

## **КОГНИТИВНЫЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО- РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ОБЪЕКТОВ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ**

*Разработана структура и основные методы формализации когнитивного центра управления системой комплексной безопасности крупных, территориально распределенных объектов с массовым пребыванием людей.*

*Ключевые слова: моделирование, иерархические системы, системы систем.*

*N.G. Topolsky, I.M. Teterin, V.I. Chukhno, A.A. Ryzhenko*  
**COGNITIVE CONTROL CENTER OF COMPLEX SAFETY SYSTEM  
OF THE SPATIAL DISTRIBUTED OBJECTS  
WITH MASS STAY OF PEOPLE**

*The structure and the main methods of formalization of cognitive control center of complex safety system of the large, territorially distributed objects with mass stay of people is offered.*

*Key words: modeling, hierarchical systems, system of systems.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 сентября 2014 г.

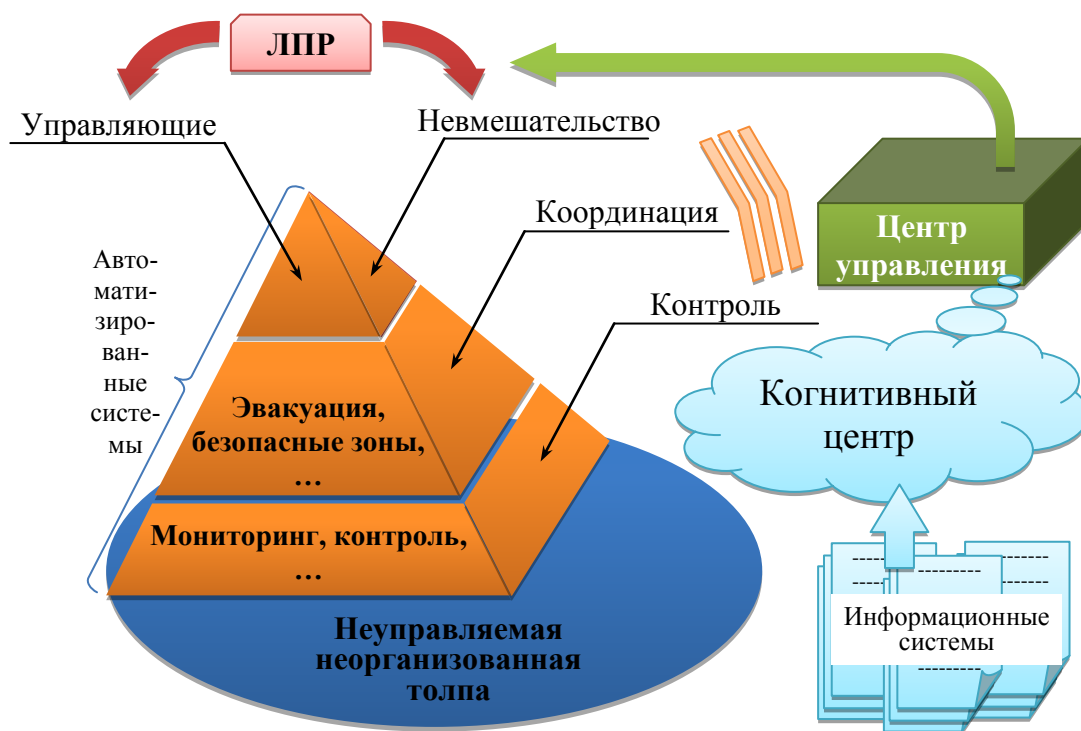
Крупные города (мегаполисы) характеризуются частыми пребываниями масс людей на ограниченных площадях, в замкнутых пространствах. Обычная повседневная обстановка предполагает свободный режим времяпрепровождения – вход, внутренние мероприятия, выход. В случае нештатной ситуации потоки людей часто превращаются в неуправляемую неорганизованную толпу, способную причинить себе больший вред, чем вред от источника опасности. Данная ситуация предполагает предварительную подготовку к возможным сценариям развития опасных событий, требует совместных целенаправленных действий, участия комплекса всевозможных автоматизированных систем мониторинга и координации как действий персонала и прибывающих служб спасения, так и людских потоков. Ситуация существенно усугубляется на пространственно-распределенных масштабных объектах, таких как парки или зоны отдыха, культурные или торговые центры и т.п.

Исторически сложилось так, что на объектах массового пребывания людей, как правило, установлено несколько типов невзаимодействующих или частично взаимодействующих автоматизированных систем: системы мониторинга (камеры, датчики и т.п.), системы контроля (стойки, ворота и т.п.), системы координации (указатели путей эвакуации, сигнализация и т.п.) и прочие системы. При стабильной работе, например, систем жизнеобеспечения, работа других, например, систем пожарной безопасности, могут вызывать ситуации, которые стандартными алгоритмами "поиска решений" разрешить практически невозможно. Существующие модели получения альтернативных решений "захлебываются" уже на первых этапах.

Выходом из данной ситуации является использование системы комплексной безопасности в форме когнитивного центра управления, способного взаимодействовать со специальными службами, службами коммунальных услуг, а также третьими лицами (участниками процесса) в постоянном и оперативном режимах. Разрабатываемый центр предполагает не только многофункциональные алгоритмы возможных ситуаций и способы их решений, но и ограниченный перечень аппаратного обеспечения, позволяющий выступить необходимым и достаточным инструментарием в ходе принятия решения.

В статье предложены концепция и механизм информационной среды над автоматизированными системами и участвующими управляющими структурами в виде единого когнитивного центра. Предложенный вариант подразумевает объединенную работу реальной и виртуальной составляющей в пределах одного центра, а также распределенную сеть взаимодействующих структур.

В качестве основной модели системы управления для когнитивного центра в проекте принята к использованию трехуровневая иерархия (аналогично унифицированной системе управления в организациях (рис. 1)).



**Рис. 1.** Пирамидальная система управления автоматизированными системами когнитивного центра

На нижнем уровне располагаются системы контроля в реальном времени: системы видеонаблюдения, датчики движения, температуры, давления, лазерные и радиосистемы и т.п. Основное предназначение – мониторинг действительности, мгновенный захват возможных изменений. Получаемая информация передается в системы-аналитики, которые позволяют хранить мультимедиа информацию, формировать поверхностный прогноз возможных сценариев разви-

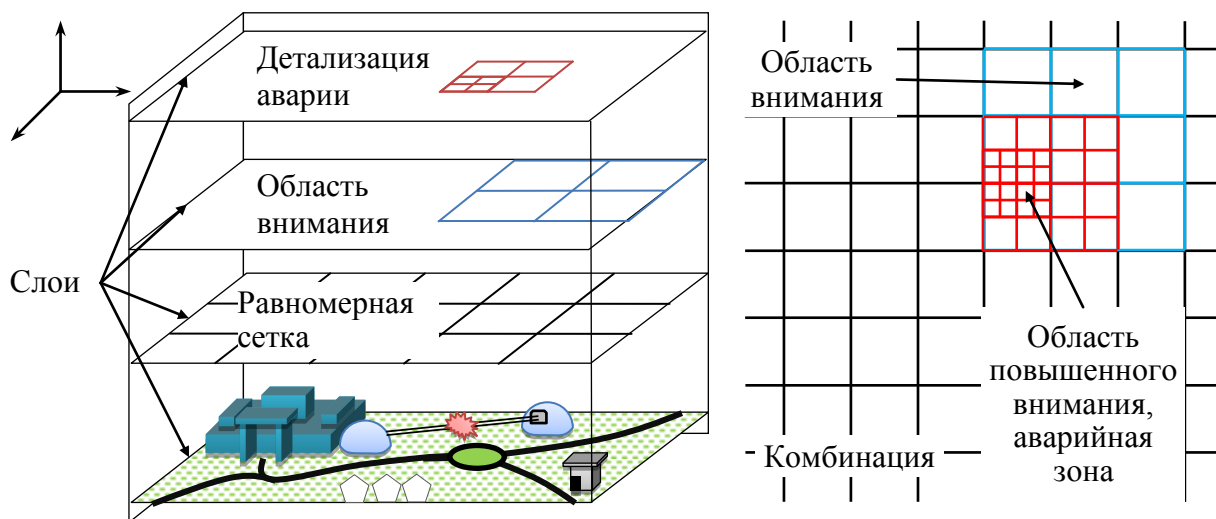
тия текущей ситуации. Использование всевозможных систем поддержки принятия решений для когнитивного центра на данном уровне позволяет строить сценарии, предотвращать незначительные нештатные ситуации на ранней стадии развития [1, 3].

На среднем уровне располагаются управляющие системы координации объектов социальной среды: эвакуация, расстановка сил и средств, позиционирование безопасных зон, зон повышенного внимания и зон возможных или фактических ЧС и т.п. Для данного уровня предполагается внесение проектом в функционал когнитивного центра многослойной системы фасетного позиционирования (рис. 2). Технология позволяет сократить требования к используемым ресурсам для моментной фиксации состояния контролируемой зоны распределенного во времени и пространстве.

Алгоритм и принцип принятия решения строятся следующим образом: виртуальная машина центра формируется на основе трёхмерной геоинформационной технологии с использованием многослойной композиции. Каждый верхний уровень добавляет новую задачу и новый объект на моделируемую поверхность. Выделяются четыре категории слоев: карта-схема в виде плоского изображения и подложки одновременно, моделируемая трехмерная поверхность, область внимания и аварийный участок (фиксируемый контур и детализация аварии). При отсутствии категории объекта, ненужный слой не отображается и не моделируется.

Для формирования каждого отдельного слоя используется технология построения поверхности с использованием равномерной сетки и маскирования. Подложка переводится в режим градации серого для определения шероховатости поверхности, выявления возвышенностей и низин, строится карта поверхности (вторая категория слоев). Затем наносятся модели искусственных объектов и объектов естественной природы без детализации и нанесения скинов (*skin* – шкура, изображение на каждом элементе поверхности или полигоне). Данные уровни (слои) используют современные фильтры и игровые "ядра" для формирования моделей больших площадей с объектами при минимальных затратах ресурсов. За каждым объектом закреплена база характеристик, параметров и текущих показателей систем контроля нижнего уровня только в текстовом виде.

Анализируемая площадь разбивается на области внимания (третья категория слоев). Для каждой области определены компоненты нижнего уровня и границы нормального функционирования. При изменении состояния показателей нижнего уровня с выходом за пределы границ, область переходит в режим повышенного внимания (визуально обозначается другим цветом). При этом добавляется слой верхней категории – детализация аварии до полного перевода в режим нормального функционирования.



**Рис. 2.** Схема анализа задачи для когнитивного центра в случае определения потенциального ЧС на этапе определения потенциально опасного источника или фактора опасности

Верхняя категория слоев (детализация аварии) имеет встроенную особенность – равномерная сетка при моделировании имеет плавающую границу, доступна детализация. При необходимости, размер построенной ячейки можно изменять, уменьшать до минимального состояния в один пиксель. Данный эффект позволяет экономить аппаратные ресурсы и отображать сложные объекты одновременно. Дополнительно, при построении объектов, используется принцип дуального моделирования, что способствует уменьшению требований к ресурсам [2, 5, 6].

На верхнем уровне когнитивного центра располагается система поддержки управления. Предлагаемая информационная система имеет три характерные особенности, отличающие её от современных аналогов:

- встроенная архитектура использует механизмы системы систем (в английском эквиваленте *SoS* или "*system of systems*"), позволяющие управлять системой не вмешиваясь в основные процессы;
- использование принципа обратной связи при координации потоков людских масс, расстановки сил и средств и прочих массовых мероприятиях с использованием ресурсов трехмерных геоинформационных систем;
- встроенный механизм быстрой формализации процессов при принятии оперативных решений, использующий технологию множества от целого.

**Первый механизм:** используется принцип *SoS* для современных больших сложных систем, не позволяющих управлять собой в явном виде (рис. 1). Принцип *невмешательства* предполагает стабильную работу существующей и действующей в реальном времени системы независимо от действий управляющего звена, и только в случае необходимости подключать дополнительные инструменты [2]. Данный принцип подробно рассмотрен как в российских, так и зарубежных работах и широко используется для многих систем: Интернет, альтернативная энергетика, масштабная военная тактика, проектное маши-

ностроение и т.п. Приведем пример нетиповой решаемой задачи: *в закрытом павильоне культурного центра датчики зафиксировали резкое падение напряжения в сети, повышение температуры и плотности воздуха.*

Реакция когнитивного центра:

- система управления контуром дает сигнал УЗО на срабатывание и отключение линии питания, но система не переходит в аварийный режим;

- система оповещения предупреждает 3-х лиц: "По техническим причинам аттракцион временно закрывается на перерыв", где фразы "Просьба покинуть помещение" *нет*. Затем "Через 10 минут открывается аттракцион..., купленные билеты действительны на всей территории центра" – обозначение безопасной зоны и льготные условия для быстрой эвакуации;

- система связи вызывает спасательные службы к месту аварии через диспетчера и пульт управления, доводит до сведения о текущей обстановке руководящее звено центра;

- геоинформационная система обозначает точки расположения сил и средств, пути эвакуации и безопасные зоны с учётом высот рельефа и искусственных объектов;

- встроенная система хранения оперативной информации предоставляет сведения о предполагаемом количестве 3-х лиц на основе показаний систем нижнего уровня;

- система видео-фиксации переориентируется на опасный участок для обеспечения оперативного удаленного управления;

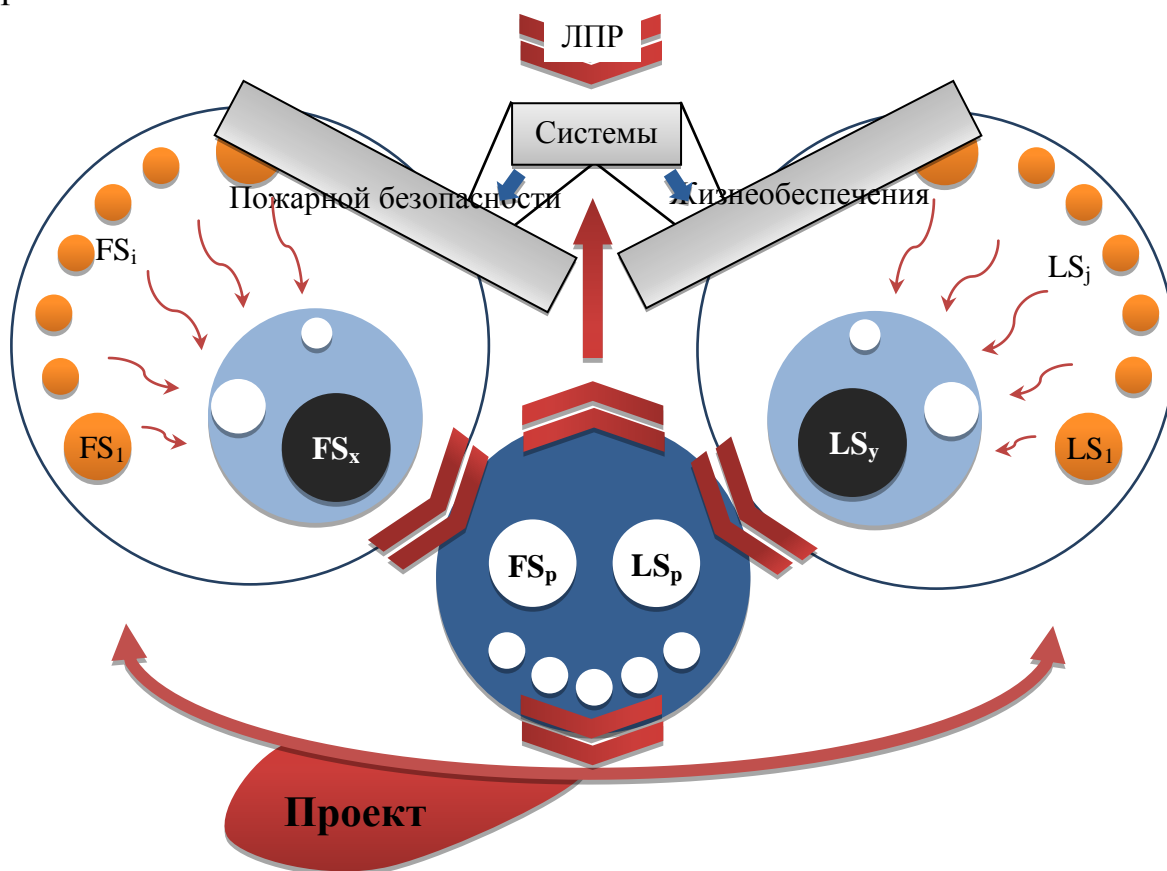
- возможны также дополнительные участвующие системы.

**Второй механизм:** применяется замкнутая трёхмерная геоинформационная модель. Многие существующие информационные системы не предполагают использование полного функционала трехмерной модели поверхности. Более того, существующие математические методики, определяющие масштабы возможного поражения не учитывают рельеф местности, наличие искусственных заграждений, что способствует некорректному определению зон возможных поражений. В системе когнитивного центра используется трёхмерная геоинформационная модель с обратной связью. Петля позволяет анализировать третью координату (высоту) и учитывать её при координации социальной среды в оперативной обстановке [1, 4]. Приведем пример использования механизма: *территория культурного центра располагает восемью широкими многополосными выходами по два с каждой стороны. При возникновении опасного события принято решение об эвакуации за пределы территории присутствующего на данный момент населения. Системы нижнего уровня зафиксировали, что ближайшие основные выходы загромождены легковым автотранспортом, что представляет искусственные препятствия повышенной сложности. Организовать координацию эвакуации с территории, используя остальные основные выходы, а также дополнительные при необходимости. Обеспечить доставку спасателей к месту опасного события (зелёный коридор).*

Реакция когнитивного центра:

- система использует дополнительные слои на геоинформационной карте, закрывает ближайшие выходы и перераспределяет потоки эвакуации;
- происходит оповещение координаторов (служб охраны и первой помощи) о возможных путях эвакуации, а также все необходимые параметры;
- в оперативном режиме происходит переориентация системы видеонаблюдения для обеспечения удаленного управления;
- возможны также дополнительные участвующие системы.

**Третий механизм:** используется множество от целого, что позволяет описать простыми числами объекты и процессы нижнего и среднего уровней, а также текущие показатели контролируемых систем, привести их к общему виду для принятия оперативного решения [2]. Пример решения представлен на рис. 3.



**Рис. 3.** Структурная схема формирования проекта при возникновении внештатной ситуации

На управляемых участках когнитивным центром используются две независимые системы: пожарной безопасности (*fire safety*) и жизнеобеспечения (*life service*), соответственно множества входящих систем обозначаем  $FS$  и  $LS$ . При прямом использовании обеих систем возникает множество коллизий, когда одна система "мешает" другой. Ограниченные множества систем, выделенные для решения текущих задач, обозначены  $FS_x$  и  $LS_y$ , а необходимые для проекта (например, срочная эвакуация из здания и сбор на определённой территории) –  $FS_p$  и  $LS_p$ .

Следовательно, функция преобразования процессов:

$$\sum_{i=1}^N [FS]_i + \sum_{j=1}^M [LS]_j \xrightarrow{FS_x + LS_y} [FS + LS]_p.$$

Приведём пример использования представленной функции для формализации задач при принятии решения: *в павильоне культурного центра имеется шесть компонентов системы пожарной безопасности и восемь – системы жизнеобеспечения. В штатном режиме все компоненты действующие. При локальном переводе системы в нештатный режим необходимо три действующих компонента пожарной безопасности, четыре – жизнеобеспечения (из них два – постоянно действующих и два в резерве), а также три дополнительных компонента системы мониторинга, используемых вне объекта. Формально задачу можно представить в виде:*

$$3 + [3] + [2 + 2] + 4 \xrightarrow{10} 7.$$

где "10" – показатель целого или количество действующих компонентов;

"7" – количество компонентов самого объекта [2].

Описанные инструменты иерархической информационной системы предполагается использовать для центров обеспечения комплексной безопасности пространственно-распределённых объектов с массовым пребыванием людей [7, 8]. Существенные преимущества определяются новыми механизмами обработки больших массивов данных совместно, что позволит упростить и ускорить процесс принятия решений.

#### Литература

1. *Топольский Н.Г., Хабибулин Р.Ш., Рыженко А.А. и др.* Адаптивная система поддержки деятельности центров управления в кризисных ситуациях: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 151 с.
2. *Топольский Н.Г., Максимов И.А., Рыженко А.А.* Дуальное моделирование обработки графических данных системы поддержки управления аварийно-восстановительными мероприятиями: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 149 с.
3. *Рыженко А.А.* Разработка и реализация адаптивной системы информационной поддержки управления промышленно-экологической безопасностью крупного предприятия // Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: Институт системного анализа Российской академии наук, 2005.
4. *Рыженко А.А., Хабибулин Р.Ш.* Информационная технология визуализации взрывов и пожаров на производственных объектах // Труды КНЦ РАН. 4/2012(11). Информационные технологии. Выпуск III. Апатиты, 2012. С. 186-190.
5. *Топольский Н.Г., Максимов И.А., Рыженко А.А. и др.* Использование метода трёхмерного моделирования разрушений // Матер. 22-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2013". М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. С. 389-391.
6. *Максимов И.А., Топольский Н.Г., Рыженко А.А.* Способ моделирования разрушенных зданий при анализе материалов страхового фонда документации по чрезвычайным ситуациям // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 2 (54). 2014. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
7. *Топольский Н.Г., Хабибулин Р.Ш., Рыженко А.А.* Особенности моделирования элементов информационной системы поддержки деятельности экспертного отдела центра управления в кризисных ситуациях // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. М.: РГГУ, 2013. С. 167-170.
8. *Топольский Н.Г., Хабибулин Р.Ш., Рыженко А.А.* Алгоритм обработки показателей системы взаимодействия комплексов безопасности и жизнеобеспечения в пределах одного объекта // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014.
9. *Топольский Н.Г., Бутузов С.Ю., Ань Н.Т., Матвеев Н.А., Слабченко А.В.* Оценка надёжности функционирования интегрированных автоматизированных систем безопасности интеллектуальных зданий // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009. № 2. С. 105-110.
10. *Топольский Н.Г., Слугев В.И., Холостов А.Л.* Об информационной поддержке человека в чрезвычайных ситуациях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2010. № 4. С. 83-88.