

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА.

Ч.2. Методы мониторинга

Д.В. Шихалев

Аннотация. Приводятся результаты обзора способов мониторинга пожарной безопасности объекта, а также методов оценки состояния социально-экономических систем, нашедших свое применение в области пожарной безопасности. Выявлено, что ни в одной существующей системе мониторинга (в области пожарной безопасности) не применялась процедура поддержки принятия решений по корректировке значения параметра (или их совокупности), имеющего отклонение от заданного диапазона. Подавляющая часть систем мониторинга в области пожарной безопасности сводится к оценке состояния систем противопожарной защиты и передаче данных об их срабатывании в оперативные службы. Таким образом, существующий мониторинг пожарной безопасности упрощен до уровня оценки состояния систем пожарной автоматики, которые, безусловно, не могут отразить состояния пожарной безопасности объекта. Установлено, что одним из наиболее развитых методов оценки состояния сложной социально-экономической системы является процедура комплексного оценивания, применяемая в теории активных систем. Показаны области применения данного метода в задачах оценки уровня пожарной безопасности. Выявлены существующие противоречия в области управления системой обеспечения пожарной безопасности и представлены некоторые способы их разрешения.

Ключевые слова: пожарная безопасность, управление, оценка состояния объекта управления, система обеспечения пожарной безопасности, мониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

Как показано в первой части обзора [1], в настоящее время система обеспечения пожарной безопасности как таковая отсутствует в понятии как объект управления, так как эта процедура не описана, нет критериев оценки эффективности системы обеспечения пожарной безопасности, руководитель объекта фактически не понимает, чем ему нужно управлять. Кроме того, несмотря на весь арсенал подходов в области оценки безопасности, для руководителя эти методы в прямой постановке трудно реализуемы и самостоятельно он их применить не сможет, так как это требует глубоких знаний предмета оценки и наличия соответствующей квалификации и инструментария (компьютерных программ). Таким образом, в настоящее время руководитель объекта не в состоянии собственными

силами, без привлечения профильных специалистов оценить состояние безопасности его организации (объекта).

Одним из способов оценки текущего состояния безопасности объекта, в том числе и пожарной, является мониторинг, который определяется как система непрерывной оценки, контроля и управления состоянием объекта в зависимости от складывающейся внешней обстановки [2]. Системы мониторинга широко распространены в различных сферах человеческой деятельности [3–7], в том числе и в области обеспечения комплексной безопасности зданий [8, 9].

Вторая и заключительная часть обзора посвящена рассмотрению способов мониторинга пожарной безопасности объекта, а также методам оценки состояния социально-экономических систем, которые применяются для оценки уровня пожарной безопасности.

1. СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Пожарный мониторинг как таковой получил развитие относительно недавно. Впервые проработанные решения в этой области связаны с появлением программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Стрелец-Мониторинг» – комплексной системы мониторинга и оповещения о чрезвычайной ситуации. В работе [10] предложена концепция построения системы радиоканального мониторинга пожарной безопасности объекта. Обосновано применение радиоканалов, показано их преимущество перед традиционными линиями телефонной связи. Отмечается, что основной причиной тяжелых последствий (массовая гибель людей) являлась неспособность имеющихся систем обнаружения пожара передавать сигналы о возгорании непосредственно в пожарные подразделения, что приводило к большой задержке вызова. Изложенные в работе требования к системе мониторинга относятся к надежности, помехоустойчивости и другим техническим параметрам системы. Однако отсутствует информация, по каким параметрам должен осуществляться мониторинг. Затронуты проблемы пожарного мониторинга в Российской Федерации, которые касаются только лишь юридических аспектов мониторинга, а не его вида, задач или иных технических характеристик. Таким образом, по существу, предложенная система мониторинга сводится к системе передачи информации о срабатывании элемента (элементов) автоматической пожарной сигнализации в единую дежурно-диспетчерскую службу и высылки на основании этого сигнала пожарно-спасательных подразделений.

Еще одной вновь разрабатываемой системой является национальная единая аналитическая система контроля пожарной безопасности в зданиях «Прометей» [11]. Из информации, представленной на официальном сайте, следует, что система предназначена для дистанционного контроля систем противопожарной защиты в здании, контроля их технического обслуживания, ведения баз данных всех участников рынка противопожарной продукции. Предполагается, что «Прометей» будет формировать рейтинг пожарной безопасности организации. Исходя из текущих функциональных возможностей системы, рейтинг будет сформирован на основе оценки состояния работоспособности и технического обслуживания систем противопожарной защиты. Однако судить о пожарной безопасности здания на основе данного показателя

оприметчиво, так как пожарная безопасность и ее состояние – понятия намного более глубокие и обширные. Как было показано в первой части обзора [1], для оценки состояния применяются детально проработанные с научной точки зрения методы. По большому счету, рассматриваемая система является более высоким уровнем развития ПАК «Стрелец-Мониторинг», но по существу сводится к контролю и передаче информации о состоянии систем противопожарной защиты и как таковым мониторингом называться не может, так как в ней отсутствуют способы управления контролируемыми параметрами в режиме реального времени. В целом, мониторингу пожарной безопасности ставится в соответствие контроль работоспособности систем противопожарной защиты; такой подход является достаточно поверхностным.

Наиболее проработанной в настоящее время является область мониторинга пожара. В работе [12] приведены модели дистанционного мониторинга пожара с оценкой состояния пожара, т. е. этапа, когда в здании уже возник пожар и ставится задача получения данных о его развитии с целью выработки управленческих решений, направленных на обеспечение безопасности деятельности пожарно-спасательных подразделений. В указанном исследовании разработан метод поддержки принятия решений на основе мониторинга пожара, представляющий собой многоуровневую процедуру анализа и ранжирования решений по предпочтительности. Несмотря на всю важность решенной задачи, ее применение, безусловно, полезно на этапе, когда уже возник пожар, а для цели настоящего исследования такая постановка не применима.

Еще одним примером является разработанный логико-вероятностный подход к мониторингу состояния потенциально опасного объекта, в частности для моделирования сценариев развития аварии [13]. Введено определение мониторинга потенциально опасного объекта – постоянный сбор информации, наблюдение и контроль за объектом, включающий в себя процедуры анализа риска, измерения параметров технологического процесса на объектах, выбросов вредных веществ, состояния окружающей среды на прилегающих к объекту территориях. Мониторинг строится на взаимодействии двух блоков: информационного (сбор, обработка и представление информации) и экспертного (обработка, моделирование/прогнозирование сценариев и оценка их результатов). В качестве показателя мониторинга принимается набор параметров, определяющих безопасность объекта и описывающих текущее состояние системы в заданный момент времени. Несмотря на актуальность данной



работы, ее недостатками являются слишком обобщенный и не детализированный набор параметров мониторинга, а также отсутствие информации об источниках получения значений таких параметров.

Кроме того, развиваются методы контроля состояния пожароопасной обстановки в составе автоматической системы мониторинга окружающей среды [14]. Предложен подход к интеграции датчиков пожарной сигнализации и сенсоров сверхраннего обнаружения для контроля уровня загазованности среды помещений. В качестве объекта мониторинга выбраны следующие параметры: температура среды в зоне контроля, уровень монооксида углерода (угарный газ) и задымленность. Результаты апробации показали повышение точности обнаружения пожара на 25 %, а в целом надежность системы возросла на 37 %. Несмотря на положительные результаты апробации, исследование скорее посвящено решению инженерной задачи, а не научной. Ожидается, что увеличение средств контроля приведет к повышению эффективности обнаружения пожара, а параметры мониторинга известны специалистам в области обеспечения пожарной безопасности.

В тоже время, существуют разработки системы мониторинга при возникновении и развитии пожара, предназначенной для оценки безопасности пожарно-спасательных подразделений во время работы на объекте, построенном с применением стальных ферм [15]. Мониторинг осуществляется по показателю «комплексный индекс обрушения», который характеризует вероятность полного разрушения конструкции при разрушении одного из ее элементов. Предлагается устанавливать датчики контроля температуры не на каждый элемент конструкции, а лишь на те, чья целостность наиболее важна для устойчивости конструкции. Расчет значений показателя, определяющего важность такого элемента конструкции для ее общей устойчивости, производится заранее. Затем, при возникновении пожара, датчики передают параметры среды и оценивается уровень опасности обрушения. Компьютерное моделирование показало возможность предсказания разрушения перекрытия на 180 с раньше наступления этого события. Этого должно быть достаточно для того, чтобы звенья газодымозащитной службы покинули опасную область. Рассматриваемый подход представляет ценность для развития области пожарного мониторинга, однако только для этапа, когда пожар уже произошел, так же, как и ранее рассмотренный подход [12].

Активно внедряются в область мониторинга и современные технологии. Например, уже существует концепция мониторинга системы пожаротушения на базе технологий интернета вещей

(IoT) [16]. С помощью различных сенсоров система контролирует актуальную информацию о давлении в системе пожаротушения, температуре и влажности окружающей среды, напряжении электрооборудования, положении управляющих клапанов, сигнал о срабатывании. Предлагается модель раннего обнаружения пожара на основе нейронной сети, однако принципы ее работы не приводятся. Кроме того, введена пятибалльная оценка уровня пожарной безопасности здания, при этом данные о способе проведения такой оценки также не приводятся. Исходя из параметров мониторинга предполагаем, что уровень безопасности оценивается на основе текущего состояния автоматической системы пожаротушения. В целом, в работе представлен интересный подход, который требует развития. Как и в ранее рассмотренных работах, мониторинг осуществляется в отношении технических элементов систем противопожарной защиты.

В области государственного регулирования мониторинга при пожарах и чрезвычайных ситуациях существует ряд нормативных актов и документов. Например, концепция государственной системы мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов и опасных грузов [17]. Объектом мониторинга является состояние защищенности объектов и грузов. Данная концепция не выделяет каких-либо конкретных параметров для контроля в ходе мониторинга, определены лишь области контроля. Отличительной особенностью данной концепции является наличие автоматизированной поддержки принятия решений в целях минимизации последствий чрезвычайной ситуации. В целом, данная концепция достаточно подробно описывает функции, состав и порядок функционирования системы мониторинга. Несмотря на перспективность направления, серьезного развития оно не получило и осталось на уровне концепции.

В свою очередь, существует государственный стандарт [8], посвященный основам и принципам построения структурированной системы мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС). Определены ее функции, состав, порядок информационного сопряжения и другие аспекты. Система проектируется для потенциально опасных и критически важных объектов. Среди прочего, СМИС должна обеспечивать прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций путем контроля и определения отклонений их текущих значений от установленных. В качестве параметров мониторинга выступают следующие факторы [8]:

- возникновение пожара;
- нарушения в системе тепло- и водоснабжения, отопления;

- нарушения в подаче электроэнергии;
- нарушения в подаче газа;
- отказ в работе лифтового оборудования;
- несанкционированное проникновение в помещения;
- повышение уровня радиации, ПДК аварийных химически опасных веществ и др.;
- затопление помещений, дренажных систем и технологических приямков;
- отклонения технологических процессов от нормативных параметров;
- изменение состояния конструктивных элементов здания;
- состояние систем противопожарной и противоаварийной защиты;
- состояние инженерной защиты;
- состояние участков, характеризующихся повышенной вероятностью возникновения опасных природных процессов (оползни, лавины и др.).

Структурно СМИС состоит из трех подсистем: сбора данных и передачи сообщений, связи и управления в кризисных ситуациях, мониторинга инженерных конструкций. Функционирование СМИС предусмотрено следующим образом. Система в непрерывном режиме осуществляет контроль факторов, влияющих на обеспечение безопасности, и при их отклонении от нормы передает информацию диспетчеру для оповещения и принятия соответствующего решения. В рамках данной системы отсутствуют какие-либо модули поддержки принятия решений, которые предоставляли бы ЛПП набор альтернативных решений. В целом, функция СМИС сводится к оповещению об изменении состояния объекта управления.

Документ [9] определяет и регулирует построение системы мониторинга автоматических систем противопожарной защиты (СМА СПЗ) и вывод сигналов на пульт централизованного наблюдения «01» и «112». Предписывается, что СМА СПЗ должна выполнять сбор данных о пожарах (авариях) и стихийных бедствиях, производить контроль надежности и работоспособности систем противопожарной защиты. Система осуществляет мониторинг по пожарным (пожар, тревога и др.) и сервисным (неисправность, снятие шлейфа и др.) извещениям. Как и в ранее рассмотренной системе (СМИС), здесь отсутствуют какие-либо меры по поддержке принятия решений в ходе мониторинга. Функции системы сводятся к передаче сообщений в организацию, осуществляющую мониторинг.

Рассмотрев системы мониторинга, приходим к выводу, что они направлены по своей сути на передачу информации о состоянии систем противопо-

пожарной защиты в организацию, осуществляющую мониторинг (пожарно-спасательную часть). Кроме того, ряд параметров просто контролируется, а их значения не влияют на процесс управления состоянием объекта.

Возникновение данной ситуации можно объяснить наличием двух точек зрения по данному вопросу, сложившихся в конце 1980-х годов [18] у ученых в области окружающей среды. По мнению академика РАН Ю.А. Израэля, мониторинг – «система наблюдений, позволяющая выделить изменение состояния под влиянием человеческой деятельности, которая включает в себя наблюдение, оценку и прогноз состояния среды и не включает управление качеством такой среды и человеческой деятельности» [19]. Его оппонентом выступал академик АН СССР И.П. Герасимов, который определял мониторинг как «систему контроля, оценивания и управления окружающей средой, которые должны быть целеустремлены, взаимосвязаны и эффективны» [20]. При этом эффективность не нацеленного на управление мониторинга может привести к ряду проблем (избыточность/недостаточность информации, ее невостребованность и др.). С точки зрения обеспечения пожарной безопасности, в настоящей работе принимается позиция академика И.П. Герасимова, так как первостепенной задачей при управлении пожарной безопасностью (в целом любой организационной системой) является мониторинг текущего состояния системы, т. е. понимание той отправной точки, с которой осуществляется управление.

Проведенный анализ способов мониторинга пожарной безопасности объекта показал, что в настоящее время область мониторинга состояния пожарной безопасности находится в начале своего развития. Как правило, осуществляется мониторинг состояния систем противопожарной защиты и передача данных об их срабатывании в оперативные службы. Это объясняется совокупностью следующих факторов: отсутствие показателя, который характеризовал бы состояние пожарной безопасности объекта и, как следствие, отсутствие технических решений, направленных на получение данных о значениях контролируемых параметров. При этом ни в одной из рассмотренных систем не осуществлялся мониторинг организационных мероприятий (соблюдения тех или иных требований пожарной безопасности), а как показано в первой части обзора [1], это является одной из наиболее частых причин возникновения пожара. Текущее развитие области мониторинга пожарной безопасности объекта требует наличия большего количества параметров, чем исправность систем противопо-



пожарной защиты, так как они предназначены для ситуаций, когда уже произошел пожар. Кроме того, ни в одной системе мониторинга (в области пожарной безопасности) не применялась процедура поддержки принятия решений по корректировке значения параметра (или их совокупности), имеющего отклонение от заданного диапазона.

На основании изложенных выводов представляется целесообразным конкретизировать термин «мониторинг» в отношении пожарной безопасности объекта. Введем следующее определение. Мониторинг состояния пожарной безопасности объекта – регулярная целенаправленная деятельность, включающая в себя оценку состояния пожарной безопасности объекта защиты на основе набора факторов (в том числе организационно-технические меры), характеризующих такое состояние, а также его контроль путем определения отклонений значений параметров от заданного диапазона и принятие решений в случае возникновения отклонения. Таким образом, одной из актуальных задач является выделение множества факторов, определяющих в своей основе состояние пожарной безопасности, установление взаимосвязи между такими факторами и степени их влияния на состояние объекта в целом.

2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СФЕРЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрим существующие методы оценки состояния социально-экономических систем. Для начала приведем ряд терминов.

Пожарная безопасность – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара¹.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности².

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе

по выполнению требований пожарной безопасности².

Профилактика пожаров – совокупность превентивных мер, направленных на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий².

Таким образом, в настоящее время отсутствует термин, характеризующий состояние пожарной безопасности. Для этого определим его следующим образом. Состояние пожарной безопасности объекта – множество факторов организационного, социального и технического характера, определяющих объект.

Состояние большинства систем в первом приближении можно описать набором факторов (параметров), влияющих на их функционирование. Задача оценки состояния системы сводится к определению факторов (параметров), влияющих на функционирование системы, установлению функциональной взаимосвязи между ними, получению качественных или количественных метрик данных факторов. «Оценка» в отношении системы может использоваться как процесс или как результат измерения [21]. Исходя из цели настоящего исследования, рассматриваем оценку как результат измерения текущего состояния системы. Рассмотрим ряд работ, посвященных оценке состояния.

Ранее были рассмотрены механизмы оценки безопасности потенциально опасных объектов, где для этой задачи применяется теория активных систем. Рассмотрим данную технологию более подробно.

В основе комплексного оценивания сложных социально-экономических систем [22] лежит иерархическое представление дерева целей, а основная идея заключается в применении метода дихотомии [23] к дезагрегированию вершин дерева, что позволяет проводить свертку пар вершин по иерархии вверх. В подходе рассматриваются как количественные (измеряемые/рассчитываемые) показатели, так и качественные, определение которых осуществляется экспертным путем.

Алгоритм заключается в следующем:

Шаг 1. Определение n направлений оценивания состояния объекта.

Шаг 2. Разбиение n направлений оценивания состояния объекта на две подгруппы: подгруппа 1, оценки по которой могут быть определены объективным путем (измерены, рассчитаны и т. д.), и подгруппа 2, для которой оценки определяются экспертным путем.

Шаг 3. Формирование единой балльной шкалы оценок для всех n направлений.

Шаг 4. Определение локальных оценок направлений в подгруппе 2.

¹ Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ.

² Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ.

Шаг 5. Определение показателей, характеризующих объект по каждому направлению оценки в подгруппе 2.

Шаг 6. Разработка шкалы пересчета показателей, определенных на шаге 5, в локальные балльные оценки.

Шаг 7. Определение степени важности показателей, выделенных на шаге 6.

Шаг 8. Измерение или расчет показателей подгруппы 2 по шагам 5, 7.

Шаг 9. Пересчет показателей в подгруппе 2 в локальные балльные оценки.

Шаг 10. Определение локальных оценок объекта по направлениям подгруппы 1.

Шаг 11. Определение пары направлений, локальные оценки по которым будут сворачиваться в обобщенную оценку.

Шаг 12. Формирование матриц свертки попарного сравнения локальных и обобщенных оценок.

Шаг 13. Формирование комплексной оценки объекта.

В результате выполнения данного алгоритма можно получить комплексную оценку сложной социально-экономической системы (организации, проекта и т. д.). В ряде работ данный метод применялся для решения задач пожарной безопасности.

Например, разработаны модели и механизмы управления пожарной безопасностью региона на основе теории активных систем с применением метода комплексного оценивания [24]. Пожарная безопасность региона характеризуется тремя критериями: количество травмированных и погибших при пожарах, а также размер материального ущерба. Оценка этих критериев производилась по четырехбалльной шкале. Кроме того, проведена оценка уровня пожарной безопасности Воронежской области, в результате чего установлено, что уровень пожарной безопасности снизился на 3 % в период с 1996 по 2001 г. Для его повышения разработана соответствующая программа.

В развитие данного подхода проведено исследование, посвященное разработке моделей и алгоритмов управления пожарной безопасностью на основе программ регионального развития [25]. Как и в предыдущем исследовании, рассматриваются показатели, характеризующие пожарную безопасность региона, с добавлением показателя «количество пожаров», а затем, на следующем шаге, он исключается как превышающий допустимую связь с другими показателями. Очевидно, что количество пожаров является основным показателем, который влияет на все остальные (количество погибших, травмированных и сумма ущерба).

В рассмотренных подходах [24, 25] предпринята попытка оценки уровня пожарной безопасности, однако полученные результаты подвергаются сомнению, так как оценить пожарную безопасность путем учета количества погибших и травмированных, а также материального ущерба является неприемлемым и достаточно грубым. С помощью данных показателей возможно в первом приближении оценить те или иные меры в отношении пожарной безопасности, но не ее как таковую.

Рассмотрев методы оценки состояния социально-экономических систем, делаем следующие выводы. На текущем этапе одним из наиболее разработанных методов оценки является процедура комплексного оценивания, предложенная профессором В.Н. Бурковым [22], а сам метод по своему содержанию достаточно эффективный и может быть адаптирован для оценки состояния системы пожарной безопасности объекта. В тоже время, данный метод при росте количества показателей, характеризующих состояние, или изменении их структурной взаимосвязи, требует проведения повторной процедуры получения оценки, в том числе проведения экспертного оценивания. Имеющиеся исследования по применению данного подхода к задаче оценки уровня пожарной безопасности неприменимы для оценки состояния пожарной безопасности объекта. Таким образом, в настоящее время методы оценки текущего состояния пожарной безопасности объекта защиты требуют развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение обзора способов мониторинга пожарной безопасности объекта, а также методов оценки состояния социально-экономических систем, применяющихся в сфере пожарной безопасности, сформулируем следующие выводы:

- Результаты анализа способов мониторинга пожарной безопасности объекта показали, что в настоящее время область мониторинга состояния пожарной безопасности находится в начале своего развития. Как правило, осуществляется мониторинг состояния систем противопожарной защиты и передача данных об их срабатывании в оперативные службы. Это объясняется совокупностью следующих факторов: отсутствие показателя, который характеризовал бы состояние пожарной безопасности объекта и, как следствие, отсутствие технических решений, направленных на получение данных о контролируемых параметрах. При этом ни в одной из рассмотренных систем не осуществлялся



мониторинг организационных мероприятий (соблюдения тех или иных требований пожарной безопасности), которые являются одними из наиболее частых причин возникновения пожара. Текущее развитие области мониторинга пожарной безопасности объекта требует наличия большего количества параметров, чем исправность систем противопожарной защиты, так как они предназначены для ситуаций, когда уже произошел пожар. Кроме того, ни в одной системе мониторинга (в области пожарной безопасности) не применялась процедура поддержки принятия решений по корректировке параметра (или их совокупности), имеющего отклонение от заданного диапазона.

- В настоящее время одним из наиболее разработанных методов оценки состояния сложной социально-экономической системы является процедура комплексного оценивания, предложенная профессором В.Н. Бурковым, а сам метод по своему содержанию достаточно эффективный и может быть адаптирован для оценки состояния системы пожарной безопасности объекта. В тоже время, данный метод при росте количества показателей, характеризующих состояние, или изменениях их структурной взаимосвязи требует проведения повторной процедуры ее получения, в том числе экспертного оценивания. При этом существующие исследования, в которых данный метод применялся к задаче оценки уровня пожарной безопасности, выполнены на уровне региона, а состав показателей, положенных в основу такой оценки, является весьма дискуссионным. Следовательно, методы оценки текущего уровня (состояния) пожарной безопасности объекта защиты требуют развития.

Подводя итоги рассмотрения вопросов управления системой обеспечения пожарной безопасности, отметим, что данная область исследований в настоящее время столкнулась с рядом серьезных проблем и противоречий, которые можно охарактеризовать следующим образом:

- На руководителя объекта возложена обязанность по обеспечению пожарной безопасности (управлению системой обеспечения пожарной безопасности) и предусмотрена уголовная ответственность за несоблюдение правил безопасности, однако каких-либо методов и алгоритмов управления такой системой не представлено.

- Усилиями сообщества инженеров и ученых разработано огромное количество методов оценки пожарной безопасности объекта, однако уровень их сложности не позволяет руководителю объекта применить их в повседневной деятельности (без соответствующей профессиональной подготовки),

оценивать текущее состояние системы управления и принимать управленческие решения.

- Зачастую исследования в области системы обеспечения пожарной безопасности сосредоточены на стратегических уровнях (регион, государство), однако на базовом уровне объекта все еще отсутствуют технологии постановки и решения задач управления системой обеспечения пожарной безопасности как это, например, показано в работе [21].

По мнению автора настоящей публикации, отправной точкой решения вышеизложенных проблем и противоречий является набор следующих задач:

- формулировка концепции состояний системы обеспечения пожарной безопасности объекта на различных этапах ее функционирования,

- разработка методологии оценки состояния системы обеспечения пожарной безопасности объекта на различных этапах деятельности объекта,

- разработка методов, моделей и алгоритмов управления состоянием системы обеспечения пожарной безопасности объекта на различных этапах функционирования объекта,

- разработка методов поддержки принятия решений руководителем объекта по управлению системой обеспечения пожарной безопасности,

- разработка информационно-аналитической системы поддержки управления системой обеспечения пожарной безопасности.

Данные задачи должны быть решены таким образом, чтобы обеспечить их применение в режиме реального времени.

Автор глубоко признателен рецензенту статьи за ценные советы по изложению материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шихалев Д.В. Проблемы управления системой обеспечения пожарной безопасности объекта. Ч. 1. Методы оценки // Проблемы управления. – 2022. – № 1. – С. 3–18. [Shikhalev, D.V. Problems of Managing the Fire Safety System of a Facility. Part I: Assessment Methods // Control Sciences. – 2022. – No. 1. – P. 2–14.]
2. Гражданская защита: Мониторинг / под ред. В.А. Пучкова. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2015. – 666 с. [Grazhdanskaya zashchita: Monitoring / pod red. V.A. Puchkova. – M.: VNIIGOCHS, 2015. – 666 s. (In Russian)]
3. Чепиков Н.А. Модель, метод и алгоритм обработки данных социально-гигиенического мониторинга автотранспортной сети для управления риском здоровью: дис. канд. техн. наук – К.: 2013. – 117 с. [Chepikov, N.A. Model, method and algorithm obrabotki dannykh sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa avtotransportnoi seti dlya upravleniya riskom zdorov'yu (Model, method and algorithm for data processing of social and hygienic

- monitoring of the road transport network for health risk management) – Kursk: dissertation of the candidate of technical sciences, 2013. – 117 s. (In Russian)]
4. *Паращук Е.А.* Автоматизированная система мониторинга воздушной среды как информационная поддержка принятия управляющих решений: дис. канд. техн. наук – Б.: 2014. – 127 с. [*Parashchuk, E.A.* Avtomatizirovannaya sistema monitoringa vozduшной sredy kak informatsionnaya podderzhka prinyatiya upravlyayushchikh reshenii (Automated air monitoring system as information support for making control decisions) – Belgorod: dissertation of the candidate of technical sciences, 2014. – 127 s. (In Russian)]
 5. *Норица В.А.* Информационная поддержка системы мониторинга материально-технической базы учреждения науки и образования: дис. канд. техн. наук – М.: 2013. – 121 с. [*Norica, V.A.* Informatsionnaya podderzhka sistemy monitoringa material'no-tekhnicheskoi bazy uchrezhdeniya nauki i obrazovaniya (Information support of the monitoring system of the material and technical base of the institution of science and education) – Moscow: dissertation of the candidate of technical sciences, 2013. – 121 s. (In Russian)]
 6. *Белов А.В.* Растровые модели и алгоритм визуализации пространственных данных в системах мониторинга природных и техногенных катастроф: дис. канд. техн. наук – М.: 2013. – 154 с. [*Belov, A.V.* Rastrovye modeli i algoritm vizualizatsii prostranstvennykh dannykh v sistemakh monitoringa prirodnykh i tekhnogennykh katastrof (Raster models and an algorithm for visualizing spatial data in monitoring systems for natural and man-made disasters) – Kursk: dissertation of the candidate of technical sciences, 2013. – 154 s. (In Russian)]
 7. *Миков Д.А.* Управление информационными рисками в системах дистанционного мониторинга состояния объекта: дис. ... канд. техн. наук – М.: 2018. – 159 с. [*Mikov, D.A.* Upravlenie informatsionnymi riskami v sistemakh distantsionnogo monitoringa sostoyaniya ob"ekta (Information risk management in systems for remote monitoring of the state of an object) – Moscow: dissertation of the candidate of technical sciences, 2018. – 159 s. (In Russian)]
 8. *ГОСТ Р 22.1.12-2005.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. – Москва: ВНИИГОЧС, 2005. [*GOST R 22.1.12-2005.* Safety in emergencies. Structured system for monitoring and control of building and construction engineering equipment. General requirements. – Moscow: VNIIGOCHS, 2005. (In Russian)]
 9. *ГОСТ Р 56935-2016.* Производственные услуги. Услуги по построению системы мониторинга автоматических систем противопожарной защиты и вывода сигналов на пульт централизованного наблюдения «01» и «112». – Москва: НСОПБ, 2016. [*GOST R 56935-2016.* Production services. Services on construction of monitoring system of automatic fire protection systems and output signals on the panel «01» and «112» centralized monitoring. – Moscow: NSOPB, 2016. (In Russian)]
 10. *История создания и совершенствования беспроводных систем мониторинга / под ред. В.И. Зыкова.* – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 160 с. [*History of creation and improvement of wireless monitoring systems / pod red. V.I. Zikova.* – М.: State Fire Academy, 2016. – 160 s. (In Russian)]
 11. *Национальная единая аналитическая система контроля пожарной безопасности в зданиях «Прометей».* – URL: <https://fortespro.ru> (дата обращения: 14.01.2021) [*Natsional'naya edinaya analiticheskaya sistema kontrolya pozharnoi bezopasnosti v zdaniyakh «Prometei»*] (National unified analytical fire safety control system in buildings «Prometheus») – URL: <https://fortespro.ru>. (In Russian)]
 12. *Тараканов Д.В.* Многокритериальные модели и методы поддержки управления пожарными подразделениями на основе мониторинга динамики пожара в здании: дис. докт. техн. наук – М.: 2018. – 340 с. [*Tarakanov, D.V.* Mnogokriterial'nye modeli i metody podderzhki upravleniya pozharnymi podrazdeleniyami na osnove monitoringa dinamiki požara v zdanii (Multi-criteria models and methods for supporting the management of fire departments based on monitoring the dynamics of a fire in a building) – Moscow: dissertation of the doctor of technical sciences, 2018. – 340 s. (In Russian)]
 13. *Мосягин А.А.* Мониторинг потенциально опасных объектов на основе логико-вероятностного моделирования: дис. канд. техн. наук – М.: 2009. – 152 с. [*Mosyagin, A.A.* Monitoring potentsial'no opasnykh ob"ektov na osnove logikoveroyatnostnogo modelirovaniya (Monitoring of potentially dangerous objects based on logical and probabilistic modeling) – Moscow: dissertation of the candidate of technical sciences, 2009. – 152 s. (In Russian)]
 14. *Глушко В.С.* Интегрированная система мониторинга окружающей среды объектов нефтегазового комплекса для превентивного предотвращения пожара: дис. ... канд. техн. наук – М.: 2014. – 129 с. [*Glushko, V.S.* Integrirovannaya sistema monitoringa okruzhayushchei sredy ob"ektov neftegazovogo kompleksa dlya preventivnogo predotvrashcheniya požara (Integrated environmental monitoring system for oil and gas facilities for preventive fire prevention) – Moscow: dissertation of the candidate of technical sciences, 2014. – 129 s. (In Russian)]
 15. *Jiang, S., Zhu, S., Guo, X., Chen, C., Li, Z.* Safety Monitoring System of Steel Truss Structures in Fire // *Journal of Constructional Steel Research.* – 2020. – 172. – P. 1–11.
 16. *Li, Y., Yi, J., Zhu, X., Wang, Z., Xu, F.* Developing a Fire Monitoring and Control System Based on IoT // *2nd International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering.* – 2016. – P. 174–178.
 17. *Распоряжение* Правительства РФ от 27.08.2005 N 1314-р. Об одобрении Концепции федеральной системы мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры Российской Федерации и опасных грузов. – Москва, 2005. [*Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 27.08.2005 N 1314-r.* Ob odobrenii Kontseptsii federal'noi sistemy monitoringa kriticheski vazhnykh ob"ektov i (ili) potentsial'no opasnykh ob"ektov infrastruktury Rossiiskoi Federatsii i opasnykh грузов (*Order of the Government of the Russian Federation of August 27, 2005 N 1314-r.* On approval of the Concept of the federal monitoring system for critical facilities and (or) potentially hazardous infrastructure facilities of the Russian Federation and dangerous goods). – Moscow, 2005. (In Russian)]
 18. *Рычихина Э.Н.* Мониторинг как общая функция управления. – У.: УГТУ, 2008. – 140 с. [*Rychikhina, E.N.* Monitoring kak obshchaya funktsiya upravleniya (Monitoring as a general management function) – Uhta: USTU, 2008. – 140 s. (In Russian)]
 19. *Израэль Ю.А.* Концепция мониторинга состояния биосферы // *Мониторинг состояния окружающей природной среды: сб. науч. тр.* – Л.: Наука, 1977. – 126 с. [*Izrael', Yu.A.* Kontseptsiya monitoringa sostoyaniya biosfery (Biosphere



- monitoring concept) // Monitoring of the state of the environment: collection of articles. – Leningrad: Science, 1977. – 126 s. (In Russian)]
20. *Герасимов И.П.* Структура научного исследования: философский анализ познавательной деятельности. – М.: Мысль, 1985. – 20 с. [*Gerasimov, I.P.* Struktura nauchnogo issledovaniya: filosofskii analiz poznavatel'noi deyatelnosti (Research structure: philosophical analysis of cognitive activity) – Moscow: Mysl', 1985. – 20 s. (In Russian)]
21. *Новиков Д.А.* Методология управления. – М.: Либроком, 2011. – 128 с. [*Novikov, D.A.* Metodologiya upravleniya (Control methodology) – Moscow: Libracom, 2011. – 128 s. (In Russian)]
22. *Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбка С.И., Щепкин А.В.* Модели и механизмы управления безопасностью. – М.: Синтег, 2001. – 160 с. [*Burkov, V.N., Gracianskii, E.V., Dzubko, S.I., Shepkin, A.V.* Modeli i mekhanizmy upravleniya bezopasnost'yu (Security management models and mechanisms) – Moscow: Sinteg, 2001. – 160 s. (In Russian)]
23. *Анохин А.М., Глотов В.А., Павельев В.В., Черкашин А.М.* Целенаправленный выбор: модели, отношения, алгоритмы. – М.: ИПУ РАН, 1996. – 11 с. [*Anohin, A.M., Glotov, V.A., Pavelev, V.V., Cherkashin, A.M.* Tselenapravlennyi vybor: modeli, otnosheniya, algoritmy (Purposeful choice: models, relationships, algorithms) – Moscow: Institute of Control Sciences of Russian Academy of Science, 1996. – 11 s. (In Russian)]
24. *Половинкина А.И.* Модели и механизмы оптимального управления пожарной безопасностью региона: дис. канд. техн. наук – М.: 2003. – 191 с. [*Polovinkina, A.I.* Modeli i mekhanizmy optimal'nogo upravleniya pozharnoi bezopasnost'yu regiona (Models and mechanisms of optimal management of fire safety in the region) – Moscow: dissertation of the candidate of technical sciences, 2003. – 191 s. (In Russian)]
25. *Кузовлев А.В.* Модели и алгоритмы управления пожарной безопасностью на основе программ регионального развития: дисс. канд. техн. наук. – М. – 2014. – 174 с. [*Kuzovlev, A.V.* Modeli i algoritmy upravleniya pozharnoi bezopasnost'yu na osnove programm regional'nogo razvitiya (Fire safety management models and algorithms based on regional development programs) – Moscow: dissertation of the candidate of technical sciences, 2014. – 174 s. (In Russian)]

Статья представлена к публикации членом редколлегии В.В. Кульбой.

*Поступила в редакцию 19.07.2021,
после доработки 1.11.2021.
Принята к публикации 22.11.2021.*

Шихалев Денис Владимирович – канд. техн. наук, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва,
✉ evacsystem@gmail.com.

PROBLEMS OF MANAGING THE FIRE SAFETY SYSTEM OF A FACILITY. PART II: MONITORING METHODS

D.V. Shikhalev

The State Fire Academy, the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM), Moscow, Russia

✉ evacsystem@gmail.com

Abstract. This paper overviews fire safety monitoring methods for a facility and state assessment methods for socio-economic systems used in fire safety. As discovered, none of the existing fire safety monitoring systems has a decision support procedure for adjusting a parameter (or several parameters) deviating from a given range. The majority of fire safety monitoring systems only assess the state of fire protection systems and transmit information on their triggering to the operational services. Thus, fire safety monitoring is simplified to assessing the state of fire automation systems, which cannot objectively reflect the fire safety state of the facility. As established, the integrated rating procedure is a most developed tool for assessing the state of a complex socio-economic system. This procedure is widespread in the theory of active systems. Its application to fire safety assessment is described. The existing contradictions in the management of fire safety systems are revealed, and some ways to resolve them are presented.

Keywords: fire safety, management, assessment of the facility's state, fire safety system, monitoring.