

УДК 614.842(575.2)

DOI: 10.36979/1694-500X-2025-25-12-152-158

**АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЁТА ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА
ДЕЖУРНЫХ КАРАУЛОВ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ
И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

*М.Т. Пелех, Э.М. Мамбетов, В.Н. Шангин,
А.М. Мамбетов, У.Ч. Сариев*

Аннотация. Рассмотрены современные подходы к расчету численности личного состава дежурных караулов пожарной охраны на примере различных национальных систем: России, Кыргызстана, США, Германии и Японии. Проведён сравнительный анализ нормативных и практико-ориентированных моделей формирования штатной численности с учётом типа населённого пункта, структуры техники, уровня пожарного риска, системы сменности и участия добровольных формирований. На основе выявленных закономерностей предложена адаптированная модель расчета численности личного состава дежурных смен для условий Кыргызской Республики. Модель сочетает нормативный минимум боевого расчёта с территориальной и риск-ориентированной коррекцией численности, обеспечивая оптимальный баланс между ресурсной доступностью и оперативной эффективностью.

Ключевые слова: пожарная охрана; дежурный караул; численность смены; нормативы боевого расчета; добровольные пожарные; противопожарная безопасность; оптимизация ресурсов.

**ӨРТ КҮЗӨТ БӨЛҮКТӨРҮНҮН ЖЕКЕ КУРАМЫНЫН САНЫН ЭСЕПТӨӨ ҮЧҮН
АДАПТИВДУУ МОДЕЛЬ: ЭЛ АРАЛЫК ТАЖРЫЙБА
ЖАНА КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНА СУНУШТАР**

*М.Т. Пелех, Э.М. Мамбетов, В.Н. Шангин,
А.М. Мамбетов, У.Ч. Сариев*

Аннотация. Макалада өрттөн сактоо кызматтарынын нөөмөттө турган күзөтчүлөрдүн жеке курамынын санын аныктоонун заманбап ыкмалары Россия, Кыргызстан, АКШ, Германия жана Япония сыяктуу өлкөлөрдүн улуттук системаларынын мисалында каралган. Калктуу конуштун түрүн, техникалык жабдуулардын түзүмүн, өрт коркунучунун деңгээлин, нөөмөт алмашуу системасын жана ыктыярдуу кошуундардын катышуусун эске алуу менен штаттык санды түзүүнүн ченемдик жана практикалык багыттагы моделдерине салыштырмалуу талдоо жүргүзүлгөн. Аныкталган мыйзам ченемдүүлүктөрдүн негизинде Кыргыз Республикасынын шарттарына ылайыкташтырылган нөөмөттө турган өрт күзөтчүлөрүнүн санын эсептөө модели сунушталган. Бул модель өрт менен күрөшүүчү кызматкерлердин нормативдик минималдуу санын аймактык жана тобокелдикке негизделген түзөтүүлөр менен айкалыштырып, ресурстардын жеткиликтүүлүгү менен оперативдүү натыйжалуулуктун ортосундагы оптималдуу тең салмактуулукту камсыздайт.

Түйүндүү сөздөр: өрт күзөтү; нөөмөт күзөтү; нөөмөттүн саны; өрт менен күрөшүүчү кызматкерлердин ченемдери; ыктыярдуу өрт өчүрүүчүлөр; өрт коопсуздугу; ресурстарды оптималдаштыруу.

**ADAPTIVE MODEL FOR CALCULATING THE NUMBER
OF PERSONNEL ON DUTY IN FIRE GUARD UNITS: INTERNATIONAL EXPERIENCE
AND RECOMMENDATIONS FOR THE KYRGYZ REPUBLIC**

***M.T. Pelekh, E.M. Mambetov, V.N. Shangin,
A.M. Mambetov, U.Ch. Sariev***

Abstract. The article examines modern approaches to calculating the number of personnel on duty in fire departments, using various national systems as examples: Russia, Kyrgyzstan, the United States, Germany, and Japan. A comparative analysis of normative and practice-oriented models for determining staffing levels is conducted, taking into account the type of settlement, equipment structure, fire risk level, shift system, and participation of volunteer units. Based on the identified patterns, an adapted model for calculating the number of personnel on duty shifts for the conditions of the Kyrgyz Republic is proposed. The model combines the normative minimum of combat personnel with territorial and risk-oriented adjustments to the number of personnel, ensuring an optimal balance between resource availability and operational efficiency.

Keywords: fire service; duty guard; shift size; combat calculation standards; volunteer firefighters; fire safety; resource optimization.

Введение. Проблема оперативного реагирования на пожары и другие чрезвычайные ситуации в условиях современной урбанизации и технологической сложности требует высокоэффективной системы противопожарной защиты. Центральным элементом такой системы является рациональная организация дежурных караулов, обеспечивающих готовность к немедленному выезду, выполнению боевых задач, а также минимизацию человеческих и материальных потерь. Численность дежурной смены непосредственно влияет на время реагирования, боеспособность подразделения и безопасность самих пожарных, особенно в условиях крупномасштабных инцидентов, многоэтажной застройки, техногенных рисков и природных катастроф.

На сегодняшний день в разных странах мира используются разнообразные подходы к обоснованию численности караулов, которые отражают как организационные традиции и нормативные системы, так и уровни технико-технологической оснащенности. В Российской Федерации расчет личного состава регулируется Методикой МЧС РФ (Приказ № 700 от 15 октября 2021 года), которая устанавливает жесткие нормативы боевого расчета на каждый тип пожарной техники [1]. В то же время, действующая методика в Кыргызстане, как и в ряде других стран постсоветского пространства, ориентирована преимущественно на государственные подразделения и не учитывает в должной мере роль добровольных формирований в системе реагирования, что снижает потенциал вовлечения местных сообществ в противопожарную защиту [2].

Международный опыт демонстрирует альтернативные подходы. В США широко применяется стандарт NFPA 1710 (Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations by Career Fire Departments), регламентирующий минимальный состав дежурного экипажа на каждую единицу техники (минимум 4 человека), а также объем задействованных ресурсов в зависимости от категории пожара. Стандарты NFPA, в частности 1710 и 1720, в практике многих американских департаментов дополняются локальными нормативами, основанными на анализе демографической ситуации, плотности застройки, транспортной доступности и статистике инцидентов [3, 4].

В Германии штатная численность выездных подразделений регламентируется тактическими модами, закреплёнными в официальном документе *FwDV 3* (Feuerwehr-Dienstvorschrift 3). Согласно ему, базовой единицей является *Gruppe* – боевой расчет из 9 человек, включающий командира, водителя и три боевых звена. Такая структура обеспечивает выполнение всех ключевых задач при тушении пожара. Однако во многих профессиональных гарнизонах, особенно в условиях дефицита кадров, используется сокращённая форма – *Staffel*, включающая 6 человек. Это позволяет сохранить минимальную боеспособность при экономии ресурсов, особенно в городских условиях. Добровольные

формирования, наоборот, чаще всего продолжают использовать полную *Gruppe*, формируемую по мере прибытия личного состава по тревоге.

В Японии штат дежурных смен формируется по принципу двухсуточного цикла, обеспечивая равномерную нагрузку на персонал. Численность экипажа пожарной машины, как правило, составляет 5 человек. Японский подход включает также учет сейсмических рисков, что влияет на структуру и численность подразделений спасения.

Современные исследования подчеркивают необходимость учета физиологической и психологической нагрузки на пожарных. Например, симуляционные исследования указывают на высокую кардионагрузку при выполнении боевых задач, что требует не только достаточной численности смен, но и адекватного физического отбора персонала [5]. Кроме того, качество реагирования напрямую зависит от уровня подготовки и уверенности пожарных в собственных действиях, особенно в сельских районах с ограниченным доступом к квалифицированной помощи [6].

Среди наиболее инновационных подходов – применение геоинформационных систем и алгоритмов многофакторной оптимизации [7] для расчета дислокации пожарных частей и численности смен. Такие методы активно развиваются в Китае и Юго-Восточной Азии [4, 8], а также в Индонезии [3].

Важным направлением научных исследований является также разработка моделей безопасности и расчет оптимальных сценариев реагирования при лесных и интерфейсных пожарах – на стыке городской и природной среды [9]. Это особенно актуально для мегаполисов и пригородов, где плотность населения и сложность логистики увеличивают риск потерь.

Потребность в многоуровневом научном подходе к обоснованию численности личного состава дежурных караулов становится все более актуальной. Исследование базируется на необходимости разработки методики, объединяющей нормативные гарантии безопасности с гибкостью и адаптацией к локальным условиям, основанной на лучших международных практиках и научных данных.

Целью настоящего исследования является разработка адаптивной модели расчёта численности личного состава дежурных караулов, применимой к условиям Кыргызской Республики, с учётом международного опыта, локальных рисков и ресурсных ограничений.

Основные задачи исследования заключаются в: систематизации нормативных и практических подходов к формированию боевых расчётов; сравнительном анализе моделей, используемых в разных странах; выделении факторов, влияющих на организацию сменности и численность персонала; а также формализации параметризованной модели для расчёта дежурных смен с возможностью её адаптации к различным типам населённых пунктов и уровню пожарного риска.

Методы. Для проведения настоящего исследования был применён метод сравнительно-аналитического обзора, направленный на системное сопоставление организационно-нормативных подходов к формированию дежурных караулов в различных национальных противопожарных системах. В основу анализа легли официальные нормативные документы, регламентирующие штатную численность, боевой расчёт и порядок дежурства пожарных подразделений, а также научные публикации и отраслевые стандарты, раскрывающие практическую реализацию указанных положений.

В рамках проведённого исследования источниковой базой послужили тексты нормативно-правовых актов, регулирующих деятельность подразделений пожарной охраны, включая приказы, регламенты, технические стандарты и официальные методики. Также были проанализированы публикации и отчёты государственных учреждений, в том числе министерств чрезвычайных ситуаций, национальных и региональных противопожарных союзов и структур управления. Существенное внимание уделялось международным профессиональным стандартам, таким как нормативы Национальной ассоциации противопожарной защиты США и регламенты Немецкого пожарного союза. Дополнительно исследование опиралось на научные статьи и аналитические материалы, опубликованные в рецензируемых журналах и индексируемые в международных базах данных, включая Scopus и Web of Science.

Методологическая часть исследования включала применение контент-анализа нормативных и методических документов, что позволило систематизировать параметры штатной численности и состава

боевых расчетов, а также выявить организационные различия в подходах различных государств. Выполнен межстрановой сравнительный анализ типовых структур дежурных смен, охватывающий такие аспекты, как численность караулов, режимы сменности, наличие кадровых резервов и степень вовлеченности добровольных формирований. Кроме того, были интерпретированы статистические и эмпирические данные, касающиеся физической и функциональной нагрузки на персонал, а также логистических и ресурсных ограничений, влияющих на структуру и эффективность пожарной службы в разных странах.

Также в работе учтены результаты международных исследований, направленных на оптимизацию дислокации пожарных подразделений и расчёта необходимого штата с использованием геоинформационного анализа и математических моделей.

Выбор стран для анализа основывался на разнообразии институциональных моделей: были охвачены государства с централизованной системой (Россия, Кыргызстан), стандартизированной децентрализованной моделью (США, Германия), а также комбинированной системой с выраженной ориентацией на риск и катастрофоустойчивость (Япония).

Результаты. Анализ международной практики и нормативной базы позволил обобщить существующие подходы к определению численности личного состава дежурных караулов и сформировать предложения по разработке адаптированной модели для условий Кыргызской Республики (КР). Выявленные различия в подходах различных стран – от строго нормативного (Российская Федерация, РФ) до риск-ориентированного и гибкого (США, Германия, Япония) – подтвердили необходимость сочетания базовых расчетных нормативов с учётом локальных характеристик территорий и объектов защиты.

Предлагаемая модель формирования численности личного состава дежурных караулов для Кыргызстана основана на трёхуровневом подходе, включающем:

Во-первых, нормативный компонент, представляющий собой минимальные требования к составу боевого расчета на одну единицу техники. В качестве базового значения предлагается принять состав: один командир отделения, один водитель и три-четыре пожарных (всего 5–6 человек на автоцистерну), что соответствует как практике РФ, так и реальному потенциалу КР. Эти значения могут быть нормативно закреплены как минимальные гарантии боеспособности смены.

Во-вторых, территориальный и демографический модуль, учитывающий категорию населённого пункта. Для городов республиканского и областного значения (например, Бишкек, Ош) предлагается рассчитывать число отделений и смен на основе численности населения, плотности застройки и времени нормативного прибытия. В таких условиях должно использоваться не менее двух смен на постоянном дежурстве при наличии нескольких единиц техники. Для сельских населённых пунктов, где профессиональное дежурство нерентабельно, предлагается создание дежурно-выездной группы минимального состава (2–3 человека) с опорой на добровольные формирования.

В-третьих, фактор риска и инфраструктуры. При расчете численности необходимо учитывать наличие объектов с повышенной пожарной опасностью, удалённость от водоисточников, наличие гидрантов, качество подъездных путей, сезонные нагрузки (туризм, стихийные бедствия), а также фактическую статистику вызовов. Для территорий с высокой пожароопасностью (например, промышленные зоны, рынки, склады) численность дежурного караула должна быть увеличена вне зависимости от общей численности населения. В таких случаях возможно привлечение дополнительных подразделений или формирование оперативного резерва.

На основе совмещения этих трёх модулей может быть разработана матрица расчёта численности личного состава дежурных караулов, где входными переменными выступают: тип населённого пункта (город, посёлок, село), количество и тип техники, уровень пожарного риска, а также наличие добровольных ресурсов. Эта модель позволяет сохранить гибкость при планировании, обеспечивая при этом минимальные стандарты реагирования и безопасность самих пожарных.

Предложенный подход особенно актуален в условиях ограниченного бюджета и кадрового дефицита в пожарной охране Кыргызской Республики. Он позволяет установить гибкую, но обоснованную систему нормирования, которая учитывает территориальную неоднородность страны, возможности привлечения населения и международные практики. Реализация подобной модели может повысить оперативную готовность пожарной службы при сохранении экономической эффективности.

Обсуждение. Сравнительный анализ нормативных подходов к формированию дежурных караулов в разных странах позволил выявить общие тенденции и структурные различия в организации пожарной охраны. Как показали результаты, во многих государствах, включая Россию и Кыргызстан, до сих пор преобладает централизованный нормативный подход, при котором численность смены жёстко фиксируется в зависимости от количества техники и типа подразделения. Этот подход обеспечивает формальную унификацию и минимально допустимый уровень реагирования, однако он часто недостаточно гибок в учёте реальных территориальных условий, нагрузки на персонал и уровня пожарного риска.

Международная практика – прежде всего в США, Германии и Японии – демонстрирует более адаптивные модели. Здесь расчёты численности личного состава дежурных караулов часто базируются не только на типе техники, но и на совокупности факторов: плотности населения, статистике вызовов, времени прибытия, особенностях застройки и инфраструктуры. Кроме того, активно используются системы добровольной пожарной охраны и комбинированные департаменты, позволяющие варьировать численность смены в зависимости от времени суток и доступных ресурсов. В Германии, например, система *Staffel* была внедрена как компромисс между полноценным составом *Gruppe* и реальными кадровыми возможностями городов. В Японии при относительно компактных экипажах достигается высокая эффективность за счёт плотности выезда и высокого уровня междепартаментного взаимодействия.

Предлагаемая модель для Кыргызской Республики, разработанная на основе синтеза нормативных и гибко-адаптивных подходов, призвана учесть существующие реалии – ограниченный кадровый ресурс, высокую территориальную неоднородность, слабое развитие добровольного сектора и недостаточную мобильность некоторых гарнизонов. В отличие от единой формулы, модель предусматривает типизацию населённых пунктов, а также корректировку штатной численности смен с учётом пожарного риска, плотности вызовов и инфраструктурных ограничений. Такой подход позволяет обеспечить минимально необходимую боеспособность на всех уровнях, не увеличивая при этом чрезмерно бюджетную нагрузку.

Важно подчеркнуть, что внедрение подобной модели требует не только нормативного закрепления минимальных штатных единиц, но и институциональной поддержки. Прежде всего необходимо усилить подготовку и интеграцию добровольных пожарных дружин в сельских районах, что уже доказало свою эффективность в ряде стран. Также необходима цифровизация системы учёта нагрузки и реагирования, что позволит перейти к динамическому планированию смен на основе фактической статистики и прогнозной аналитики [10].

Выводы. Проведённый сравнительно-аналитический обзор международной и национальной практики расчёта численности личного состава дежурных караулов показал, что эффективность пожарной охраны напрямую зависит от способности адаптировать штатную структуру к реальным условиям: демографии, уровню риска, плотности застройки, а также доступности добровольных и профессиональных ресурсов. В странах с высокой урбанизацией и ресурсной обеспеченностью наблюдается тенденция к стандартизации минимального состава смены при гибком планировании общей численности на основе анализа оперативной нагрузки, в то время как в государствах с централизованной системой управления и ограниченными ресурсами, таких как Кыргызстан, сохраняется преобладание нормативного подхода без достаточного учёта территориальных различий.

На основе международного опыта предложена адаптированная модель расчета численности личного состава дежурных караулов для Кыргызской Республики, которая сочетает нормативные

минимумы с модульной системой поправок, учитывающей тип населённого пункта, уровень пожарного риска, наличие техники и возможность привлечения добровольцев. Разработанная схема позволяет формировать штатную численность смен с учётом оперативных и ресурсных ограничений, при этом сохраняя базовую боеспособность и гарантированный уровень реагирования.

Внедрение данной модели требует институциональной поддержки: нормативного закрепления минимальных численностей, создания условий для развития добровольной пожарной охраны, а также внедрения цифровых инструментов мониторинга нагрузки и реагирования [11]. Предложенный подход может быть использован как основа для дальнейших разработок в сфере оптимизации кадровой структуры пожарной охраны, в том числе при подготовке нормативных актов и стратегических программ развития системы пожарной безопасности Кыргызской Республики.

Перспективы дальнейших исследований включают разработку математических моделей прогнозирования оптимальной численности личного состава с использованием ГИС-технологий и методов многофакторной оценки риска. Особый интерес представляет интеграция пространственных данных (время прибытия, плотность вызовов, дорожная инфраструктура) с кадровыми и техническими ресурсами гарнизонов для построения динамически адаптируемой модели управления. Также актуальным направлением является оценка влияния добровольных формирований на устойчивость противопожарной службы в условиях ограниченных ресурсов и проработка сценариев межмуниципального взаимодействия. Эти исследования могут стать основой для цифровой трансформации планирования и стратегического управления в системе пожарной безопасности Кыргызской Республики и аналогичных государств.

Поступила: 30.10.2025; рецензирована: 14.11.2025; принята: 17.11.2025.

Литература

1. Poroshin A.A., Kondashov A.A., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Y. Method of determining the composition of forces and means of territorial fire protection units // *Technology of technosphere safety*. 2024. 105. Pp. 8–25. DOI:10.25257/TTS.2024.3.105.8–25. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74490532> (дата обращения: 14.04.2025).
2. Haski-Leventhal D., McLeigh, J.D. Firefighters volunteering beyond their duty: an essential asset in rural communities // *Journal of Rural and Community Development*. 2010.
3. Awad A.M.M., Wikantika K., Ali H., Abujayyab S.K.M., Hashempour J. Optimization of new fire department location using an improved GIS algorithm for firefighters travel time estimation // *International Journal of Emergency Services*. 2024. 13 (1). Pp. 80–97. DOI:10.1108/IJES-04-2023-0011/FULL/XML.
4. He Q., Xue L., Yang Y., Ding P., Liu M. Research on Chinese Fire Station Optimal Location Model Based on Fire Risk Statistics: Case Study in Shanghai // *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. Page 2052. 2024. 14 (5). Pp. 2052. DOI:10.3390/AP14052052. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/5/2052/htm> (дата обращения: 14.04.2025).
5. Phillips M., Payne W., Netto K., Cramer S., Nichols D., McConell G.K., Lord C., Aisbett B. Oxygen Uptake and Heart Rate during Simulated Wildfire Suppression Tasks Performed by Australian Rural Firefighters // *Occupational Medicine & Health Affairs*. 2015. 3 (3). Pp. 1–8. DOI:10.4172/2329-6879.1000198. URL: <https://www.omicsonline.org/open-access/oxygen-uptake-and-heart-rate-during-simulated-wildfire-suppression-tasksperformed-by-australian-rural-firefighters-2329-6879-1000198.php?aid=51824> (дата обращения: 14.04.2025).
6. Smith K., Bowman G., Anderson S.M. Bridging the Gap From Rural Trauma to Rural Healthcare: Fire Department Education Sessions // *South Dakota medicine: the journal of the South Dakota State Medical Association*. 2024.
7. He J., Guan X., Lu H., Yang J. Research on multi-objective hierarchical site selection coverage of fire station // *PLOS ONE*. 2024. 19 (12). Pp. e0309731. DOI:10.1371/JOURNAL.PONE.0309731. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0309731> (дата обращения: 14.04.2025).
8. Han B., Hu M., Zheng J., Tang T. Site Selection of Fire Stations in Large Cities Based on Actual Spatiotemporal Demands: A Case Study of Nanjing City // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2021. 10 (8).

- Рр. 542. DOI:10.3390/IJGI10080542. URL: <https://www.mdpi.com/2220-9964/10/8/542/htm> (дата обращения: 14.04.2025).
9. *Gill A.M.* Fire, Science and Society at the Urban-rural Interface // *Proceedings of the Royal Society of Queensland*. 2009. 115. Pp. 153–160. DOI:10.5962/P.357738.
 10. *Alrwais O., Alshutairi A.* Spatiotemporal Analysis and Mapping of Fire Incidents Using GIS Technology // *Journal of Engineering, Technology, and Applied Science (JETAS)*. 2024. 6 (2). Pp. 103–118. DOI:10.36079/LAMINTANG.JETAS-0602.683. URL: <https://lamintang.org/journal/index.php/jetas/article/view/683> (дата обращения: 14.04.2025).
 11. *Adetoro A.* Data Analytics and Machine Learning: Revolutionizing Fire Safety and Compliance for U.S. Fire Departments // *International Journal of Scientific and Management Research*. 2021. 04 (04). Pp. 151–167. DOI:10.37502/IJSMR.2021.4411.