

4. *Рожнов А.В.* Применение трансмедиа технологий обработки и представления данных медицинской информатики при реализации новых сервисов / Тезисы 19-й Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2021. – С. 149-151.

5. *Рожнов А.В.* Исследование потенциала управления траекторией полёта ЛА посредством системы, использующей сеть живых нейронов коры головного мозга / Тезисы 20-й Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2022. – С. 159-160.

6. *Andrey V. Lychev, Aleksei V. Rozhnov & Igor A. Lobanov.* An Investigation of Research Activities in Intelligent Data Processing Using Data Envelopment Analysis // Intelligent Systems Reference Library. – 2020. – Vol. 182, Computer Vision in Control Systems – 6: Advances in Practical Applications. – P. 127-140. DOI: 10.1007/978-3-030-39177-5\_10

7. *Aleksei V. Rozhnov, Andrey V. Lychev & Igor A. Lobanov.* Hybrid Optimization Modeling Framework for Research Activities in Intelligent Data Processing // Intelligent Systems Reference Library. – 2020. – Vol. 182, Computer Vision in Control Systems – 6: Advances in Practical Applications. – P. 141-152. DOI: 10.1007/978-3-030-39177-5\_11

---

DOI: 10.25728/iccss.2022.26.47.054

**Карпов С.Ю.**

**Прогнозирование оптимальной территории обслуживания с использованием геоинформационного моделирования**

**Аннотация:** В работе рассматриваются вопросы, связанные с прогнозированием территории обслуживания органов правопорядка, основной деятельностью которых является расследование пожаров. Предложен алгоритм определения оптимальных границ обслуживания методом геоинформационного моделирования. Описаны основные критерии и исходные данные при определении оптимальных территорий обслуживания. Предложено использование экспериментально-аналитического метода при сборе

исходных данных, а также внедрение компьютерных технологий при определении оптимальных территорий обслуживания.

**Ключевые слова:** оптимальные границы обслуживания, кадровое ресурсообеспечение, пожарная безопасность, расследование пожаров, дознаватель, пожар, геоинформационные технологии, геоинформационное моделирование

В результате пожара уничтожаются (утрачивают информационную составляющую) многие следы преступления, поэтому своевременное прибытие дознавателя (следователя) на место происшествия повышает вероятность обнаружения и фиксации криминалистически значимых следов, а также сбора оперативной информации на месте. Оперативность прибытия сотрудника на место происшествия, обеспечивает сбор необходимой и достоверной информации об обстоятельствах пожара «по горячим следам», что непосредственно влияет на раскрываемость, качество и сроки производства по делу. На оперативность прибытия сотрудника влияет множество факторов, но к наиболее значимым можно отнести удаленность потенциальных объектов пожара от места дислокации подразделения органа дознания (следствия), а также особенности транспортной инфраструктуры. В этой связи возникает вопрос о необходимости установления оптимального (нормативного) времени оперативного реагирования и определения эффективных территорий обслуживания. Решение разных функциональных задач в структурах органов правопорядка и уровня их реагирования, предусматривает разработку методов и подходов по определению кадрового ресурсообеспечения с учетом различных факторов и критериев. За счет разработки и внедрения новых подходов (методов), а также компьютерных технологий можно сформировать обоснованную структурно-штатную численность подразделения с учетом территориальных особенностей. Отражение информации на карте будет являться элементом поддержки принятия управленческого решения ЛПР при формировании оптимальных территорий обслуживания и увязывания между собой сформированных межрайонных подразделений в границах субъекта Российской Федерации. Решение данной задачи позволит повысить качество

расследования и добиться снижения количества пожаров и последствий от них.

Использование метода геоинформационного моделирования давно применяется при решении различных задач, однако в деятельности связанной с обеспечением пожарной безопасности он внедряется преимущественно для служб экстренного реагирования и при моделировании ситуаций ЧС. Примененные методы научного исследования, такие как: индукция, дедукция, анализ, эксперименты, анкетирование и опросы позволили проанализировать деятельность сотрудников и разработать модель определения оптимальных территорий обслуживания. Предложенная общая структура определения границ территорий обслуживания сотрудника органа дознания при расследовании пожаров (рисунок 1), является алгоритмом разрабатываемой компьютерной программы. Данный подход можно применять и на другие службы правопорядка, осуществляющих предварительное расследование преступлений.

В рамках исследования определяются условия и факторы, при которых будет достигнут оптимальный результат (таблица 1). В ходе сбора данных для определения оптимальных границ территории обслуживания, необходимо учитывать способность сотрудника выполнять существенную нагрузку без снижения качества работы (отработка определенного количества сообщений по пожарам с учетом их типологизации по сложности (затрат времени на их выполнение) и принимаемых процессуальных решений).



Рисунок 1– Общая структура определения оптимальных границ обслуживания методом геоинформационного моделирования

Таблица 1 – Критерии и факторы при определении оптимальных границ территорий обслуживания

Критерии, факторы, влияющие на оперативность прибытия к месту пожара	Условия при формировании исходных данных
<p>Время прибытия сотрудника на место пожара должно учитывать несколько условий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. оптимальным прибытием на место пожара должно быть время до убытия с места пожара пожарного подразделения. Поэтому максимальное время прибытия не должно превышать среднего времени обслуживания вызова пожарными подразделениями;</li> <li>2. на основании прогнозирования плотности распределения пожаров на обслуживаемой территории, допускается предусматривать максимальную удалённость потенциальных объектов пожара с учетом 10% погрешности. То есть, при определении оптимальной территории обслуживания учитывать 10% интервал, в который могут войти некоторые объекты (пожары), расположенные вне зоны оперативного реагирования, но находящиеся в административно-территориальной юрисдикции района (районов, города, муниципального образования и т.п.);</li> <li>3. в некоторых случаях, например в районах с небольшой плотностью населения и большими административными территориями (Дальний Восток, Сибирь и т.д.) границы обслуживания могут определяться с учетом 8-ми часового рабочего дня. При этом необходимо</li> </ol>	<p>При формировании исходных данных должны учитываться:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. прогнозные данные количества пожаров и загораний в год на определенной административной территории;</li> <li>2. достаточность материально-технической базы и транспорта (в большинстве случаев передвижение дознавателя к месту пожара происходит с использованием служебного или личного автотранспорта);</li> <li>3. прогнозные данные об интенсивности и плотности пожаров в обслуживаемом районе (районах)</li> </ol>

учитывать, что количество вызовов в удаленные локации не должны носить массовый характер, а в закреплении следов преступления на первоначальном этапе осмотра должны привлекаться сотрудники правоохранительных органов (например, участковые уполномоченные полиции с учетом иммерсивного телеприсутствия дознавателя)	
---	--

Определение оперативного времени прибытия на место происшествия - важный критерий в прогнозировании численности сотрудников и оптимальной территории обслуживания. Определение времени оперативного прибытия рассчитывается по формуле 1.

$$T_{\text{опер.приб.}} = T_{\text{обсл.пож.}} - T_{\text{сб.}} \quad (1)$$

где

$T_{\text{опер. приб.}}$  – время оперативного прибытия сотрудника территориального подразделения к месту пожара, в часах;

$T_{\text{обсл. пож}}$  – среднее время обслуживания пожара в зоне ответственности территориального подразделения, в часах. Прогнозируется на основании статистических данных за последние 3-5 лет.

$T_{\text{сб.}}$  - среднее время на сборы и подготовительные мероприятия перед началом движения на автомобиле к месту пожара составляет: для больших городов – до 5 минут (при условии круглосуточного дежурства в подразделении), для сельской местности и небольших городов – до 15 минут.

Учитывая среднее значение времени оперативного прибытия ( $T_{\text{опер. приб}}$ ) на обслуживаемой территории с использованием навигационных программ (Яндекс навигатор и т.п.), можно спрогнозировать максимальное удаление сотрудника на служебном автомобиле по дорогам общего пользования. На рисунке 2 представлены результаты исследования, характеризующие возможную зону (территорию) обслуживания с учетом времени

оперативного прибытия с элементами геоинформационной статистики (отображением плотности и удаленности термоточек). В некоторых случаях, где административные территории имеют большую площадь, например регионы севера, необходимо учитывать поправочные коэффициенты. Определение поправочного коэффициента  $k_T$ , характеризующего удаленность объектов пожара (при условии, что время прибытия к месту пожара более среднестатистических значений, полученных на основании экспериментально-аналитического подхода) производится по формуле 2.

Поправочный коэффициент ( $k_T$ ) определяется для каждого межрайонного подразделения индивидуально, с учетом среднестатистического времени прибытия на место пожара ( $t_{v.cр}$ ) (например, в городах Самара, Тольятти – городские отделы не более 33 минут (0,55 часа) и в сельской местности (межрайонные отделы) не более 36 минут (0,6 часа)). При определении поправочного коэффициента ( $k_T$ ) должно соблюдаться условие  $t_L \leq t_{L.max}$ .

$$k_T = 1 + \frac{2(t_L + T_{сб} - t_{v.cр})}{t_{Lmax}} \quad (2)$$

где

$t_L$  – время в пути до прогнозируемых наиболее удаленных объектов пожара, в часах;

$T_{сб}$  – среднее время на сбор и подготовительные мероприятия перед началом движения на автомобиле к месту пожара, в часах;

$t_{L.max}$  – максимально допустимое время в пути до объекта пожара (не более 8 часов, с учетом 8-часового рабочего дня), в часах;

$t_{v.cр}$  – среднее время прибытия сотрудника на место вызова (пожара), в часах.

При прогнозировании затрат времени прибытия до объекта пожара ( $t_L$ ) на подконтрольной территории, можно выделить несколько вариантов. Вариант № 1: когда границы территории обслуживания не привязаны к оперативному времени прибытия на место пожара ( $T_{опер. приб.}$ ). Вариант №2: когда времени оперативного реагирования достаточно, чтобы успеть доехать от места дислокации подразделения до любой удаленной локации территории обслуживания, где может произойти пожар. Поэтому, при

определении времени могут быть условия, что  $t_L \geq T_{\text{обсл. пож.}}$  (на основе анализа плотности распределения пожаров на обслуживаемой территории (с применением геоинформационной технологий рисунка 2), а также статистических данных наиболее удаленных объектов пожара за последние 3-5 лет) или с учетом того, что  $t_L \leq T_{\text{обсл. пож}}$  (при условии формирования границ обслуживания территории с учетом оперативного времени прибытия к месту пожара  $T_{\text{опер. приб.}}$ ).

$$t_{Lmax} = \frac{8 - T_{\text{рп}}}{2} \quad (3)$$

$$T_{\text{рп}} = T_{\text{осм}} + T_{\text{опр}} \quad (4)$$

где

$T_{\text{рп}}$  – прогнозируемое (минимально необходимое и достаточное) время для производства процессуальных действий по осмотру места пожара и опросу очевидцев, в часах;

$T_{\text{осм}}$  – прогнозируемое время осмотра места пожара, в часах;

$T_{\text{опр}}$  – прогнозируемое время опроса очевидцев, в часах.

$$T_{\text{осм}} = M_1 \times W^\alpha \times E^\gamma \quad (5)$$

где

$M_1$  – общая факторная производительность (среднестатистическое экспертное время, затраченное дознавателем на осмотр места пожара), в часах;

$\alpha$  – коэффициент эластичности, учитывающий функциональное назначение объекта пожара;

$W$  – фактор, учитывающий размерность объекта пожара по площади;

$\gamma$  – коэффициент эластичности, учитывающий уровень и профиль образования;

$E$  – фактор, учитывающий стаж работы в должности.

$$T_{\text{опр}} = M_2 \times E^\gamma \times N^\beta \quad (6)$$

где



$M_2$  – общая факторная производительность (среднестатистическое экспертное время, затраченное дознавателем на опрос очевидцев), в часах;

$\gamma$  – коэффициент эластичности, учитывающий уровень и профиль образования;

$E$  – фактор, учитывающий стаж работы в должности;

$\beta$  – коэффициент эластичности, учитывающий возраст опрашиваемых;

$N$  – коэффициент, учитывающий количество опрашиваемых ( $N=4$  при опросе не более 3-4 человек).

Исходя из множества факторов неопределенности при расследовании пожаров, целесообразно при определении границ территории обслуживания учитывать допустимую погрешность в 10 %. Использование геоинформационных технологий является важным инструментом в управлении структуры и штата органов оперативного реагирования, что позволяет сделать следующие выводы (на примере органа дознания МЧС России):

1. Определение оптимальных границ обслуживания при расследовании пожаров повысит качество и оперативность работы дознавателя.

2. Внедрение в деятельность органов правопорядка (на примере органа дознания МЧС России) программных продуктов, определяющих оптимальные границы межрайонных отделов (отделений) позволит сформировать эффективную структурно-штатную численность.

3. Пространственно-временная визуализация необходимых в деятельности дознавателя данных на обслуживаемой территории, позволяет оптимально решать вопросы компоновки межрайонных отделов органа дознания МЧС России и их увязке в границах субъекта Российской Федерации.

4. Применение геоинформационных технологий в определении оптимальных границ территории обслуживания при расследовании пожара, может являться инструментом в поддержке принятия управленческих решений не только для определения кадрового ресурсообеспечения, но и в других целях, например, при разработке мероприятий профилактического характера.

Литература:

1. *Тесленок К.С., Тесленок С.А.* Цифровое моделирование рельефа в предотвращении и ликвидации некоторых чрезвычайных ситуаций природного характера / Материалы второй Всероссийской научно-практической конференции «Картография и геодезия в современном мире». – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2014. – С. 155-161.

2. *Ромашевская Я.А.* Экологический аудит, моделирование и прогнозирование экологической обстановки, принятие решений в сфере управления охраной окружающей среды посредством создания геоинформационного интернет-портала на основе интересубъективной теории / XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 5666-5674.

3. *Матюшин А.В., Порошин А.А., Матюшин Ю.А., Бобринев Е.В., Кондашов А.А.* Проектирование размещения подразделений пожарной охраны в населенных пунктах с использованием геоинформационных технологий // *Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza*. – 2013. – Т. 31. № 3. – С. 81-86.

4. *Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Алехин Е.М., Коломиец Ю.И., Вагнер П.* Опыт применения компьютерных имитационных систем моделирования деятельности экстренных служб // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2016. – №8. – С.6-16.

5. *Карпов С.Ю.* Нормирование времени прибытия сотрудников Федерального Государственного пожарного надзора на место пожара // *Техносферная безопасность*. – 2020. – №4 (29). – С. 73-81.

6. *Карпов С.Ю., Прус Ю.В.* Модель прогнозирования продолжительности сбора первоначальной информации на месте пожара функцией Кобба-Дугласа // *Технологии техносферной безопасности*. – 2020. – №1(87) – С. 93-106.

7. *Соколов С.В.* Методологические основы разработки и использования компьютерных имитационных систем для исследования деятельности и проектирования аварийно-спасательных служб в городах: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М., 1999. – 299 с.