost' = 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. 7th 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., Gonorov Yu.V., Makarov V.E. Physico-chemical bases of fire development and extinguishing. 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, VNIIPo EMERCOM of Russia, Balashikha, Russian Federation

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

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.