

**Коньков В.В.**, канд. техн. наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА**

### **INTELLIGENTIZATION OF CAST-IN-SITU CONCRETE BUILDINGS**

#### **Аннотация**

*Изложены основные принципы интеллектуализации зданий, в том числе из монолитного бетона, в процессе их проектирования, возведения и эксплуатации. Показаны пути реализации стоящих при этом задач в части обеспечения комфортности и безопасности находящихся в них людей, разумной достаточности, экономической и функциональной оправданности принимаемых решений.*

#### **Abstract**

*The article presents the main principles of intelligentization of cast-in-situ and other buildings when being under designing, construction and upkeeping. There are ways of realizing the tasks of ensuring the comfort and safety for people inside the building as well as accepting reasonable sufficiency, economically and functionally justified solutions shown in the article.*

Монолитный бетон занимает одно из ведущих мест в современном строительстве. Большие объемы возводимых с его применением объектов делают значимыми любые изменения его свойств, технологических процессов, свойств возведенных с его применением строений.

Повышение с течением времени требований потребителей к вводимым в строй жилым, общественным и производственным зданиям и сооружениям, в том числе в части обеспечения надежности, безопасности и комфортности функционирования, требует радикального пересмотра подходов к их проектированию и возведению. Одним из эффективных путей реализации поставленных задач является интеллектуализация этих объектов.

В настоящее время в мировой инженерной практике отсутствует единое, одинаково понимаемое определение понятий «интеллектуальное здание» или «умный дом», хотя объемы их строительства постоянно расширяются (например, около 20% домовладений в США подключены к системе «умный дом»).

Представляется целесообразным для единообразного понимания предмета на начальных стадиях интеллектуализации с небольшим количеством отслеживаемых и регулируемых конструкций, функций и процессов интеллектуальным называть здание, оснащенное автоматизированными, диспетчерскими системами, сигнализацией, компьютерной сетью и др. При возрастании количества вышеупомянутых параметров интеллектуальным может быть названо здание, оснащенное автоматизированным комплексом технических средств и оборудования, позволяющим создавать комфортные и безопасные условия жизнедеятельности при одновременном эффективном его функционировании с рациональным расходом всех видов ресурсов.

Это прежде всего связано с тем, что за период жизненного цикла здания 20% средств тратится на его возведение, и 80% средств на его эксплуатацию. Таким образом, экономия 10% расходов на эксплуатацию здания в финансовом выражении значительно больше, чем экономия 10% расходов на его возведение.

Градация степени интеллектуализации зданий и сооружений должна устанавливаться с учетом:

- различных требований заказчиков и инвесторов к возводимым объектам;
- различного функционального назначения объектов;
- готовности вкладывать средства в повышение качественных характеристик этих объектов;
- финансовых возможностей инвестора;
- готовности конкретного проектировщика и подрядчика к выполнению такого рода работ.

На данный момент в мире отсутствуют исчерпывающие и достоверные методики измерения интеллектуальности зданий, позволяющие дать ее численную формализованную оценку. Предпринимаемые в этом направлении попытки не привели к созданию механизма расчета, адекватно учитывающего влияние хотя бы большего числа воздействующих факторов и возможных вариантов реагирования на возникающие штатные и нештатные ситуации.

В то же время практическая потребность в качественной, или экспертной оценке различных объектов по этому параметру очевидна, в первую очередь исходя из требований рынка, среднесрочного и долгосрочного планирования инвестиций государственными и частными инвесторами, в том числе в связи с предстоящей экономией потребляемых ресурсов в процессе эксплуатации зданий. В Институте БелНИИС ведется работа по созданию «Классификатора интеллектуальности зданий» (КИЗ), который позволит, основываясь на анализе количе-

ства и значимости учитываемых факторов и их групп, а также функциональных возможностей их корректировки, оценить степень интеллектуализации проектируемых или приобретаемых строений.

Существующий разрыв между компаниями, профессионально работающими в сфере интеллектуализации зданий, и инвесторами (заказчиками), которые принимают решение о требованиях, предъявляемых к проектируемому зданию, обусловил медленное внедрение этих технических решений в массовое строительство.

Совершенно очевидно, что в этой цепочке должен появиться третий, связующий, элемент, который сможет интерпретировать, увязать ожидания заказчика и возможности и предложения устанавливающей системы «умного дома» компании применительно к данному конкретному объекту. Таким связующим звеном должен быть проектировщик, который, с одной стороны, должен выполнять функции профессионального «переводчика» предложений инсталлятора в понятные для заказчика термины и понятия с их анализом и предложениями по экономической и функциональной целесообразности применения отдельных систем и их комплексов, какие потребности с их установкой могут быть удовлетворены, что это даст в плане дальнейшей экономии ресурсов в процессе жизненного цикла здания.

В нашей стране уже есть значительное количество примеров возведения и функционирования интеллектуальных зданий и сооружений. Это Национальная библиотека Беларуси, «Минск-арена», Минский метрополитен, гостиницы «Европа», «Виктория» и ряд других объектов. Заказчики, тщательно просчитывающие все плюсы и минусы дальнейшей эксплуатации зданий, приняли наиболее оптимальное решение. При этом особый оптимизм в среднесрочной перспективе вызывает тенденция удешевления компонентов автоматизации и тем самым уход данного типа зданий из премиум-класса.

Задача проектировщика — представление заказчику нескольких вариантов интеллектуализации проектируемого здания, от самого простого до наиболее насыщенного средствами автоматизации, с четким обоснованием того, какие преимущества в каждом варианте могут быть достигнуты и в какую сумму это решение обойдется. Заказчик должен иметь возможность осознанного выбора исходя из своих запросов и имеющихся в его распоряжении финансовых средств. При этом уже на стадии проектирования следует предусматривать возможность установки и размещения систем интеллектуального здания (ниши, каналы, помещения, источники питания, консолидация управляющих систем с инженерными системами здания и др.).

Особую роль в этом призвана сыграть технология информационного моделирования зданий BIM (Building Information Modeling), по-

звolyяющая создать интегрированную информационную систему управления жизненным циклом строительного объекта.

Главными целями интеллектуализации зданий являются комфорт, ресурсосбережение (в т.ч. энергосбережение), безопасность, т.е. те основные требования, которые предъявляет к объекту современный потребитель, в том числе основываясь на принципах «зеленого» строительства.

Реализация первой из поставленных целей — комфорта (качества жизни или работы в отдельных помещениях различного назначения или в здании в целом) обеспечивается путем установки отдельных устройств и систем, контролирующих и поддерживающих заданный уровень температуры и влажности воздуха, содержания в нем тонкодисперсных частиц, окиси и двуокиси углерода, других газов (в зависимости от конкретных требований производства). Помимо характеристик воздушной среды, комфортность жизнедеятельности в интеллектуальном здании определяется благоприятными архитектурными и планировочными решениями, функциональной комфортностью, телекоммуникационным и другим сервисным обслуживанием (Интернет, мультимедийные услуги и др.), регулируемостью параметров среды обитания (интерьер, освещение, вода, санитарно-технические приборы и др.), визуализацией показателей и минимизацией трудозатрат пользователя на необходимое регулирование.

Обеспечение безопасности (экологической, энергетической, пожарной, антитеррористической и др.) нахождения как в отдельных помещениях, так и во всем здании осуществляется путем установки систем пожарной сигнализации и защиты, систем защиты от проникновения, систем видеонаблюдения, систем мониторинга состояния несущих конструкций зданий и других конструкций и систем (электроснабжения, теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, вентиляции и в целом климат-контроля, лифтового оборудования и др.).

Особую актуальность мониторинг состояния несущих конструкций, в особенности монолитных, приобретает для высотных зданий, а также для уникальных зданий и сооружений как в процессе их возведения, так и в процессе эксплуатации. К сожалению, имеющиеся в мировой инженерной практике примеры значительной деформации и даже обрушения зданий выводят эту задачу в разряд первоочередных. Обеспокоенность относительно безопасности объектов вызвана рядом причин: сомнениями в надежности многочисленных новостроек и качестве строительных работ вообще; наличии очевидных сложностей при проведении спасательных работ и эвакуации людей с верхних этажей подобных зданий; отсутствием эффективной и доступной информации о текущем состоянии сооружений. Существующие си-

стемы контроля (к примеру, противопожарного) реагируют лишь на определенные факторы. В связи с этим особую важность приобретает создание эффективных систем контроля за текущим механическим состоянием здания, а также открытость и доступность подобной информации. Контроль механического состояния здания осложняется большим количеством конструктивных элементов, каждый из которых может вызвать цепочку деформаций, конечным итогом которой станет разрушение всего здания. Однако непрерывное наблюдение за всеми элементами конструкции невозможно.

Решить эти проблемы и обеспечить круглосуточный непрерывный контроль позволяет система мониторинга с использованием в качестве датчиков GPS-аппаратуры (Global Positioning System). Данные системы, как правило, легко сопрягаются с любыми существующими информационными системами (например, локальной сетью жилого комплекса). Геодезическая спутниковая аппаратура позволяет ежесекундно измерять положение объекта, причем с очень высокой точностью (до миллиметров) и надежностью. GPS-приемник представляет собой координатный детектор, позволяющий точно отслеживать изменение положения самых различных объектов в пространстве. Отображение состояния здания в режиме реального времени и накопленная информация о поведении конструкции открывают широкие возможности для технического осмотра зданий, в том числе удаленного, и позволяют выделить наиболее критичные факторы, а также контролировать усадку. В определенной (контрольной) точке на крыше или куполе здания устанавливается стационарная антенна высокоточного GPS-приемника, непрерывно регистрирующего свое положение в пространстве с миллиметровой точностью (такая точность уже реализована в серийных приборах) и передающего текущие трехмерные координаты в компьютер по проводной или беспроводной связи. Таких точек на здании может быть несколько.

Координаты контрольной точки, вследствие колебаний здания, будут непрерывно изменяться, но — в некоторой известной области. Если смещение контрольной точки вне зависимости от вызвавших ее причин превысит опасный для этого здания порог, подается сигнал тревоги. Пороговых уровней может быть несколько, соответственно, сигналы тревоги будут иметь несколько градаций. При этом факт деформации здания и ее величина регистрируются автономно и независимо от того, какая причина их вызвала: просадка или смещение грунта, разрушение элементов конструкции здания, внешнее воздействие, последствия пожара, террористический акт и т.д. Информация о смещении контрольной точки передается в режиме реального вре-

мени через интернет или по другим сетям на диспетчерский пульт. Учитывая то, что большая часть подобного рода зданий находится в урбанизированных районах с повышенным фоном электронных шумов, особое внимание следует уделять тому, чтобы между базовой и передвижными станциями обеспечивалась устойчивая связь в зоне прямой видимости.

Институтом БелНИИС уже накоплен значительный опыт такого мониторинга не только в части отслеживания, анализа и оценки состояния конструкций, их прочностных и деформативных характеристик, но и в разработке и реализации, в случае необходимости, корректирующих воздействий. Один из последних по времени примеров — строящийся многофункциональный высотный центр на проспекте Победителей в г. Минске. Следующий шаг — применение таких технологий в массовом, и, прежде всего, жилищном строительстве.

Задача не только энергосбережения, но и в более широком смысле ресурсосбережения, т.е. экономии также и материальных, трудовых, финансовых ресурсов в процессе всего жизненного цикла здания, а в конечном счете минимизация общих затрат на содержание здания решается путем установки таких режимов функционирования вышеуказанных систем обеспечения комфортности и безопасности пребывания в здании, которые соответствовали бы принципу разумной достаточности. Например, в период отсутствия в квартире людей нет необходимости поддерживать в ней комфортную температуру, она может быть установлена накануне прихода жильцов вечером в заданное время, или при срабатывании входной двери, или включаться хозяином путем подачи сигнала через мобильный телефон или интернет. Система вентиляции включается при достижении одним из показателей загрязненности воздуха установленного граничного значения, после достижения безопасных значений содержания двуоксида углерода или пылевидных частиц система отключается.

Для получения еще большего экономического эффекта необходима диспетчеризация, причем не только отдельных систем в пределах здания, например, пожарные извещатели и спринклерные устройства или термодатчики, рекуператоры, системы подогрева, но и вывод всех систем интеллектуализации здания на единый диспетчерский пункт для обеспечения своевременного принятия соответствующих превентивных и корректирующих мер при возникновении нештатной ситуации.

Дальнейшим шагом в интеллектуализации зданий и сооружений, ведущим к снижению финансовых затрат на их содержание и безотказное функционирование, является создание диспетчерских центров, объединяющих группы зданий, кварталы или даже микрорайоны и оперативно

направляющих действия централизованных сервисных служб, обеспечивающих комфортное и безопасное пребывание на этих объектах.

Наиболее показательным в этом плане является возводимый город Инчхон в Южной Корее.

На данный момент технический уровень представленных на рынке Беларуси средств автоматизации позволяет решить практически любую задачу, которая может быть поставлена потребителем. Однако не следует без особой необходимости увлекаться избыточной автоматизацией зданий. Прежде всего необходимо руководствоваться принципом разумной достаточности и экономической и функциональной оправданности принимаемых решений.

Это возможно при применении системного инструмента, позволяющего выбрать оптимальное решение в каждом конкретном случае, исходя из представлений будущих владельцев строящегося здания о требуемой степени комфортности и безопасности нахождения в нем и об объеме финансовых средств, которые он готов на это потратить. Т.е. выбрать приемлемое для них соотношение «цена — качество жизни».

С этой целью начата разработка рекомендаций по проектированию, строительству и эксплуатации интеллектуальных зданий. После их практической апробации будет разработан комплекс Технических нормативных правовых актов, регламентирующих применение интеллектуальных систем для различных типов зданий и сооружений, и даже обязательное применение этих систем в определенных, специально оговоренных случаях, в которых может быть достигнут максимальный и гарантированный экономический и социальный (безопасность, повышение комфортности проживания) эффект.

Это позволит существенно упростить и оптимизировать проектирование, возведение и эксплуатацию зданий массового строительства, в том числе из монолитного бетона, с повышенными показателями комфортности, безопасности и экономичности.

#### **Список цитированных источников**

1. *Коньков, В.В.* Концептуальные подходы к интеллектуализации зданий и сооружений / В.В. Коньков // Интеллектуальные здания и сооружения. Тенденции и перспективы: Материалы 4-й Международной научно-практической конференции. — Минск, 2012. — С. 4–6.
2. *Коньков, В.В.* Основные направления интеллектуализации зданий / В.В. Коньков // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: Сб. тр. XVII Международного научно-методического семинара. — Полоцк, 2012. — С. 29–32.

*Получено 05.11.12 г.*