

# ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ СГРАДИ И СИСТЕМИТЕ ЗА СГРАДНА АВТОМАТИЗАЦИЯ

Драгомир Стефанов

## INTELLIGENT BUILDINGS AND BUILDING AUTOMATION SYSTEMS

Dragomir Stefanov

**Abstract:** This article describes the "intelligent building" as a set of systems and technologies focusing over creation of a highly efficient, economical and effective environment. In order to be done all these process, it is necessary to integrate the main building systems into a single infrastructure and to interact on the basis of a single data transmission environment. Complete automated building system includes many elements – from proper lighting control and access to modern heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems. A basic standardized protocol is used in order to facilitate communication between systems. Its function is to introduce a single communication from the management system to the executive elements. This facilitates the installation, maintenance and future upgrades of the building management system (BMS).

**Key words:** intelligent building, building automation, communication protocols, IP networks.

### Увод

В началото на XXI-и век строителната индустрия се развива под влиянието на множество различни фактори, но два от тях оказват все по-голямо въздействие – информационните технологии (IT) и интелигентните сгради (Intelligent Buildings – IB). Първото от тези понятия обобщава средствата (компютри, модеми, сървъри, контролери, комуникационни мрежи, различни типове софтуер и т.н.), чрез които информацията става достъпна за хората.

За второто понятие няма строга дефиниция. Най-общо основната цел на „интелигентната сграда“ е постигането на по-здравословен и комфортен начин на живот при съчетано с това максимално ефективно използване на ресурсите. За първи път понятието се появява в началото на 80-те години на миналия век, като в този период то се използва за реклама на сгради, разполагащи с пожароизвестителна система и система за контрол на достъпа. С развитието на технологиите, концепцията непрекъснато се обогатява. За „интелигентни“ днес се приемат сгради, разполагащи със съвкупност от технологии, които им позволяват да функционират автономно и интуитивно в зависимост от предпочитанията и нуждите на обитателите, без да се налага предварително програмиране на извършваните дейности. (СЮ (2), 2008) Интелигентната сграда следва да бъде оборудвана със системи за автоматичен контрол на всички нейни елементи и инсталации, в резултат на което обитателите разполагат с високоефективна, икономична, сигурна, максимално отговаряща на потребностите им среда.

### Характеристики на интелигентните сгради

Сред типичните характеристики на интелигентните сгради са:

- Възможност за контрол на основните системи в сградата, чието функциониране има директно отражение върху безопасността, ефикасността и комфорта на обитателите. Такива са например:
  - системите за контрол на микроклимата (отопление, вентилация и климатизация (HVAC – heating, ventilation, air-conditioning), във всяко отделно помещение, съобразно неговите функции и предпочитанията на тези, които го използват;
  - контрол на помещенията за проникване на пожар и пожароизвестяване;
  - контрол на достъпа до отделните помещения;
  - системите за измерване на индивидуалната консумация на вода, топлинна и електроенергия и др. Автоматично събиране на отчетените данни, без да е необходимо осигуряването на достъп до помещенията;
  - реализиране на функции за пестене на енергия, чрез управление на осветлението, отоплението, климатизацията и вентилацията;
  - Възможност за комплексно управление на системите – както в съответствие с предварително зададен режим на действие, така и в съответствие с режими предвидени за специфични условия;
  - Възможност за координиране на действията, осъществявани от различни системи;

- Възможности за комуникация и отчетност. Системите в интелигентните сгради дават възможност за извеждане на детайлни отчети, които могат да се настройват според потребностите от информация. Те използват модерни технологии за комуникационна свързаност (например xml over IP), което осигурява възможност за автоматизирано изпращане на съобщения до мениджърите на сгради, както и за връзка с други системи. (CIO (2), 2009)

В своята същност, „интелигентността“ на сградите се осигурява чрез изграждане на система за сградно управление. Типичен пример за такава система е мрежовата платформа от типа BMS (Building Management System). В основата на тези системи за полева автоматика стоят съоръженията и апаратурата на системите за климатизация, отопление и охлаждане, достъп до помещенията, осветителните и вентилационните системи. Върху тези елементи, заложили в етапа на проектиране на сградата, се извършва изграждането на конкретната система за сградна автоматизация. На това ниво от системата са разположени регулиращите органи, изпълнителните механизми, контролери, магистрала за пренос на данни и др. (Бедров, 2015, с. 1-3)

Системите BMS са със специална насоченост към приложения за управление с широк обхват на действие, висока надеждност, лесно инсталиране и поддръжка, което ги прави изключително подходящи за работа във всякакви обществени сгради. За да се осигури „интелигентността“ на сградата е необходимо системата да притежава способност да събира непрекъснато цялата информация, постъпваща от всички сензори, както и да е в състояние да я анализира.

#### **IP базирани мрежи за изграждане на системи за сградна автоматизация.**

Модерните системи за управление на сгради използват сензори и контролни устройства, които са свързани с централна система за управление. Преди години, всяка отделна система се свързваше с контролния център с отделни кабели. В новите сгради, обаче, се реализира единна мрежа, която се използва от всички системи едновременно.

IP базирани мрежи се налагат като най-често избраното решение за осигуряване на комуникационните и повечето производители на системи за сградна автоматизация (BAS) и на използваните в тях сензори и контролни устройства

проектират своите продукти така, че да работят ефективно в IP мрежи. Част от предимствата на използването на единна мрежа са:

- Ценова ефективност – много различни системи – за сградна автоматизация (Building Automation Systems – BAS), корпоративна LAN, VoIP и дори видео сигнал, могат да работят върху една мрежа. Използва се само едно множество от кабели, вместо няколко. С помощта на технологията Power over Internet (PoI) по мрежовия кабел дори може да се доставя електроенергия до различни устройства, така че да се спестят и захранващи кабели;

- По-голям капацитет – IP системите комуникират със скорост, стотици пъти по-голяма, в сравнение с по-старите технологии. На практика, това означава по-голям капацитет, позволяващ в една мрежа да работят много системи;

- Повече гъвкавост – за по-новите IP базирани мрежи може лесно да се направи ъпгрейд осигуряващ по-високи скорости – често дори без подмяна на окабеляването. Също така, към съществуващата мрежа лесно могат да се включват нови системи;

- Много възможности за избор – за изграждане на мрежата могат да се използват продукти на широк кръг от доставчици. (CIO (2), 2009)

Основно ограничение за въвеждането на система за сградна автоматизация на базата на единна IP мрежа е типът на кабелите, инсталирани в сградата. Установено е, че над 70% от времето на принудителен престой на информационните мрежи се дължи на пропуски в кабелните системи. Тяхната правилна организация е една от ключовите задачи при изграждането на интелигентна сграда, тъй като определя надеждността на много други компоненти.

Структурната кабелна система (СКС), която обединява множество подсистеми с различно предназначение – локални компютърни и телефонни мрежи, системи за безопасност, за видео наблюдение и т.н., безспорно се числи към фундамента на интелигентна сграда. Като изключим конструкцията на сградата, СКС е компонента на зданието с най-дълъг жизнен цикъл. По-новите системи генерират по-интензивен трафик, свързан с видео и VoIP, който не може да се обезпечи от кабели CAT5 или CAT5E. По тази причина се препоръчва инсталирането на кабели CAT7, подходящи за внедряването към момента решения, както и за тези, които ще се наложи да бъдат въведени в перспектива. Стойността на този тип

окабеляване е несъществено по-висока, но предимствата, които осигурява в дългосрочен план са значителни.

Въпреки това, структурните кабелни системи все още са най-подценяваният елемент от цялостното ИТ решение. В тях се инвестират едва 7-8% от общия бюджет за информационни и комуникационни технологии във фирмите, независимо че те са с най-дълъг живот. Според експертите, професионално инсталираната СКС на базата на висококачествени компоненти може да струва скъпо при самото създаване, но възвръща няколкократно вложените средства още в първите години на експлоатацията. Освен това гаранцията за такива СКС е 15-25 години.

Наред с всички предимства, изграждането на единна мрежа, лежаща в основата на всички системи за управление на интелигентната сграда, крие определени рискове от непредвидени ситуации, свързани със срив в IP мрежата или нежелана външна намеса. Ограничаването на тези рискове може да се постигне чрез инвестиране в резервни системи и допълнително оборудване, както и чрез споразумение с алтернативен доставчик на мрежови услуги.

Съществуват устройства за изграждане на BAS и BMS системи, които комуникират по безжична връзка, използвайки стандарта 802.11. При този тип устройства се спестява необходимостта от мрежови кабели и тяхното свързване, което е сериозно предимство при инсталирането на система на трудно достъпни места, като покриви, машинни помещения и др. под. В същото време, безжичните комуникации се сблъскват с редица трудности и предизвикателства, като например:

- Смушения в сигнала, причинявани от някои материали – стомана, дърво, бетон и изобщо почти всеки строителен материал абсорбира или отразява част от сигналите, излъчвани от безжичните устройства. В някои случаи сигналът може да стане неизползваем;

- Смушения от източници на електромагнитно поле – радиопредаватели, флуоресцентни светлини, електрооборудване и кабели могат да попречат на правилното предаване на безжичния сигнал;

- Прекалено малко или прекалено много безжични точки за достъп – за да работи добре безжичната мрежа, броят и разположението на точките за достъп трябва да бъдат правилно проектирани.

Наличието на някои от посочените фактори, може да доведе до понижаване на качеството на сигнала, нежелани смущения и забавяне на комуникацията. За да се избегне некоректна работа на част от безжичните устройства се препоръчва предварително да се направи анализ на зоните, в които се планира изграждането на системата, за наличието на изброените по-горе фактори, както и тяхното специфично влияние. При установяване на нежелани резултати от анализа, са възможни различни технически решения, които включват инсталиране на допълнителни ретранслатори (wireless repeaters), с цел да се подобри силата и качеството на сигнала, както и скоростта на връзката.

### **Комуникационните протоколи – езика на системите за управление на сгради.**

Разпространението на информацията между сензорите и контролните устройства на системата за сградна автоматизация се осъществява посредством сигнали по комуникационни мрежи чрез съответни комуникационни протоколи. На практика тези протоколи са „езика“, чрез който системата обменя данни, а мрежата подпомага този обмен като „телефонна линия“, по която се осъществява „разговора“ между устройствата. Информацията се изпраща на малки сегменти, наричани пакети, като след всеки пакет се получава потвърждение. За да поражда очакваното от системата действие, предаваната информация следва да е написана в съответствие с определен протокол, който се поддържа от изпращащото и получаващото устройство, като този процес се извършва за части от секундата.

В ранния стадий на развитие на BMS и BAS системите, различните доставчици на технологията използват собствени комуникационни протоколи. Това принуждава собствениците на сгради да използват базови продукти (датчици, сензори, помпи и др.) и информационна инфраструктура само от един единствен доставчик, тъй като устройствата от различни производители са несъвместими. С развитието на системите и поширокото им навлизане в практиката, доставчиците започват да предлагат отворени решения на системи за сградна автоматизация, което позволява на потребителите да интегрират различни компоненти и продукти. Част от комуникационните протоколи с отворен код добиват широка популярност, сред които са BACnet, LonWorks, EIB и KNX.

ВАСnet е протокол за сградна автоматизация и мрежи за управление, съвместим с широк набор от физически мрежи от всякакъв мащаб, което го прави подходящ за използване на всички нива на автоматизация. Приет е за международен комуникационен стандарт, използван в системите за управление на сгради (BMS) по целия свят. Първоначално е разработен специално за HVAC системи, осигуряващи отоплението, вентилацията и климатизацията на сградите. Впоследствие се прилага успешно при автоматизация на осветлението, контрол на достъпа, пожароизвестяване, мониторинг и управление на асансьори и др. Използва се за трансфер на данни от мрежови устройства, като например помпи, вентили, котли, чилъри, вентилатори, сензори и др.

Чрез протокола ВАСnet, мениджър на сграда може да управлява отдалечено мрежовите устройства, включително да ги стартира/спира, да променя работните режими и настройки. Устройствата, включени в мрежата предлагат множество услуги, като например трансфер на данни, управление на разписания, отчитане на текущо потребление, аларми и др. Това позволява на управляващата сградата непрекъснато да оптимизира нейната работа.

Стандартът ВАСnet поддържа различни среди за пренос на данни, които определят физическата основа на всяка мрежа. Това го прави съвместим, както със скъпото високоскоростно окабеляване, така и с по-евтините и бавни мрежи.<sup>1</sup>

Мрежовата платформа с отворен код LonWorks (Local Operating Network) е създадена от Echelon Corporation през 1988 г. Тя също като ВАСnet осигурява комуникация между голям брой устройства в мрежа със специална насоченост към приложения за управление с широк обхват на действие, висока надеждност, лесно инсталиране и поддръжка. Нейният комуникационен протокол се нарича LonTalk и също е възприет като официален стандарт за мрежово управление. В сградната автоматизация LonWorks се използва много успешно за управление на системи за вентилация и климатизация, осветление на улици и магистрали, интелигентно измерване на електроенергия, контрол на осветлението и озвучаването на големи сгради (стадиони, концертни зали и др.), системи за пожароизвестяване и защита, контрол на достъпа, домашна автоматизация и т.н.

Като всяка локална оперативна мрежа, LonWorks мрежите съдържат интелигентни устройства или възли, свързани помежду си чрез ед-

на или повече среди за пренос и които комуникират, използвайки общ протокол. Устройствата, които ползват LonWorks са снабдени с чип на Echelon. Възлите са програмирани да изпращат съобщения един към друг, съобразно промените в различни условия и да извършват определени действия в отговор на съобщенията, които са получили. Макар функцията на отделния възел понякога да е доста опростена и устройството да е сравнително елементарно (ключ за осветление, температурен сензор, датчик за движение и др.), взаимодействието между отделните възли позволява на LON да изпълнява много сложни задачи.<sup>2</sup>

Специалистите, ангажирани с управлението и автоматизацията на сгради (фасилити мениджъри, инженери, архитекти и др.) не са единодушни дали е по-добре да се прилага ВАСnet или LonWorks. ВАСnet е протокол, който е напълно независим от доставчика и не изисква устройствата да са снабдени с чип на един или друг производител. LonWorks пък е широко използван. Много производители на решения за автоматизация на сгради осигуряват възможности на своите системи да комуникират и по двата протокола в различни типове мрежи.

Друг комуникационен протокол с отворен код е EIB (European Installation Bus). Той осигурява автоматично наблюдение, управление и контрол на устройства и процеси, като осветление, щори, отопление, вентилация, климатизация, управление на натоварване, сигнализация, наблюдение, аларми и др. Сензорите, като детектори за движение или термостати, изпращат импулси през средата за пренос към изпълнителните устройства. Системата може да контролира до 65 536 устройства.

В резултат от усъвършенстване на системите за сградна автоматизация, през далечната 1999 г. три европейски стандарта (EIB, European Home System – EHS и Vatibus) се сливат в един протокол за комуникация KNX. В наши дни това е най-разпространения протокол в световен мащаб. Важно негово предимство е, че повече от 200 фирми произвеждат продукти съвместими с KNX, което дава възможност на интеграторите и ползвателите при желание да комбинират в един проект продукти на различни производители, в случай че един от тях не удовлетворява напълно изискванията им. Друга особеност на системите, базирани на KNX протокол е, че те са децентрализирани – отсъства централен управляващ модул (контролер). Управлението е разпределено равномерно между всички актуатори и сензори.

Това осигурява изключителна сигурност и надеждност на работа, тъй като евентуално отпадане на някой от елементите не пречи на работата на останалите. (Кошков, Р. 2013)

### Заклучение

В заключение, управлението на сгради и съоръжения (facility management) се определя от IFMA (International Facility Management Association) като практика за координиране на физическото работно място, на хората и дейностите в дадена организация. В определението се включват също принципите на бизнес администрирането, на архитектурата, на поведенческите и инженерните науки. По този начин управлението на съоръжения се практикува от самите бизнес организации.

Съвременната автоматизация – промишлена и сградна – е немислима без използването на мрежови технологии. Широкото им разпространение е обусловено от няколко факта. Сред тях е навлизането на интелигентни полски устройства като качествено нов етап в развитието на автоматизацията. Днес измерването на технологичен параметър е много повече от предаване на определена стойност. Интелигентният трансмитер предоставя много възможности, но и изисква сериозен информационен обмен. Аналогично е положението и при интелигентните изпълнителни механизми. Програмируемите контролери създадоха база за внедряване на съвременни мрежови технологии. Като цифрови устройства те осигурява гъвкавост на системите и откриха хоризонти пред много нови решения за автоматизация. Не на последно място, търсенето на оптимални методи за комуникация, окабеляване и надеждност спомогна за развитието на мрежите за автоматизация.

### Бележки

<sup>1</sup> Global Sourcing Manager, Available at: <http://cbs.grundfos.com> (Accessed: 14 September 2017).

<sup>2</sup> Мрежовата технология LonWorks, *Engineering Review Magazine* (3), 2008. Available at: <http://www.engineering-review.bg/en/mrezhovata-tehnologiya-lonworks/2/1006/> (Accessed: 14 September 2017).

### Литература

Бедров, Ж. (2015) „Проект на система за сградна автоматизация (BMS)”, *Инженер.bg*,

[Online] Available at: <https://www.xn--e1aabhzcw.bg/kip/discussions/> (Accessed: 14 September 2017).

Бедров, Ж. (2015) „Proekt na sistema za sgradna avtomatizatsiya (BMS)”, *Inzhener.bg*, [Online] Available at: <https://www.xn--e1aabhzcw.bg/kip/discussions/> (Accessed: 14 September 2017).

*Интелигентните сгради – базови технологии и ползата от тяхната реализация* (2008) CIO (2) [Online] Available at: [http://cio.bg/1816\\_inteligenitnite\\_sgradi\\_bazovi\\_tehnologii\\_i\\_polzata\\_ot\\_tyahnata\\_realizatsiya](http://cio.bg/1816_inteligenitnite_sgradi_bazovi_tehnologii_i_polzata_ot_tyahnata_realizatsiya) (Accessed: 14 September 2017).

*Интелигентните сгради – базови технологии I ползата от тяхната реализация* (2008) CIO (2) [Online] Available at: [http://cio.bg/1816\\_inteligenitnite\\_sgradi\\_bazovi\\_tehnologii\\_i\\_polzata\\_ot\\_tyahnata\\_realizatsiya](http://cio.bg/1816_inteligenitnite_sgradi_bazovi_tehnologii_i_polzata_ot_tyahnata_realizatsiya) (Accessed: 14 September 2017).

Кошков, Р. (2013) “Системите за сградна автоматизация – децентрализирани и базирани на KNX протокол”, *Инженер.bg*, [Online] Available at: <https://www.xn--e1aabhzcw.bg/kip/discussions/> (Accessed: 14 September 2017).

Koshkov, R. (2013) “Sistemite za sgradna avtomatizatsiya – detsentralizirani I bazirani na KNX protocol”, *Inzhener.bg*, [Online] Available at: <https://www.xn--e1aabhzcw.bg/kip/discussions/> (Accessed: 14 September 2017).

*Проектиране и управление на мрежовата инфраструктура в интелигентната сграда* (2009) CIO (2) [Online] Available at: [http://cio.bg/2331\\_proektirane\\_i\\_upravlenie\\_na\\_mrezhovata\\_infrastruktura\\_v\\_inteligenitnata\\_sgrada](http://cio.bg/2331_proektirane_i_upravlenie_na_mrezhovata_infrastruktura_v_inteligenitnata_sgrada) (Accessed: 14 September 2017).

*Proektirane I upravlenie na mrezhovata infrastruktura v inteligenitnata sgrada* (2009) CIO (2) [Online] Available at: [http://cio.bg/2331\\_proektirane\\_i\\_upravlenie\\_na\\_mrezhovata\\_infrastruktura\\_v\\_inteligenitnata\\_sgrada](http://cio.bg/2331_proektirane_i_upravlenie_na_mrezhovata_infrastruktura_v_inteligenitnata_sgrada) (Accessed: 14 September 2017).

Dragomir Stefanov, Chief Assist. Dr  
University of National and World Economy, Real Estate Department  
1700 Sofia, Student Town, UNWE,  
E-mail: [dr\\_stefanov@abv.bg](mailto:dr_stefanov@abv.bg)