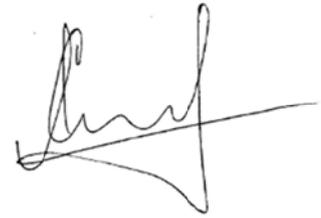


*На правах рукописи*



СОРОКИН ЛЕОНИД АНДРЕЕВИЧ

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬЮ В МЕСТАХ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ**

Специальность: 05.13.10 –  
Управление в социальных и экономических системах  
(технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 2017

Работа выполнена на кафедре информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (Академия ГПС МЧС России).

Научный руководитель: **Бутузов Станислав Юрьевич**,  
Заслуженный работник высшей школы РФ,  
доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Академии ГПС МЧС России

Официальные оппоненты: **Сидорин Виктор Викторович**,  
доктор технических наук, профессор,  
руководитель Учебного центра АНО «ИнИС ВВТ»

**Климов Александр Валентинович**,  
кандидат технических наук,  
начальник отдела развития объектовых систем охраны  
ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»

Защита диссертации состоится 22 ноября 2017 г. в 14.00 ч. на заседании диссертационного совета Д 205.002.01 при Академии Государственной противопожарной службы МЧС России по адресу: 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4, зал Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Академии Государственной противопожарной службы МЧС России и на сайте <http://academygps.ru/upload/iblock/86f/86f43bc640fedc9d220a1b78c964f8d2.pdf>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Отзыв на автореферат с заверенной подписью и печатью просим направить в Академию Государственной противопожарной службы МЧС России по указанному адресу.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Заслуженный работник высшей школы РФ,  
доктор технических наук, доцент



С.Ю. Бутузов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Неотъемлемой составляющей национальной безопасности является общественная безопасность, которая во многом определяет как внутреннюю социально-экономическую стабильность страны, так и престиж государства на международной арене. Одним из критериев оценки общественной безопасности является уровень защищенности людей в местах массового пребывания от внутренних угроз, а также последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф.

Неуклонно увеличивается количество мероприятий с массовым пребыванием российских и иностранных граждан. Особого внимания по обеспечению безопасности требуют спортивные и культурные мероприятия международного уровня. Кроме того, в Российской Федерации активно растет количество мест массового пребывания людей. Ежегодно возводится свыше 13 тыс. объектов общественного назначения. Однако, в то же время, количество зарегистрированных преступлений по ряду показателей в 2016 г. по сравнению с 2012 г. увеличилось более чем в 3 раза, при этом, согласно отчетам ФГБУ ВНИИПО МЧС России и Института экономики и мира, экономический ущерб от одного пожара на объектах общественного назначения в среднем составляет 620 тыс. руб., а от одного деструктивного события, которое сопровождается взрывом – свыше 237 млн. руб.

Следовательно, с одной стороны, в России активно развивается социально-культурная сфера, с другой – несмотря на активное развитие систем безопасности, нельзя говорить о достаточной защищенности людей в местах их массового пребывания. Более того, современный мир столкнулся с террористическими угрозами нового типа, для реализации которых используются устройства техногенного характера.

В результате анализа определено, что повышение уровня защищенности людей возможно путем информационно-аналитической поддержки организации мероприятий по противодействию деструктивным воздействиям за счет прогнозирования вариантов развития во времени и пространстве мест массового пребывания людей. В ходе дальнейшего анализа выявлено, что для поддержки органа управления целесообразно использование методов и подходов на основе информационных технологий идентификации нарушителей и событий деструктивного характера по изображению. Однако существующие решения обладают существенными ограничениями в данной области.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена имеющимся противоречием между потребностью в совершенствовании управления

безопасностью в местах массового пребывания людей и сложившимся состоянием научно-обоснованных представлений, не обеспечивающих на практике достаточную защищенность населения. Данное противоречие обуславливает необходимость формирования модели и разработки системы и алгоритма информационно-аналитической поддержки управления безопасностью с учетом особенностей современных мест массового пребывания людей.

**Степень разработанности темы исследования.** Решением задач управления безопасностью занималось значительное количество ученых. Существенных результатов в данной области достигли Топольский Н.Г., Брушлинский Н.Н., Новиков Д.А., Пранов Б.М., Таранцев А.А., Минаев В.А., Тропченко А.Ю., Членов А.Н., Cho H., Moon S., Jain L., Jung W., Pan J., Roberts R. и ряд других ученых. Вместе с тем, управление безопасностью людей в местах массового пребывания имеет ряд особенностей, требующих дополнительного исследования, заключающихся в возможности повышения эффективности управления сотрудниками службы безопасности на основе прогнозирования поведения потенциальных нарушителей.

**Научная гипотеза** предполагает возможность повышения защищенности людей в местах массового пребывания за счет моделирования управления безопасностью и разработки алгоритма и системы информационно-аналитической поддержки управления.

**Объект исследования** – безопасность в местах массового пребывания людей.

**Предмет исследования** – информационно-аналитическая поддержка управления безопасностью в местах массового пребывания людей.

**Цель исследования** – формирование модели и разработка алгоритма информационно-аналитической поддержки для совершенствования управления безопасностью в местах массового пребывания людей.

**Границы исследования.** В диссертационной работе исследуются особенности управления безопасностью в оборудованных информационной системой идентификации по изображению местах массового пребывания людей при несанкционированном проникновении нарушителей.

Достижение поставленной цели требует решения следующих **научных задач**:

– анализ особенностей управления безопасностью в местах массового пребывания людей;

– формирование модели и разработка алгоритма поддержки управления безопасностью в местах массового пребывания людей, учитывающих особенности реагирования сотрудников, поведения нарушителей и функционирования информационной системы идентификации по изображению;

– разработка системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания на основе идентификации по изображению, реализующей положения сформированной модели и предложенного алгоритма;

– оценка эффекта от внедрения системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания на основе идентификации по изображению, а также разработка рекомендации по определению степени пригодности персонала к ее эксплуатации с учетом индивидуальных особенностей.

**На защиту выносятся:**

1. Модель поддержки управления безопасностью в местах массового пребывания людей, включающая, в качестве элементов, модель оценки вероятности обнаружения нарушителей, модель прогнозирования их вариантов распределения, модель координации сотрудников службы безопасности, а также модель регистрации информации и модель обработки данных в системе информационно-аналитической поддержки управления.

2. Алгоритм поддержки управления безопасностью в оборудованных информационной системой идентификации по изображению местах массового пребывания людей в условиях деструктивных воздействий.

3. Структурная схема и алгоритм функционирования системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью в местах массового пребывания людей на основе идентификации по изображению.

**Научная новизна:**

1. Сформированная модель поддержки управления позволяет в комплексе и автономно анализировать влияние параметров пассивных и активных компонент системы безопасности на защищенность людей в местах массового пребывания.

2. Особенностью разработанного алгоритма поддержки управления безопасностью является возможность рационализации использования ресурсов и совершенствования организации мероприятий по противодействию деструктивным воздействиям на основе прогнозирования вариантов развития во времени и пространстве мест массового пребывания людей.

3. В предложенной структурной схеме и разработанном алгоритме функционирования системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью успешно используются впервые полученные временные оценки обработки и регистрации данных с учетом объема хранимой информации и нагрузки сети видеоконтроля, что позволяет повысить оперативность и результативность управления службой безопасности в условиях деструктивных воздействий.

**Теоретическая значимость.** Сформированная модель и разработанный алгоритм информационно-аналитической поддержки развивают теоретико-методологическую базу принятия решений при управлении безопасностью в местах массового пребывания людей.

**Практическая значимость** определяется способностью разработанной системы информационно-аналитической поддержки повысить эффективность управления сотрудниками службы безопасности на основе прогнозирования поведения потенциальных нарушителей в местах массового пребывания людей.

**Методы исследования.** Исследование базируется на методах системного анализа, теории управления, математической статистики, теории графов, теории распознавания образов, теории вероятностей и кластерного анализа.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается использованием методов исследования, соответствующих задачам, корректным применением апробированного математического аппарата, что подтверждается согласованностью полученных результатов с аналогичными работами и апробацией материалов диссертации:

– при организации охраны общественного порядка и управлении противодействием общественно-опасным преступным проявлениям в Олимпийском комплексе «Лужники»;

– в ООО «ИнТех» при разработке информационно-аналитических систем поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания;

– в учебном процессе Академии Государственной противопожарной службы МЧС России при подготовке бакалавров, специалистов и магистров, а также наличием свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016663708 от 14.12.2016.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на следующих конференциях: Международной научно-технической конференции «Системы безопасности» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2013 г., 2015 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы обеспечения

безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» (г. Воронеж, Воронежский институт ГПС МЧС России, 2015 г.), Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2016 – 2017 гг.).

**Публикации.** Основные научные результаты отражены в 12 публикациях, в том числе 5 работ изданы в журналах, включенных в перечень ВАК России, из них 9 статей опубликованы в единоличном авторстве.

**Личный вклад автора.** В опубликованных работах автором изложены результаты, связанные с разработкой модели, алгоритма и системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания, теоретическими обобщениями и прикладными расчетами.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, перечня сокращений, списка литературы из 137 наименований и 4 приложений. Исследование изложено на 182 страницах, в том числе 168 страниц основного текста, включая 42 рисунка и 23 таблицы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации и степень разработанности, сформулированы цель, объект, предмет и задачи, приведены положения, выносимые на защиту, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены методология и методы исследования, указаны сведения о достоверности и апробации результатов.

**В первой главе «Анализ управления безопасностью людей в местах массового пребывания»** рассмотрены современное состояние и особенности управления безопасностью людей в местах массового пребывания, проанализированы соответствующие нормативно-правовые акты, исследованы современные системы идентификации и возможность их использования при решении задач управления.

Согласно нормативно-правовым актам местом массового пребывания людей является объект с одновременным нахождением на нем более 50 чел. и с определенными требованиями к защищенности (рис. 1).



Рисунок 1 – Основные требования к защищенности людей в местах массового пребывания

Определено, что защищенность людей в местах массового пребывания при эффективном и экономном использовании сил и средств может быть повышена за счет применения системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью на основе идентификации по изображению (СИАПУ). С использованием СИАПУ предполагается повысить оперативность и результативность реагирования службы безопасности на деструктивные воздействия, такие как несанкционированное проникновение нарушителя, поджог и т.д.

Проведен анализ и определено распределение функциональных возможностей, современных отечественных и зарубежных СИАПУ. Выявлено, что в существующих решениях недостаточно учитываются особенности мест массового пребывания людей, что является препятствием к оперативной и результативной поддержке управления при решении задач безопасности. Кроме того, в большинстве случаев существующие технические системы на основе идентификации по изображению направлены в большей степени на информирование сотрудника службы безопасности об обнаруженном нарушителе. Применение же данных технологий для поддержки лица, принимающего решение (ЛПР), при управлении безопасностью людей с учетом особенностей мест массового пребывания требует новых решений. Далее, рассматривается техническая система на основе идентификации по изображению как элемент разработанной СИАПУ.

Кроме того, разработана комплексная классификация нарушителей по виду, правам доступа к охраняемому объекту, уровню потенциала и угрозам безопасности людей в местах массового пребывания (рис. 2).

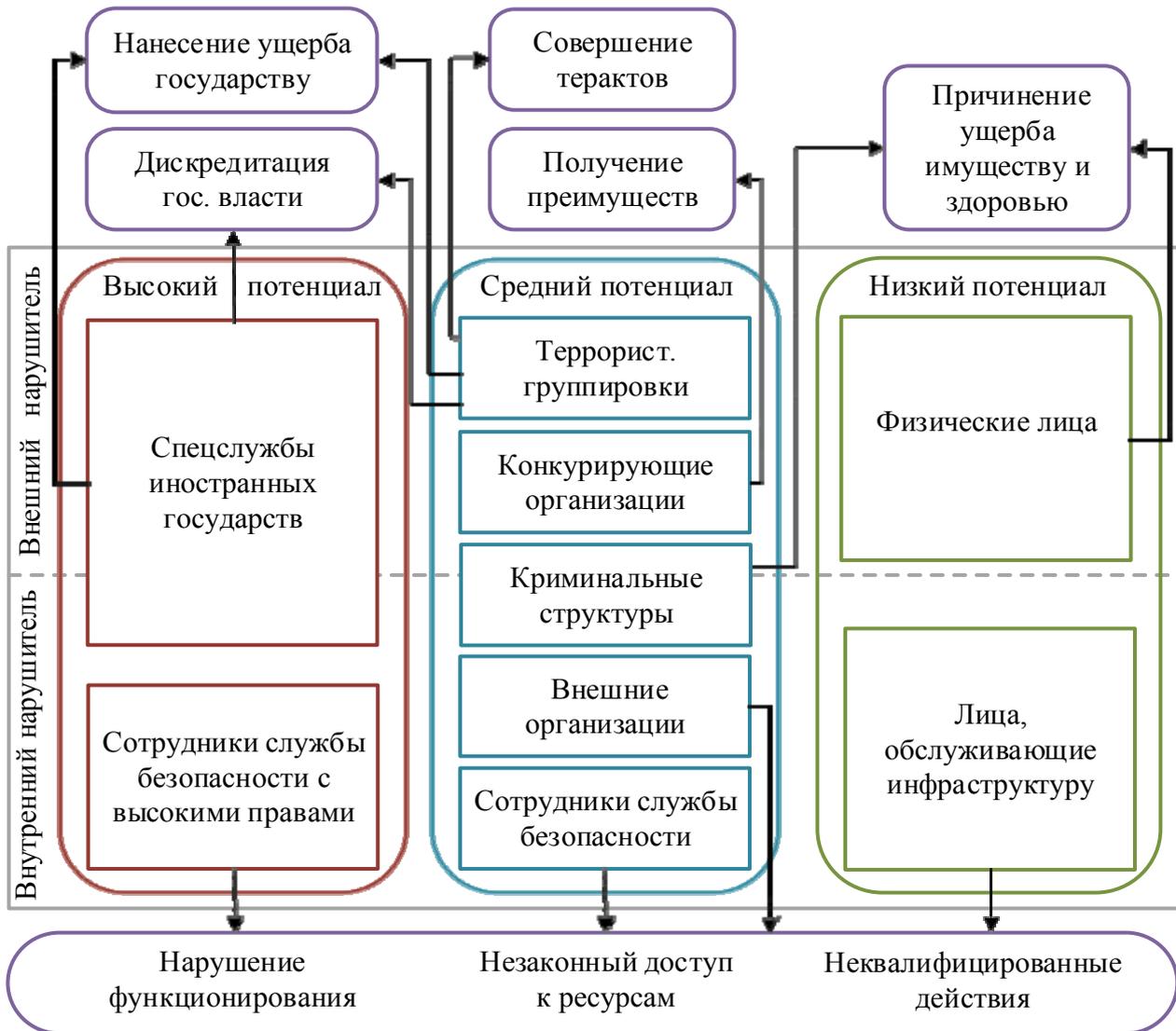


Рисунок 2 – Классификация нарушителей в системе обеспечения безопасности

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в настоящее время актуальным является вопрос разработки модели, алгоритма и СИАПУ с учетом особенностей мест массового пребывания людей.

**Во второй главе «Разработка модели информационно-аналитической поддержки управления безопасностью»** представлена математическая модель, которая, в отличие от существующих, позволяет описать управление безопасностью в местах массового пребывания людей с учетом индивидуальных особенностей сотрудников службы безопасности, поведения нарушителей и параметров СИАПУ. Модель разработана на основе синтеза методов теории управления, теории графов, теории распознавания образов, теории случайных процессов.

Общая схема модели поддержки управления безопасностью представлена на рис. 3. Основными элементами схемы являются: модель оценки вероятности обнаружения и модель прогнозирования вариантов распределения

нарушителей, модель координации сотрудников службы безопасности, а также модель регистрации информации и модель обработки данных в системе информационно-аналитической поддержки управления.



Рисунок 3 – Схема модели поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания

Основные ограничения и допущения, принятые в модели:

- исследуется управление безопасностью при несанкционированном проникновении нарушителей;
- временные зависимости обработки запросов в базе данных (БД) с учетом специфики структуры хранения информации характеризуются линейными функциями;
- время реагирования СИАПУ, сотрудника и переменная скорость движения нарушителя характеризуются независимыми и абсолютно непрерывными случайными величинами;
- нарушитель движется неравномерно; вероятность его местоположения в будущий момент времени зависит только от местонахождения в настоящий момент времени.

В работе используется подход, в котором состояние системы безопасности людей в местах массового пребывания описывается вектором  $y \in Y$ , где  $Y$  – множество возможных состояний объекта управления. Значение  $y$  зависит от управляющих  $u \in U$  и деструктивных воздействий  $x \in X$ . При этом множество состояний объекта управления ( $Y$ ) является декартовым произведением множеств состояния активных ( $Y_1$ ) и пассивных ( $Y_2$ ) составляющих:  $Y = Y_1 \times Y_2$ .

Под активной составляющей объекта управления ( $Y_1$ ) подразумеваются сотрудники служб безопасности мест массового пребывания людей, которые обладают свободой выбора состояния, собственными целями и интересами. Пассивная составляющая объекта управления ( $Y_2$ ) представляет техническую систему безопасности. Особенностью данной составляющей является детерминированность, отсутствие свободы выбора состояния. Далее, в качестве пассивной составляющей объекта управления рассматривается СИАПУ.

Таким образом, объект управления описывается уравнением вида  $\theta(t) = \Phi[Y(t), U(t), X(t), t] \in Y$  (рис. 4).

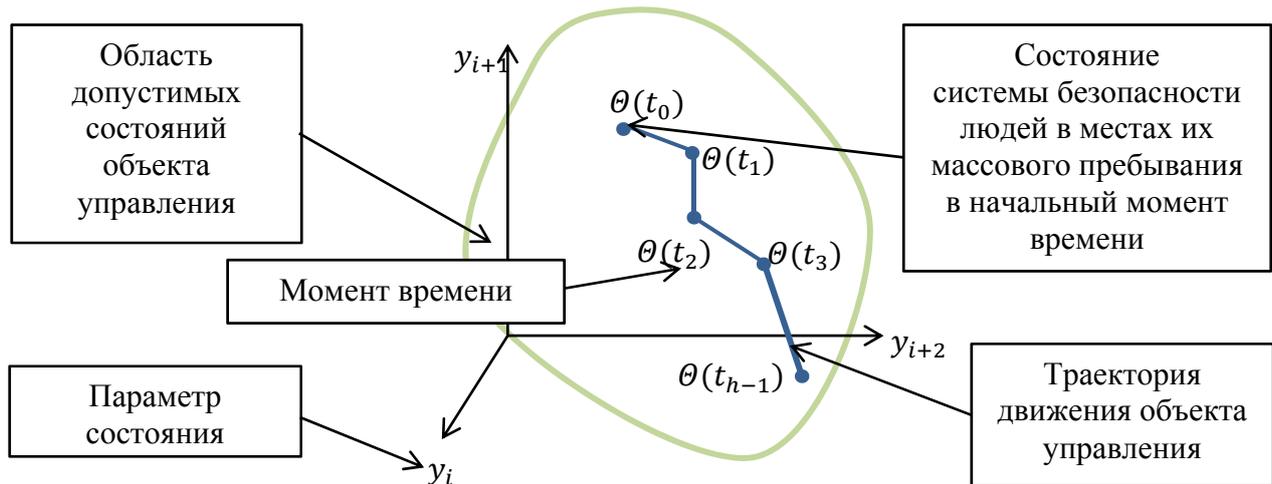


Рисунок 4 – Фазовое пространство управления

На первом этапе реагирования службы безопасности необходимо обнаружить нарушителя. Для решения задачи предложена модель оценки вероятности обнаружения нарушителя.

Взаимодействие СИАПУ и сотрудников с целью обнаружения неравномерно движущегося нарушителя оценивается в Римановом пространстве на основе свертки (1):  $\theta_1$  – известной функции реагирования сотрудника (2) и  $\theta_2$  – предложенной на основе моделирования функционирования СИАПУ функции реагирования (3).

$$\theta_1(t) * \theta_2(t) = \int_0^t \theta_1(\tau) \cdot \theta_2(t - \tau) dt. \quad (1)$$

$$\theta_1 = a_0 \cdot y'_1{}^{l_0}(t) \cdot \dots \cdot y'_{n'}{}^{v_0}(t) + \dots + a_{n-1} \cdot y'_1{}^{l_{n-1}}(t) \cdot \dots \cdot y'_{n'}{}^{v_{n-1}}(t), \quad (2)$$

где  $y'_1{}^i(t) \dots y'_n{}^i(t)$  – показатели эффективности сотрудника ( $i \in \{1 \dots h\}$ ),  $h$  – количество измерений,  $a_1, \dots, a_{h-1}$  – коэффициенты регрессии. На основе регрессионного анализа ЛПР может оказывать обоснованные управляющие воздействия, которые позволят повысить эффективность сотрудника.

$$\theta_2(t) = k \cdot (t_{\text{рег}} + t_{\text{ш}} + (a \cdot m + b) \cdot m + t_{\text{дет}}) + t_0, \quad (3)$$

где  $k$  – количество камер в сети видеоконтроля,  $t_{\text{рег}}$ ,  $t_{\text{ш}}$  – время регистрации нарушителя и предобработки изображения соответственно,  $a$ ,  $b$  – параметры, характеризующие базу данных,  $m$  – количество анализируемых нарушителей, информация о которых хранится в БД,  $t_{\text{дет}}$ ,  $t_0$  – время детектирования нарушителя и получения изображения соответственно.

Далее решена задача вычисления свертки (1), в результате чего вероятность обнаружения нарушителя определяется минимальным значением вероятностной функции по возможным маршрутам его движения (рис. 5).

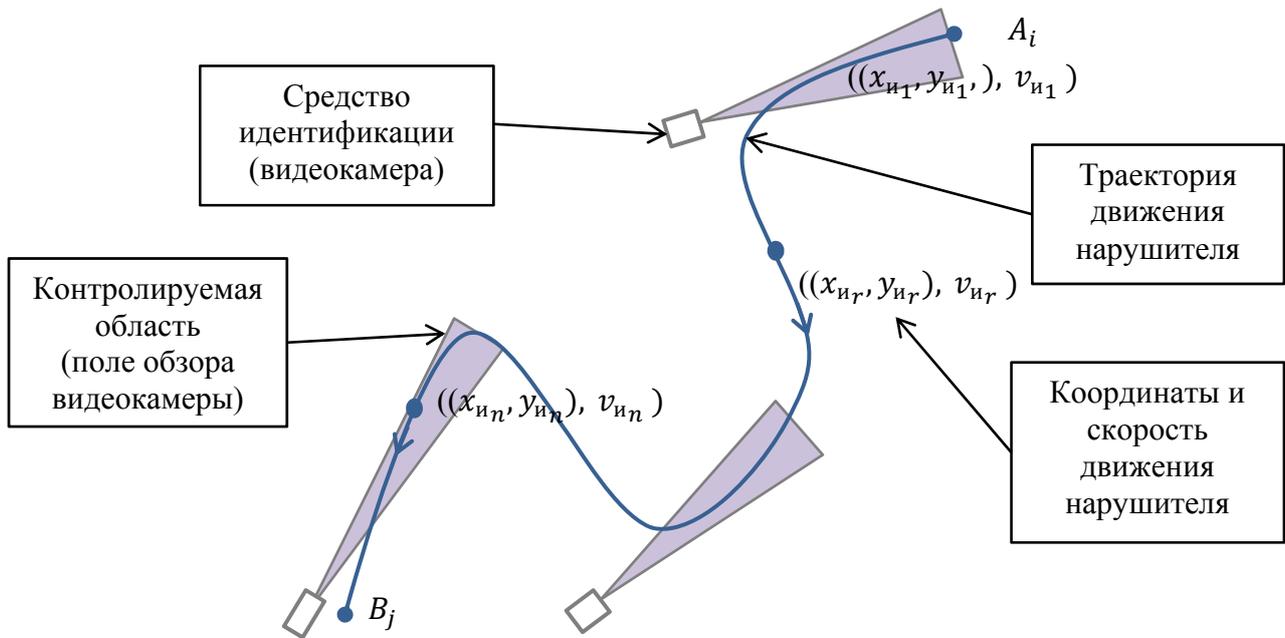


Рисунок 5 – Траектория движения нарушителя

При этом для вычисления значения вероятности обнаружения нарушителя на фиксированной траектории используется функция Лапласа от композиции времени реакции сотрудника службы безопасности, переменной скорости движения нарушителя и времени реакции СИАПУ.

$$\begin{aligned} P_{\text{обн}} &= \min_{(A_i, B_j)} \left\{ 1 - \prod_{\Delta x_n \in (A_i, B_j)} \left( 1 - \int_{-\infty}^{+\infty} F_{\theta_1} \left( \frac{\Delta x_n}{v} - \tau \right) \cdot f_{\theta_2}(\tau) d\tau \right) \right\} = \\ &= \min_{(A_i, B_j)} \left\{ 1 - \prod_{\Delta x_n \in (A_i, B_j)} \left( 1 - \Phi \left( \frac{\frac{\Delta x_n}{v} - (M(\theta_1) + M(\theta_2))}{\sqrt{\sigma^2_{\theta_1} + \sigma^2_{\theta_2}}} \right) \right) \right\}, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $P_{\text{обн}}$  – вероятность обнаружения,  $(A_i, B_j)$  – траектория движения нарушителя,  $\Delta x_i$  – длина фиксированного отрезка траектории движения нарушителя,  $v$  – скорость движения нарушителя на фиксированном отрезке траектории,  $\Phi$  – функция Лапласа.

Выражение (4) отражает влияние реакции сотрудников, движения нарушителя и параметров СИАПУ на безопасность. Данное выражение позволяет при известных математических ожиданиях и дисперсий соответствующих временных интервалов выбрать такие значения описанных параметров, при которых обнаружение эффективно обеспечено.

На втором этапе реагирования предполагается задержание нарушителя. Обычно месту массового пребывания людей свойственна значительная площадь территории.

В связи с этим в работе предлагаются модели прогнозирования маршрутов нарушителей и координации сотрудников служб безопасности, с использованием которых ЛПР может обоснованно определять количество и распределение сотрудников безопасности, а также принимать решение о месте направления и составе группы перехвата.

Движение нарушителя описывается конечной однородной Марковской цепью  $\{\xi_n, n \in N\}$  с фазовым пространством  $E$ , где  $\xi_n$  – случайная величина, принимающая значение уникального номера средства идентификации, зафиксировавшего нарушителя на  $n$ -м шаге,  $E = \{1, \dots, m\}$  – фазовое пространство, элементами данного множества являются порядковые номера средств идентификации.

Далее задается матрица переходных вероятностей для разных типов нарушителей:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & \cdots & p_{mm} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $p_{ij}$  – вероятность того, что нарушитель будет находиться в поле видимости камеры с идентификатором  $j$  при условии, что до этого находился в поле видимости камеры с идентификатором  $i$ .

Таким образом, матрица (5) задает ориентированный граф переходов (вероятностный граф маршрутов). В качестве весов ребер рассматриваются значения вероятности  $(p_{ij})$  того, что нарушитель пришел в конечную вершину  $(j)$  из начальной  $(i)$  (рис. 6).

Доказано, что распределение случайного процесса (нахождение нарушителя) в момент времени  $n$  определяется

$$\vec{p}_n = \Pi^n \cdot \vec{p}_0, \quad (6)$$

где  $\vec{p}_0$  – начальное распределение. Выражение (6) определяет распределение вероятностей местоположения нарушителей в будущие моменты времени, что позволяет ЛПР обоснованно управлять задержанием нарушителей.

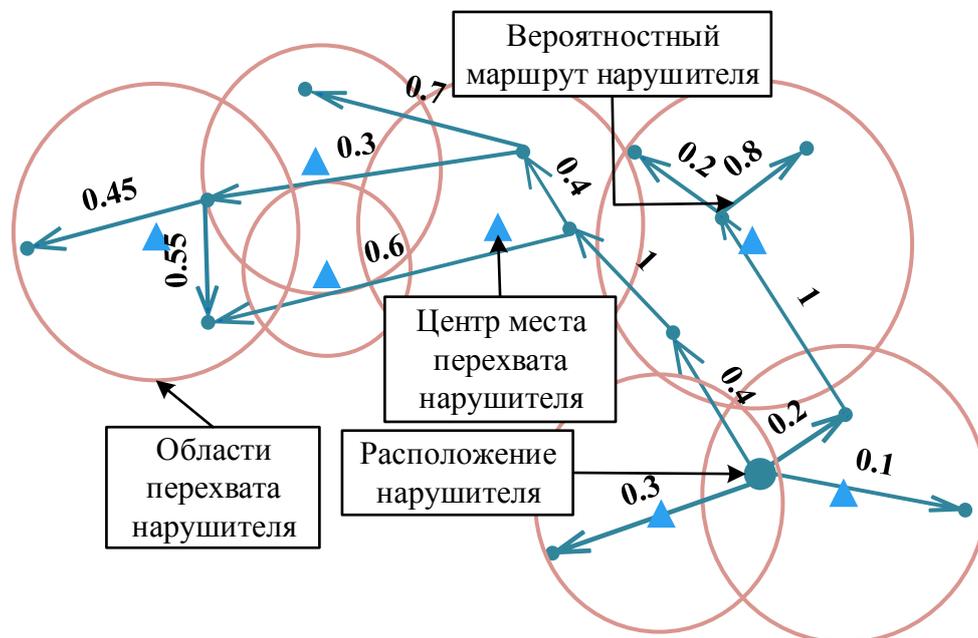


Рисунок 6 – Вероятностный граф маршрутов нарушителей и зоны размещения сотрудников службы безопасности

Для поддержки оперативного и результативного управления службой безопасности предложена модель и разработан алгоритм функционирования СИАПУ. Выявлено, что существующие отечественные и зарубежные СИАПУ с возможностью идентификации по изображению требуют усовершенствования в части, касающейся точности и скорости функционирования для эффективной поддержки ЛПР при неконтролируемой обстановке в местах массового пребывания людей. В связи с этим исследовались направления повышения эффективности функционирования СИАПУ.

В модели функционирования СИАПУ с учетом нагрузки сети видеоконтроля выявлено, что время реакции и точность может быть улучшена за счет распараллеливания вычислений. Для реализации такого решения выделяются группы камер, внутри которых обработка поступающей информации происходит последовательно, а вне группы – параллельно. Тогда время идентификации нарушителя определяется временем идентификации в группе, в котором максимально:

$$\Theta_2(t) = \max_i \{k_i \cdot (m_i \cdot F(A_{ЯИ}) + F(A_{МД})) + t_0\}, \quad (7)$$

где  $A_{ЯИ}$ ,  $A_{МД}$  – множество алгоритмов ядра идентификации и модуля детектирования соответственно,  $i$  – индекс группы,  $m_i$  – количество

анализируемых изображений в  $i$ -й группе,  $k_i$  – число камер в  $i$ -й группе сети видеоконтроля.

Для объединения камер в группы установлено, что сеть видеоконтроля мест массового пребывания людей можно рассматривать в качестве конечной однородной Марковской цепи. Данное утверждение позволило разбить множество камер в объединение непересекающихся групп:

$$E = E_1 \sqcup \dots \sqcup E_{n_1} \sqcup \{j_1\} \sqcup \dots \sqcup \{j_{n_2}\}, \quad (8)$$

где  $E = \{1 \dots k\}$  – фазовое пространство (множество идентификаторов камер).

Далее, сформирована модель функционирования СИАПУ с учетом объема хранимой информации. Для оценки времени обработки единичного запроса с учетом объема хранимой информации в БД СИАПУ исследуется относительная реакция системы, которая характеризуется безразмерной величиной  $T_{орс} = \frac{t'_{обр}}{t_{обр}}$ , где  $t'_{обр}$  – время обработки одного запроса системой, в которой не требуется обращение к БД,  $t_{обр}$  – время обработки одного запроса системой, использующей БД. Данное выражение характеризует влияние количества хранимой информации в БД на СИАПУ. В результате получено, что относительная реакция системы характеризуется следующим выражением (рис. 7):

$$T_{орс} = \frac{1}{a \cdot (m+p)} + \frac{Q_{соб}}{a \cdot (m+p) \cdot (m+q)}, \quad (9)$$

где  $Q_{соб} = a * m + b + t_{рег} + t_{ш} - m - p$ ,  $m$  – количество нарушителей, информация о которых хранится в БД,  $a, p, q$  – параметры, характеризующие БД,  $m_0$  – верхний порог,  $\tau$  – нижний порог эффективности. Таким образом, основной вывод из формулы (9) – эффективной для мест массового пребывания людей может быть СИАПУ, в которой не превышен верхний порог числа записей ( $m_0$ ) в БД.

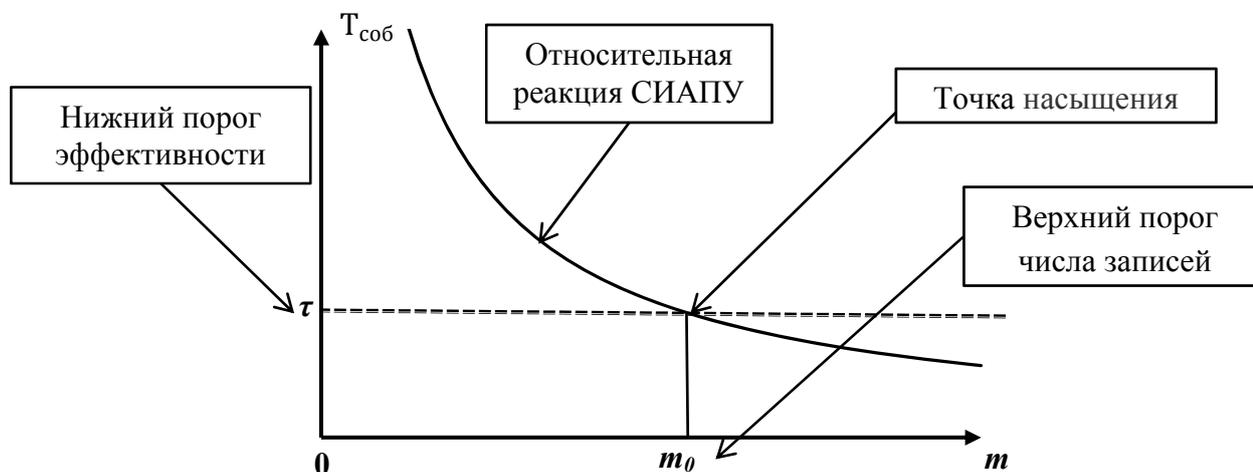


Рисунок 7 – Зависимость реакции СИАПУ от объема БД

В третьей главе «Разработка алгоритма и системы информационно-аналитической поддержки управления безопасностью» содержатся практические рекомендации по реализации выводов, полученных в предыдущей главе.

Предложена система информационно-аналитической поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания на основе идентификации по изображению, а именно: структурная схема СИАПУ (рис. 8), в которой используется распределенная сетевая архитектура, состоящая из центральных и локальных систем, ER – модель локальных и центральных БД СИАПУ, предназначенная для хранения информации о нарушителях в виде набора связанных таблиц, алгоритмы функционирования СИАПУ (регистрации, хранения и обработки информации), в частности гибридный алгоритм идентификации на основе уникальности биометрии лица и алгоритмы определения фактических и вероятных мест пребывания, выявления вероятных связей и прогнозирования маршрутов следования нарушителей.

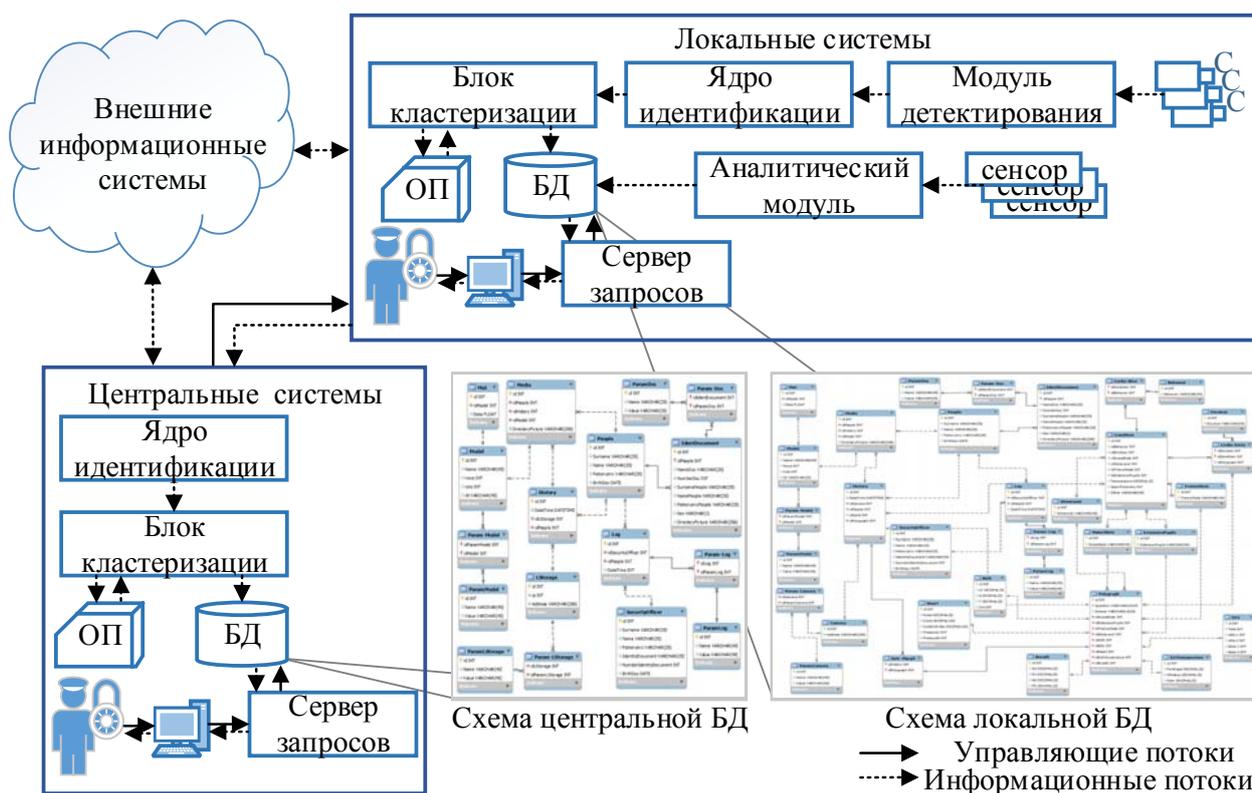


Рисунок 8 – Структурная схема СИАПУ

Усовершенствованный гибридный алгоритм идентификации на основе уникальности биометрии лица, основанный на модели регистрации информации и модели обработки данных в системе информационно-аналитической поддержки управления, а также когнитивных механизмов человеческого зрения, представлен на рис. 9.

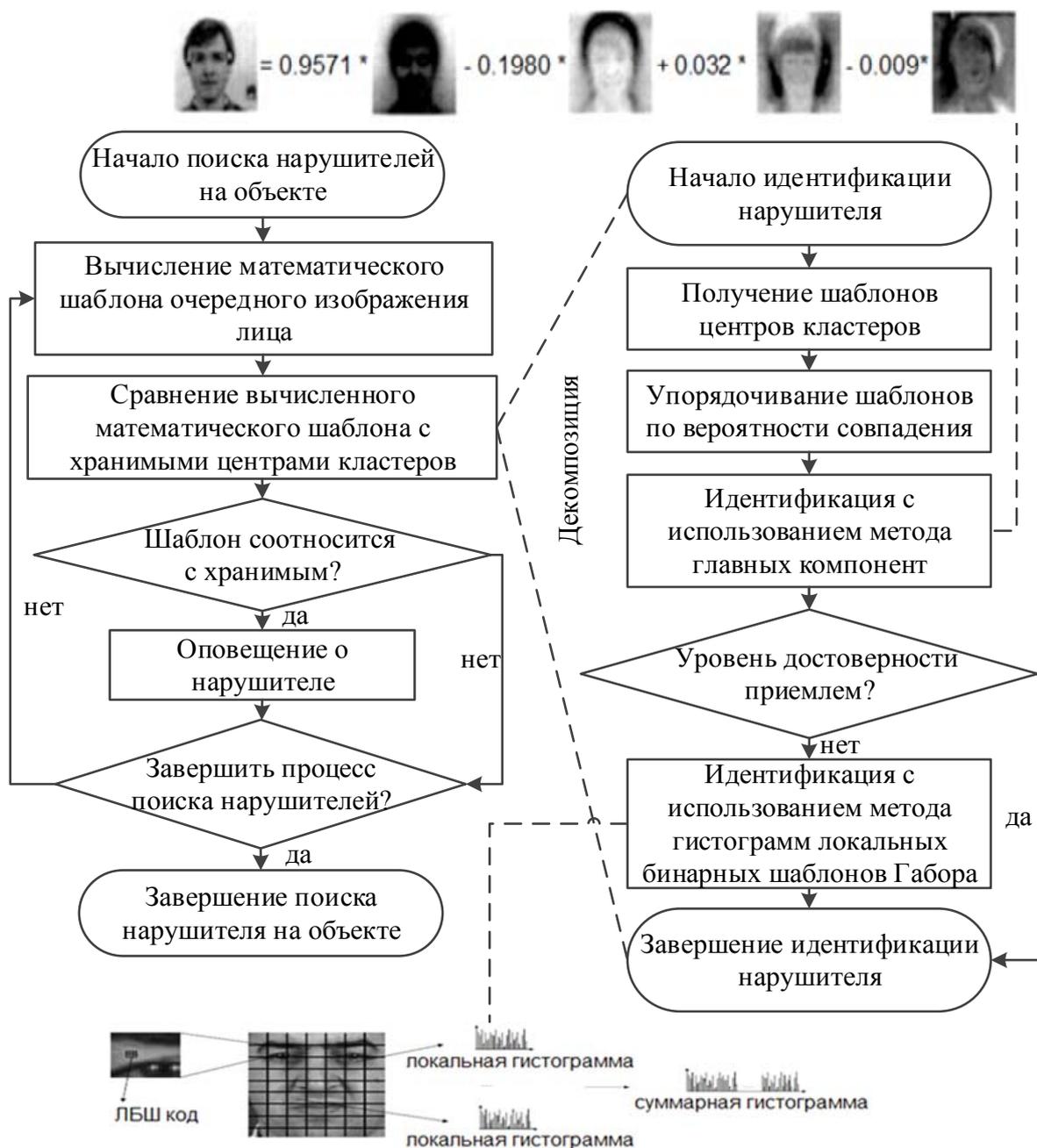


Рисунок 9 – Блок-схема усовершенствованного алгоритма идентификации

Новизна представленного алгоритма заключается в разработке и совершенствовании методов получения и обработки информации. Применение кластеризации в алгоритме позволяет осуществлять сравнение не с полным массивом изображений, а с наиболее качественными (центрами кластеров), и благодаря представлению сети видеоконтроля в виде конечной однородной Марковской цепи, изображения сравниваются в порядке уменьшения вероятности успеха.

В работе впервые рассмотрен составной алгоритм поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания с учетом особенностей информационных систем идентификации по изображению. В качестве

элементов данный алгоритм содержит: алгоритм оценки реагирования службы безопасности, алгоритм управления действиями сотрудников службы безопасности, в частности, определения числа и мест дислокаций, а также координации при задержании нарушителей, алгоритмы эксплуатации СИАПУ руководителями и сотрудниками службы безопасности. На рис. 10 представлен блок алгоритма, относящийся к оценке реагирования службы безопасности на нарушителя.

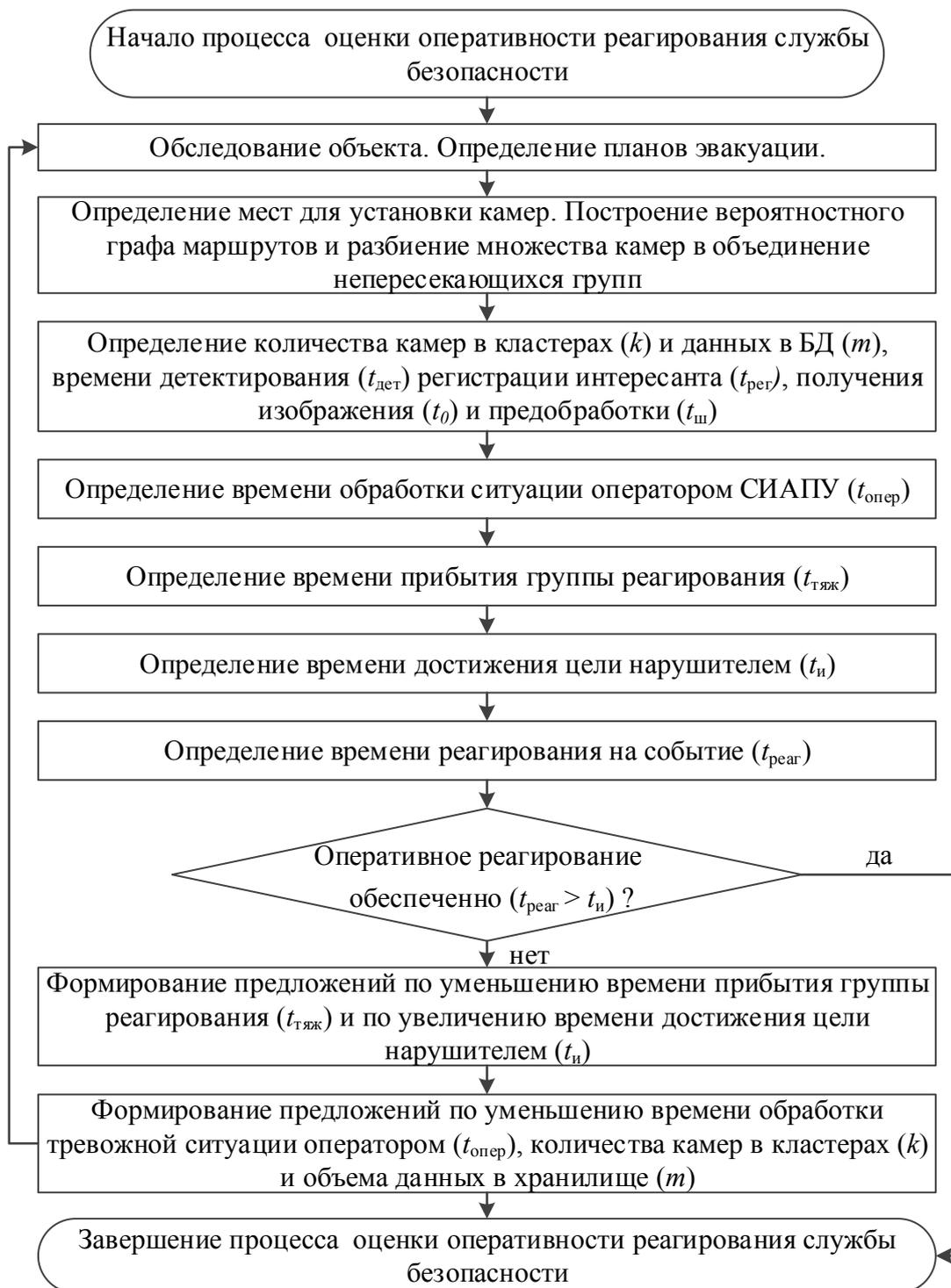


Рисунок 10 – Блок-схема алгоритма оценки реагирования службы безопасности

На рис. 11 представлен фрагмент алгоритма поддержки управления, с использованием которого руководитель может обоснованно определять число и места дислокаций сотрудников службы безопасности. Места дислокаций распределяются в областях пересечения зон перехвата. При обнаружении нарушителя вычисляется вероятностный граф маршрутов движения, и на основе информации о текущем расположении сотрудников службы безопасности обеспечивается поддержка координации сил и средств.



Рисунок 11 – Блок-схема и графическое представление распределения сотрудников службы безопасности

**В четвертой главе «Реализация системы информационно-аналитической поддержки»** представлены практические результаты применения диссертационной работы, описано разработанное программное обеспечение в интересах проверки выдвинутых в исследовании положений и выводов.

Реализованная СИАПУ продемонстрировала способность функционировать в режиме реального времени в местах массового пребывания людей. Точность идентификации на основе уникальности биометрии лица в среднем составила 98,18% (увеличение на 4,68%), а время идентификации 0,377 с. (сокращение на 5,27%).

Выявлен рост показателей результативности управленческих решений, принимаемых с учетом использования предлагаемой СИАПУ: повышение точности и правильности решений при выборе плана мероприятий в среднем на 26 % и сокращение времени на принятие решения в среднем на 33%.

Кроме того, разработаны рекомендации по определению степени пригодности кандидата к работе в службе безопасности места массового пребывания людей с учетом индивидуальных особенностей. При этом учитывались как профессиональные качества, так и личностные факторы, а также особенности свойств сенсорной системы. Рекомендации представлены на примере оператора СИАПУ, работа которого в основном связана с аналитической обработкой персональных данных и визуальным анализом человеческих лиц. При этом учитывалось, что сотрудник должен быть готов к работе при чрезвычайных ситуациях и террористических актах (рис. 12).

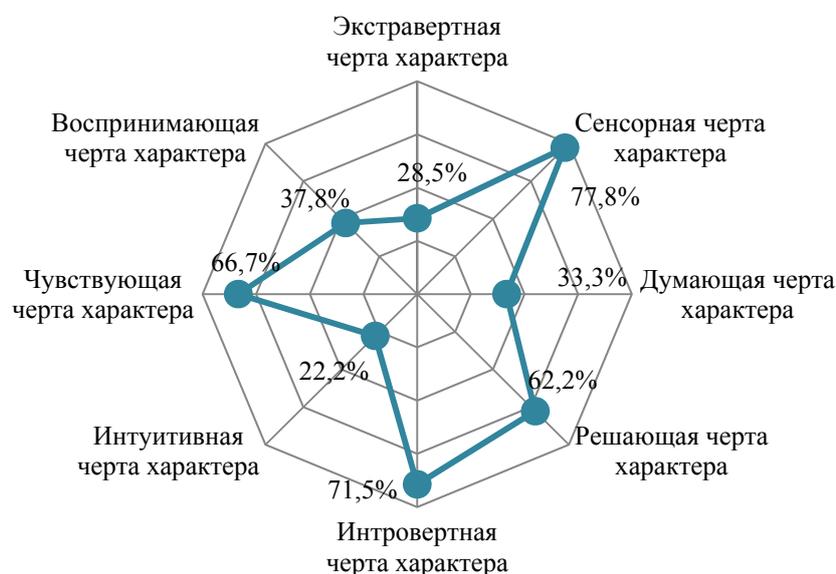


Рисунок 12 – Распределение предпочтений по видеосенсорным системам индивида

Предполагаемый экономический эффект от повсеместного внедрения СИАПУ на территории Российской Федерации для обеспечения безопасности новых общественных объектов в течение ближайших пяти лет, определяемый снижением материального ущерба, составит около 500 млн руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена научная задача, имеющая важное социально-экономическое значение – совершенствование управления безопасностью людей в местах массового пребывания на основе разработки модели и алгоритма информационно-аналитической поддержки. Основные результаты диссертации сводятся к следующему:

1. Выполнен анализ особенностей управления и состояния безопасности людей в местах массового пребывания. Выявлены наиболее значимые факторы угроз, и разработана классификация нарушителей. Установлено, что повышение защищенности людей в местах массового пребывания возможно за счет поддержки лица, принимающего решение, на основе прогнозирования вариантов развития деструктивных воздействий во времени и пространстве. В ходе анализа выявлена ограниченность существующих решений и целесообразность применения технологий идентификации нарушителей и событий деструктивного характера по изображению для информационно-аналитической поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания.

2. Предложена составная модель информационно-аналитической поддержки управления безопасностью, включающая в качестве элементов модель оценки вероятности обнаружения нарушителей, модель прогнозирования их вариантов распределения во времени и пространстве, модель координации сотрудников службы безопасности, а также модель регистрации информации и модель обработки данных в системе информационно-аналитической поддержки управления. Модель позволяет органу управления в комплексе и автономно анализировать влияние параметров пассивных и активных компонент системы безопасности на защищенность людей в местах массового пребывания.

3. Для поддержки определения эффективности управления безопасностью предложена вероятностная оценка обнаружения деструктивных воздействий в местах массового пребывания людей на примере несанкционированного проникновения нарушителя, учитывающая индивидуальные особенности сотрудников службы безопасности, поведение нарушителей, параметры технических систем безопасности на примере информационных систем идентификации по изображению.

4. Впервые с учетом особенностей информационных систем идентификации по изображению разработан алгоритм поддержки управления безопасностью людей, позволяющий рационализировать использование

ресурсов и улучшить организацию мероприятий по противодействию деструктивным воздействиям за счет прогнозирования вариантов распределения нарушителей во времени и пространстве мест массового пребывания людей.

5. Предложена информационно-аналитическая система поддержки управления безопасностью людей в местах массового пребывания на основе идентификации по изображению, в которой реализованы вышеуказанные положения, и успешно используются полученные временные оценки обработки и регистрации данных с учетом объема хранимой информации и нагрузки сети видеоконтроля. Данная система позволяет повысить оперативность и результативность управления службой безопасности при деструктивных воздействиях.

Таким образом, в исследовании представлены новые научно-обоснованные решения в области поддержки управления безопасностью людей в местах их массового пребывания, внедрение которых вносит значительный вклад в обеспечение социально-экономической стабильности Российской Федерации и престиж на международной арене.

### **Список публикаций основных положений диссертации**

#### ***В научных изданиях, рекомендованных ВАК России***

1. **Сорокин Л.А.** Об эффективности распознавания личности в системах обеспечения безопасности / Л.А. Сорокин // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – Вып. 4 (68). – 0,43 п.л. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

2. **Сорокин Л.А.** Оценка эффективности системы безопасности с возможностью распознавания и анализа личности / С.Ю. Бутузов, Л.А. Сорокин // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – Вып. 5 (69). – 0,17 п.л. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

3. **Сорокин Л.А.** Пути оптимизации системы видеоконтроля с возможностью распознавания личности / Л.А. Сорокин // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – Вып. 5 (69). – 0,42 п.л. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

4. **Сорокин Л.А.** Методика обеспечения безопасности в местах массового пребывания людей / С.Ю. Бутузов, Л.А. Сорокин // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – Вып. 2 (72). – 0,34 п.л. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

#### ***В других научных изданиях***

5. **Сорокин Л.А.** Автоматизированная система скрытной идентификации человеческой личности / Л.А. Сорокин // Материалы 22-й Международной научно-технической конференции "Системы безопасности – 2013". – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2013. – 0,18 п.л. – С. 246-249.

6. **Сорокин Л.А.** Распределенная аналитическая база данных видеофиксации человеческой личности / Л.А. Сорокин // Материалы 24-й Международной научно-технической конференции "Системы безопасности – 2015". – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2015. – 0,2 п.л. – С. 303-306.

7. **Сорокин Л.А.** Кластерная информационная модель видеофиксации человеческой личности / Л.А. Сорокин // Материалы 24-й Международной научно-технической конференции "Системы безопасности – 2015". – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2015. – 0,13 п.л. – С. 307-309.

8. **Сорокин Л.А.** Распределенная модель хранения и поиска информации о личности на открытом множестве // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 15-16 дек. 2015 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж. – 2015. – 0,12 п.л. – С. 436-439.

9. **Сорокин Л.А.** Модель базы данных видеофиксации человеческой личности / Л.А. Сорокин // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 15-16 дек. 2015 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж. – 2015. – 0,14 п.л. – С. 433-436.

10. **Сорокин Л.А.** Алгоритм действий руководителя объекта и оператора системы видеонаблюдения при распознавании лиц / Л.А. Сорокин // Материалы V Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2016». – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2016. – 0,24 п.л. – С. 252-257.

11. **Сорокин Л.А.** Аналитическая модель распознавания лиц в системе видеонаблюдения / Л.А. Сорокин // Материалы V Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2016». – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2016. – 0,22 п.л. – С. 258-262.

#### ***Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ***

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. «Информационно-аналитическая модель поддержки управления идентификацией личности на основе теории распознавания образов» / авторы и правообладатели Бутузов С.Ю., Сорокин Л.А. №2016663708; заявл. 27.10.2016; опубл. 14.12.2016.

Сорокин Леонид Андреевич

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬЮ В МЕСТАХ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать 20.09.2017 г.  
Тираж 100 экз.

Формат бумаги 60x90 1/16  
Заказ № \_\_\_\_

Академия ГПС МЧС России  
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4