

УДК 628/8–628.8.047.36

ИНЖИНИРИНГ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ



Л.Р. Коркин
Магистрант, инженер
кафедры инженерной
психологии и эргономики



А.Г. Давыдовский
Доцент кафедры
инженерной психологии и
эргономики БГУИР,
кандидат биологических
наук, доцент



О.С. Медведев
Магистр техники и
технологии, инженер-
программист, кафедра
инженерной
психологии и эргономики



Л. П. Пилиневич
Профессор, доктор технических наук,
доцент, кафедра инженерной
психологии и эргономики



К.Д. Яшин
Заведующий кафедрой инженерной
психологии и эргономики БГУИР, кандидат
технических

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Республика Беларусь
E-mail: yashin@bsuir.by

Л.Р. Коркин

В 2018 году окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2018 году поступил магистратуру по специальности «Управление безопасностью производственных процессов» с присвоением академической степени магистра техники и технологии.

А.Г. Давыдовский

Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования БГУИР, кандидат биологических наук, доцент. Специальность «Биология». Окончил докторантуру БГУИР по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации». Проводит научные исследования в области социальной информатики, математического моделирования биологических и биосоциальных систем, методологии превентивного управления рисками в социотехнических и инновационных производственных системах. Член ряда международных научных обществ. Автор учебных программ и пособий для студентов и магистрантов.

О.С. Медведев

В 2013 году окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2019 году окончил магистратуру по

специальности «Управление безопасностью производственных процессов» с присвоением академической степени магистра техники и технологии. Ведет курсы «CISCO».

К.Д. Яшин

Руководитель научно-исследовательской группы НИИ – 7.1 «Системы и приборы экологического мониторинга в управлении безопасностью жизнедеятельности».

Л. П. Пилинович

Профессор, доктор технических наук, доцент. Читает лекции по дисциплинам «Общая теория систем», «Эргатические системы» и «Охрана труда». Основные направления научной деятельности — исследование, разработка и создание материалов и изделий для охраны окружающей среды и защиты здоровья человека. Опубликовал более 250 научных трудов, в том числе опубликовано 7 монографий, имеет более 80 авторских свидетельств СССР и патентов РБ на изобретения.

Аннотация. Разработка средств, систем и методов мониторинга и управления параметрами микроклимата в жилых, офисных и производственных помещениях является актуальной инженерной проблемой. В этой связи предложены инженерные решения для реализации автоматизированной системы мониторинга микроклимата жилых, производственных и офисных помещений. Предложены инженерно-методологические принципы функциональной организации автоматизированной системы мониторинга микроклимата помещений (АСММП). Обоснованы инженерные решения архитектуры АСММП, включающей блоки на основе программируемых логических контроллеров стационарного и мобильного типов, а также каналы дистанционного доступа к серверной инфраструктуре и облачным хранилищам данных. Дальнейшее развитие предложенных инженерных решений, составляющих основу АСММП, позволит создать новое поколение аппаратно-программных комплексов (АПК), обеспечивающих как пассивный мониторинг, так и активное управление параметрами микроклимата внутри помещений и в прилегающем пространстве. Такие АПК могут стать модулями более масштабных систем локального управления климатом в сложных киберфизических системах, таких как «умный дом», «умная дорога», «умное предприятие», «умный бизнес», «умный город».

Ключевые слова: микроклимат, мониторинг параметров, аппаратно-программный комплекс, автоматизированной системы мониторинга микроклимата помещений, инжиниринг

В последние годы широкое распространение получают автоматизированные и автоматические системы управления энергопотреблением и микроклиматом зданий, включая функции отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха. В ряде разработанных коммерческих образцов таких систем осуществляется непрерывный контроль и коррекция параметров температуры внутри и вне помещений, температуры теплоносителя (воды) в подающей и обратной магистралях отопления, влажности и скорости воздушных потоков, освещенности, запыленности (задымленности) воздуха, интенсивности ионизирующих и неионизирующих излучений, а также других параметров микроклимата в реальном масштабе времени с использованием технологий сбора и обработки больших потоков данных, а также прогностического моделирования. Микроклимат закрытых помещений характеризуется комплексом физических факторов (температура, влажность, потоки воздуха, солнечная радиация, атмосферное давление, освещение, ионизация), газовым составом воздуха (кислород, углекислый газ, аммиак, сероводород) и механическими примесями (пыль, микроорганизмы). В связи с возрастающими требованиями к параметрам микроклимата на рабочих местах большую актуальность приобретает задача непрерывного мониторинга микроклимата, а также ряда других характеристик жилых, офисных и производственных помещений. В частности, в такой киберфизической системе, как «умный дом» (smart house), кроме вышеназванных параметров, осуществляется контроль интенсивности солнечной радиации. Однако даже столь совершенные коммерческие системы управления отпуском тепловой энергии на поддержание в помещении требуемой температуры не работают оптимальным образом. Они не основываются на оптимальных алгоритмах, а математические модели здания, по которым осуществляется расчет теплоэнергопотребления, лишь приближенно соответствует объекту.

Вместе с тем, контроль и оптимальное управление микроклиматом в помещениях различного назначения возможно только на основе внедрения автоматизированных систем мониторинга параметров и условий микроклимата, которые позволят значительно снизить энергозатраты, обеспечить комплексную безопасность и исключить влияние негативных последствий воздействия «человеческого фактора» [1].

В этой связи целью работы является обоснование и характеристика основных инженерных решений для реализации автоматизированной системы мониторинга микроклимата жилых, производственных и офисных помещений.

Производственный контроль за состоянием факторов производственной среды на рабочих местах организуется и проводится согласно санитарным нормам и правилам, устанавливающим требования к организации и проведению производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических и профилактических мероприятий [1]. Параметры микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма в соответствии с требованиями настоящего гигиенического норматива [1].

Для целей гигиенического норматива параметрами, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются температура воздуха, температура поверхностей (учитывается температура поверхностей ограждающих строительных конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и другое), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств), относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Оптимальные параметры микроклимата установлены по критериям обеспечения общего и локального ощущения теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины параметров микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа с высоким уровнем ответственности за конечный результат деятельности, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, на рабочих местах, связанных с приемом, обслуживанием пациентов и др.).

Параметры микроклимата на рабочих местах, где основной является работа с использованием персональных электронно-вычислительных машин, регламентируются санитарными нормами и правилами, устанавливающими требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы [1,2].

В Республике Беларусь контроль воздуха рабочей зоны производственных помещений организаций проводят в соответствии с санитарными нормами и правилами (СанПиН) «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиеническими нормативами (ГН) «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [2].

Гигиенический норматив «Требования к микроклимату производственных помещений» устанавливает допустимые максимальные и (или) минимальные значения параметров микроклимата на постоянных рабочих местах в производственной зоне, в производственных помещениях с учетом интенсивности энергозатрат работающими, продолжительности выполнения работ, периода года, а также содержит требования к периодичности контроля параметров микроклимата. [2].

Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в таблице 1. [2].

Таблица 1. – Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	IIб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

В производственных помещениях допустимые параметры микроклимата на рабочих местах установлены по критериям теплового состояния человека в течение 8-часовой рабочей смены и не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности к концу смены. Остальные показатели микроклимата (относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, температура поверхностей, интенсивность теплового облучения) на рабочих местах должны быть в пределах допустимых величин, указанных в гигиеническом нормативе. Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин параметров микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в таблице 1 для отдельных категорий работ по энергозатратам. [2].

Для обеспечения комплексной безопасности производства и создания оптимальных условий для деятельности персонала требуется постоянный контроль условий, в которых протекают технологические процессы на предприятии, в том числе метеорологических (микроклимат).

На основании действующих санитарных норм и правил «Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 92 от 11 октября 2017 г. И гигиенический норматив «Требования к микроклимату производственных помещений»», рекомендуется принимать во внимание все факторы, непосредственно воздействующие на состояние микроклимат рабочей среды, такие как [2,3]:

- особенности производственно-технологического цикла;
- особенности функционирования систем климат-контроля.

Измерения климатических параметров целесообразно осуществлять во всех без исключения офисных и производственных помещениях. В нормальных условиях окружающей среды (при отсутствии локального тепло- и влагопоступления), участки измерений параметров микроклимата необходимо распределять равномерно по всей площади помещения. Так, помещения площадью до 100 кв. м. включают 4 контрольных участка, в

помещениях площадью от 100 до 400 кв. м. – 8 участков, при площади помещения более 400 кв.м. – измерения осуществляют через каждые 10 м. [3].

Традиционный подход к мониторингу климатических параметров с помощью портативных переносных или стационарных (настенных) приборов с необходимостью фиксирования показаний вручную малоэффективен, а зачастую и крайне затруднителен с точки зрения временных затрат со стороны персонала. Вместе с тем, в мониторинг микроклимата в производственных, торговых, медицинских, офисных и других помещений нередко осуществляется вручную.

В настоящее время для контроля за негативными тепловыми и физическими воздействиями в производственных помещениях используют системы мониторинга микроклимата, основанные на аппаратно-программных и инженерных решениях, предусматривающих использование базовых приборов, сетевых сервисов, программного обеспечения для сбора, обработки и визуализации данных. Программный комплекс осуществляет мониторинг параметров микроклимата с последующей визуализацией результатов в реальном времени. Эти данные используются для расчетов эффективности систем кондиционирования [4].

Для анализа и диагностики микроклиматических показателей и аттестации рабочих помещений согласно существующим нормам компания АО «ЭКСИС» разработала и осуществляет продажу профессиональных комплектов оборудования из сертифицированных приборов, поставляемых в компактном пластиковом кейсе. Комплекты оборудования рекомендуются к применению для контроля показателей относительной влажности, температуры, атмосферного давления и скорости воздуха, а также уровня освещенности помещений. На выбор, исходя из целей и задач конкретного заказчика, предлагается установка 3 различных комплектов оборудования [4]:

– комплект № 1 включает переносной термогигрометр ИВТМ-7 М 6-Д-1 (в эргономичном корпусе) с каналом давления (MicroSD-карта памяти, USB-порт); портативный люксметр ЛМ-12; портативный термоанемометр ТТМ-2-02 в современном эргономичном пластмассовом корпусе (2-х строчный ЖК-дисплей);

– комплект №2 включает портативный термогигрометр ИВТМ-7 К-Д-1 со встроенным датчиком давления (блок измерения-индикации) с зондом ИПВТ-03-09-2В, черным шаром и стойкой под шар для измерений в черной сфере и автоматического расчета индекса тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса); портативный люксметр ЛМ-12; переносной термоанемометр ТТМ-2-02;

– комплект №3 включает переносной термогигрометр ИВТМ-7 К-Д-1 с зондом ИПВТ-03-01-2В («минимикрофон» для измерений при температуре от -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$); портативный люксметр ЛМ-12; портативный термоанемометр ТТМ-2-02.

Компьютерная обработка результатов приборных измерений осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения.

Вышеназванные профессиональные комплекты оборудования для мониторинга показателей микроклимата нацелены на специалистов, занимающихся аттестацией помещений разнопланового назначения.

Система мониторинга микроклимата и вентиляции на основе термогигрометра и термоанемометра включает измеритель-регулятор ТТМ-2/16-06, преобразователи ТТМ-2-04-01, термогигрометр ИВТМ-7 М 3, преобразователь интерфейсов ПИ-1 У (ПИ-1 У-USB), программное обеспечение Eksis Visual Lab [4]:

Комплект приборов предназначен для измерения и регистрации относительной влажности и температуры воздуха, атмосферного давления, освещенности и скорости воздушного потока. Комплект изготовлен в пластмассовом эргономичном корпусе с выносным измерительным датчиком. При этом специально подготовленный комплект приборов включает:

– портативный термогигрометр ИВТМ-7 К-Д-1 со встроенным датчиком давления (измерительный блок) с преобразователем ИПВТ-03-09-2В для измерения в черной сфере и автоматического определения индекса тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса), черный шар, стойка под шар;

– термоанемометр ТТМ-2-02 в эргономичном корпусе, предназначен для измерения скорости воздушного потока. Соединение с компьютером осуществляется посредством USB-кабеля, для работы с ПК дополнительно приобретается ПО Eksis Visual Lab

– люксметр ЛМ-12, с помощью данного прибора измеряют уровень освещенности различных помещений [5].

В условиях 4-ой промышленной революции актуальным является переход к использованию таких систем мониторинга и управления микроклиматом помещений, которые обладали бы свойствами быстрой адаптации к изменяющимся физико-химическим условиям окружающей среды, изменять свою функциональную конфигурацию благодаря интегрированным интеллектуальным блокам, а также функционировать по схеме «24x365» (24 часа 365 дней). Важным свойством таких систем является способность к самообучению и автономному функционированию в условиях стохастически изменяющейся динамической среды.

Оптимизационные математические модели позволяют создавать программные обеспечения систем автоматического управления процессами расхода энергии помещения на основе использования современных инструментов системного анализа, динамического программирования. При разработке соответствующего программного обеспечения могут быть эффективно переименованы методы системного анализа, динамического программирования по теории оптимального управления академика Л. С. Понтрягина. Таким образом, актуальным представляется обоснование архитектурных решений конфигурации автоматизированного мобильного комплекса мониторинга микроклимата производственных и офисных помещений, включая учреждения образования, здравоохранения и предприятия сферы услуг [5].

Очевидно, следующий важный этап развития систем мониторинга и управления микроклиматом помещений относится к их эволюции в направлении киберфизических систем, обладающих свойствами мобильности, включающих интегрированные сенсорные элементы (блоки) и подсистемы автономного принятия решений. Подобные системы неизбежно приобретают свойства автономных мобильных роботов (АМР), тем самым обуславливая переход к принципиально новому классу автоматических систем мониторинга микроклимата помещений (АСММП), позволяющих управлять параметрами микроклимата в жилых, офисных и производственных помещениях без участия человека. При этом системы автоматического управления с использованием элементов искусственного интеллекта могут быть успешно реализованы на основе семейства математических моделей, описывающих процессы оптимизации энерго- и ресурсопотребления в контролируемых помещениях [5].

Одним из актуальных, технически реализуемых и энергетически рентабельных направлений в области технического мониторинга микроклимата помещений является разработка автоматизированных систем мониторинга микроклимата рабочей зоны. Такие автоматизированные системы могут предусматривать функции анализа, контроля и управления параметрами микроклимата жилых, производственных и офисных помещений. Основные функциональные задачи АСММП включают непрерывное автоматическое измерение параметров микроклимата, перепада давления, других параметров помещений и их сохранение в единой базе данных. К основным АСММП функциям можно отнести заданные значения температуры, влажности и подвижности воздуха в рабочей зоне, установленные в таких документах, как санитарно-гигиенические правила и нормы, экономию затрат топливно-энергетических ресурсов на эксплуатацию здания. АСММП может быть

реализована на модульной основе и включать в свою конфигурацию ряд автоматизированных модулей мониторинга микроклимата рабочих зон (участков) [6].

Автоматизированные модули мониторинга микроклимата рабочей зоны и производственных помещений представляют собой комплексное инженерное решение, состоящее из аппаратных и программных средств непрерывного мониторинга параметров окружающей среды и технологических процессов на подконтрольных участках и объектах, способное сигнализировать о внештатных ситуациях, выводить их на единый информационный экран, предупреждать о недопустимых отклонениях, сигнализировать об аварийных ситуациях, обеспечивать сбор и архивирование данных, готовить визуализированные отчеты и прогнозы изменения микроклимата.

АСММП может осуществлять сбор и первичную обработку данных о состоянии микроклимата помещений производственных объектов для последующего моделирования сценариев внештатных событий в целях подготовки персонала к действиям в условиях аварийных ситуаций.

Реализация процесса инжиниринговой разработки АСММП включает пять этапов.

На первом этапе расчетным путем выявляют особенности здания и системы отопления и вентиляции с теплотехнической точки зрения и ожидаемую эффективность от внедрения системы, формируют основные положения системы, ее структуру, номенклатуру технических и программных средств, входящих в структуру АСММП, составляют техническое задание на проектирование.

На втором этапе разрабатывают проект автоматизированной системы: определяют технические средства, составляют математическую модель, алгоритмы, прикладное программное обеспечение. Компоненты программного обеспечения отлаживают на имитационных моделях.

На третьем этапе в эксплуатируемом здании проводят натурные исследования с целью выявления наиболее значимых параметров, необходимых для составления математической модели.

На четвертом этапе монтируют необходимые технические средства автоматизированной системы управления микроклиматом, датчики, исполнительные механизмы, актуаторы, выполняют пусконаладочные работы. На этом этапе завершается отладка основных программ и осуществляется настройка математической модели.

На завершающем пятом этапе заканчивается создание всей автоматизированной системы управления микроклиматом для работы ее в автоматизированном режиме. На основе тестов делается оценка работы системы. Следует отметить, что четвертый и пятый этапы могут быть совместимы по времени, как это представлено на рисунке 1.

АСММП основывается на таких инженерно-методологических принципах, как:

- модульность конфигурации;
- открытость архитектуры;
- управление;
- перманентное функционирование по принципу «24/365»;
- синергизм каналов мониторинга, связи и управления в группе автоматических мобильных модулей (АКУМП);



Рисунок 1. – Диаграмма этапов разработки автоматизированной системы управления микроклиматом помещения

- мобильность в пределах зоны ответственности;
- маневренность управления функциями (автоматический, полуавтоматический и ручной режимы управления);

- дивергенция конфигурации, датчиков и сканеров

Исходя из задач АСММП может включать следующие блоки:

- блок программируемого логического контроллера (ПЛК) стационарного типа с возможностью местной и серверной настройкой и управления различными устройствами.

- блок ПЛК стационарного типа с возможностью серверной настройкой и управления различными устройствами.

- блок ПЛК мобильного типа с возможностью местной и серверной настройкой (для переноса человеком для разведки местности).

- блок ПЛК мобильного типа с серверной настройкой для установки на роботизированные системы (различной модификации танкетки, квадрокоптеры и другие летательные аппараты).

- сервер, содержащий специализированное программное обеспечение, позволяющее осуществлять хранение данных с результатами мониторинга в облачных сервисах.

Блок данного комплекса может оснащаться датчиками влажности и температуры, атмосферного давления, вибрации и шума, освещенности, газоанализатором для замера состава воздуха масс, инфракрасным датчиком огня, датчиком замера радиационного фона.

Возможные каналы связи для передачи информации могут быть использованы GSM, WI-FI, GPS, гражданские частоты радиовещания, либо телефонные и сетевые (LAN) кабели.

Система предназначена для автоматизации процесса мониторинга микроклимата помещений. Система позволяет осуществлять сбор данных с датчиков контроля различных параметров в помещениях производственного корпуса, анализа и архивирования полученной информации и оперативного оповещения ответственных лиц о выходе контролируемых параметров за допустимые пределы. Архитектура автоматизированной системы мониторинга микроклимата жилых, офисных и производственных помещений представлена на рисунке 2. Интегрированная система управления АСММП в доме, офисе, квартире или здании включает в себя датчики, управляющие элементы и исполнительные устройства.

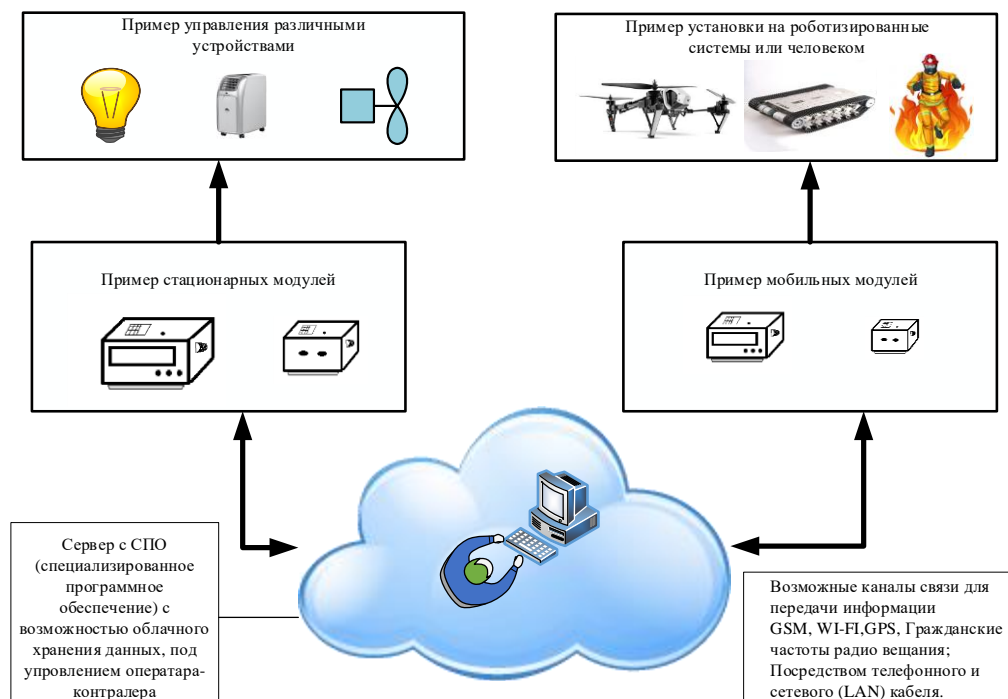


Рисунок 2. – Архитектура автоматизированной системы мониторинга микроклимата жилых, офисных и производственных помещений

Управляющие элементы принимают сигналы с датчиков и контролируют работу исполнительных устройств, действуя согласно заданным алгоритмам. Централизованное управление интегрированными инженерными системами представлено на рисунке 3.

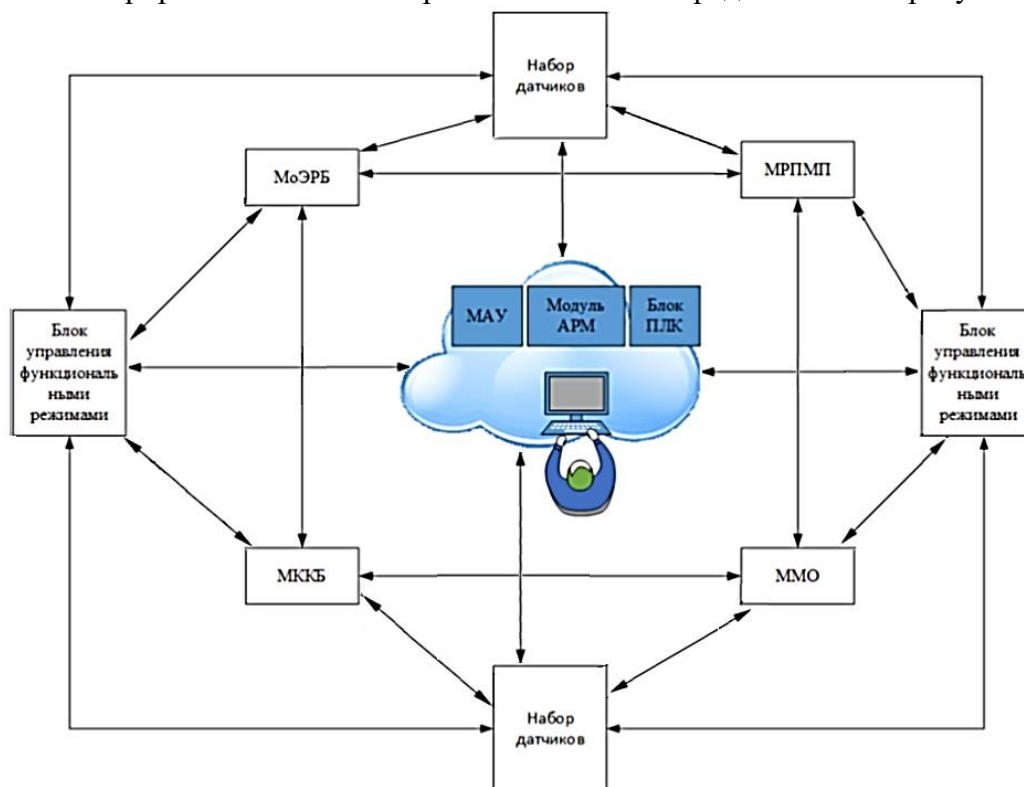


Рисунок 3. – Инженерное решение по интеграции модулей

Техническое и программное обеспечение предполагает интеграцию ряда инженерных модулей:

–модуль многорежимного освещения (ММО) предоставляющий контроль интенсивности освещения и при необходимости переходящий на дежурное освещение, а так же обеспечивающий возможность работы системы сопроводительного освещения «follow-me-home»;

–модуль обеспечения энерго- и ресурсосбережения обеспечит (МоЭРБ) экономию таких ресурсов как электричество, вода и тепло;

–модуль регуляции параметрами микроклиматом помещения (МРПМП) позволяет регулировать температуру, влажность, качества состава воздушных масс;

–модуль контроля комплексной безопасностью (МККБ) обеспечит возможность обеспечения личной безопасностью, ограничение проникновения посторонних лиц, предупреждение и помощь в ликвидации чрезвычайных ситуаций (таких как пожар, загазованность продуктами горения или других вредных газов, паров спиртов (хлор, аммиак, бензол), обеспечит радиационную безопасность путем замера радиоактивной обстановки помещения или здания, подконтрольной территории;

–модуль автоматического управления (МАУ) АСММП формирует согласованность всех модулей и облегчает деятельность оператора с помощью автоматизированного рабочего места (АРМ) путем вывода оперативных или промежуточных данных для дальнейшей обработки и хранения на сервере или облаке;

–модуль АРМ оператора, снабженный интеллектуальным мультимедийным интерфейсом, обеспечивающий возможность многорежимного управления АСММП с участием человека на основе обработки интегрированных потоков данных о текущем состоянии как всей системы в целом, так и ее отдельных модулей с последующим выводом и хранением в облачном хранилище.

Заключение. Многие компании, осуществляющие производственные процессы в различных отраслях современной экономики, заинтересованы в минимизации затрат материальных и энергетических ресурсов, а также в обеспечении безопасности и сохранении потенциала здоровья персонала. Современные жилые, офисные и производственные помещения, оснащенные интегрированными инженерными системами мониторинга и управления микроклиматом, обеспечивают комфортабельные условия как для жизни людей, так и для их производственной деятельности. При этом внедрение инженерных решений по автоматизации систем управления микроклиматом в помещениях различного назначения с помощью интеллектуальных регуляторов электроприводов вентиляторов, процессов освещения, вентиляции, очистки, влажности, температуры и состава воздуха, является важным условием обеспечения комплексной безопасности помещений, а также обеспечения энерго- и ресурсосбережения [6].

Одним из таких инженерных решений является разработка и инсталляция таких аппаратно-программных комплексов, снабженных многими сенсорными, контролирующими и управляющими модулями и блоками, как предлагаемая автоматизированная система мониторинга микроклимата помещений. Подобные инженерные решения позволят повысить экономическую эффективность и производительности труда и обеспечить безопасность жизнедеятельности персонала при снижении расходов электрической и тепловой энергии в обслуживаемых помещениях.

Дальнейшее развитие концепции АСММП позволит разработать поколение аппаратно-программных комплексов, обеспечивающих как пассивный мониторинг, так и активное управление параметрами микроклимата, причем не только внутри периметра зоны ответственности (помещениях различного назначения), но и в прилегающем пространстве. Такие комплексы могут стать модульной основой для формирования более масштабных

систем локального управления климатом в сложных киберфизических системах, таких как «умный дом», «умная дорога», «умное предприятие», «умный бизнес», «умный город». Очевидно, что в этих направлениях развития концепции АСММП открываются принципиально новые области для научных исследований.

Список литературы

- [1.]. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 92 от 11 октября 2017 г.
- [2.]. Гигиенический норматив «Требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [.http://www.soligorskce.by/index.php?option=com_content&view=article&id=3193%3A2012-11-01-12-21-36&Itemid=292](http://www.soligorskce.by/index.php?option=com_content&view=article&id=3193%3A2012-11-01-12-21-36&Itemid=292). — Дата доступа: 01.03.2020.
- [3.]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.pravo.by>. — Дата доступа: 01.03.2020.
- [4.]. Измерители температуры, влажности и давления воздуха <https://www.eksis.ru/catalog/measures-of-relative-humidity-and-temperature/> . — Дата доступа: 25.02.2020.
- [5.]. Комплекс программно-технических средств мониторинга микроклимата. Система мониторинга микроклимата в помещениях производственного корпуса №2 Руководство оператора ЭКО 2017-05-01 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://eko.by/upload/iblock/f25/f259b0d38644998429393b1a0f38ddd9.pdf>. — Дата доступа: 01.03.2020.
- [6.]. Эрк, А. Ф Система управления микроклиматом в помещении для откорма телят / А. Ф Эрк, Е. В. Тимофеев., В. А. Размук // Молодой ученый. — 2017. — №10. — С. 177-180. — URL <https://moluch.ru/archive/144/40331/> дата доступа: 01.03.2020.

ENGINEERING OF AN AUTOMATED ROOM MICROCLIMATE MONITORING SYSTEM

L.R.Korkin

Engineer of the Department of Enineering Psychology and Ergonomic, Master's student

A.G. Davydovsky

Associate Professor of the Department of Enineering Psychology and Ergonomic, Candidate of Biological

O.S. Medvedev

SoftwareEngineer of the Department of Enineering Psychology and Ergonomic, Master of engineering and technology

L. P. Pilinevich

Professor of the Department of Ipie BSUIR, doctor of technical Sciences, Professor

K.D.Yashin

Head of the Department of Enineering Psychology and Ergonomic, Candidate of technical Sciences, Associate Professor

Abstract The development of tools, systems and methods for monitoring and managing microclimate parameters in living, office and industrial buildings is a current engineering problem. In this regard, engineering solutions are proposed for the realisation of an automated system for monitoring the microclimate of living, industrial and office buildings. Engineering and methodological principles of the functional organization of the automated system for monitoring the microclimate of premises (ASMMP) are proposed. Engineering solutions of the ASMMP architecture, including blocks based on programmable logic controllers of stationary and mobile types, as well as remote access channels to server infrastructure and cloud data storage, are substantiated. Further development of the proposed engineering solutions, which form the basis of ASMMP, will allow creating a new generation of hardware and software complexes (AIC) that provide both passive monitoring and active control of microclimate parameters inside the premises and in the surrounding space. Such AIC can become modules of larger-scale local climate control systems in complex cyber-physical systems, such as "smart house", "smart road", "smart enterprise", "smart business", " smart city».

Keywords: microclimate, parameter monitoring, hardware and software complex, automated room climate monitoring system, engineering