

---

---

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

УДК 681.3.01

### ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ВХОДНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЕМ

*Статья поступила в редакцию 22.07.2015, в окончательном варианте 22.08.2015.*

*Нгуен Суан Мань*, аспирант, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: trungmanh82@gmail.com

*Попов Георгий Александрович*, доктор технических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: popov@astu.org

*Кучин Иван Юрьевич*, кандидат технических наук, доцент, начальник Управления информационных систем и технологий, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: kuchin@astu.org

Проблема повышения комфортности пребывания людей в жилых и офисных зданиях становится всё более значимой ввиду роста требований населения и государственных стандартов к качеству жизни и условиям среды жизнедеятельности; появления наряду с существующими угрозами ряда их новых видов (например, возможностей террористических актов); освоением новых территорий, неблагоприятных для проживания и труда людей. Эффективность производственной деятельности, качество бытовых условий, положительные эффекты от рекреаций определяются в значительной мере уровнями комфортности пребывания людей в зданиях. Полноценное решение этой задачи невозможно без учета всех факторов, способных оказать влияние на процесс функционирования интеллектуального здания. То есть такого интеллектуального здания, которое будет «подстраиваться» под нужды людей с учетом влияния параметров окружающей среды и ресурсов, которые могут быть использованы для управления. Общее число возможных каналов воздействия на интеллектуальное здание – более двухсот. Поэтому авторами была поставлена задача формирования отдельных подсистем, отвечающих за сбор и регистрацию всех данных, связанных с факторами влияния. Выявлены семь источников получения исходных данных и сформирована диаграмма потока данных для системы управления процессом их сбора и регистрации. Разработана общая технология функционирования подсистемы управления сбором данных, включающая иерархизацию структуры потока по пяти уровням и общую структуру алгоритма функционирования подсистем сбора и регистрации данных. Рассмотрена также задача сбора данных по деформационным изменениям в несущих элементах здания. Выделены четыре состояния, описывающих разные стадии деформационных изменений. Приведена общая схема технологии контроля целостности здания.

**Ключевые слова:** интеллектуальное здание, сбор и регистрация данных, источник входных данных, система управления, иерархическая структура передачи данных, физический уровень, канальный уровень, транспортный уровень, прикладной уровень, пользовательский уровень, факторы влияния, механические воздействия, контроль за деформациями в здании

### MANAGEMENT SUBSYSTEM PROCESSES OF FORMATION INPUT PASSED TO THE IP-SYSTEM OFFICE BUILDING

*Nguyen Xuan Manh*, post-graduate student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: trungmanh82@gmail.com

*Popov Georgiy A.*, D.Sc. (Engineering), Professor, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: popov@astu.org

*Kuchin Ivan Yu.*, C.Sc. (Engineering), Associate Professor, Head of Management Information System and Technology, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: kuchin@astu.org

The problem of raising the amenities people in residential and office buildings has become increasingly important in view of the growing demands of the population and your country of governmental systems, the quality of life, along with the emergence of a number of new threats to existing threats such as terrorist attacks, as well as the development of new areas for little comfort human habitation. A complete solution of this problem is impossible without taking into account all factors that could affect the functioning of the intelligent building process. That this issue is devoted to this article. The paper indicated that the total number of possible channels of influence on intelligent building more than two hundred. Therefore, the task of forming the individual subsystems responsible for the collection and recording of all data associated with the factors of influence. Identified seven sources of input data and generated a flow diagram of melon to the process control system data acquisition. Formed general technology operation management subsystem data collection, including data flow hierarchization of five levels and the general structure of the algorithm operation data acquisition subsystem. We also consider the task of collecting data on the deformation changes in the bearing elements of the building. Highlighted four states describing the different stages of deformation changes, provides an overview of the technology management control over the integrity of the building.

**Keywords:** intelligent building, data acquisition, source of data input, control system, hierarchical structure of the data, physical layer, link layer, transport layer, application layer, user level, influencing factors, mechanical effects, control of deformations in the building

**Введение.** Подавляющая часть населения в городах большую часть времени проводит в зданиях, в других помещениях, на охраняемых территориях. Условия пребывания людей на таких объектах значительно влияют на качество жизни населения [2]. В рабочее время места пребывания людей – это офисы, производственные помещения, учебные аудитории, территории организаций и др. Во вне рабочее время – это жилые дома, спортивные объекты, сооружения культурно-массового назначения, клубы и пр. Наблюдается тенденция укрупнения зданий, формирования из них офисных, жилых, торгово-развлекательных, образовательных, лечебно-диагностических и других комплексов с общими системами инженерного обеспечения, температурой и влажностью воздуха, управления физической и криминальной безопасностью.

Рост этажности зданий в городах приводит к усложнению систем инженерного обеспечения их деятельности; усиливает важность решения задач отслеживания деформаций строительных конструкций; требует реализации превентивных мер борьбы с потенциальными террористическими угрозами для физических лиц и организаций, находящихся в зданиях.

Поэтому задачи создания максимального комфорта, безопасности и удобства пребывания людей на перечисленных объектах являются актуальными. В частности, в рабочих помещениях необходимо обеспечить условия для эффективной работы персонала. В учебных аудиториях температурно-влажностный режим и другие параметры должны способствовать эффективному проведению образовательного процесса. В жилом доме люди должны иметь возможность расслабиться, приятно проводить время и чувствовать себя в безопасности. Наиболее эффективным способом решения перечисленных задач в настоящее время является формирование и внедрение интеллектуальных систем управления (ИСУ) зданиями, обеспечивающих полный и непрерывный контроль всех аспектов их функционирования; текущих состояний всех конструктивных элементов. Кроме того, ИСУ могут обеспечивать и повышение энергоэффективности использования зданий.

Системы контроля зданий и территорий, включая их охрану, существуют с незапамятных времен. Однако ранее подобные системы были очень дорогими и потому встречались достаточно редко. Достижения научно-технического прогресса (прежде всего в сфере микроэлектроники, информационных технологий) позволили автоматизировать многие функции, которые необходимо решать в рамках реализации ИСУ зданиями. Это, в свою очередь, привело к существенному снижению себестоимости таких систем. Как следствие, по крайней мере, отдельные элементы ИСУ получают все большее распространение в практике проектирования зданий, управления их функционированием. Например, системы видеонаблюдения в крупных городах стали массовыми. Они применяются уже не только в производственных и офисных зданиях, но и в ряде жилых – в т.ч. для организации видеонаблюдения за окружающей территорией. Дальнейшее развитие информационных технологий и снижение стоимости аппаратно-программных средств, вероятно, сделает использование этих систем повсеместным. Кроме того, в будущем, возможно, эти системы станут более интеллектуальными за счет использования программных средств распознавания изображений, включая перемещающиеся объекты.

Ранее в работе [3] авторы поставили задачу рассмотреть здание вместе с зоной контроля и ИСУ как комплексную социотехническую систему (СТС), гармонично объединяющую воедино само здание, всех физических лиц (и, возможно, организации), находящихся в нем. Были сформулированы требования к указанной СТС; приведена общая схема управления с перечислением всех необходимых подсистем. Описаны факторы, которые потенциально могут влиять на процесс функционирования интеллектуального здания (ИЗ) как СТС. Формирование технологий функционирования отдельных подсистем и ИСУ здания в целом является одним из необходимых продолжений указанной работы. Опубликованных работ по формированию ИСУ зданием сейчас уже достаточно много – укажем, в частности на [1, 5, 10, 13, 15]. Однако вопросам анализа и построения подсистем сбора исходных данных в таких ИСУ уделено недостаточное внимание. Поэтому целью данной статьи является анализ подсистемы сбора и регистрации данных, вопросов интеграции этой подсистемы в ИСУ зданием.

**Общая схема управления процессом сбора и накопления входных данных.** Процесс сбора и накопления данных можно разбить на ряд относительно независимых этапов: а) непосредственно сбор первичных данных с помощью различных технических и программно-аппаратных средств, а также из субъективных источников; б) отображение данных; в) регистрация (фиксация) данных на носителях информации; г) анализ данных по критериям полноты, адекватности, непротиворечивости, актуальности, своевременности, безопасности, доверия и др.; д) передача полученных и, возможно, проанализированных данных в соответствующие функциональные подсистемы, центральный блок контроля / управления; е) оценка данных, принятие и реализация адекватных решений – при выявлении нарушений хотя бы по одному из предусмотренных критериев оценки ситуации.

Одним из наиболее важных является этап непосредственного сбора первичных данных. Общая схема формирования потока входных данных приведена на рисунке 1. При этом выделено семь возможных источников входных (первичных) данных.

Рассмотрим эти источники подробнее.

1. Датчики и датчиковые устройства – последние представляют собой комплексы, включающие более одного датчика. На основе них осуществляется сбор данных по всем техническим элементам системы жизнеобеспечения здания (в частности, водо- и энергоснабжения, коммунальным услугам), по многим элементам системы безопасности. Данный источник данных является основным для обеспечения эффективного функционирования ИСУ зданием (ИСУЗ).

2. Система видеонаблюдения, являющаяся одним из основных источников информации для службы безопасности. Эта система позволяет также вести мониторинг за многими элементами системы жизнеобеспечения ИЗ, состояние которых может быть идентифицировано на основе результатов визуального наблюдения.



Рис. 1. Источники входных данных систем управления зданием

3. Интернет – как источник информации, позволяющий, прежде всего, помочь в нахождении возможных вариантов решения различных проблем, а также в получении информации о различных физических лицах, находящихся или попавших в сферу решения профессиональных задач подсистемы обеспечения безопасности ИСУЗ.

4. Журнал событий (в бумажной или электронной формах) – в нем должны фиксироваться все сколько-нибудь значимые события в зоне контроля ИСУЗ. На основе анализа этого журнала можно выявить возможные события, проблемы, неприятности, угрозы, тенденции, а также спрогнозировать для различных ситуаций возможные состояния всей системы, включающей само здание со всей зоной контроля и ИСУЗ.

5. Информация от легитимных субъектов (ЛС), находящихся в зоне контроля ИСУЗ на законных основаниях – жильцов дома, посетителей, арендаторов, сотрудников и т.п. Эта информация может быть получена, в том числе и с помощью опроса персонала ИСУЗ (руководства ИСУЗ, служб безопасности и жизнеобеспечения) в отношении указанных ЛС. Использование такой информации может способствовать обеспечению более адекватной и оперативной работы ИСУЗ.

6. Информация от персонала ИСУЗ, в том числе и субъективного характера, касающаяся всех аспектов функционирования собственно ИСУЗ. Такая информация позволяет выявить потенциальные и реальные проблемы, которые с помощью других источников данных пока не могут быть выявлены (зафиксированы).

7. Законодательные и нормативные документы, регламентирующие деятельность ИСУЗ в целом; работу отдельных ее подсистем – включая подсистему сбора и обработки данных (ПССиПД). В группе 7 обычно выделяют две подгруппы: 7.1. – законодательные и нормативные требования / ограничения различных государственных регуляторов (в частности, санитарно-эпидемиологической службы, служб пожарной и экологической безопасности, министерства внутренних дел России, Роскомнадзора и др.); 7.2. – решения, нормативные требования и ограничения управляющего органа здания (или комплекса зданий), его менеджеров.

По мнению авторов, эти семь направлений не дублируют друг друга, отвечают требованиям «необходимости и достаточности».

Одна из основных функций ПССиПД – обеспечение бесперебойного, надежного и адекватного функционирования всех перечисленных выше источников данных – в этом состоит ее регулятивная функция. Однако ограничение ПССиПД лишь задачами регулятивного характера может оказаться недостаточным в условиях возникновения нестандартных и в особенности аварийных и чрезвычайных ситуаций. Причина – в подобных случаях могут потребоваться более адаптивные действия и, в частности, более частый сбор данных (например, при возникновении пожара); поиск дополнительной информации из других (внешних) источников – например, при возникновении опасности возможных противоправных действий. Это добавляет к регулятивным функциям ПССиПД еще и функции управления.

Поэтому на схеме, представленной на рисунке 1, приведены также возможные управляющие воздействия в рамках ПССиПД: а) управление частотой сбора и фиксации данных, а также их предварительной обработки – с учетом условий функционирования отдельных датчиков (например, при повышенной температуре, высокой влажности); б) поиск и активизация дополнительных источников опроса (субъектов, информационных систем); в) поиск ответов и решений по возникшим проблемам в глобальных сетях – с использованием стандартных и расширенных средств поисковых систем, специализированных сайтов и пр.

Отметим, что потенциально данные с каждого датчика могут собираться с достаточно высокой частотой. Это будет приводить к большим объемам накопления информации и, возможно, ее обработки в онлайн-режиме. Однако, если ситуация относительно стабильна, то при этом вычислительные ресурсы будут использоваться не эффективно, а накопленная информация в основном будет невостребованной (в силу избыточности). И, наоборот, – при быстрых изменениях ситуации, а также при возникновении нештатных ситуаций частота сбора данных должна увеличиваться. Это делает целесообразным динамическое управление частотой сбора данных [14] – с учетом важности конкретных процессов или событий.

**Характеристика технологии функционирования подсистемы управления сбором данных.** Основной («центральный») блок на рисунке 1 – «Система управления процессом сбора и подготовки исходных данных» (СУПСПД). Рассмотрим технологию его функционирования более подробно.

Вначале выберем общую концепцию функционирования СУПСПД. В [12] семиуровневая модель OSI (Open Systems Interconnection) взаимодействия открытых систем принята в качестве базовой. Основным недостатком такого решения: логика процесса передачи данных не вполне адекватно отображает логику функционирования СУПСПД. В частности, не обосновано отнесение отдельных блоков и подсистем к соответствующим уровням модели. Поэтому авторами предлагается модифицировать указанную концепцию с целью обеспечения большего уровня адекватности по отношению к логике построения СУПСПД. Целесообразно выделить пять уровней взаимодействия в рамках рассматриваемой СУПСПД (рис. 2).

1. Физический уровень, на котором происходит передача по отдельному каналу (то есть между двумя соседними узлами ИСУЗ) сигналов, несущих информацию в виде электромагнитных (в том числе световых) волн [16, 18]. Основные задачи данного уровня: а) обеспечить своевременную и без искажений доставку данных нужному адресату; б) динамически адаптировать процесс передачи к параметрам линии передачи и оконечного оборудования на приемной стороне; в) при возникновении проблем в процессе передачи по каналу - передать сообщение о невозможности передачи сигнала на второй иерархический уровень (с указанием возможных причин нарушения процесса передачи).

Основные классы аппаратных средств в составе СУПСПД, работающие на физическом уровне: к1) преобразователи сигналов разных типов (АЦП/ЦАП-преобразователи, модуляторы, кодировщики и др.); к2) технические средства обеспечения безопасности и надежности передачи данных; к3) средства передачи видео- и аудиосигналов. Передаваемые сигналы предполагаются структурированными в соответствии с требованиями протоколов связи (например, VASnet). Это позволяет реализовать связи с физическими устройствами [17].



Рис. 2. Иерархическая структура передачи данных в ИСУЗ

ВАСnet представляет собой специализированный протокол передачи данных для автоматизации зданий и управляющих сетей. Его главный приоритет сосредоточен на уровне прикладной задачи [4]. Этим протоколом регламентируется следующее: параметры электрических сигналов; система адресации; способы сетевого доступа (Master-Slave, Peer-to-Peer); процедуры проверки ошибок; процедуры управления потоком (Flow control); последовательность сообщений; система сегментации; наличие контрольных точек; формат представления (упаковки, шифрования); формат сообщений.

2. Канальный уровень, на котором реализуются задачи управления конкретным каналом [19]: а) контроль реальных параметров процесса передачи данных на их соответствие требованиям и ограничениям регламента передачи; б) принятие и реализация решений при возникновении в процессе передачи сбоев, отказов, потерь пакетов и других нестандартных событий, и ситуаций; в) обеспечение безопасности передачи данных. На этом уровне находится физическое оборудование, связанное с реализацией концепции ИЗ.

Основные классы программно-аппаратных средств в составе СУПСВД, работающие на канальном уровне: к1) датчики и датчиковые устройства, связанные с деятельностью всех подсистем ИСУЗ, включая подсистемы жизнеобеспечения и безопасности; к2) микроконтроллеры на оконечных узлах СУПСВД; к3) преобразователи видео- и аудиосигналов. Передача данных происходит на основе протоколов канального уровня [6]. Наиболее известные из них следующие: ARCnet, ATM, CAN (Controller Area Network), Ethernet, FDDI (Fiber Distributed Data Interface), PPP (Point-to-Point Protocol), PPPoE (Point-to-Point Protocol over Ethernet).

3. Транспортный уровень – отвечает за все проблемы, связанные с процессом передачи данных между различными узлами ИСУЗ [20, 22]. В отличие от семиуровневой модели OSI, где за проблемы передачи данных по сети отвечают два уровня – сетевой и транспортный, в данной модели достаточно ограничиться лишь одним уровнем – ввиду существенно более простых задач сетевого обмена данными. Более того, в системах контроля за процессом сбора и регистрации данных этот уровень неактуален. Поскольку в системах контроля топологическая структура сети передачи фиксирована для каждого типа данных и не предполагает наличия механизмов вмешательства в этот процесс передачи. В то же время в СУПСД данный уровень играет важную роль, поскольку при управлении он отвечает за правильную доставку адресату управляющих воздействий на него. На данном уровне уже становится возможным ввести в ИСУЗ всю информацию о здании, оборудовании, приборах, датчиках. Поэтому данный уровень позволяет сформировать всю онтологию технической составляющей ИЗ, включая установку всех подчиненных отношений (отношения «ведущий-ведомый») и причинно-следственных связей, которые могут существовать между техническими элементами ИСУЗ. На данном уровне решаются все основные задачи контроля и управления ИЗ в рамках ИСУЗ.

Основные задачи данного уровня: а) определить маршрут своевременной и без искажений доставки управляющего воздействия конкретному адресату – простейшая задача маршрутизации; б) при отсутствии возможности передачи данных провести анализ ситуации с выявлением возможных причин нарушения процесса передачи, выработать и реализовать решения в отношении дальнейших действий; в) журнализация (протоколирование) всех событий и ситуаций; г) реализация задач контроля и управления за состоянием и режимами работы оборудования и технических средств со стороны ИСУЗ.

Основные классы программно-аппаратных средств в составе СУПСД, используемые на транспортном уровне: к1) концентраторы и маршрутизаторы; к2) разветвители; к3) все технические средства, относящиеся к интеллектуальным блокам ИСУЗ. Данные должны передаваться на основе специальных протоколов. Эти протоколы должны представлять собой комбинированные упрощенные варианты протоколов транспортного и сетевого уровней семиуровневой модели.

4. Прикладной уровень, который отвечает за организацию взаимодействия ЛС или программно-аппаратных систем в составе ИСУЗ с другими программно-аппаратными средствами и другими субъектами в рамках ИСУЗ. Данный и следующий уровни являются особенно важными при внедрении программных систем, нацеленных на реализацию ИСУЗ как СТС [21]. При сравнении с семиуровневой моделью отметим, что на данном уровне решаются задачи, соответствующие представительному и прикладному уровням семиуровневой модели: а) создание безопасного и надежного канала для общения между абонентами; б) создание общей среды для общения сторон, поскольку операционные среды у разных субъектов и на разных программно-аппаратных устройствах могут быть различны – начиная от персональных компьютеров и кончая телефонными аппаратами; в) решение всех стандартных и нестандартных проблем, возникающих в процессе общения. Основные классы программных средств в составе СУПСД, используемые на прикладном уровне: к1) драйверы устройств; к2) конверторы потоков данных и информации; к3) программные средства обеспечения информационной безопасности в процессе общения сторон.

5. Пользовательский уровень – на нем происходит взаимодействие и общение всех субъектов друг с другом; с различными программными системами на односторонней или многосторонней основе. Поскольку программное обеспечение у разных пользователей обычно разное, то возникают проблемы конвертации данных из одного формата в другой [23]. Предлагается создать единую платформу (например, на сервере ИСУЗ), которая бы являлась общим промежуточным буфером для всех взаимодействующих сторон. На этой платформе

могли бы быть эффективно решены все проблемы организации взаимодействия и поддержки сторон; представлен необходимый сервис для реализации взаимодействия. В частности, на этой платформе удобно решать вопросы обеспечения надежности обмена данными информационной безопасности, конвертации форматов данных. Основные задачи, решаемые на данном уровне: а) организация взаимодействия всех субъектов между собой в режиме реального времени путем создания общей защищенной среды; б) предоставление необходимых данных, справочной, документальной, пояснительной информации; в) ведение всех деловых контактов, включая обеспечение работы различных служб, комиссий, расчетов по дому; г) создание единой локальной среды общения (типа социальной сети) в рамках данного здания; д) поддержка возможностей для ЛС удаленного доступа.

По соображениям информационной безопасности передача данных с одного уровня на другой должна осуществляться только между соседними уровнями (контроль безопасности передачи для соседних уровней проводить существенно проще, чем между удаленным уровнями). Указанные требования должны быть реализованы во всех протоколах.

Опишем теперь общую технологию функционирования СУСПД (рис. 3, 4). Поскольку рассматриваемая система должна реализовывать также и функции управления процессом сбора исходных данных, то необходимо, чтобы используемые датчики были способны реагировать на управляющие воздействия. То есть как минимум они должны быть адресными. Более того, предлагается (в меру имеющихся финансовых возможностей) использовать «интеллектуальные датчики», которые имеют большой набор управляемых параметров.

Для повышения эффективности управления процессом сбора данных целесообразно разбить все датчики на группы (по территориальному местоположению, по функциональному назначению и т.п.) и датчики каждой из групп подключить к микроконтроллерам (МК). Они должны осуществлять отдельные функции контроля и управления для соответствующей группы датчиков – в частности, контроль за состоянием датчиков (по всей совокупности эксплуатационных и пользовательских характеристик). Кроме того, при возникновении отклонений параметров датчиков от их регламентных состояний программное обеспечение МК должно немедленно информировать об этом диспетчерский центр ИСУЗ. Помимо этого, управляющие воздействия из центра управления ИСУЗ применительно к конкретному датчику или совокупности датчиков целесообразно также передавать через МК. Поскольку от них в центре управления может быть получена полная информация по доставке и фактической реализации управляющего воздействия. Отметим, что для повышения скорости обмена, все МК передают данные через общую шину.

Процесс сбора и обработки данных осуществляется непрерывно (циклически) и может быть частично или полностью остановлен только при непосредственном управляющем воздействии из центра управления ИСУЗ или при фактическом разрушении ИСУЗ. Это отражено в блоках 21, 22, 23 рисунка 4.

Непосредственно процесс сбора данных из первичных источников, которые перечислены в первом разделе настоящей статьи, представлен на рисунке 3 блоками 0, 2, 5. Затем происходит регистрация данных (блок 1 на рис. 3), где все полученные данные в соответствии с принятыми для каждого их типа форматами размещаются в оперативной памяти. Далее в ней происходит анализ данных по двум группам требований (блоки 3, 4): (А) на соответствие всем требованиям и ограничениям, которые диктуются нормативными документами разных уровней, паспортными ограничениями соответствующих датчиков, либо находятся в противоречии с другими полученными данными; (Б) на наличие признаков нетиповой ситуации – в том числе предаварийной, аварийной или чрезвычайной.

Если указанных проблем нет, то обработка данных продолжается в соответствии с принятой технологией (блоки 8–13): анализ изменения поступающих данных и ситуации во времени (блоки 8, 9); передача данных в соответствующие функциональные блоки (блок 10)



и в центр управления ИСУЗ (блок 11). Там они размещаются для регламентного накопления и хранения, проверки данных, имеющихся в накопителях, на предмет их устаревания. Если данные перестали быть актуальными (блок 12), то они передаются в «блок архивации» для долговременного хранения. Затем процедура сбора и регистрации данных возвращается к началу – для реализации следующего цикла своей работы.

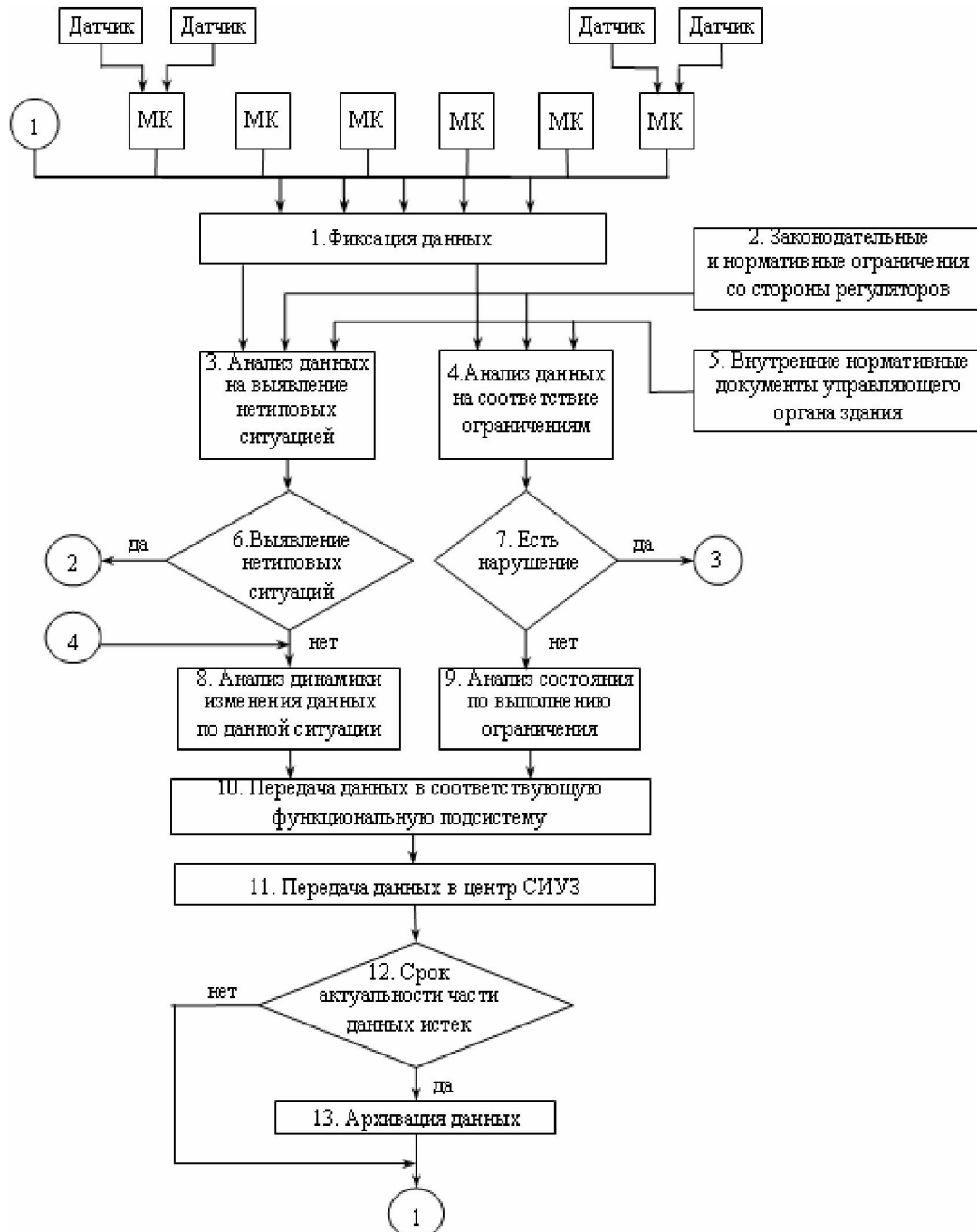


Рис. 3. Общая схема функционирования подсистемы управления сбором и регистрацией данных (МК – микроконтроллеры)

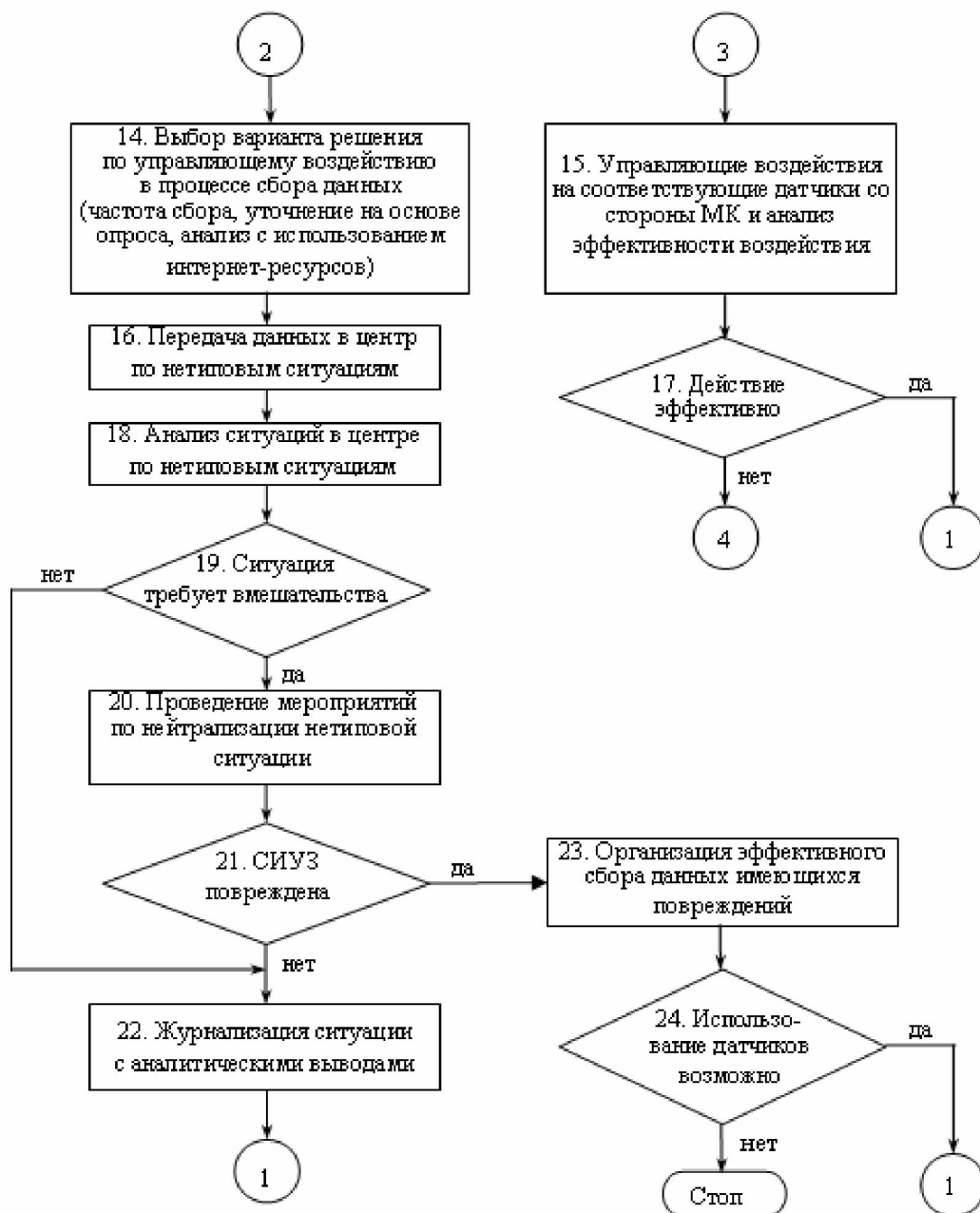


Рис. 4. Общая схема функционирования подсистемы управления сбором и регистрацией данных (фрагмент 2)

В случае, если нарушается хотя бы одно из указанных выше двух групп условий (например, ситуация становится нетиповой), то система реализует определенный набор управляющих воздействий (блоки 14–23). Выбираются управляющие воздействия на соответствующие датчики (блоки 14, 16, 18), в т.ч. приводящие к изменению частоты сбора данных; осуществляется поиск возможных решений по внешним источникам данных; проводится поиск решений по аналогичным ситуациям, уже встречавшимся ранее при эксплуатации ИЗ. Если положение не удастся нормализовать в приемлемые сроки (блок 19), то вся информация по

ситуации передается в «центр управления», в котором предусмотрена специальная служба по действиям в нетиповых ситуациях (блок 20). Эта служба выбирает варианты решений; руководит их реализацией; при необходимости оповещает всех субъектов о возникшей ситуации.

Если и эта служба оказалась неспособной исправить ситуацию, то возникает опасность возможного повреждения и даже разрушения ИСУЗ или ее части (блоки 21, 23, 24). В свою очередь, это может привести к полной или частичной остановке работы СУПСД.

При нарушении регламентных ограничений по данным система управления пытается, прежде всего, путем диагностирования соответствующих датчиков выявить возможное нарушение адекватной работы отдельных из них (блок 15) – в частности, возможный отказ или выход из строя этих датчиков. Соответственно осуществляется принятие решений в отношении их дальнейшей эксплуатации с последующей реализацией. Если же проведенные мероприятия не привели к восстановлению адекватной работы датчиков (блок 17), то ситуация переводится в категорию нетиповых отклонений и обрабатывается как нетиповая ситуация по описанной выше технологии.

Рассмотрим пример реализации управляющих воздействий со стороны СУПСД. Пусть возникновение пожара (очага возгорания) в здании является нетиповой ситуацией. В этом случае данные от извещателей пожарной сигнализации поступают в блок 1 и затем, в соответствии с описанной технологией, доходят до блоков 3, 14. С них данные (сигнал) передаются в центр управления ИСУЗ. При необходимости (в зависимости от масштабов возгорания) формируются команды на включение световых, звуковых и речевых оповещателей в зоне возгорания. Непосредственно СУПСД параллельно формирует управляющие сигналы для исполнения другими системами, входящими в СУПСД, по следующему алгоритму.

1. Система телевизионного наблюдения «направляет» ближайшие видеокамеры на очаг возгорания и присваивает этим видеокамерам высший приоритет, обеспечивая тем самым непрерывное поступление с них видеоданных из зоны возгорания. На мониторе наблюдения формируются укрупненные изображения с этих видеокамер. Система видеофиксации переходит в режим приоритетной записи изображений из зоны возгорания.

2. Система управления микроклиматом выключает приточную систему вентиляции, обслуживающую данную зону, чтобы предотвратить поступление свежего воздуха (содержащего кислород) к очагу возгорания. Для удаления дыма из коридоров, холлов, лестниц (вдоль маршрутов эвакуации) включается соответствующая подсистема дымоудаления (открываются заслонки, включаются вентиляторы, обслуживающие вытяжную систему).

3. Включается система автоматического пожаротушения, если отдельные помещения или здание в целом оборудовано такой системой.

4. Система управления электроснабжением отключает цепи электропитания от оборудования и осветительных устройств вблизи зоны пожара.

5. Система управления освещением включает аварийное освещение.

6. Система управления доступом разблокирует двери (например, оборудованные кодовыми замками) для беспрепятственной эвакуации людей.

7. Система голосового оповещения включает голосовые оповещения в соответствующих частях здания.

8. Система управления лифтами спускает их на первый этаж и т.д.

Одновременно сигнал о наличии очага возгорания поступает в единый диспетчерский центр ИСУЗ на автоматизированное рабочее место оператора. На мониторе АРМ появляется графическая и текстовая информация о пожаре и месте его возникновения. Оператор имеет возможность проконтролировать работу системы автоматики. При необходимости продублировать ее, подключить (вызвать) пожарные подразделения МЧС для борьбы с пожаром.

Перечисленный набор действий может быть эффективно и согласованно реализован только, если все перечисленные подсистемы (пожарной сигнализации, управления освещени-

ем, микроклиматом, доступом, электроснабжением, лифтами и др.) находятся под управлением единого центра – ИСУЗ. Таким образом, включение всех систем здания в единую систему управления порождает новое качество – интегрированность. При этом интегрированная система благодаря наличию единой платформы (концепции и технологии) управления приобретает новые свойства, отсутствующие у составляющих подсистем (синергетический эффект).

Описанная технология работы СУПСПД позволяет на более качественном уровне решать многие важные задачи, связанные с функционированием здания и обеспечением комфортности и безопасности пребывания всех ЛС в нем [21]. Практическая реализация приведенной технологии, как это видно из приведенного примера, требует дальнейшей детализации этой схемы. По относительно типовым ситуациям, в том числе и аварийного характера (например, хищение или повреждение отдельных датчиков), СУПСПД может «решать вопросы» в рамках своих полномочий. Однако, как было показано выше, при серьезных отклонениях в показаниях датчиков от нормальных значений, решение должно приниматься в центре управления ИСУЗ. Примерами таких ситуаций могут быть пожары, наводнения, разрушение несущих конструкций здания либо фундамента, выход из строя систем отопления в период зимних холодов и др. В последующем разделе более подробно рассматривается одна из подобных ситуаций.

**Методы сбора входных данных по конструктивным элементам здания.** Среди всех чрезвычайных происшествий наиболее опасными являются такие, которые могут привести к уничтожению (разрушению) зданий: различные стихийные бедствия (наводнения, землетрясения, ураганы, смерчи и др.); техногенные катастрофы (пожары, взрывы, химические, биологические или радиоактивные выбросы и др.); террористические акты. Особенно важен контроль за теми угрозами, которые могут привести к разрушению части или всего здания: землетрясениями, провалами грунта, на котором стоит здание; перегрузкой здания дополнительными конструкциями, снежным покровом с толщиной выше проектной; уничтожением части несущих конструкций здания в результате несанкционированных перепланировок отдельных помещений; взрывами бытового газа; разрушением элементов здания в результате отсутствия должного инженерного контроля за их состоянием; террористическими актами. Во всех этих случаях часто гибнут люди, уничтожаются большие материальные ценности, в ряде случаев безвозвратно теряются информационные ресурсы. Хотя доля подобных происшествий относительно невелика, но их негативные последствия могут быть весьма значительными.

Основным техническим показателем, который сопровождает любые из описанных типов разрушений, являются деформации строительных конструкций зданий – в особенности на стыках конструктивных элементов. Поэтому одним из возможных методов противодействия угрозам разрушения зданий, а также минимизации возможных последствий таких разрушений является обеспечение непрерывного контроля за несущими элементами зданий и стыками между ними – в том числе за трещинами в стенах, зазорами между элементами фундаментов. Кроме того, в качестве превентивной процедуры целесообразно контролировать также нагрузку на базовые элементы здания: фундамент, несущие балки и опоры. Таким образом, в СУПСПД необходимо наличие подсистемы, контролирующей состояние несущих инженерных конструкций здания. Такая система мониторинга должна включать датчиковые системы контроля за деформациями в несущих конструкциях, а также за величинами напряжений и давлений на базовые конструкции здания. По данной проблеме научные исследования ведутся давно (см. анализ вопроса в [11]), в частности, для контроля за процессами деформации в зданиях имеется серия патентов [7–9].

Рассмотрим общую технологию функционирования службы контроля за механическим состоянием несущих конструкций здания. Как было указано выше, контроль и управление за нештатными ситуациями, связанными с несущими конструкциями здания, осуществляется не-

посредственно в центре управления ИСУЗ. Предполагается, что для повышения эффективности контроля и управления за нетиповыми ситуациями в центре имеется специальная служба – центр по нетиповым ситуациям в ИСУЗ. Общая схема функционирования такого центра применительно к механическому состоянию несущих конструкций здания приведена на рисунке 5.

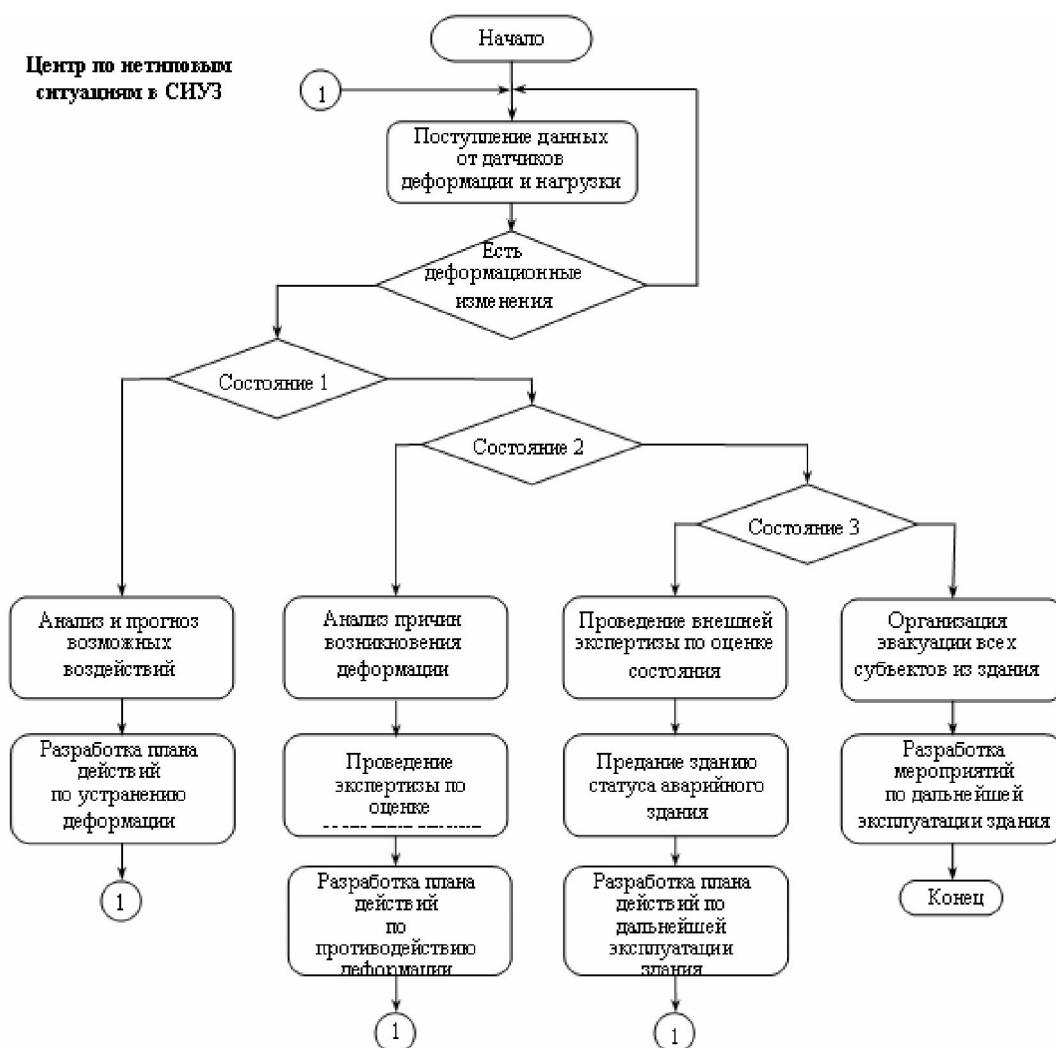


Рис. 5. Общая схема управления процессом контроля целостности здания в ИСУЗ

Данные в этот центр поступают из СУПСРД. В отношении контроля механического состояния несущих конструкций и стыков между ними наибольший интерес представляют данные от датчиков, связанных с оценками степени деформации несущих конструкций здания. При этом выделяют следующие пять основных состояний здания по уровню деформационных изменений: (0) деформационных изменений – нет; (1) появились относительно небольшие трещины и деформации в несущих конструкциях здания; (2) появились трещины и деформации в несущих конструкциях здания и в их стыках; (3) появились трещины и зазоры в стыках несущих конструкций и в самих конструкциях; (4) величины отдельных зазоров и деформаций больше допустимых пределов.

В зависимости от выявленного состояния здания, соответствующего состояниям 1 ... 4 используются соответствующие управляющие воздействия (рис. 5): анализ и проведение

экспертизы с последующей разработкой планов мероприятий и их реализацией; присвоение зданию статуса аварийного – с проведением всей последующей совокупности мероприятий, предусмотренных законом; срочная эвакуация или срочное выселение всех людей из здания.

Приведенная общая схема действий в случае ее полной реализации позволит контролировать текущее состояние зданий по показателям деформации его конструкций; выявлять деформационные изменения на ранних стадиях их возникновения; оценивать динамику изменения деформационных явлений во времени; прогнозировать возможные дальнейшие изменения в деформационных явлениях в зданиях; создавать инструментарий для выявления возможных причин возникновения деформаций и выбора методов борьбы с ними.

Итак, в данной работе получены следующие результаты.

1. Сформирована общая схема для системы управления процессом сбора и регистрации данных в составе ИСУ зданием. Эта система позволяет повысить уровень адаптивности управления по отношению к различным воздействиям; улучшить комфортность и безопасность пребывания людей в зданиях.

2. Построена иерархическая структура передачи данных в системе управления процессом сбора и регистрации данных. Такая структура позволяет обеспечить более высокий уровень безопасности передаваемых данных – за счет выбора для каждого типа данных наиболее приемлемых уровней передачи.

3. Разработана общая схема технологии функционирования подсистемы управления процессом сбора и регистрации данных в составе ИСУЗ. Это обеспечивает условия для повышения эффективности функционирования системы управления за счет внедрения средств автоматизации.

4. Разработана структура службы автоматизированного контроля и управления за механическими деформациями в конструктивных элементах, прежде всего, в его несущих конструкциях. Функционирование такой службы позволит повысить эффективность контроля за деформационными явлениями в зданиях, создать условия для раннего выявления и противодействия этим явлениям.

#### Список литературы

1. Батырканов Ж. И. Использование фреймова – продукционной модели представления знаний в системе управления предприятием / Ж. И. Батырканов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 1. – С. 100–112.
2. Брумштейн Ю. М. Субъективные и объективные оценки качества жизни населения в регионах: анализ факторов влияния и возможностей управления / Ю. М. Брумштейн // TOUR-XXI: Модернизация образования в туризме и академическая Мобильность – международный опыт. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2011. – Т. 2. – С. 59–63.
3. Коробейников О. П. Мониторинг технического состояния зданий, сооружений и инженерных систем / О. П. Коробейников, А. И. Панин, Э. И. Гусев, И. В. Трубина. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. – 42 с.
4. Кремлев А. С. Проектирование систем интеллектуального управления домашней автоматикой. Элементы теории и практикум / А. С. Кремлев, А. В. Титов, А. Н. Щукин. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014. – 96 с.
5. Нгуен Суан Мань. Подсистема сбора и подготовки исходных данных в составе систем интеллектуального управления зданием / Нгуен Суан Мань, Г. А. Попов, Е. И. Сироткина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 3. – С. 20–27.
6. Неугодников А. П. Концепция мониторинга строительных конструкций на базе волоконно-оптических датчиков / А. П. Неугодников, И. В. Рубцов, Ф. А. Егоров и другие // Новый уральский строитель. – 2004. – № 10. – С. 42–44.
7. Патент 2282142 Российская Федерация, МПК G01B 11/16, G01D 5/353. Волоконно-оптический датчик деформации / М. Я. Яковлев, В. Н. Цуканов; заявитель и патентообладатель ЗАО ЦНТИТ «Техномаш-ВОС. – № 2004138476/28; заявл. 28.12.04; опубл. 20.08.06, Бюл. № 23. – 10 с.

8. Патент 2393431 Российская Федерация, МПК G01D 5/35, G01K 11/32, G01L 11/02. Волоконно-оптический датчик деформации / М. Е. Веряскин; заявитель и патентообладатель М. Е. Веряскин. – № 2009113976/28; заявл. 13.04.09; опубл. 27.06.10, Бюл. № 18. – 10 с.
9. Патент 2533742 Российская Федерация, G01N 3/12. Способ определения давления на грунт основания фундамента здания или сооружения, находящегося в эксплуатации / В. С. Уткин; Е. А. Шепелина; заявитель и патентообладатель Вологодский государственный университет. – № 2013130641/28; заявл. 03.07.13; опубл. 20.11.14, Бюл. № 32. – 9 с.
10. Савочкин А. Е. Алгоритмизация работы системы мониторинга и контроля для решения задач идентификации степени повреждения технически сложных объектов / А. Е. Савочкин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2. – С. 23–35.
11. Система контроля состояния элементов конструкции и инженерных систем высотного здания // Научно-производственное предприятие «Конус». – Режим доступа: [http://www.memscous.com/cat\\_services\\_31.html](http://www.memscous.com/cat_services_31.html), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. Agüero J. Energy management based on productiveness concept / J. Agüero, F. Rodríguez, A. Giménez // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – Vol. 22, issue C. – P. 92–100.
13. Dalia K. Data analysis in the intelligent building environment / K. Dalia, P. Tomas, K. Adam, S. Sirgilijus // International Journal of Computer Science and Applications. – 2014. – Vol. 11, № 1. – P. 1–17.
14. Gerasimos G. Rigatos. Modelling and Control for Intelligent Industrial Systems: Adaptive Algorithms in Robotics and Industrial Engineering / Gerasimos G. Rigatos. – Springer : Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 409 p.
15. Kai-Yuan Cai. Intelligent building systems / Kai-Yuan Cai. – China : Beijing University of Aeronautics Beijing. – 167 p.
16. Khaled Sherbini. Overview of intelligent architecture / Khaled Sherbini, Robert Krawczek // e-Design in Architecture KFUPM : 1<sup>st</sup> ASCAAD International Conference. – Dhahran, Saudi Arabia, December 2004. – P. 137–152.
17. María del Mar Castilla. Comfort Control in Buildings / María del Mar Castilla, José Domingo Álvarez, Francisco Rodríguez, Manuel Berenguel. – Springer-Verlag London, 2014. – 257 p.
18. Oldewurtel F. Building control and storage management with dynamic tariffs for shaping demand response / F. Oldewurtel, A. Ulbig, M. Morari, G. Andersson // 2nd IEEE PES International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe). – Europe, Manchester, UK, 2011. – P. 1–8.
19. Scherer H. F. Efficient building energy management using distributed model predictive control / H. F. Scherer, M. Pasamontes, J. L. Guzmán, J. D. Álvarez, E. Camponogara, J. E. Normey-Rico // Journal of Process Control. – June 2014. – Vol. 24, issue 6. – P. 740–749.
20. Shengwei Wang. Intelligent Buildings and Building Automation / Shengwei Wang. – New York : 270 Madison Avenue, 2009. – 260 p.
21. So A. T. P. Building automation systems on the interne / A. T. P. So, W. L. Chan, W. L. Tse // Facilities. – 1997. – Vol. 15, no. 5/6. – P. 125–133.
22. Vrettos E. Predictive control of buildings for demand response with dynamic day-ahead and real-time prices / E. Vrettos, K. Lai, F. Oldewurtel, G. Andersson // Proceedings of the European Control Conference. – Zürich, Switzerland, July 17–19, 2013. – P. 2527–2534.
23. WONG Kwok Wai Johnny. Development of Selection Evaluation and System Intelligence Analytic Models for the Intelligent Building Control Systems / WONG Kwok Wai Johnny. – Hong Kong Polytechnic University, 2007. – 414 p.

#### References

1. Batyrkanov Zh. I. Ispolzovanie freymovo-produktsionnoy modeli predstavleniya znaniy v sisteme upravleniya predpriyatiem [Using the framing - production system in the enterprise management system]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2015, no. 1, pp. 100–112.
2. Brumshteyn Ju. M. Subektivnye i obektivnye otsenki kachestva zhizni naseleniya v regionakh: analiz faktorov vliyaniya i vozmozhnostey upravleniya [Subjective and objective evaluation of the quality of life in regions: analysis of the influence factors and management capabilities]. *TOUR-XXI: Modernizatsiya obrazovaniya v turizme i akademicheskaya Mobilnost – mezhdunarodnyy opyt* [TOUR-XXI: Modernization

of Education in the Tourism and Academic Mobility – International Experience], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2011, vol. 2, pp. 59–63.

3. Korobeynikov O. P., Panin A. I., Gusev Ye. I., Trubina I. V. *Monitoring tehničeskogo sostoyaniya zdaniy, sooruzheniy i inzhenernykh sistem* [Monitoring of technical condition of buildings and engineering systems], Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction Publ. House, 2011. 42 p.

4. Kremlev A. S., Titov A. V., Shchukin A. N. *Proektirovanie sistem intellektualnogo upravleniya domashney avtomatikoy. Elementy teorii i praktikum* [Design of intelligent control home automation. Elements of the theory and practical work], Saint Petersburg, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics Publ. House, 2014. 96 p.

5. Nguyen Xuan Manh, Popov G.A., Sirotkina Ye. I. *Podsystema sbora i podgotovki iskhodnykh dannykh v sostave sistem intellektualnogo upravleniya zdaniem* [Subsystem of data collection and data preparation as part of intelligent building management]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Facilities and Informatics], 2015, no. 3, pp. 20–27.

6. Neugodnikov A. P., Rubtsov I. V., Yegorov F. A. *Kontseptsiya monitoringa stroitelnykh konstruktсий na baze volokonno-opticheskikh datchikov* [The concept of monitoring of building structures based on fiber-optic sensors]. *Novyy uralskiy stroitel* [New Urals Builder], 2004, no. 10, pp. 42–44.

7. Yakovlev M. Ya., Tsukanov V. N. Patent RF, no. 2282142. IPC G01B 11/16, G01D 5/353. Fiber-optic strain sensor. Applicant and patentee Company TSNTIT "Tekhnomash-BOC. No. 2004138476/28, appl. 28.12.04, publ. 20.08.06, Bul. no. 23. 10 p.

8. Veryaskin M. Ye. Patent RF, no. 2393431. IPC G01D 5/35, G01K 11/32, G01L 11/02. Fiber-optic strain sensor. No. 2009113976/28, appl. 13.04.09, publ. 27.06.10, Bul. no. 18. 10 p.

9. Utkin V. S., Shepelina Ye. A. Patent RF, no. 2533742. G01N 3/12. A method of determining the ground pressure of the foundation base on the building or structure in service. Applicant and patentee Volgda State University. No. 2013130641/28, appl. 03/07/13, publ. 11.20.14, Bul. no. 32. 9 p.

10. Savochkin A. Ye. *Algoritmizatsiya raboty sistemy monitoringa i kontrolya dlya resheniya zadach identifikatsii stepeni povrezhdeniya tekhnicheskikh slozhnykh obektov* [Algorithmization operation of monitoring and control system to solve the problems of identification of the damage extent of technically complex objects]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 2, pp. 23–35.

11. *Sistema kontrolya sostoyaniya elementov konstruktсий i inzhenernykh sistem vysoznogo zdaniya* [The monitoring system of structural elements and engineering systems of high-rise buildings]. *Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie "Konus"* [Scientific and Production Enterprise "Conus"]. Available at: [http://www.memsconus.com/cat\\_services\\_31.html](http://www.memsconus.com/cat_services_31.html).

12. Agüero J., Rodríguez F., Giménez A. Energy management based on productiveness concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, vol. 22, issue C, pp. 92–100.

13. Dalia K., Tomas P., Adam K., Sirgilijus S. Data analysis in the intelligent building environment. *International Journal of Computer Science and Applications*, 2014, vol. 11, no. 1, pp. 1–17.

14. Gerasimos G. Rigatos. *Modelling and Control for Intelligent Industrial Systems: Adaptive Algorithms in Robotics and Industrial Engineering*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg Publ., 2011. 409 p.

15. Kai-Yuan Cai. *Intelligent building systems*. China, Beijing University of Aeronautics Beijing Publ. House. 167 p.

16. Khaled Sherbini, Robert Krawczek. Overview of intelligent architecture. *e-Design in Architecture KFUPM. 1<sup>st</sup> ASCAAD International Conference*, Dhahran, Saudi Arabia, December 2004, pp. 137–152.

17. María del Mar Castilla, José Domingo Álvarez, Francisco Rodríguez, Manuel Berenguel. *Comfort Control in Buildings*, Springer-Verlag London, 2014. 257 p.

18. Oldewurtel F., Ulbig A., Morari M., Andersson G. Building control and storage management with dynamic tariffs for shaping demand response. *2nd IEEE PES International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe)*, Europe, Manchester, UK, 2011, pp. 1–8.

19. Scherer H. F., Pasamontes M., Guzmán J. L., Álvarez J. D., Camponogara E., Normey-Rico J. E. Efficient building energy management using distributed model predictive control. *Journal of Process Control*, June 2014, vol. 24, issue 6, pp. 740–749.



20. Shengwei Wang. *Intelligent Buildings and Building Automation*, New York, 270 Madison Avenue Publ., 2009. 260 p.

21. So A. T. P., Chan W. L., Tse W. L. Building automation systems on the interne. *Facilities*, 1997, vol. 15, no. 5/6, pp. 125–133.

22. Vrettos E., Lai K., Oldewurtel F., Andersson G. Predictive control of buildings for demand response with dynamic day-ahead and real-time prices. *Proceedings of the European Control Conference*, Zürich, Switzerland, July 17–19, 2013, pp. 2527–2534.

23. WONG Kwok Wai Johnny. *Development of Selection Evaluation and System Intelligence Analytic Models for the Intelligent Building Control Systems*, Hong Kong Polytechnic University Publ. House, 2007. 414 p.

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*Статья поступила в редакцию 27.07.2015, в окончательном варианте 12.09.2015*

**Вишневецкий Александр Анатольевич**, аспирант, Уфимский государственный авиационный технический университет, 450000, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: host\_of\_peace@list.ru

**Ясовеев Васих Хаматович**, доктор технических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет, 450000, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: yasov@mail.ru

Рассмотрены возможности и особенности использования интеллектуального подхода к улучшению метрологических характеристик при проектировании волоконно-оптических датчиков давления и температуры для использования в нефтегазовой сфере. Выделены функции метрологического самоконтроля таких устройств, позволяющие минимизировать погрешности при измерениях. Установлено, что по сравнению с электронными устройствами (электронными датчиками), волоконно-оптические датчики могут иметь погрешности, определяемые случайными бросками параметров. Кроме того, выявлено, что эти погрешности не связаны ни с аддитивными, ни с мультипликативными законами взаимодействия других видов погрешностей. Они определяются технологическими факторами добычи углеводородов (нахождение пределов давлений во внутрискважинной зоне в расчетных пределах, отсутствие трения с абразивными материалами). Более того, эти погрешности (ошибки) не зависят от конструкции и технологии изготовления датчиков. По результатам анализа мировой практики подтверждена целесообразность интеллектуального подхода к разработке методик контроля и управления системами с электроцентробежными насосными агрегатами на основе использования волоконно-оптических датчиков.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, метрологические характеристики, волоконно-оптические системы, погрешности, метрологический самоконтроль, ранги приоритетов источников погрешностей, случайные броски параметров, самотермокомпенсация

### **INTELLIGENT APPROACH TO IMPROVE METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF OPTICAL FIBER SYSTEMS OF PRESSURE AND TEMPERATURE MEASUREMENT, INTENDED FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**Vishnevskiy Aleksandr A.**, post-graduate student, Ufa State Aviation Technical University, 12 Karl Marks St., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450000, Russian Federation, e-mail: host\_of\_peace@list.ru

**Yasoveev Vasikh Kh.**, D.Sc. (Engineering), Ufa State Aviation Technical University, 12 Karl Marks St., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450000, Russian Federation, e-mail: yasov@mail.ru