ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И КАЧЕСТВО МИКРОКЛИМАТА КАК РЕЗУЛЬТАТ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ

М. М. Бродач, вице-президент НП «АВОК», профессор МАрхИ
Н. В. Шилкин, профессор МАрхИ

ru.depositphotos.com

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

экономия энергии,
экологическая безопасность,
строительство и эксплуатация жилых домов,
энергопотребление зданий,
возобновляемые источники энергии,
микроклимат помещений,
коронавирус,
карантин

Что важнее – энергосбережение или качество микроклимата?
В части энергосбережения и повышения энергетической эффективности жилых зданий ситуация в России далека от оптимистичной. Но еще большее опасение у специалистов вызывает ситуация с качеством микроклимата в больницах, общественных зданиях и особенно в многоквартирных домах (МКД), составляющих основу жилого фонда наших городов. Эти две проблемы, энергосбережение и повышение качества микроклимата, тесно взаимосвязаны, как показал профессор Ю. А. Табунщиков [1], и должны решаться совместно. Между тем социальные и экономические кризисы середины XX и начала XXI веков оказали серьезное влияние на эти две важнейшие составляющие, влияющие на экологию и комфорт обитания человека.

О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в России

В Государственном докладе о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации [2] сказано, что удельное потребление тепловой и электрической энергии в жилищном секторе в регионах РФ со схожими климатическими условиями различается до 3 раз. Уровень внедрения современных технологий в области энергосбережения недостаточный: только 27 % введенных в эксплуатацию в 2018 году МКД обладают повышенными классами энергетической эффективности (А++, А+, А, В, С), всего 5 % вводимых в эксплуатацию МКД оснащены ИТП с погодным регулированием. В результате на сегодняшний день более половины всех существующих в стране МКД (54 %) потребляют вдвое больше энергии по сравнению с аналогичными домами более современных проектов.

Но экономика Российской Федерации обладает существенным потенциалом энергосбережения. Реализация накопленного потенциала позволит высвободить значительные дополнительные объемы ископаемого топлива для экспорта, «озеленить» баланс потребляемой энергии, сократить выбросы в атмосферу, повысить качество жизни.

Как отмечено в Государственном докладе, технологический фактор является ключевым потенциальным драйвером в снижении энергоемкости ВВП Российской Федерации в наиболее энергоемких секторах экономики, к которым, в числе прочего, относится и жилищно-коммунальное хозяйство. Повышения энергоэффективности можно достичь за счет внедрения передовых технологий; например, для ЖКХ это, как указано в Государственном докладе, современные энергоэффективные конструкции зданий и теплоизоляционные материалы, установка регулируемых приводов, энергоэффективные светильники и системы управления освещением, ИТП с погодным регулированием, современные приборы учета потребления энергетических ресурсов.

Из Государственного доклада (к нему мы еще не раз будем обращаться в наших дальнейших публикациях) очевидно, что в части энергосбережения и повышения энергетической эффективности жилых зданий ситуация в России далека от оптимистичной. Но еще большее опасение у специалистов вызывает ситуация с качеством микроклимата, особенно в МКД, составляющих основу жилого фонда наших городов.

Массовое строительство социального жилья: энергорасточительство и плохая вентиляция

Массовое строительство социального жилья в 1950–1960-х годах имело своей целью расселить людей сначала из бараков, а потом и из коммуналок. Эта задача была успешно выполнена, однако необходимость в сокращении стоимости строительства и сроков возведения колоссальных объемов жилья неизбежно привела к ухудшению как потребительских свойств, так и просто качества строительства. Экономили на площадях квартир и на высоте потолков, на наружных ограждающих конструкциях и на системе вентиляции. Это приводило к высоким эксплуатационным энергозатратам и плохому качеству воздуха. Архитекторы и инженеры прекрасно осознавали все недостатки принятой концепции. Но эти здания и не предполагалось строить «на века». Их нормативный срок службы изначально составлял 25 лет, однако затем был продлен в два раза. К настоящему времени сохранившиеся дома этих серий, как правило, находятся в очень плохом состоянии: изношено инженерное оборудование, конструкции зачастую находятся в аварийном состоянии. Но самые серьезные проблемы – высокое энергопотребление, а также экологические проблемы и низкое качество микроклимата из-за очень плохой вентиляции. При этом указанные проблемы практически невозможно решить при капитальном ремонте.

Мировой энергетический кризис 1973 года: фокус на энергосбережение и герметичные здания

К сожалению, в борьбе за экономию энергии проблемы с экологической безопасностью из-за плохого качества вентиляции в дальнейшем только усугубились. Мировой энергетический кризис 1973 года повысил внимание к энергосбережению, что привело к определенным изменениям в архитектуре зданий. Одним из побочных эффектов стало повышение требований к герметичности зданий, в частности снижение нормативной воздухопроницаемости окон. Но поскольку в зданиях с естественной вентиляцией окно является элементом системы вентиляции, ужесточение требований к воздухопроницанию оконных заполнений привело к нарушению принципа естественной вентиляции многоэтажных зданий (воздух в квартиры поступает через неплотности оконных заполнений), необеспеченности требований по нормативному воздухообмену и в результате к ухудшению микроклимата помещений [1] и появлению «синдрома больного здания» (Sick Building Syndrome) [3]. Поиски путей снижения расхода энергии, затрачиваемой на климатизацию зданий, в числе прочего велись в направлении уменьшения расхода тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха. В результате иногда делался абсолютно неверный посыл: дальнейшая экономия энергоресурсов за счет снижения норм воздухообмена. Это приводило к ухудшению качества микроклимата и совершенно не решало задачи энергосбережения: при плохом качестве воздуха в квартирах жильцы просто открывали окна, в буквальном смысле «отапливая улицу», то есть мнимая экономия приводила, наоборот, к перерасходу тепловой энергии.

Хорошим примером творческого поиска пути решения проблемы одновременного удовлетворения высоких требований по теплозащите и качеству микроклимата являются так называемые пассивные здания [4, 5]. В европейской строительной практике, и особенно в Германии, Швейцарии, странах Скандинавии, Австрии и Франции, их строительство осуществляется уже более 30 лет. Свое название эти дома получили в результате того обстоятельства, что для них практически не требуются системы активного отопления или охлаждения [6].

Концепция пассивного здания предполагает системный подход: очень высокие показатели теплозащиты обуславливают применение механической приточно-вытяжной вентиляции, теплообменников и т. д. В первую очередь необходимо обеспечить высокое качество воздуха, и, исходя из этого, одним из ключевых элементов пассивного здания является система вентиляции.

Профессор Ю. А. Табунщиков приводит несколько простых решений по снижению затрат энергии на вентиляционный воздухообмен, не приводящих к ухудшению качества микроклимата [1]:

- гигрорегулируемая вентиляция – регулирование воздухообмена в зависимости от режима эксплуатации помещений, определяемого по уровню влажности;
- гибридная вентиляция – приток естественный, вытяжка механическая;
- механическая вентиляция с утилизацией теплоты удаляемого воздуха;
- «персональная» вентиляция – подача чистого воздуха в небольших количествах вблизи зоны дыхания каждого человека (предложение профессора П. Оле Фангера).

Подробно эти решения рассмотрены в стандартах НП «АВОК» «Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий» [7] и «Расчет и проектирование регулируемой естественной и гибридной вентиляции в многоэтажных жилых зданиях» [8].

1990 год: эффективное использование энергии и повышение качества микроклимата

Новым направлением в экспериментальном строительстве после мирового энергетического кризиса 1973 года стали энергоэффективные здания. В докладе специалистов Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН была сформулирована главная идея эффективного использования энергии: энергоресурсы могут быть использованы более эффективно путем применения мер, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения, то есть вызывают минимум изменений привычного образа жизни.

Но с течением времени изменялся и расширялся объект изучения: если в самом начале строительства энергоэффективных зданий, вплоть до начала 1990-х годов, основной интерес представляло изучение мероприятий по экономии энергии, то уже к середине 1990-х годов центр тяжести переносится на изучение проблемы не просто экономии, а эффективности использования энергии и приоритет отдается тем энергосберегающим решениям, которые одновременно способствуют повышению качества микроклимата. Качество микроклимата в этот период уверенно выходит на первый план по сравнению с энергосбережением [9].

В основе концепции проектирования современных зданий лежит идея того, что качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни, как дома, так и на рабочем месте или в местах общего пользования, составляющих основу наших городов. Такое выделение социальных аспектов является признанием того, что архитектура и строительство развиваются на основе потребностей людей – духовных и материальных. Эта концепция ярко выражена в проекте жилого района VIIKKI (Хельсинки, Финляндия) [10, 11].

На этом, однако, расширение объекта изучения не прекратилось. Чрезвычайно важно (может быть, это самая главная идея для архитектуры и строительства XXI века), что природа не пассивный фон нашей деятельности: в результате нашей деятельности может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющаяся в то же время энергетическим источником для систем климатизации зданий. Эта идея получила свое выражение в проекте учебного центра по изучению окружающей среды Adam Joseph Lewis Center (Оберлин, Огайо, США) [12].

Как отмечал замечательный специалист в нашей области Е. О. Шилькрот еще в 2002 году [13], одной из главных задач НП «АВОК» является разработка единой нормативной базы значений показателей микроклимата и чистоты воздуха, интегрирующей нормативные документы по проектированию и эксплуатации систем ОВК, санитарно-гигиенические требования и учитывающей международный опыт. Причин тому несколько, и все они связаны с современными требованиями к качеству микроклимата и энергосбережению. Так, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК) являются основными потребителями энергии в процессе эксплуатации зданий, а эффективное использование энергии является одной из приоритетных задач государства, лежит в основе жилищно-коммунальной реформы, направленной на повышение качества жизни населения. При этом совершенствование систем ОВК и режимов их работы позволяет сократить энергетические затраты в здании на 30–60 %. Е. О. Шилькрот писал, что все энергосберегающие мероприятия предусматривают обязательное требование обеспечения нормируемых значений показателей микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой (рабочей) зоне помещений.

2015 год: глобальное потепление и возобновляемые источники энергии

Проблеме глобального потепления посвящено Парижское соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Конференция по климату прошла в Париже в середине декабря 2015 года, в результате было принято соглашение, регулирующее меры по снижению поступления углекислого газа в атмосферу. Цель соглашения (согласно ст. 2) – «активизировать осуществление» Рамочной конвенции ООН по изменению климата, в частности удержать рост глобальной средней температуры «намного ниже» 2 °С и «приложить усилия» для ограничения роста температуры величиной 1,5 °С. Участники соглашения объявили, что пик эмиссии CO_2 должен быть достигнут «настолько скоро, насколько это окажется возможным». Соглашение подписали 175 стран, в том числе Россия.

Известно, что эмиссия CO_2 «обеспечивается» промышленностью, транспортом и жилищно-коммунальным хозяйством (ЖКХ) [14]. Например, в США жилые и общественные

здания потребляют около 40 % всей первичной энергии, 72 % всей вырабатываемой электрической энергии, 55 % натурального газа и обеспечивают более 30 % эмиссии диоксида углерода в атмосферу. После энергетического кризиса 1973 года специалисты искали пути экономии потребления энергии, и оказалось, что сократить потребление энергии в транспорте и промышленности не представляется возможным, так как во многих странах и транспорт, и промышленность нуждаются в существенном развитии. Исследование потребления энергоресурсов в строительстве показало, что здесь имеются огромные возможности экономии энергетических ресурсов, так как на тот период строительство слабо использовало технические достижения, в том числе компьютерные и управляющие технологии, и практически не задействовало нетрадиционную энергетику. Был сформулирован следующий вывод: в зданиях есть много путей экономии энергии, но специалисты мало о них знают. Следовательно, практически главное место в снижении эмиссии диоксида углерода отводится жилищно-коммунальному хозяйству, то есть расходам на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение и электроснабжение зданий и сооружений.

Одним из результатов Парижского соглашения стало активное развитие направления использования альтернативных, или, как их еще называют, нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в строительстве. Современное здание может частично или даже полностью удовлетворить свои энергетические потребности за счет недорогих, территориально доступных, экологически чистых, возобновляемых источников энергии – солнечных коллекторов, фотоэлектрических панелей, теплонасосных систем использования низкопотенциальной тепловой энергии и т. д. Это, в свою очередь, повлияло на архитектуру и привело к изменениям в инженерной инфраструктуре зданий. Большое количество примеров приведено в монографии «Энергоэффективные здания» [15].

Кигалийская поправка

25 марта 2020 года принято постановление Правительства РФ № 333 «О принятии Российской Федерацией поправки к Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой». Речь в нем идет о так называемой Кигалийской поправке, принятой 15 октября 2016 года в г. Кигали (Руанда).

Кигалийской поправкой регулируются вопросы потребления и производства гидрофторуглеродов (ГФУ), которые не наносят вреда озоновому слою, но относятся к группе сверхпарниковых газов. Предполагается, что поэтапное сокращение производства и потребления ГФУ приведет к уменьшению выбросов парниковых газов. Это позволит смягчить изменение климата и удержит потепление атмосферы в пределах 2,0–1,5 °С.

В настоящее время ГФУ широко используются в производстве холодильного и морозильного оборудования, систем кондиционирования воздуха, пенообразователей, в том числе для производства строительных материалов, средств противопожарной защиты, аэрозолей различного назначения, а также в производстве лекарственных препаратов в форме дозированных ингаляторов.

Длительность переходного периода по отказу в будущем от использования ГФУ для большинства видов применений в России будет составлять около 20 лет, что позволит потребителям перейти на использование альтернативных хладагентов, в том числе природного происхождения.

Необходимость принятия постановления вызвана тем, что Кигалийской поправкой предусмотрен запрет импорта и экспорта ГФУ из любого государства, не являющегося стороной Монреальского протокола, с 1 января 2033 года. Принимая во внимание, что в России практически отсутствует собственное производство ГФУ, в случае ее неприсоединения к Кигалийской поправке импортировать указанные вещества будет возможно только из стран, также не являющихся сторонами поправки. Из остальных стран ввоз ГФУ в РФ будет запрещен.

2020 год: эпидемиологические проблемы пандемии COVID-19

На фоне серьезной эпидемиологической проблемы с коронавирусом COVID-19 важно знать, какие современные технические решения позволяют предотвратить распространение вирусных инфекций. Ситуация с планетарным распространением COVID-19 наглядно показала, что правильный выбор схем воздухообмена и инженерного оборудования может стать одним из главных инструментом в борьбе с вирусной инфекцией. О требованиях серьезной модернизации и реконструкции существующих больниц и необходимости строительства новых современных медицинских центров, оснащенных умным инженерным оборудованием, использующим достижения цифровизации, пишут А. П. Борисоглебская [16] и М. С. Трифонов [17]. Вопрос эффективной вентиляции как эффективного инструмента борьбы с коронавирусом рассматривается в переводной статье из журнала ASHRAE [18].

Недостаточное понимание важности организации воздухообмена специалистами смежных областей приводит к весьма неприятным ситуациям.

Сейчас в нашей стране подавляющее большинство жителей городов находится на вынужденном карантине из-за угрозы распространения коронавируса. Появляются мнения разного рода экспертов – к сожалению, не всегда обоснованные. Так, в одной из телепередач был дан совет заклеивать в многоквартирных домах вытяжные решетки, отказываясь от организованной вентиляции в пользу кратковременного проветривания через окна под предлогом того, что в многоквартирных домах вытяжки «разносят инфекцию». Если вентиляция запроектирована и эксплуатируется правильно, никакие вирусы она разнести не может, а «временное проветривание помещений за счет открытия форточек и створок – это самообман», по выражению инженера А. Н. Колубкова [19]. Кризис 2020 года, связанный с пандемией коронавируса, как считает Ксения Агапова [20], обратил наше внимание на самую базовую и от этого часто игнорируемую ценность – здоровье. «Здания против вирусов» – вот девиз XXI века!

ELECTROTEST

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ или
КАЧЕСТВО ВОЗДУХА?

Интеллектуальный алгоритм системы автоматически переключит режимы
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ/ КАЧЕСТВО ВОЗДУХА
по датчикам влажности или загазованности

ПОГОДОЗАВИСИМОЕ УПРАВЛЕНИЕ
Обеспечит экономию энергии в зависимости от температуры наружного воздуха

Реклама

ЭЛЕКТРОТЕСТ ИНЖИНИРИНГ
www.electrotest.ru

Надежность | Качество | Наличие | Сервис

«Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»

О сомнительной «пользе» проветривания в инфекционных боксах и палатах, о которой говорят «Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» [21], свое мнение высказывает Антон Першин [22]: «В случае применения естественной вентиляции очень высок риск заражения случайных людей, как в больнице, так и вокруг нее. Напомним, что COVID-19 распространяется воздушно-капельным путем, то есть с потоком воздуха. Именно поэтому в инфекционных больницах, а также и палатах, где находятся больные, необходимо управление потоками воздуха, его очистка и полное обеззараживание». О допустимости проветривания только в помещениях и отделениях, не оборудованных механической вентиляцией, говорит Артем Серегин [23]: в палатах с механической вентиляцией нельзя открывать окна, чтобы не допустить изменения и перенаправления воздушных потоков. Анна Петровна Борисоглебская приводит обоснование применения сплит-систем в палатах [23]. Вытяжная вентиляция без управляемых клапанов может быть причиной перетока зараженного воздуха из одного помещения в другое при разбалансе «приток–вытяжка», считает Михаил Трифонов [23]. О решении по обеззараживанию воздуха в режиме рециркуляции пишет Михаил Амелькин [23].

Умные технологии

Введение карантинных мероприятий и ограничений передвижения наглядно показало значимость возможности удаленного управления и обслуживания различного оборудования, в том числе и оборудования инженерной инфраструктуры здания. Можно ожидать, что в будущем роль возможности удаленного управления будет только повышаться и такие системы станут практически обязательным элементом любого здания. Такие проявления цифровизации [24], как технологии информационного моделирования зданий (Building Information Model – BIM) [25], виртуальная реальность (Virtual Reality – VR), дополненная реальность (Augmented Reality – AR), Интернет вещей (Internet of Things – IoT), облачные технологии (Cloud Services), дают практически неограниченные возможности оперативного удаленного обслуживания климатического оборудования. Развитие технологии информационного моделирования зданий стало по-настоящему новым, принципиально иным подходом к процессам не только проектирования, но и эксплуатации объекта.

Особенно велика роль автоматизации в случае организации в одном здании различных технологических процессов (как это имеет место в случае больниц), что предполагает особые комплексные требования к системам автоматизации, управляющим инженерным оборудованием здания и поддерживающим заданный микроклимат в отдельных помещениях [26]. Мы здесь говорим об умной больнице, Smart Clinic. Умная больница – это

медицинское учреждение, спроектированное, построенное и эксплуатирующееся с учетом самых современных строительных и IT-технологий, использование которых позволяет сократить стоимость владения, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и улучшить качество медицинских услуг [27]. В умной больнице автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) здания (англ. BMS – Building Management System) контролирует состояние инженерных систем, поддерживает необходимые параметры микроклимата с учетом анамнеза палатных больных, получая необходимые уставки и сценарии из медицинской системы [17]. Но кроме этого, АСДУ позволяет оптимизировать потребление энергоресурсов и улучшить энергоэффективность. АСДУ может передавать заявки на энергоресурсы в умную сеть (Smart Grid). АСДУ позволяет оптимизировать плановые ремонты и техобслуживание (ТО) систем и оборудования. Заявки сервисным компаниям на проведение ТО или ремонтов генерируются автоматически. АСДУ обеспечивает безопасность клиники, пациентов и персонала, интегрируя в качестве подсистем системы контроля и управления доступом (СКУД), охранно-пожарную сигнализацию (ОПС), видеонаблюдение (CCTV).

Современная медицина должна быть интегрирована в цифровое общество и как получатель, и как поставщик огромного объема данных и связанных с этим услуг. Замкнутая цепь обмена данными между умными устройствами, умной больницей и аналитикой больших данных позволит дать пациентам диагностику здоровья в реальном времени, врачам – анализ тенденций в анамнезе и предикативные назначения, больницам – улучшение микроклимата и ускорение выздоровления больных [27].

Как изменится архитектура и инженерное оборудование после преодоления социального и экономического кризиса, вызванного пандемией? Что важнее – энергосбережение или качество микроклимата? А может, эти два направления должны всегда развиваться вместе? Нам надо сделать выводы, и когда мы усвоим уроки, нам предстоит это узнать.

P. S. Понимая всю важность борьбы и профилактики инфекционных заболеваний, комитет НП «АВОК» по техническому нормированию, стандартизации и сертификации начал работу над рекомендациями «Проектирование лечебно-профилактических учреждений. Инфекционные больницы».

Литература

1. Табунщиков Ю. А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты // АВОК. 2008. № 5.

2. Министерство экономического развития Российской Федерации. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации. М., 2019.

3. Табунщиков Ю. А. Экологическая безопасность жилища // АВОК. 2007. № 4.

4. Шилкин Н. В. Пассивные здания: возможности современного строительства // Энергосбережение. 2011. № 4.

5. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Пассивные многоэтажные здания // Здания высоких технологий. 2013. № 2.

6. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Энергетически пассивный многоэтажный жилой дом // АВОК. 2013. №1.

7. Р НП «АВОК» 5.2–2012. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий.

8. Р НП «АВОК» 5.4.1–2018. Расчет и проектирование регулируемой естественной и гибридной вентиляции в многоэтажных жилых зданиях.

9. Табунщиков Ю. А. От энергоэффективных к жизнеудерживающим зданиям // АВОК. 2003. № 3.

10. Бродач М. М. VIIKKI – новый взгляд на энергосбережение // АВОК. 2002. № 6.

11. Бродач М. М. VIIKKI – экспериментальный жилой район // Здания высоких технологий. 2014. № 1.

12. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективное здание учебного центра // АВОК. 2002. № 5.

13. Шилькрот Е. О. Качество микроклимата и энергосбережение – стратегические задачи «АВОК» // АВОК. 2002. № 4.

14. Табунщиков Ю. А. Умные безуглеродные города и здания с нулевым энергопотреблением // АВОК. 2016. № 8.

15. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. 2-е изд., стереотипное. М.: АВОК-ПРЕСС, 2015.

16. Борисоглебская А. П. Правильный выбор схем и оборудования климатизации – главный инструмент в борьбе с распространением вирусной инфекции // Энергосбережение. 2020. № 3.

17. Трифонов М. С. Умная больница Pandemic Ready Hospital – задача для систем климатизации и автоматизации // Энергосбережение. 2020. № 3.

18. Cho J., Woo K., Kim B. Эффективная вентиляционная система – инструмент борьбы с вирусной инфекцией // Энергосбережение. 2020. № 3.

19. Как создаются легенды и мифы. Комментарий АВОК // Здания высоких технологий. 2020. № 2.

20. Агапова К. Здания против вирусов // Здания высоких технологий. 2020. № 2.

21. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» (утв. Минздравом России).

22. Першин А. COVID-19. О «пользе» проветривания в инфекционных боксах и палатах // Здания высоких технологий. 2020. № 2. Электронная версия: http://zvt.abok.ru/articles/818/COVID_19_O_polze_provetrivaniya_v_infektsionnih_boksah_i_palatah.

23. Комментарий к документу «Временные методические рекомендации "Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)"», версия 5 (2 апреля 2020 года) (утв. Минздравом России) // Здания высоких технологий. 2020. № 2.

24. Табунщиков Ю. А. Цифровизация экономики – тенденция глобального масштаба // Энергосбережение. 2018. № 7.

25. Ильин В. В. BIM – информационное моделирование зданий // АВОК. 2011. № 3.

26. Мюллер С. Автоматизация медицинских учреждений. Опыт кантональной больницы в Санкт-Галлене // Энергосбережение. 2020. № 3.

27. Трифонов М. С. Smart Clinic, IoT, BigData – умная триада управления медицинским учреждением // Энергосбережение. 2020. № 4.