

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041514**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.10.31**

**(21)** Номер заявки  
**202193149**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2021.12.15**

**(51)** Int. Cl. **G05B 15/00** (2006.01)  
**G16Y 10/80** (2006.01)  
**G16Y 10/60** (2006.01)

---

**(54) СЕТЕВОЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ  
ВНУТРЕННЕЙ СРЕДОЙ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

---

**(31)** 2021137142

**(32)** 2021.12.15

**(33)** RU

**(43)** 2022.10.12

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ДРУГ-  
М"; АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"ТЕХНОПАРК "САРОВ" (RU)**

**(72)** Изобретатель:  
**Умнов Алексей Львович (RU)**

**(74)** Представитель:  
**Ваулина Л.В. (RU)**

**(56)** US-A1-20140279600  
US-A1-2019033240  
US-A1-20130012786  
US-A1-20140019165

---

**(57)** Комплекс содержит компьютеры управления со специальным программным обеспечением, модули датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, технические средства модификации состояния внутренней среды помещения, биологические средства модификации состояния внутренней среды помещения, модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения, носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей, модули управления поведением людей на территории помещения, модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе, уличные метеостанции, центральный сервер со специальным программным обеспечением, замкнутые помещения, рабочие места операторов помещений, рабочие места операторов комплекса. Каждый компьютер управления соединен с модулями датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, с техническими средствами модификации состояния внутренней среды помещения, с биологическими средствами модификации состояния внутренней среды помещения, с модулями подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, с модулями, выполняющими идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения, с носимыми устройствами, выполняющими роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей, с модулями управления поведением людей на территории помещения, с модулями, осуществляющими регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе, с уличными метеостанциями и с рабочими местами операторов помещений с помощью беспроводных каналов связи, организованных с использованием WiFi, Bluetooth, ZigBee или аналогичных, а также с помощью проводных каналов связи Ethernet, RS-485, CAN или аналогичных. С центральным сервером компьютеры управления и рабочие места операторов комплекса соединены через сеть Интернет.

---

**B1**

**041514**

**041514  
B1**

Предлагаемое изобретение относится к автоматизации зданий, касается сетевого программно-аппаратного комплекса для управления внутренней средой замкнутых помещений, который может быть использован как в условиях эпидемий, так и в повседневной жизни для снижения вероятности их возникновения, а также для оздоровления помещений и повышения их комфорта.

Пандемия COVID-19 сделала явными множество проблем существующей среды замкнутых помещений - квартир, офисов, торговых центров, ресторанов, отелей и т.п., в которых люди проводят более 90% времени обычно и часто до 100% времени в условиях карантина.

Проблемы эти связаны с плохой вентиляцией, приводящей к высоким уровням загрязнения воздуха вредными химическими веществами и патогенными микроорганизмами; далеким от естественного (природного) интерьерным фоном, вызывающим депрессию; не распространенностью штатных средств автоматической дезинфекции воздуха и поверхностей; отсутствием объективных средств контроля за состоянием среды - воздуха, поверхностей, поступающей в помещение воды, уровня шума и т.п.; отсутствием возможности гибкой подстройки параметров среды под условия конкретных эпидемий, состояние здоровья и предпочтения конкретных людей, находящихся в конкретных помещениях, а также рядом других факторов.

Существующие на рынке многочисленные разрозненные климатические приборы (увлажнители воздуха, мойки и другие очистители воздуха, УФ рециркуляторы, кондиционеры и т.п.) дороги, не предназначены для согласованной работы в едином комплексе и не могут быть применены для массового быстрого внедрения в существующие замкнутые помещения с объективным контролем достигаемого результата, как по экономическим соображениям, так и потому, что на настоящий момент отсутствует программная среда, которая позволила бы человеку, не обладающему специальными знаниями, быстро интегрировать эти разнородные приборы в единый комплекс, решающий проблемы конкретного помещения с учетом специфики конкретной эпидемии и требований карантина.

Следует также подчеркнуть, что пандемия COVID-19 предъявила много новых требований к поведению людей в закрытых помещениях и их личным качествам - соблюдение социальной дистанции, изоляция заболевших, необходимость усиленного соблюдения личной гигиены, психологическая устойчивость к длительному пребыванию в замкнутом пространстве с неизменным интерьером и т.п.

Известна интеллектуальная система автоматизации средств жизнеобеспечения (RU 108611 U1, кл. G01K 17/00, G01D 7/00, опубл. 20.09.2011 г.), включающая в себя счетчики и/или датчики сигналов по каждому расходуемому энергоносителю: газу, теплу, горячей и холодной воде, электроэнергии, термостатические вентили для регулирования теплового режима, средства отображения информации о энергоресурсах в единицах их измерения, при этом дополнительно содержит счетчики и датчики сигналов по пожарной сигнализации, охране помещения, устройства управления бытовыми приборами и оборудованием, устройства для регулирования и включения/выключения подачи каждого из энергоресурсов, электронные счетчики с интеллектуальным выходом, компьютерный модуль, выполняющий функции учета, контроля и управления, устройства оповещения о событиях в подконтрольной системе, устройства обеспечивающие передачу информации с компьютерного модуля по каналам связи локальных и/или глобальных сетей, специальное программное обеспечение по заложенным алгоритмам меняющее параметры подключения счетчиков разных видов и производителей, осуществляющее объединение всех необходимых объектов в единое информационное пространство. Система обеспечивает повышение точности индивидуального учета фактического потребления энергоресурсов по каждой квартире/системе в целом, расширение ее функциональных и эксплуатационных возможностей до глобального охвата всех систем жизнеобеспечения при снижении затрат потребителя за счет обеспечения более точного индивидуального учета, контроля и регулирования потребления энергоресурсов, автоматизация процесса учета, контроля и регулирования всех систем жизнеобеспечения.

Известна система "Умный дом" с интеллектуальным адаптивным входом/выходом RU 130098 U1, кл. G05B 15/00, опубл. 10.07.2013), содержащая N групп датчиков, M групп исполнительных устройств, а также генератор профилей оборудования, локальное хранилище профилей оборудования, адаптер оборудования, осуществляющий унификацию параметров оборудования разных стандартов и разных производителей без внесения изменений в саму систему "Умный дом", цифроаналоговый преобразователь, аналого-цифровой преобразователь, глобальное хранилище профилей оборудования, N модулей ввода-вывода, состоящих из блока силовых ключей, усилителя-преобразователя уровня сигнала и коммутатора, глобальное хранилище профилей оборудования выполнено в виде хранилища на удаленном сервере.

Известна система удаленного контроля и управления электронными устройствами "Умный дом" (RU 257362 C1, G05B15/00, опубл. 27.01.16 г.), включающая N групп датчиков, M групп исполнительных устройств, глобальное хранилище команд управления пользователем, узел связи, блок управления, включающий локальное хранилище команд управления пользователем, и каналы связи. Дополнительно система содержит WEB-сервер, модуль разработки сценариев пользователя, глобальное хранилище сценариев пользователя, устройство для управления системой пользователем, глобальное хранилище отсканированных команд устройств всех пользователей. Блок управления дополнительно содержит блок сканирования команд управления, локальное хранилище отсканированных команд управления, модуль выполнения сценариев пользователя, блок хранения сценариев пользователя, модуль безопасности и шифрова-

ния. Узел связи выполнен в виде приемопередающего устройства беспроводной связи. При этом входы датчиков и исполнительных устройств связаны с выходами приемопередающего устройства беспроводной связи блока управления, а выходы датчиков связаны с входами приемопередающего устройства беспроводной связи блока управления. Входы исполнительных устройств связаны с выходами приемопередающего устройства беспроводной связи блока управления, а выходы исполнительных устройств связаны с входами приемопередающего устройства беспроводной связи блока управления. Входы приемопередающего устройства беспроводной связи блока управления связаны также с выходами блока сканирования команд управления и модуля выполнения сценариев пользователя, выходы блока сканирования команд управления связаны также с входом локального хранилища отсканированных команд управления и входом модуля безопасности и шифрования, а его вход связан с выходом приемопередающего устройства беспроводной связи. Выход модуля выполнения сценариев пользователя связан также с входом блока хранения сценариев пользователя, а входы модуля выполнения сценариев пользователя связаны с выходами блока хранения сценариев пользователя и модуля безопасности и шифрования. Выход локального хранилища отсканированных команд управления связан с входом модуля безопасности и шифрования. Входы WEB-сервера связаны с выходами модуля безопасности и шифрования глобального хранилища отсканированных команд всех пользователей, глобального хранилища команд управления пользователя, модуля разработки сценариев пользователя, глобального хранилища сценариев пользователя, а выходы WEB-сервера связаны с входами модуля безопасности и шифрования, глобального хранилища отсканированных команд всех пользователей, глобального хранилища команд управления пользователя, модуля разработки сценариев пользователя, глобального хранилища сценариев пользователя. Устройство для управления системой пользователем связано беспроводной связью через локальную сеть Ethernet с блоком управления. Система содержит К блоков управления, каждый из которых связан с всемирной сетью Internet. В качестве устройства для управления системой пользователем используют компьютер, или планшет, или смартфон. Обеспечивается возможность автоматического распознавания профилей и коммутационных протоколов подключаемых внешних устройств, таких как датчики и различные исполнительные устройства, и, как следствие, расширяются функциональные возможности этой системы.

Известна интеллектуальная гибридная модульная система управления зданием (умный дом) (RU 22628289 C1, кл. G05B 15/00, G06F 15/16, H04L 12/24, опубл. 15.08.2017 г.), содержащая контроллер, выполненный с возможностью работы в проводной сети RS-485 с использованием протокола Modbus и в беспроводной сети с использованием протокола ZigBee, а также подключенные к контроллеру с использованием проводной сети RS-485 исполнительные проводные модули, предназначенные для подключения к контроллеру датчиков и исполнительных устройств. Система содержит исполнительные беспроводные модули, подключенные к контроллеру с использованием беспроводной сети по протоколу ZigBee и предназначенные для подключения к контроллеру датчиков и исполнительных устройств. При этом упомянутый контроллер содержит ARM-процессор, часы реального времени, энергонезависимый календарь реального времени, порт RS-485, порт RS-232, GSM-модем, USB-порт, Ethernet-порт, аналоговые входы 0-10В, дискретные входы со счетным режимом, порт I Wire для подключения ключей I-Button и датчика температуры LD2-TS, релейные выходы, ZigBee-модем. Упомянутые проводные и беспроводные модули включают управляемые релейные модули в двух исполнениях - миниатюрном исполнении для встраивания в стаканы розеток под выключатели и розетки, а также в исполнении для установки на DIN-рейку, управляемые диммирующие модули, модули инфракрасной связи, модули с цифровыми входами, которые выполнены в миниатюрных корпусах, модули расширения для подключения датчиков с универсальным количеством входов и выходов управления, размещенные в DIN-корпусах, а также датчики движения и освещенности. Технический результат заключается в объединении в одной системе проводного и беспроводного протоколов. Известная система обладает следующими возможностями: сверхбыстрая, простая, удобная и экономичная установки системы; низкая стоимость; легкая доступность проектирования; возможность управления всеми существующими широко распространенными исполнительными устройствами, такими как приводы, задвижки, клапаны, лампы освещения, нагревательные элементы, кондиционеры, ТВ, аудио-, видеотехника и др.; легкая интеграция с такими способами передачи данных, как проводные и беспроводные; использование самых распространенных протоколов автоматизации; применение всех существующих средств управления, таких как компьютеры, планшеты, смартфоны; возможность локального и удаленного управления, включая локальные сети, интернет сети, по Wi-Fi и GSM-каналам; языковая доступность для широкого круга потребителей.

Недостатком известных технических решений является то, что они не решают задачу минимизации вероятности заражения человека в условиях эпидемий, не управляют внутренней средой помещений как комплексной системой, включающей технические устройства, мониторирующие параметры внутренней среды и изменяющие эти параметры, биологические объекты (растения, грибы, бактерии, вирусы, домашние животные), которые также реагируют на параметры среды изменением своих свойств и поведения и изменяют параметры среды, а также людей, которые бессознательно и сознательно оценивают параметры среды и также на физиологическом и поведенческом уровнях изменяют параметры среды. Также недостатком существующих систем является то, что их невозможно применить для воздействия на течение эпидемий на уровне отдельной территории, региона, страны и глобальном уровне.

В задачу изобретения положено создание нового сетевого программно-аппаратного комплекса для управления внутренней средой замкнутых помещений, эффективно решающего обозначенные выше проблемы в условиях эпидемий, а также обеспечивающего повышенный комфорт пребывания в замкнутых пространствах и профилактики заболеваний в обычное время.

Комплекс функционирует в разрезе четырех основных задач: защита находящихся в помещении людей от биологических и химических угроз (данная задача должна решаться без капитального ремонта помещения); создание комфортной внутренней среды с точки зрения бытовой гигиены за счет контроля чистоты и насыщенности воздуха фитонцидами, аэроионами и другими полезными составляющими, контроля чистоты поступающей воды, степени инсоляции и светового комфорта, электромагнитной и шумовой нагрузки, контроля других параметров важных с точки зрения бытовой гигиены; создание психологически комфортной, изменяемой в течение времени среды за счет контроля психологического состояния находящихся внутри объекта людей; создание системы управления физическим здоровьем находящихся на множестве объектов людей, включая автоматизацию сбора информации о их здоровье, применение технологий сверх поздней реабилитации (на дому), внедрение технологий управления качеством жизни, антиэйджинг, биохакинг.

Поставленная задача достигается тем, что сетевой программно-аппаратный комплекс для управления внутренней средой замкнутых помещений содержит компьютеры управления (локальные серверы) со специальным программным обеспечением, модули датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, технические средства модификации состояния внутренней среды помещения, биологические средства модификации состояния внутренней среды помещения, модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения, носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей, модули управления поведением людей на территории помещения, модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе, уличные метеостанции, центральный сервер со специальным программным обеспечением, замкнутые помещения, рабочие места операторов помещений, рабочие места операторов комплекса, при этом каждый компьютер управления (локальный сервер) соединен с модулями датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, с техническими средствами модификации состояния внутренней среды помещения, с биологическими средствами модификации состояния внутренней среды помещения, с модулями подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, с модулями, выполняющими идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения, с носимыми устройствами, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей, с модулями управления поведением людей на территории помещения, с модулями, осуществляющими регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе, с уличными метеостанциями и с рабочими местами операторов помещений с помощью беспроводных каналов связи, организованных с использованием WiFi, Bluetooth, ZigBee, или аналогичных, а также с помощью проводных каналов связи Ethernet, RS-485, CAN, или аналогичных, с центральным сервером компьютеры управления (локальные серверы) и рабочие места операторов комплекса соединены через сеть Интернет; дополнительно содержит модули, создающие визуальные и звуковые эффекты, соединенные с компьютерами управления (локальными серверами) с помощью беспроводных каналов связи, организованных с использованием WiFi, Bluetooth, ZigBee, или аналогичных, а также с помощью проводных каналов связи Ethernet, RS-485, CAN, или аналогичных; дополнительно содержит сторонние облачные сервисы, соединенные с центральным сервером и с компьютерами управления (локальными серверами) через сеть Интернет; каждый компьютер управления (локальный сервер) может быть использован для управления и формирования условиями окружающей среды в одном, или в нескольких замкнутых помещениях; управление комплексом осуществляется с компьютера, или со смартфона пользователя.

На чертеже представлена функциональная схема сетевого программно-аппаратного комплекса для управления внутренней средой замкнутых помещений.

Конструктивно сетевой программно-аппаратный комплекс для управления внутренней средой замкнутых помещений на чертеже содержит:

- 1 - компьютеры управления (локальные серверы);
- 2 - модули датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения;
- 3 - технические средства модификации состояния внутренней среды помещения;
- 4 - биологические средства модификации состояния внутренней среды помещения;
- 5 - модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения;
- 6 - модули, создающие визуальные и звуковые эффекты;
- 7 - модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения;

8 - носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей;

9 - модули управления поведением людей на территории помещения;

10 - модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе;

11 - уличные метеостанции;

12 - центральный сервер;

13 - сторонние облачные сервисы;

14 - замкнутые помещения;

15 - рабочие места операторов помещений;

16 - рабочие места операторов комплекса.

Компьютеры управления (локальные серверы) 1 предназначены для управления системой формирования условий окружающей среды в конкретных помещениях. Они осуществляют сбор данных со всех конечных устройств, оборудованных датчиками состояния среды, датчиками местоположения, действий и состояния здоровья людей, а также управление исполнительными устройствами, осуществляющими модификацию параметров среды, влияние на поведение людей и уход за растениями.

В качестве компьютеров управления (локальных серверов) 1 используются, например, Lenovo ThinkCentre M75q Tiny (11A4003HRU).

Компьютеры управления (локальные серверы) 1 используется со специальным программным обеспечением, включающим программное обеспечение, поддерживающее связь со всеми техническими устройствами, осуществляющими мониторинг и модификацию внутренней среды помещений, сбор и сохранение поступающих от них данных, а также передачу команд этим устройствам, программным обеспечением, позволяющим операторам оперативно настраивать сценарии поведения отдельных устройств и их взаимодействие, которое обеспечивает системе автоматическую подстройку под конкретное помещение и паттерны поведения людей, связанных с данным помещением, а также позволяет операторам вручную отдавать команды устройствам, используя графический интерфейс рабочих мест.

Каждый компьютер управления (локальный сервер) 1 соединен с модулями датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения 2, с техническими средствами модификации состояния внутренней среды помещения 3, с биологическими средствами модификации состояния внутренней среды помещения 4, с модулями подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5, дополнительно может быть соединен с модулями, создающими визуальные и звуковые эффекты 6, с модулями, выполняющими идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения 7, с носимыми устройствами, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей 8, с модулями управления поведением людей на территории помещения 9, с модулями, осуществляющими регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе 10, с уличными метеостанциями 11, с рабочими местами операторов помещений 15 и с рабочими местами операторов комплекса 16 с помощью беспроводных каналов связи, организованных с использованием WiFi, Bluetooth, ZigBee или аналогичных, а также с помощью проводных каналов связи Ethernet, RS-485, CAN или аналогичных. С центральным сервером 12, со сторонними облачными сервисами 13 каждый компьютер управления (локальный сервер) 1 соединен через сеть Интернет.

Каждый компьютер управления (локальный сервер) 1 может быть использован для управления и формирования условиями окружающей среды и поведения людей в одном, или в нескольких замкнутых помещениях 14.

Модули датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения 2 включают

модули, регистрирующие температуру, влажность и давление воздуха;

модули, регистрирующие уровень запыленности помещения;

модули, регистрирующие концентрацию углекислого газа;

модули, регистрирующие общую концентрацию летучих органических веществ;

модули, регистрирующие озон;

модули, регистрирующие угарный газ;

модули, регистрирующие бытовой газ;

модули, регистрирующие формальдегид;

модули, регистрирующие стирол;

модули, регистрирующие бензол;

модули, регистрирующие толуол;

модули, регистрирующие ацетон;

модули, регистрирующие аммиак;

модули, регистрирующие иные загрязняющие вещества;

модули, регистрирующие биологические патогены.

Каждый модуль представляет собой устройство, имеющее в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, сенсор, блок питания, обеспечивающий подключение к сети 220 В

или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F, в качестве датчика пыли - датчик пыли SDS01, в качестве датчика углекислого газа - датчик CO2 MH-Z19B 1, в качестве датчика температуры, влажности, давления воздуха и общего уровня летучих органических веществ, например BME680, в качестве датчика озона, например, MQ-131L, в качестве датчика угарного газа, например MQ7, в качестве датчика бытового газа, например, MQ2, в качестве датчика формальдегида ME2-CH2O-016, в качестве датчика стирала, например ME3-C8H8, в качестве датчика аммиака, бензола, серы MQ-135 для обнаружения аммиака, бензола, серы, в качестве датчика толуола ME3-C7H8, в качестве датчика аммиака, например ME3-NH3.

Технические средства модификации состояния внутренней среды помещения 3 включают системы распределенной приточно-вытяжной вентиляции, в качестве которых могут выступать приточные клапаны, рекуператоры и бризеры;

системы увлажнения воздуха, в качестве которых могут выступать, например, ультразвуковые увлажнители Vreeeth!-1500 или испарительные увлажнители Brune B 120, к которым подводится вода с помощью модулей подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5;

системы осушения воздуха, например, сеть осушителей воздуха Timberk T-DH10-P40E;

системы фильтрации воздуха с HEPA-фильтрами;

кондиционеры;

системы обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового излучения в присутствии людей, в качестве которых используются, например, закрытые рециркуляторы с УФ-излучателями, например, рециркулятор воздуха ультрафиолетовый бактерицидный "Солнечный бриз-3" ОВУ-03-Т;

системы обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового излучения в отсутствие людей, в качестве которых используются, например, открытые УФ-излучатели ОБН-05-Я-ФП;

системы аэрозольной дезинфекции химическими дезинфицирующими веществами, например генератор холодного тумана ATOMER II;

системы личной гигиены - сети диспенсеров, расположенных в помещении, для дезинфекции рук с помощью специального дезинфицирующего раствора, подаваемого в диспенсеры из модулей подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5;

системы звукового и светового предупреждающего оповещения о проведении дезинфекции с помощью открытого УФ-излучателя и аэрозольного дезинфектора с кнопками экстренного отключения запуска процедуры дезинфекции;

модули регистрации присутствия в помещении людей, например, всенаправленный датчик движения OSC-200.

Каждое техническое средство модификации параметров состояния внутренней среды помещения 3 подключается к модулю управления этим средством, имеющем в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, реле для включения и выключения этого средства, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

Биологические средства модификации состояния внутренней среды помещения 4 включают:

фитомодули с растениями, со средствами автоматического полива, искусственного освещения и контролем с помощью датчиков за влажностью грунта, уровнем освещенности фитомодуля и состоянием растений;

системы аэрозольного распыления дезинфицирующих биологических дезинфицирующих средств, например, пробиотиков и бактериофагов.

В качестве систем аэрозольного распыления могут быть использованы увлажнители из состава технических средств модификации состояния внутренней среды помещения 3. В качестве универсального дезинфицирующего пробиотика могут быть использованы безвредные для человека штаммы бактерий рода *Bacillus*: *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*.

Каждое биологическое средство модификации состояния внутренней среды помещения 4 подключается к модулю управления этим средством, имеющем в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, реле для включения и выключения этого средства, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

В качестве модулей подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5 используются отдельные баки (бак для воды, используемой для полива растений в фитомодулях, бак для воды, используемой в увлажнителях и аэрозольных распылителях, баки для специальных дезинфицирующих веществ) с насосами, в которые поступает вода из водопроводной сети под управлением элек-

тромагнитного клапана. Для добавления в воду соответствующих баков удобрений и дезинфицирующих веществ используются отдельные бачки для концентрированных растворов удобрений и дезинфицирующих веществ (химических или биологических), оборудованные перистальтическими насосами, позволяющими прецизионно дозировать поступающие в баки для воды растворы (дезинфицирующие вещества в бачки для концентрированных растворов удобрений и дезинфицирующих веществ и бак для специальных дезинфицирующих веществ заливаются вручную).

Все модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5 подключаются к модулю управления этим модулем, имеющем в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, реле для включения и выключения этого средства, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

В качестве модулей, создающих визуальные и звуковые эффекты 6 для повышения ощущения комфорта, используются, например, дисплеи, проекторы, осветительные приборы, аудиосистемы, способные имитировать звуки живой природы, создавать музыкальный фон, транслировать рекомендации, влияющие на поведение людей.

Все модули, создающих визуальные и звуковые эффекты 6 подключаются к модулю управления, имеющему в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, реле для включения и выключения модуля, создающего визуальный и/или звуковой эффект, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

Модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения 7 имеют в своем составе RFID - считыватели данных с RFID-меток, встроенных в носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей 8, подключенных к исполнительным устройствам модулей управления поведением людей на территории помещения 7; приемники сигналов радиомаяков, встроенных в носимые устройства, выполняющих роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей 8.

В качестве приемников сигналов радиомаяков могут быть использованы приемники систем позиционирования Bluetooth-меток внутри помещений iBeacon и Eddystone. Модули подключаются к устройству, обеспечивающему считывание данных с этих модулей и управление ими, имеющему в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

Носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей 8 имеют в своем составе

RFID-метку;

радиомаяк, например iBeacon или Eddystone;

датчик температуры тела человека;

датчик пульса человека;

микропроцессор;

модуль проводной или беспроводной связи;

индикаторы работы метки, разрешенных для посещения зон помещения, соответствия состояния здоровья нормам (в качестве индикаторов могут использоваться разноцветные светодиоды или дисплей); автономный источник питания - батарею или аккумулятор.

В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

Модули управления поведением людей на территории помещения 9 имеют в своем составе

стационарные и мобильные управляемые барьеры, в качестве которых могут использоваться турникеты, шлагбаумы (традиционной конструкции (с барьером-планкой и цепные);

электронные дверные замки с RFID-считывателями;

функциональные бытовые устройства, подключенные к блокам управления с RFID-считывателями (умывальники с электронными клапанами, вендинговые автоматы, спортивные тренажеры, стиральные машины, компьютеры, расчетно-кассовые аппараты и т.п.);

устройства звукового и визуального информирования;

цветовые метки, размечающие зоны помещения.

Все модули управления поведением людей на территории помещения 9 подключаются к модулям управления, имеющим в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, реле для включения и выключения модуля управления поведением людей, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумуля-

лятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F.

Модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе 10, включают

модули, осуществляющие регистрацию присутствия и идентификацию в помещении или на его входе людей с повышенной температурой тела;

модули, осуществляющие регистрацию присутствия и идентификацию в помещении кашляющих и чихающих людей;

модули, регистрирующие психологическое состояние людей, находящихся в помещении на основе их поведения.

В качестве модулей, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей 10 могут быть использованы, например, инфракрасные термометры, устанавливаемые у входа в здания, системы видеоаналитики с инфракрасными камерами, дистанционно определяющие температуру человека, системы видеоаналитики поведения людей.

Уличные метеостанции 11 предназначены для регистрации параметров среды вокруг зданий, в которых находятся замкнутые помещения. Контролируются такие параметры, как температура, влажность, давление воздуха, сила и направление ветра, газовый состав уличного воздуха. В качестве уличных метеостанций может быть использована комбинация метеостанции Сокол-М и мониторинг воздуха City Air.

Центральный сервер 12 предназначен для агрегации, анализа данных, создания цифровых двойников замкнутых помещений и выработке рекомендаций по значению параметров внутренней среды помещений в конкретных эпидемиологических условиях, а также для предоставления сервисов.

Центральный сервер 12 соединен с компьютерами управления (локальными серверами) 1 и с рабочими местами операторов комплекса 16 через интернет.

Центральный сервер 12 используется со специальным программным обеспечением, которое включает

систему сбора, хранения и анализа информации, поступающей от частей комплекса, установленных в конкретных помещениях;

экспертную систему, предназначенную для выработки рекомендаций по целевым параметрам внутренней среды замкнутых помещений в зависимости от эпидемиологической обстановки, погодных условий, типа конкретного здания;

полнофункциональный (настраиваемый) цифровой двойник помещений;

систему генерации параметрических (корректируемых) моделей конкретных помещений;

систему выработки рекомендаций по режимам и алгоритмам управления внутренней средой конкретных помещений;

систему управления средой конкретных помещений;

систему, обеспечивающую коммуникации между операторами программного комплекса и операторами конкретных помещений.

Сторонние облачные сервисы 13 предназначены для получения пользователями конкретных помещений, а также системами управления средой конкретных помещений информации о текущей и прогнозируемой эпидемиологической обстановке, о текущей и прогнозируемой погоде. Также сторонние облачные сервисы 13 могут подключаться для организации периодической доставки расходных материалов для программно-аппаратных комплексов конкретных помещений (удобрений, концентрированных дезинфицирующих растворов, растений для фитомодулей, ламп для фитомодулей и ультрафиолетовых дезинфекторов).

Замкнутые помещения 14 могут быть, например, следующих типов:

жилые помещения многоквартирных домов;

жилые помещения частных домов и коттеджей;

эфисные помещения;

помещения торгово-развлекательных центров;

гостиничные помещения;

помещения фитнес-центров и иных спортивных организаций;

помещения аэропортов и вокзалов;

помещения заводов и фабрик;

помещения речных и морских судов;

помещения внутри железнодорожных составов, автомобильного транспорта и самолетов.

Рабочие места операторов помещений 15 строятся на базе персональных компьютеров и смартфонов с установленными на них специальными приложениями, а также с использованием web-приложений (страниц сайтов), доступных через обычные интернет-браузеры. Приложения предоставляют оператору помещения следующие возможности:

видеть в виде графиков, диаграмм, таблиц, отдельных числовых значений текущие, исторические и прогнозируемые значения параметров внутренней среды конкретных помещений;



видеть в виде графиков, диаграмм, таблиц, отдельных числовых значений текущие, исторические и прогнозируемые значения параметров внешней среды в месте расположения здания, в котором находится конкретное помещение;

выбирать ручной или автоматический режим управления параметрами внутренней среды помещений;

задавать целевые параметры внутренней среды помещений для автоматического их достижения за счет работы системы управления;

в ручном режиме отдавать команды устройствам, модифицирующим внутреннюю среду помещений;

настраивать разрешенные и запрещенные действия в конкретном помещении со стороны центрального сервера и оператора комплекса, а именно:

получать информацию о значениях конкретных параметров в конкретные промежутки времени в конкретном помещении или группе помещений;

передавать управление в конкретном помещении центральному серверу 12 (в автоматическом режиме) или оператору комплекса 16 (в ручном режиме);

создавать цифровой двойник конкретного помещения на сервере;

подключать и отключать сервисы по обслуживанию конкретного помещения;

получать сообщения от оператора комплекса 16 в режиме диалога;

настраивать подключение приложения к внешним облачным сервисам 13 для получения в реальном времени информации о эпидемиологической обстановке, погоде на открытом воздухе, прогнозе погоды, рекомендациях и распоряжениях государственных органов.

Рабочие места операторов комплекса 16 строятся на базе персональных компьютеров и смартфонов с установленными на них специальными приложениями, а также с использованием web-приложений (страниц сайтов), доступных через обычные интернет-браузеры. Приложения предоставляют оператору помещения следующие возможности:

видеть в виде графиков, диаграмм, таблиц, отдельных числовых значений текущие, исторические и прогнозируемые значения параметров внутренней среды конкретных помещений и статистические данные по множеству помещений, привязанные к географической карте, временному интервалу, типу помещения и т.п.

видеть в виде графиков, диаграмм, таблиц, отдельных числовых значений текущие, исторические и прогнозируемые значения параметров текущие значения параметров внешней среды в месте расположения здания, в котором находится конкретное помещение, а также по географическим регионам с привязкой к временным интервалам, типам местности и т.п.;

выбирать ручной или автоматический режим управления параметрами внутренней среды конкретного помещения (при наличии разрешения оператора конкретного помещения);

задавать целевые параметры внутренней среды конкретного помещения для автоматического их достижения за счет работы системы управления (при наличии разрешения оператора конкретного помещения);

в ручном режиме отдавать команды устройствам, модифицирующим внутреннюю среду помещений (при наличии разрешения оператора конкретного помещения 15);

создавать цифровой двойник конкретного помещения на сервере 12 (при наличии разрешения оператора конкретного помещения 15);

подключать и отключать сервисы по обслуживанию конкретного помещения (при наличии разрешения оператора конкретного помещения 15, наличии оплаты сервиса, если таковая предусмотрена);

получать сообщения от оператора помещения 15 в режиме диалога (при наличии разрешения оператора конкретного помещения 15);

настраивать подключения центрального сервера 12 к внешним облачным сервисам 13 для получения в реальном времени информации о эпидемиологической обстановке, погоде на открытом воздухе, прогнозе погоды, рекомендациях и распоряжениях государственных органов.

Предлагаемый сетевой программно-аппаратный комплекс для управления внутренней средой замкнутых помещений работает следующим образом.

Комплекс строится как сетевая система - локальные решения в отдельных помещениях или отдельных зданиях подключаются к облачному сервису, реализованному на центральном сервере 12 программно-аппаратного комплекса, позволяющему собирать большие данные и предоставляющему сервисы по обслуживанию локальных решений и по управлению мероприятиями, направленными на предотвращение распространения инфекций. Возможна организация изолированной системы, не подключенной к облачному сервису внутри отдельного помещения или группы помещений.

Комплекс для конкретного помещения, группы помещений или здания имеет модульный состав. Виды модулей (из стандартного списка, представленного выше) и их число определяются индивидуально для каждого объекта, в зависимости от конкретных требований, предъявляемых к объекту.

Комплекс может работать с техническими средствами модификации состояния внутренней среды помещения сторонних производителей. Для этого эти устройства подключаются к электропитанию через

модули управления двух типов. Модули управления первого типа для технических средств управляемых по питанию, имеют в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, исполнительное реле, рассчитанное на напряжение питания технического средства стороннего производителя для включения и выключения этого средства, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор. В качестве микропроцессора и модуля беспроводной связи может быть использован, например, микроконтроллер ESP-12F. Модули управления второго типа, для технических средств, управляемых по инфракрасному каналу связи, имеют в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, передатчик команд по инфракрасному каналу связи, блок питания, обеспечивающий подключение модуля управления к сети 220 В или автономный источник питания - батарею или аккумулятор.

Каждый компьютер управления (локальный сервер) 1 устанавливают в замкнутом помещении 14 или отдельном помещении управление внутренней средой которого не проводится. При этом каждый компьютер управления (локальный сервер) 1 может быть использован для управления и формирования условиями окружающей среды в одном, или в нескольких замкнутых помещениях 14. Также в замкнутых помещениях 14 устанавливают модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5, модули, создающие визуальные и звуковые эффекты 6, модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения 7, модули управления поведением людей на территории помещения 9, модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе 10. На улице вблизи здания, в котором находятся замкнутые помещения устанавливают уличную метеорологическую станцию 11. Носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей 8 выдаются при входе в замкнутые помещения 14. При этом оператор замкнутого помещения или группы замкнутых помещений 15 осуществляет привязку конкретного носимого устройства с конкретным идентификатором к конкретному человеку на локальном сервере 1 с помощью специального компьютерного приложения рабочего места оператора замкнутого помещения 15. Также привязка конкретного носимого устройства 8 с конкретным идентификатором к конкретному человеку может быть осуществлена оператором комплекса 16 на центральном сервере 12 с помощью специального компьютерного приложения рабочего места оператора комплекса 16 и, если имеется соответствующее разрешение от оператора конкретного помещения 15 эта привязка актуализируется для конкретного помещения.

Все устройства: модули датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения 2, технические средства модификации состояния внутренней среды помещения 3, биологические средства модификации состояния внутренней среды помещения 4, модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения 5, модули, создающие визуальные и звуковые эффекты 6, модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения 7, носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей 8, модули управления поведением людей на территории помещения 9, модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе 10, уличные метеостанции 11 являются сетевыми, подключенными к локальному серверу 12 по беспроводным или проводным каналам связи.

Взаимодействие устройств организуется через локальный сервер 12. Для программирования сценариев взаимодействия на локальном сервере 12 используется специальный графический язык программирования, позволяющий создавать сценарии людям, не имеющим навыков программирования. Редактор визуального языка программирования доступен в приложениях, с которыми работают операторы помещений 15 и операторы комплекса 16. Для специалистов, обладающих навыками профессиональных программистов, реализована возможность программирования сценариев на текстовых языках программирования.

Управление и формирование условий окружающей среды в замкнутом помещении 14 могут осуществляться двумя способами.

Первый способ осуществляют на основе использования цифрового двойника помещения, базирующегося на 3D термодинамической математической модели помещения, учитывающей граничные условия, а также наличие притока и оттока воздуха в помещение через системы вентиляции, источники тепла (батареи центрального отопления, электронагреватели и т.п.), источники радиационного нагрева поверхностей (солнечное излучение, проникающее через окна, инфракрасные излучатели, люди и т.п.), источники аэрозолей (увлажнители, концентраторы и генераторы пыли), источников загрязняющих воздух газов и ЛОВ (кухонная плита, строительные материалы), выделение и поглощение газов людьми (животными) и растениями, перемешивания воздушных масс за счет движения людей (животных), фильтров пыли (технических и органических). Цифровой двойник позволяет на основе данных, поступающих с реальных модулей датчиков в конкретный момент времени, и возможности виртуального управления системами модификации параметров среды цифрового двойника методами многомерной оптимизации находить оптимальные команды управления для реальных систем. Фактически, в этом способе управле-

ния цифровой двойник выполняет роль интеллектуальной обратной связи. Второй способ осуществляют на основе алгоритмов саморегулирования и самоуправления с использованием как традиционных PID-регуляторов, так и самообучающихся нейронных сетей, позволяющих системе автоматически подстроиться под конкретное помещение и паттерны поведения людей, связанных с данным помещением. Обучение нейронных сетей во втором способе может выполнять эксперт (учитель нейронной сети), который в ручном режиме управляет системой при разных условиях ее функционирования. Второй способ применяется при отсутствии возможности построения цифрового двойника помещения, выходе параметров среды в помещении за пределы, предусмотренные для цифрового двойника, а также для локального регулирования работы отдельных элементов системы, позволяющего снизить сложность цифрового двойника.

Целевые параметры окружающей среды задаются на основе выводов экспертной системы, работающей с использованием производственной модели, формируемой с участием экспертов.

Программирование системы управления может быть произведено с помощью визуального языка программирования инсталлятором системы без привлечения программистов. Для сложных случаев предусмотрены возможности создания скриптов и программ на языках высокого уровня (которые могут быть загружены как пользователем, так и облачным сервисом). Помимо задачи по формированию локальной системы управления компьютер управления (локальный сервер) 1 решает задачи по подключению локальной системы к облачному сервису 13 комплекса.

Функции управления могут быть распределены между компьютером управления (локальным сервером) 1, установленном в замкнутом помещении 14 (здании) и центральным сервером 12 предлагаемого комплекса.

Полнофункциональный (настраиваемый с помощью информации, периодически поступающей из каждого конкретного помещения) цифровой двойник замкнутых помещений 14, зарегистрированных в комплексе, может располагаться на центральном сервере 12 комплекса, параметрическая модель конкретного помещения, построенная с использованием полнофункционального цифрового двойника, - на компьютере управления (локальном сервере) 1.

Управление комплексом могут осуществлять, например, с компьютера или со смартфона пользователя, являющегося оператором конкретного помещения 15.

Программное обеспечение для компьютера пользователя предоставляет интерфейсы для подключения устройств к компьютеру управления (локальному серверу) 1, управлению правами доступа различных пользователей, по программированию и настройке компьютера управления (локального сервера) 1 с помощью визуального языка программирования и подключению к центральному серверу 12. Приложение для компьютера дает возможность создавать графические приборные панели, с помощью которых пользователь может контролировать параметры комплекса и управлять им в ручном режиме. Также приложение для компьютера используется для редактирования структуры и документов баз знаний пользователя, в которых может содержаться текстовая, графическая и видеoinформация, связанная с управляемыми объектами, а также справочная и учебная информация по релевантным темам. Программное обеспечение (приложение) для смартфона позволяет использовать смартфон в качестве пульта управления комплексом.

Программное обеспечение локального сервера 1 сравнивает параметры среды с целевыми параметрами и используя алгоритмы управления, описанные выше, отдает команды устройствам, модифицирующим параметры среды и дезинфицирующим замкнутые помещения 14, включая и выключая их на определяемый локальным сервером интервал времени. Также каждый локальный сервер 1 периодически отправляет данные мониторинга внутренней среды, данные о обнаруженных случаях повышенной температуры тела, кашле и чихании людей, находящихся в замкнутом помещении конкретного помещения на центральный сервер системы, снабжая их метаданной, характеризующей помещение, время проведения измерений, место проведения измерений, а также данными о параметрах среды вокруг здания, в котором находится конкретное замкнутое помещение. Также программное обеспечение локального сервера 1 на основе данных о координатах людей в замкнутом помещении 14 определяет плотность их присутствия в различных зонах помещения, сравнивает ее с критической и регулирует доступ в зоны, используя управляемые барьеры, предупреждающие визуальные и звуковые сигналы, а также включая на браслетах конкретных людей цветные светодиоды, цвет которых соответствует условному цвету той или иной зоны в помещении.

С помощью программного обеспечения центрального сервера 12 осуществляют сохранение присланных локальными серверами 1 данных, выполняет поиск аномалий в них, корректирует на основе этих данных модель цифрового двойника конкретного помещения. Предоставляет оператору комплекса 16 возможности по управлению внутренней средой конкретного помещения в автоматическом или ручном режимах (в случае, если такое управление разрешено оператором конкретного помещения 15).

Поставленные задачи в предлагаемом комплексе решаются за счет интеграции в единую программно-управляемую систему модулей мониторинга состояния среды, а также технических и биологических средств, обеспечивающих модификацию этой среды в направлении оптимальном для условий конкретной эпидемии для конкретных людей, присутствующих в помещении, а также модулей, обеспечивающих

управление поведением людей, находящихся в замкнутых помещениях.

Одним из главных преимуществ предлагаемого комплекса является возможность его инсталляции и полной настройки без привлечения программистов, а также возможность использования в комплексе помимо специально разработанных для него технических систем существующих в помещениях климатических устройств и технических решений.

Отличительной особенностью комплекса является совместное использование в нем как привычных технических микроклиматических устройств (кондиционеров, бризеров, увлажнителей, очистителей воздуха, дезинфекторов и т.п.), так и специальных блоков, в которых размещаются растения-модификаторы среды, уход за которыми ведется в автоматическом режиме с помощью системы искусственного интеллекта. Использование растений создает вокруг человека близкую к природной окружающую среду с ее естественным фоном - свежим чистым, насыщенным приятными запахами воздухом, приятными визуальными, слуховыми и тактильными ощущениями. Природный фон внутри помещений позволяет легче переносить длительное пребывание в замкнутом пространстве, снижает число патогенов в воздухе, способствует нормализации влажности воздуха и снижению его запыленности. Предполагается, что количество растений в помещениях будет настолько большим, что свойства среды этих помещений (температура и влажность воздуха, его газовый состав, наличие пыли, визуальный и обонятельный фон и т.п.) будут существенным образом от них зависеть. Глубокая интеграция технических и биологических систем в комплексе создает в каждом помещении систему, которая относится к классу биотехнических систем, обладающих уникальными свойствами.

Предлагаемый комплекс за счет оптимизации параметров среды, окружающей людей, и их поведения, минимизирует вероятность заражения, способствует поддержанию высокого уровня здоровья и психологического комфорта, а также создает дополнительный источник свежих растительных продуктов питания.

Фактически предлагаемый комплекс обеспечивает создание контролируемой и программируемой по большому числу параметров (и не только климатических) среды множества ограниченных жилых пространств.

Возможность программирования параметров окружающей среды позволяет быстро настраивать эту среду под условия конкретных локальных инфекционных вспышек, эпидемий и пандемий.

Совмещение технических и биологических подсистем в одной системе позволяет с одной стороны обеспечить человеку близкую к естественной среду обитания, к которой его приспособлял эволюционный процесс, а с другой стороны добиться надежного и безопасного функционирования этой среды в условиях городских помещений с минимальными усилиями по обслуживанию человеком этой среды.

Применение систем с обратной связью позволяет добиться управления биотехнической системой, и обеспечить необходимую для здоровья человека временную вариацию параметров среды.

Использование технических средств обеспечивает базовый уровень параметров среды, который необходим для эффективного применения растений в качестве регуляторов этого фона.

Технические средства также используются для гармонизации влияния всего комплекса растений на среду за счет обеспечения оптимальной жизнедеятельности самих растений.

При массовом использовании комплекса возникает возможность иметь большие данные о развитии эпидемии (состоянии здоровья конкретных людей) в привязке ее к конкретным зданиям и помещениям в них, перемещающимся между ними людьми, а также погодным условиям, что позволяет надеяться на достоверное прогнозирование развития эпидемии и управление ею (в том числе за счет управления поведением людей).

1. Оператор конкретного помещения (пользователь комплекса), используя персональный компьютер или мобильное устройство с установленными на них приложениями или через веб-интерфейсы выбирает автоматический или ручной режим управления параметрами внутренней среды конкретного замкнутого помещения, в случае автоматического режима задает целевые параметры, в случае ручного режима, используя интерфейс приложения в реальном времени, ориентируясь на текущие значения параметров регулирует их, включая и выключая соответствующие устройства, модифицирующие эти параметры, а также дезинфицирующее помещение. Также оператор конкретного помещения разрешает или запрещает оператору комплекса ручное или автоматическое дистанционное управление параметрами среды конкретного помещения, принятие привязки идентификатора к конкретному человеку, выполненное оператором программно-аппаратного комплекса.

2. Модули датчиков параметров среды периодически регистрируют параметры среды и периодически передают данные о параметрах среды на локальный сервер.

3. Модули, отслеживающие координаты людей в замкнутых помещениях, передают координаты на локальный сервер.

4. Локальный сервер сравнивает параметры среды с целевыми параметрами и отдает команды устройствам модифицирующим параметры среды и дезинфицирующим замкнутые помещения, включая и выключая их на определяемый локальным сервером интервал времени. Также локальный сервер периодически отправляет данные мониторинга внутренней среды, данные о обнаруженных случаях повышенной температуры тела, кашле и чихании людей, находящихся в замкнутом помещении конкретного по-

мещения на центральный сервер системы, снабжая их метаинформацией, характеризующей помещение, время проведения измерений, место проведения измерений, а также данными о параметрах среды вокруг здания, в котором находится конкретное замкнутое помещение.

5. Локальный сервер на основе данных о координатах людей в замкнутом помещении определяет плотность их присутствия в различных зонах помещения, сравнивает ее с критической и регулирует доступ в зоны, используя управляемые барьеры, предупреждающие визуальные и звуковые сигналы, а также включая на браслетах конкретных людей цветные светодиоды, цвет которых соответствует условному цвету той или иной зоны в помещении.

6. Центральный сервер программно-аппаратного комплекса сохраняет присланные локальными серверами данные, выполняет поиск аномалий в них, корректирует на основе этих данных модель цифрового двойника конкретного помещения. Предоставляет оператору комплекса возможности по управлению внутренней средой конкретного помещения в автоматическом или ручном режимах (в случае, если такое управление разрешено оператором конкретного помещения).

7. Операторы конкретного помещения и оператор программно-аппаратного комплекса могут подключать внешние облачные сервисы к локальному и центральному серверам соответственно для получения в реальном времени информации о эпидемиологической обстановке, погоде на открытом воздухе, прогнозе погоды, рекомендациях и распоряжениях государственных органов.

Ниже представлены примеры конкретного осуществления предлагаемого сетевого программно-аппаратного комплекса для управления внутренней средой замкнутых помещений.

Пример 1. Сетевой программно-аппаратный комплекс для офиса общей площадью 100 м<sup>2</sup>.

Возможный базовый набор устройств: локальный сервер; три модуля мониторинга температуры, давления, влажности воздуха внутри помещения и общего уровня летучих органических веществ; модуль мониторинга концентрации углекислого газа; три клапана-проветривателя; пять фитомодулей с растениями; три НЕРА-фильтра; один УФ рециркулятор; шесть ультразвуковых увлажнителей; три диспенсера для дезинфекции рук; модуль подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующего раствора на основе пробиотика и специального дезинфицирующего раствора для дезинфекции рук. Решение с подключением к центральному серверу.

Пример 2. Сетевой программно-аппаратный комплекс для бизнес-центра (100 кабинетов) общей площадью 1000 м<sup>2</sup>.

Возможный базовый набор устройств: локальный сервер; 100 модулей мониторинга температуры, давления, влажности воздуха внутри помещения и общего уровня летучих органических веществ; 100 модулей мониторинга концентрации углекислого газа; 100 клапанов-проветривателей; 300 фитомодулей с растениями; 300 НЕРА-фильтров; 100 УФ рециркуляторов; 100 ультразвуковых увлажнителей. 100 диспенсеров для дезинфекции рук; 5 систем контроля температуры на входе на этажи; видеосистема дистанционного определения температуры (10 камер); система определения местоположения людей на территории бизнес-центра; 300 носимых устройств для сотрудников и посетителей; один модуль подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующего раствора на основе пробиотика и специального дезинфицирующего раствора для дезинфекции рук. Решение с подключением к центральному серверу.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Сетевой программно-аппаратный комплекс для управления внутренней средой замкнутых помещений содержит

компьютеры управления, выполненные в виде локальных серверов с программным обеспечением, поддерживающим связь со всеми техническими устройствами, осуществляющими мониторинг и модификацию внутренней среды помещений, сбор и сохранение поступающих от них данных, а также передачу команд;

модули датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, включающие модули, регистрирующие температуру, влажность и давление воздуха, модули, регистрирующие уровень запыленности помещения, модули, регистрирующие концентрацию углекислого газа, модули, регистрирующие общую концентрацию летучих органических веществ, модули, регистрирующие озон, модули, регистрирующие угарный газ, модули, регистрирующие бытовой газ, модули, регистрирующие формальдегид, модули, регистрирующие стирол, модули, регистрирующие бензол, модули, регистрирующие толуол, модули, регистрирующие ацетон, модули, регистрирующие аммиак, модули, регистрирующие иные загрязняющие вещества, модули, регистрирующие биологические патогены;

технические средства модификации состояния внутренней среды помещения, включающие системы распределенной приточно-вытяжной вентиляции, системы увлажнения воздуха, к которым подводится вода с помощью модулей подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, системы осушения воздуха, системы фильтрации воздуха, кондиционеры, системы обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового излучения в присутствии людей, системы обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового излучения в отсутствие людей, системы аэрозольной дезинфекции химиче-

скими дезинфицирующими веществами, системы личной гигиены, системы звукового и светового предупреждающего оповещения о проведении дезинфекции с помощью открытого УФ-излучателя и аэрозольного дезинфектора с кнопками экстренного отключения запуска процедуры дезинфекции, модули регистрации присутствия в помещении людей;

биологические средства модификации состояния внутренней среды помещения, включающие фитомодули с растениями, со средствами автоматического полива, искусственного освещения и контролем с помощью датчиков за влажностью грунта, уровнем освещенности фитомодуля и состоянием растений, системы аэрозольного распыления дезинфицирующих биологических средств;

модули подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, в качестве которых используются отдельные баки с насосами, позволяющими дозировать поступающие в баки растворы;

модули, выполняющие идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения, имеют в своем составе RFID - считыватели данных с RFID-меток, встроенных в носимые устройства, подключенных к исполнительным устройствам модулей управления поведением людей на территории помещения, приемники сигналов радиомаяков, встроенных в носимые устройства;

носимые устройства, выполняющие роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей, имеющие в своем составе RFID-метку, радиомаяк, датчик температуры тела человека, датчик пульса человека, микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, индикаторы работы метки, разрешенных для посещения зон помещения, соответствия состояния здоровья нормам, автономный источник питания, модули управления поведением людей на территории помещения, включающие стационарные и мобильные управляемые барьеры, электронные дверные замки с RFID-считывателями, функциональные бытовые устройства, подключенные к блокам управления с RFID-считывателями, устройства звукового и визуального информирования, цветные метки, размечающие зоны помещения;

модули, осуществляющие регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе, включающие модули, осуществляющие регистрацию присутствия и идентификацию в помещении или на его входе людей с повышенной температурой тела, модули, осуществляющие регистрацию присутствия и идентификацию в помещении кашляющих и чихающих людей, модули, регистрирующие психологическое состояние людей, находящихся в помещении на основе их поведения;

уличные метеостанции;

центральный сервер, использующийся со специальным программным обеспечением, включающим систему сбора, хранения и анализа информации, поступающей от частей комплекса, установленных в конкретных помещениях, экспертную систему, предназначенную для выработки рекомендаций по целевым параметрам внутренней среды замкнутых помещений в зависимости от эпидемической обстановки, погодных условий, типа конкретного здания, полнофункциональный настраиваемый цифровой двойник помещений, систему генерации параметрических корректируемых моделей конкретных помещений, систему выработки рекомендаций по режимам и алгоритмам управления внутренней средой конкретных помещений, систему управления средой конкретных помещений, систему, обеспечивающую коммуникации между операторами программного комплекса и операторами конкретных помещений;

замкнутые помещения;

рабочие места операторов помещений;

рабочие места операторов комплекса;

при этом каждый компьютер управления, выполненный в виде локального сервера, соединен с модулями датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, с техническими средствами модификации состояния внутренней среды помещения, с биологическими средствами модификации состояния внутренней среды помещения, с модулями подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения, с модулями, выполняющими идентификацию, определение местоположения и действия людей на территории помещения, с носимыми устройствами, выполняющими роль меток-идентификаторов и датчиков состояния здоровья людей, с модулями управления поведением людей на территории помещения, с модулями, осуществляющими регистрацию физического здоровья людей, находящихся в помещении или на его входе, с уличными метеостанциями и с рабочими местами операторов помещений с помощью беспроводных каналов связи, организованных с использованием WiFi, Bluetooth, ZigBee, или аналогичных, а также с помощью проводных каналов связи Ethernet, RS-485, CAN, или аналогичных, с центральным сервером, компьютеры управления, выполненные в виде локальных серверов, рабочие места операторов комплекса соединены через сеть Интернет.

2. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что каждый модуль датчиков, регистрирующих параметры внутренней среды помещения, представляет собой устройство, имеющее в своем составе микропроцессор, модуль проводной или беспроводной связи, сенсор, блок питания, обеспечивающий подключение к сети 220 В, или автономный источник питания - батарее или аккумулятору.

3. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве системы распределенной приточно-вытяжной вентиляции используются приточные клапаны, рекуператоры и бризеры.

4. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем увлажнения воздуха используются ультразвуковые увлажнители Breeeth!-1500 или испарительные увлажнители Brune B 120.

5. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем осушения воздуха используется сеть осушителей воздуха Timberk T-DH10-P40E.

6. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что системы фильтрации воздуха используются с HEPA-фильтрами.

7. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового излучения в присутствии людей используются закрытые рециркуляторы с УФ-излучателями, например рециркулятор воздуха ультрафиолетовый бактерицидный "Солнечный бриз-3" ОВУ-03-Т.

8. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового излучения в отсутствии людей используются открытые УФ-излучатели ОБН-05-Я-ФП.

9. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем аэрозольной дезинфекции химическими дезинфицирующими веществами используется генератор холодного тумана АТОМЕР II.

10. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем личной гигиены используются сети диспенсеров, расположенных в помещении, для дезинфекции рук с помощью специального дезинфицирующего раствора, подаваемого в диспенсеры из модулей подготовки и распределения воды, удобрений и дезинфицирующих растворов по техническим и биологическим средствам модификации состояния внутренней среды помещения.

11. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве модулей регистрации присутствия в помещении людей используются всенаправленные датчики движения OSC-200.

12. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве систем аэрозольного распыления биологических дезинфицирующих средств используются системы аэрозольного распыления пробиотиков, таких как Bacillus: B. subtilis, B. licheniformis, B. pumilus и бактериофагов.

13. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве приемников сигналов радиомаяков могут быть использованы приемники систем позиционирования Bluetooth-меток внутри помещений iBeacon и Eddystone.

14. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве стационарных и мобильных управляемых барьеров используются турникеты, шлагбаумы традиционной конструкции и с барьером-планкой, а также цепные.

15. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве функциональных бытовых устройств, подключенных к блокам управления с RFID-считывателями, используются умывальники с электронными клапанами, вендинговые автоматы, спортивные тренажеры, стиральные машины, компьютеры, расчетно-кассовые аппараты.

16. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве модулей, осуществляющих регистрацию физического здоровья людей, используются инфракрасные термометры, устанавливаемые у входа в здания, системы видеоаналитики с инфракрасными камерами, дистанционно определяющие температуру человека, системы видеоаналитики поведения людей.

17. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что уличные станции предназначены для регистрации параметров среды вокруг зданий, в которых находятся замкнутые помещения, для контроля таких параметров, как температура, влажность, давление воздуха, сила и направление ветра, газовый состав уличного воздуха.

18. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве уличных метеостанций используется комбинация метеостанции Сокол-М и мониторинг воздуха City Air.

19. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что центральный сервер предназначен для агрегации, анализа данных, создания цифровых двойников замкнутых помещений и выработке рекомендаций по значению параметров внутренней среды помещений в конкретных эпидемиологических условиях, а также для предоставления сервисов.

20. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит модули, создающие визуальные и звуковые эффекты, соединенные с компьютерами управления, выполненными в виде локальных серверов, с помощью беспроводных каналов связи, организованных с использованием WiFi, Bluetooth, ZigBee, или аналогичных, а также с помощью проводных каналов связи Ethernet, RS-485, CAN или аналогичных.

21. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит сторонние облачные сервисы, соединенные с центральным сервером и с компьютерами управления, выполненными в виде локальных серверов через сеть Интернет.

22. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что каждый компьютер управления, выполненный в виде локального сервера, может быть использован для управления и формирования условиями окружающей среды в одном или в нескольких замкнутых помещениях.

23. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что управление комплексом осуществляется с компьютера или со смартфона пользователя.

