



Получена: 18.12.2022 г.

Приета: 31.01.2023 г.

ИНТЕЛИГЕНТНИ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛСТВОТО

Ж. Манчева¹, Б. Сачански²

Ключови думи: интелигентни системи, управление, сградна оптимизация, „умни“ сгради, технологии

РЕЗЮМЕ

Развитието на интелигентните технологии е забележително през последните двадесет години. Тези технологии предлагат разнообразни възможности за оптимизиране на различни процеси, свързани с управление на сградите и градовете. Докладът изследва тенденциите, данните и прогнозите за приложение на „умните“ технологии в строителството на сгради. Систематизират се сградните компоненти и системите за изпълнение на интелигентни сгради. Направено е проучване на пазара на интелигентни сгради и е сравнена цената на интелигентно и стандартно жилище. Изследвани са възможните перспективи и предизвикателства пред интелигентните сгради и приложението им в национален, европейски и световен контекст. Разгледани са концепциите за „умен“ град, „умно“ общество и когнитивни сгради, като възможна еволюция на „умните“ сгради.

1. Въведение

През последните десетилетия светът отбелязва голям растеж в развитието на информационните и телекомуникационните технологии. В резултат на това се появяват нови приложения, променящи начина, по който живеем, работим, комуникираме и дори мислим, дотолкова, че те стават неизбежна част от развитието на човечеството. Една от

¹ Жулиета Манчева, проф. д-р инж., кат. „Организация и икономика на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: mancheva_fce@uacg.bg

² Борис Сачански, инж., кат. „Организация и икономика на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: b.sachansky_fce@uacg.bg

последните тенденции е развитието на M2M комуникацията (Machine-to-Machine communication) и Интернет на Нещата (Internet of Things (IoT)), върху които се базира технологията на все по-актуалната в днешно време тема за интелигентните сгради.

Сграда, в която се използва автоматизирано управление на най-различни сградни системи и услуги като отопление, охлаждане, вентилация, сигурност, енергийно, здравно или друго управление, се нарича „интелигентна“ или „умна“. Интелигентните сгради са оборудвани с различни типове свързани устройства и електронни компоненти като микрочипове, сензори, микроконтролери и микропроцесори, с чиято помощ се събират и обработват релевантни данни. След извличане на данни от устройствата се анализира и интерпретира информацията, за да има максимално ефективно управление на сградните функции и по-висока степен на автоматизация [1].

Интелигентната сграда включва в себе си съвкупност от технологии, удовлетворяващи нуждите на потребителя, независимо къде се намира той – дистанционно управление, сигурност, наблюдение, мониторинг на помещения и на хора (например на болни, бебета или възрастни), интелигентно управление на сградните системи без необходимост от намеса на собственика. За да бъдат изпълнени тези изисквания, всички тези технологии трябва да бъдат свързани на ниво приложение и да имат способност за разрастване на облачно ниво.

Важна характеристика на интелигентните системи е, че спомагат за опазване на ресурсите на Земята като осигуряват умно потребление на енергия, контролирайки осветлението, отоплението, вентилацията, прозорците, напояването и останалите сградни системи.

2. Характеристики на интелигентната сграда

2.1. Историческо развитие

Идеята за интелигентните сгради се заражда много преди появата на Интернет на Нещата. Първите изобретения, в началото на XX век, са първата прахосмукачка с двигател, създадена през 1901 г., последвана от първото поколение хладилници, перални машини и др. През 1966 г. е изобретено първото „умно“ устройство – ECHO IV от Джеймс Съдърланд за американската компания Уестингхаус Електрик (Westinghouse Electric), служещо за автоматизация на домакинските уреди, контрол на температурата, както и за изготвянето на списък за пазаруване, но то не достига до пазара. Първата пусната на пазара технология за домашна автоматизация – X10, е разработена през 1975 г. от Шотландската компания Пико Електроникс (Pico Electronics), използваща проводници за предаване на сигнализация и комуникация. „Умният“ дом на Бил Гейтс, построен през 1995 г., привлича вниманието на много хора със своите функции като контрол на температурата, отопляеми подове, персонализирани предпочитания за осветление в стаите и контрол на климата, наблюдение на любимото му кленово дърво със сензори и компютър, за да осигури автоматизирано поливане [2, 3].

Интелигентните технологии започват сериозно да добиват популярност след 1990 г., когато сградната автоматизация е вече основополагащ фактор. С развитието на „умните“ телефони и други интелигентни устройства се увеличава и интересът към интелигентната сграда. Дистанционното управление е вече вградено в „умните“ телефони под формата на приложения.

2.2. Възможности на интелигентните системи

Интелигентните сгради предлагат големи възможности да се промени начинът на живот и работа на хората, както и да се намали консумацията на енергия от тези процеси. Тази технология предлага не само автоматизиране на процесите в сградата, но и интелигентното им обслужване, изискващо минимално участие от ползвателя им. Услугите, които предлагат интелигентните системи, могат да бъдат групирани в 5 направления.

2.2.1. Осветление и автоматика

Една интелигентна сграда включва интелигентни решения за осветление, осигуряващи контрол на интензивността и регулатори на светлината. С помощта на сензори за движение и сензори за отчитане на светлината могат да бъдат персонализирани и други опции като автоматично включване и изключване на светлините в зависимост от близостта. Специфични услуги в това направление са:

- управление на осветлението през „умен“ телефон или таблет;
- осветяване на помещенията в зависимост от частта от денонощието;
- интелигентно управление на светлините, завесите, аудио и видео системи спрямо настроението на обитателя;
- автоматично осветяване при влизане в тъмен проход;
- програмиране на периодично управление на осветлението, симулиращо ежедневната активност в сградата, за да изглежда, че тя е обитаема, въпреки, че е празна;
- автоматично интелигентно регулиране на прозорци, климатици, радиатори, щори, слънчеви панели и др., в зависимост от метеорологичните обстоятелства, спомагащо за максимална енергоефективност;
- автоматично изключване на водозахранването при излизане;
- автоматично пускане на казанчето на тоалетната при излизане;
- конфигурация и програмиране на поливна система, отчитаща влажността на почвата, количеството светлина и други важни условия за правилното градинарство.

2.2.2. Енергийна ефективност

Интелигентните системи включват устройства за наблюдение, контрол и ефективно използване на енергията посредством интелигентни измервателни уреди. Интелигентни термостати могат да бъдат използвани за регулиране на температурата за постигане на по-добра енергийна ефективност. Интелигентни щори, прозорци и др. могат да бъдат добавени за допълнителна ефективност и комфорт. Специфични услуги в направлението са:

- дистанционно отчитане на консумацията на енергия и свързване/откачване към/от енергозахранването с помощта на „умен“ енергометър;
- мониторинг и анализ на енергопотреблението за всеки уред по отделно за различни периоди от време и докладване на състоянието им;
- „умно“ измерване на нетната енергия с помощта на соларни матрици и отчитане на загубите на енергия;
- регулиране на осветеността в помещенията според условията в тях с цел оптимално използване на енергия;
- конфигурация на температурата в помещенията според предпочитанията на отделните потребители;
- управление на осветлението в помещенията в зависимост от заетостта им;

- наблюдение на това каква сума, във валутни единици, е направила или спестила къщата чрез системата за възобновяема енергия или нейното интелигентно управление, достъпно по всяко време и от всяка точка на света;
- интелигентно управление на енергията, когато спешно е необходима енергия за конкретен приемник (например зареждане на електромобил) [4].

2.2.3. Сигурност и безопасност

Това е един от най-важните компоненти на интелигентната сграда. Камери за наблюдение, интелигентни брави, интелигентни сензори, наблюдаващи възрастните хора и децата, са само част от възможностите на интелигентните системи. Специфични услуги в направлението са:

- непрекъснат контрол на достъпа в сградата в реално време и от всяка точка на света, както и интелигентна система за сигурност, отключваща автоматично входната врата при разпознаване на собственика;
- датчици за движение в обезопасените зони, докато собствениците са навън или заспали;
- детекция на течове от опасни газове;
- ранна детекция на пушек от пожар за навременна реакция;
- конфигурация и програмиране на спринклерна система;
- автоматично заключване/отключване на входната врата и включване/изключване на алармената система спрямо местоположението на собственика;
- датчици за влизане с взлом през врати и прозорци;
- дистанционно заключване и отключване на всички проходи;
- контрол на достъпа с лицев панел;
- външни и вътрешни камери за постоянен дистанционен контрол на живо;
- архивиране на информацията на ниво облак.

2.2.4. Развлечения

„Умните“ телевизори вече са факт, масово са навлезли на пазара и са на достъпна цена. Тези устройства се свързват с външния свят чрез IP или wi-fi и подобряват качеството на услугата. Най-различни приложения могат да се ползват чрез такива телевизори.

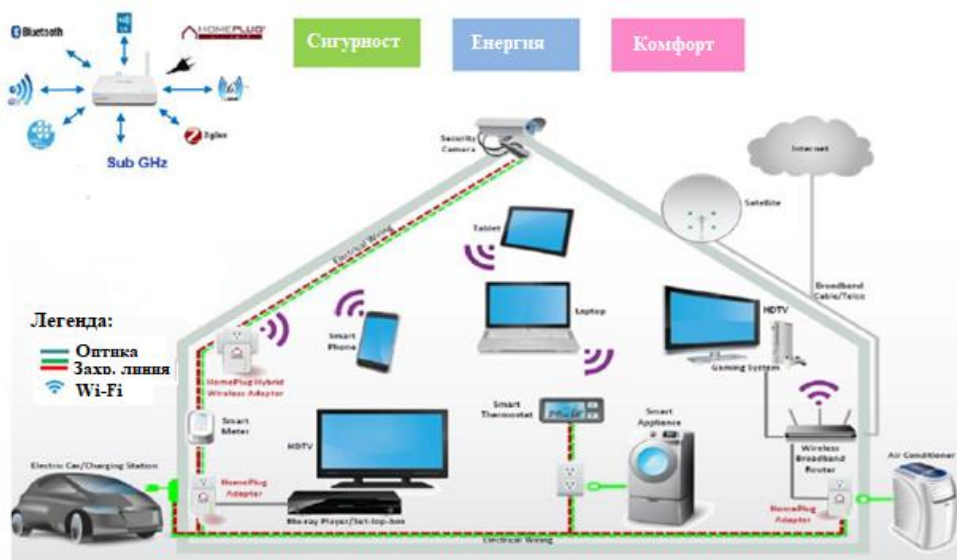
Hybrid broadcast broadband TV (HbbTV) е глобална инициатива, насочена към хармонизиране на доставката на телевизия чрез свързани „умни“ телевизори, приемници и мултиекранни устройства. Тази услуга подобрява изживяването от гледане на телевизия, като дава възможност за интерактивни услуги като догонваща (catch-up) телевизия, видеа на разположение при поискване, интерактивна реклама, персонализация, гласуване, игри и социални мрежи, както и електронна програма. Интелигентните системи групират всички аудио и видео системи в едно и позволява персонализираното им управление във всяко помещение поотделно и в зависимост от условията.

2.2.5. Здраве

Тези услуги включват функции като електронно здраве, телемедицина и подобни, фокусирани върху здравето на потребителите. Системите могат да изпращат здравен доклад за пациента до съответния лекар специалист през определени времеви интервали, което позволява да се предложи адекватно лечение. Тази услуга може също да бъде използвана за жизненоважни нужди, например когато пациентът е в тежко здравословно

състояние. В такива случаи системата може да събира информация и изпраща сигнали за помощ до съответните органи и да спаси човешки живот [5].

Всички тези системи, с техните датчици и сензори, са свързани в една обща конфигурация, дефинираща интелигентността на сградата, видно от фиг. 1.



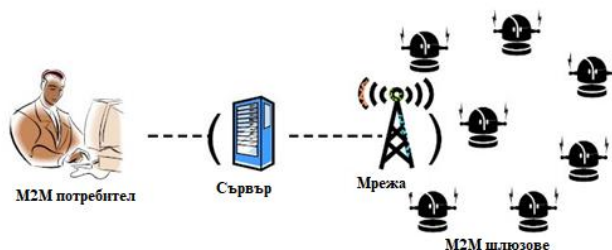
Фиг. 1. Схема на инсталацията на интелигентна сграда [21]

2.3. Технология на интелигентните системи

Технологията на интелигентната сграда се базира на няколко градивни елемента, работещи съвместно за правилното функциониране на системата – M2M Комуникация (Machine-To-Machine Communication), Интернет на Нещата (Internet of Things (IoT)), Изчисления в Облак (Cloud Computing) и Протоколи за домашна автоматизация. IoT допринася за интернет връзката и дистанционното управление на различните устройства, всяко разполагащо с различни вградени сензори. Сензорите, на свой ред, могат да бъдат прикрепени към различните уреди – климатик, осветление, щори и други устройства, всяко разполагащо с уникален IP адрес. Така системата интегрира компютърната интелигентност в домашните устройства, осигурявайки измерване на условията и мониторинг на функционалността на сградата. Облачните изчисления осигуряват разрастваща се изчислителна мощност при необходимост, пространство за съхранение на информацията и приложения за разработка, поддръжка и работа с устройствата навсякъде и по всяко време [6].

2.3.1. M2M Комуникация

Тази комуникация се отнася за технологиите, които позволяват на кабелна или безжична система да комуникира с устройства със същата спецификация. M2M използва устройство (сензор, датчик и т.н.), за да заснеме събитие (движение, отчитане на стойност, температура и т.н.), което се предава чрез мрежа (безжична, кабелна или хибридна) към приложение (софтуерна програма), което превежда заснетото събитие в смислена информация. Концептуалната схема е показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Схема на M2M комуникация [22]

Технологиите, на които се базира M2M комуникацията, са сензорни мрежи, радиочестотна идентификация, мобилен интернет, кабелна и безжична комуникационна мрежа, IPv4/IPv6 и др. За свързване на устройствата с M2M шлюза (M2M gateway) в една домашна (HAN) или локална мрежа (LAN) могат да бъдат използвани нискомощности безжични комуникационни технологии, като Wi-Fi, ZigBee, 6LoWPAN, Bluetooth Low Energy (BLE), Z-wave и др.

2.3.2. Интернет на Нещата

Интернет на Нещата представлява мрежа за свързване на какъвто и да е обект с Интернет, базирана на определени протоколи и използваща сензорни устройства за провеждане на обмен на информация и комуникация, с цел постигане на интелигентни разпознавания, позициониране, проследяване, мониторинг и администриране.

IoT е мрежа от физически обекти. Интернетът е вече не просто мрежа от компютри, а е еволюирал в мрежа от устройства от всякакъв тип и размери, като превозни средства, „умни“ телефони, домакински уреди, играчки, камери, медицински инструменти, индустриални системи, животни, хора, сгради – всички свързани помежду си, всички комуникиращи и споделящи информация. В този контекст предизвикателствата в областта на науката за създаване на интелигентен свят са огромни. Свят, в който реалното, дигиталното и виртуалното се сближават, за да създадат интелигентни среди, които правят енергията, транспорта, градовете и много други области на модерното ежедневие интелигентни и по-ефективни.

Всички обекти, не само електронните устройства, които ползваме, но и неща от всекидневието ни, като храна, вода, дрехи, мебели, животни, растения – стават разпознаваеми и получават интелигентност благодарение на факта, че могат да предават информация за себе си. Тази трансформация съпътства появата на Облачните изчислителни възможности и прехода на интернет към IPv6, който е с почти неограничен капацитет [7]. IoT е много повече от M2M комуникацията, безжични сензорни мрежи, сензорни мрежи, 2G/3G/4G, WI-FI, GPS, GPRS, микроконтролери, микропроцесори и др. Тези технологии, всъщност, правят възможно приложението на Интернет на Нещата.

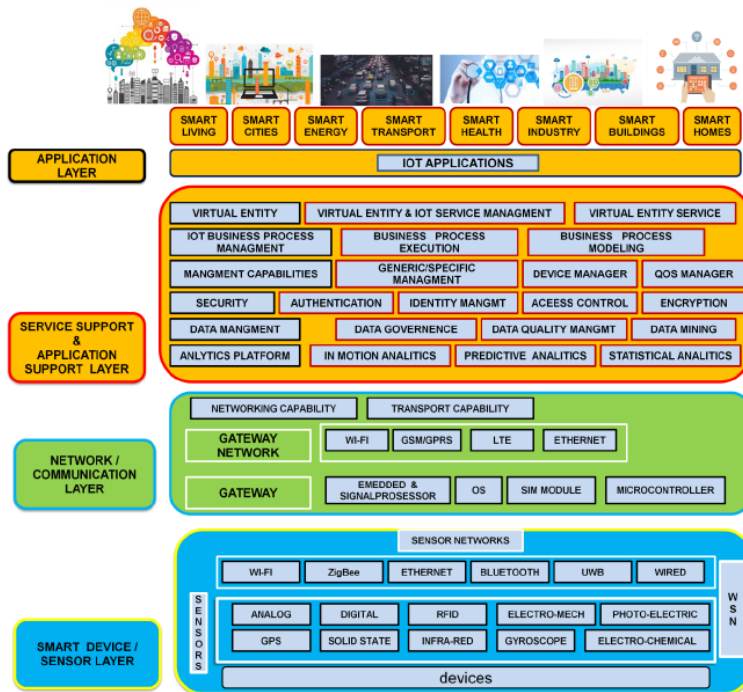
Архитектурата на IoT се състои от различни слоеве (layer-и) на технологии. Тя служи за илюстриране на това как различните технологии се свързват една с друга и предават мащабируемостта, модулността и конфигурацията на внедряването на Интернет на Нещата в различни сценарии. На фиг. 3 е показана конфигурацията на архитектурата на Интернет на Нещата.

a) Слой на умните сензори (Smart device/Sensor Layer)

Първият слой е съставен от интелигентни устройства със сензори. Те осигуряват свързването на физическия свят с дигиталния, позволявайки събирането и обработката на

информация в реално време. Съществуват различни видове сензори с различни функции. Те могат да измерват температура, качество на въздуха, скорост, влажност, налягане, поток, движение, електричество и много други параметри. В някои случаи могат също да имат ниво на съхранение на информацията, което им позволява да записват определен брой измервания. Сензорът може да измери физическото свойство на определен обект и да го преобразува в сигнал, който да бъде разбран от софтуера. Сензорите се групират според тяхната специфична функция, като сензори за околната среда, сензори за човешкото тяло, сензори за домакински уреди, сензори за автомобили и т.н.

Повечето сензори изискват свързването им към сензорни шлюзове (gateways). Това може да се осигури под формата на локална мрежа (LAN) като Ethernet и Wi-Fi или лична локална мрежа (PAN) като ZigBee, Bluetooth и Ultra Wideband (UWB). За сензори, които не се нуждаят от свързване към сензорен агрегатор, тяхната свързаност може да бъде осигурена с помощта на широка локална мрежа (WAN) като GSM, GPRS и LTE.



Фиг. 3. Архитектура на Интернет на Нещата [7]

б) Слой на мрежите и шлюзовете (Network/Communication Layer)

Мащабният обем от данни, произведен от тези сензори, изисква силна и високоэффективна инфраструктура от кабелна или безжична мрежа за транспорт на данните. Днешните мрежи, често обвързани с много различни протоколи, се използват за поддръжка на M2M мрежи и техните приложения. При нуждата за обслужване на по-широк спектър от услуги, свързани с IoT и неговите приложения, са необходими множество мрежи с различни технологии и протоколи за достъп, за да работят помежду си в хетерогенна конфигурация. Тези мрежи могат да бъдат под формата на частни, обществени или хибридни модели и са изградени, за да поддържат комуникационните изисквания за латентност (latency), честотна лента (bandwidth) и сигурност.

в) Слой на управлението на услугата (Support Layer)

Управлението на услугата осигурява обработката на информацията чрез анализи, контрол на сигурността, моделиране на процесите и управление на устройствата.

IoT обединява обектите и системите, предоставяйки информация под формата на събития или данни, като например температура на стоките, текущо местоположение и данни за трафика. Някои от тези събития изискват филтриране или насочване към системи за дообработка, като заснемане на периодични данни, докато други изискват отговор незабавно, като реагиране на спешни случаи на здравословното състояние на пациента. Правилата за вземане на решения задействат интерактивни и автоматизирани процеси, за да се създаде по-бързо реагираща система на Интернет на Нещата.

В резултата на управлението на данни информацията може да бъде достъпна, интегрирана и контролирана. Приложенията от по-висок слой могат да бъдат защитени от необходимостта за обработка на ненужни данни и така се намалява рискът от разкриване на поверителна информация. Техники за филтриране на данните, като анонимност, интеграция и синхронизация на данни, се използват за скриване на детайлите на информацията и същевременно предоставят само съществена информация, необходима за съответните приложения.

Сигурността на системата трябва да бъде осигурена на всички нива на архитектурата на IoT от слоя на интелигентните устройства до слоя на приложенията. Това предотвратява хакване и компрометиране на системата от неоторизиран персонал, като по този начин се намалява рискът.

г) Слой на приложението (Application Layer)

Приложението на IoT е огромно и обхваща области като транспорт, строителство, градска среда, начин на живот, търговия, селско стопанство, производство, доставки, здравеопазване, спешни случаи, култура и туризъм, околна среда и енергия и др. [7].

2.3.3. Протоколи за сградна автоматизация

Всички „умни“ устройства, които са свързани към основния сървър, трябва да могат да комуникират помежду си. Протоколите за сградна автоматизация имат за цел да осигурят тази комуникация, като помагат на различните устройства да говорят „на един и същ език“. Те осигуряват изпращането на сигнал от едно устройство към друго, което цели да предизвика някакво действие, напр. включване на лампата.

Съществуват различни протоколи, които могат да се предават по жична или безжична мрежа. Най-популярните са изброени в следващите параграфи.

а) Инфраред

Инфраред е един от най-простите и надеждни протоколи. Той обикновено предлага еднопосочна комуникация. Типичен пример са дистанционните управления.

б) Етернет

Етернет е един от най-бързите и надеждни протоколи за жична комуникация. Електромагнитните интерференции оказват слабо влияние върху качеството ѝ.

в) Wi-Fi

Уи-Фи е един от най-популярните и използвани протоколи за безжична комуникация. Той предлага силна и стабилна връзка, но може да е доста енергоемък за някои приложения на Интернет на Нещата.

з) *Bluetooth*  **Bluetooth**
SMART READY

Блутуут е най-често използваният протокол за безжична комуникация от телефони, слушалки, колони и подобни.

д) *Thread*:  **THREAD**

Тред е протокол за безжична комуникация, който е проектиран с цел свързаните устройства да могат да продължат да си комуникират, ако Wi-Fi мрежата прекъсне по някаква причина. Той е насочен основно към домашната автоматизация.

е) *ZigBee*:  **ZigBee**

Zigbee е предназначен за мрежи с ниска мощност, напр. медицински устройства, домашна автоматизация и други малки проекти, нуждаещи се от безжична връзка. Zigbee е с ниска консумация на енергия.

ж) *KNX*:  **KNX**

KNX е един от най-популярните протоколи за сградна автоматизация, който е на пазара от десетилетия. Предимство на този протокол е, че ако едно устройство спре да работи, останалите не прекъсват функционалността си [8].

2.3.4. Връзка между интелигентни сгради и устойчиви сгради

Една от задачите на интелигентната сграда, освен да осигурява комфорт на обитателите си, е да минимизира разхода на енергия в нея. Намалването на консумацията на енергия чрез използване на електрически уреди от по-висок енергиен клас или по-доброто планиране на дейности, за да се ползва по-ниска цена на енергията, обаче, не са достатъчни, за да може да бъде наречена една сграда устойчива. По дефиниция „устойчива“ е сграда, която използва минимално количество невъзобновяеми ресурси, смекчава въздействието върху околната среда, опазва естествените екосистеми и свързва хората с природата [4]. Следователно една „устойчива“ сграда трябва да притежава отлична топлоизолация и да бъде максимално независима от разпределителните дружества за доставка на енергия и вода. Тези компоненти не са задължителни, за да бъде една сграда интелигентна, но комбинацията от двете допринася за още по-доброто функциониране и на двете системи.

3. Тенденции и перспективи

3.1. Приложение на интелигентните сгради в глобален, европейски и национален контекст

3.1.1. Световен пазар

Пазарът на интелигентни сгради представлява продажба на мрежови устройства и свързващите ги услуги, които позволяват домашна автоматизация за частни крайни потребители. Разглеждат се устройства, които са свързани директно или косвено чрез така наречения шлюз към Интернет, чиито основни цели са контрол, наблюдение и регулиране на функциите в частното домакинство. Дистанционното управление и контрол на отделни устройства, както и пряката комуникация помежду им чрез Интернет на нещата, са

съществен компонент на интелигентната автоматизация на дома. В този пазар се включват и услугите, необходими за поддръжката и контрола на домакинската мрежа, напр. абонаментни такси за приложения за контрол или външни мониторингови услуги. Устройства, чиято основна функция не е автоматизацията или дистанционното управление на домакинското оборудване, например „умни“ телефони и планшети, не са елемент на пазара на интелигентни сгради. По същата логика не са включени и устройства, които се отнасят само до ограничена степен на домашна връзка и дистанционно управление, като „умните“ телевизори [9].

Основните двигатели на пазара на интелигентни сгради са предимствата, които те предлагат спрямо стандартните сгради, а именно повишеното качество на услугите за сигурност, енергийна ефективност и автоматика. Информираността на потребителите за преимуществото на интелигентните технологии е концентрирана основно сред платежоспособните клиенти. С насърчаване на иновациите обаче може да се занижат бариерите за навлизане на пазара и повече хора да имат достъп до тези технологии [1].

Пазарът на домашна автоматизация се базира главно на два компонента – приложения и технологии. От гледна точка на приложенията пазарът може да се раздели на системи за управление на осветлението, безопасността и сигурността, развлеченията, енергията и други. Спрямо използваните технологии той се разделя на кабелни и безжични системи, които на свой ред се базират на технологии като X10, ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, Wi-SUN, Thread, PLC, Z-Wave и т.н. Въпреки че в момента пазарът е по-концентриран върху бутикови изпълнения, базирани на специфични изисквания и условия на собственика, тенденцията, към която все повече потребители и стартъп компании са се насочили, е създаване на платформи и системи за домашна автоматизация, които да са приложими в повече случаи.

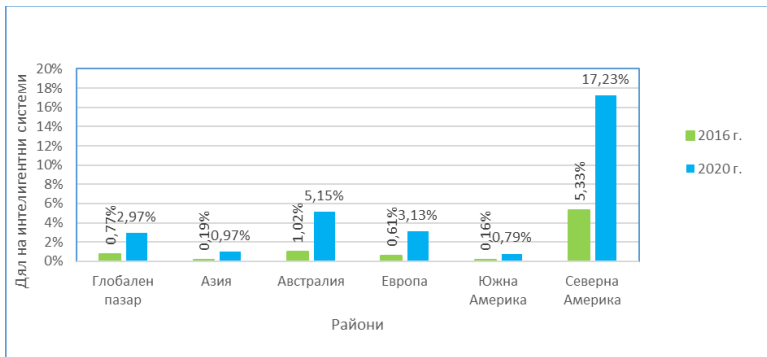
Глобалният пазар за интелигентни и свързани домове се предвижда да нарасне от 158 милиарда щатски долара през 2019 г. до 262 милиарда щатски долара приходи до 2025 г. С времето много повече устройства в жилището се свързват с помощта на Интернет на Нещата, което води до по-умни домове и начин на живот [18].

Пазарът в Северна Америка доминира убедително спрямо останалите континенти. Този растеж се дължи на различни фактори, като:

- увеличаващия се брой на интернет потребители;
- засиленото закупуване на интелигентни устройства и бързото разпространение на интелигентни устройства;
- повишаването на информираността на населението за важността от здравословния начин на живот;
- значимостта на дистанционния домашен мониторинг;
- повишаването на нуждата от енергоспестяващи и нискоемисионни системи;
- мерките за намаляване на разходите;
- наличието на пазарни участници, съсредоточени върху разширяването на тяхното портфолио с продукти за интелигентни домашни системи;
- загрижеността на потребителите за безопасността, сигурността и удобството, предлагани от пазара на интелигентни системи [10].

Това води до бдителност на населението по отношение на безопасността, сигурността и ефективността и създава необходимост от по-богат избор от продукти.

Интелигентните системи набират популярност с всеки изминал ден. Много международни конференции и изложби, провеждани в различни части на света, наблягат на услугите, предлагани от тези технологии, и необходимостта от свързаност на интелигентните домове. На фиг. 4 е показан процентът на навлизането на интелигентните домове на световния пазар през последните шест години. Наблюдава се сериозен прираст на пазара за Северна Америка, доминиран от САЩ.



Фиг. 4. Дял на интелигентните технологии на пазара, по данни от www.statista.com

Представите, че притежаването на „умен“ дом е лукс, остава в миналото, защото съвременните битови нужди превръщат „умния“ дом от лукс в необходимост. Това се случва главно заради навлизането на интелигентните устройства на по-достъпни цени и тяхната интеграция в архитектурата на Интернет на Нещата. Актуалната обществена визия за интелигентния дом е ограничена до автоматизация на дома, но тъй като това е една малка частица от възможностите на интелигентните технологии, вниманието на потенциалните клиенти трябва да бъде насочено към цялостния потенциал на една такава система.

3.1.2. Европейски пазар

Според доклада за пазарни проучвания „Европейски пазар на интелигентни системи по продукти, софтуер и услуги – Прогноза до 2024 г.“, публикуван от MarketsandMarkets™ [11], европейският пазар на интелигентни сгради се очаква да нарасне от 22,8 милиарда долара през 2018 г. до 44,0 милиарда долара до 2024 г. при кумулативен годишен ръст от 11,58 %. Според друга статистика приходите на пазара на „умни“ жилища в Европа се прогнозира да бъдат 45 001,1 милиона щатски долара през 2025 г. Очаква се почти удвояване на приходите на пазара спрямо 2021 г., като прогнозата е коригирана с очакваното въздействие на COVID-19 [19].

Този растеж е повлиян основно от увеличаващия се брой на интелигентните домове в Европа, нарастващите доходи, нарастващата тенденция за персонализация и бързото разпространение на многофункционални устройства. Очаква се фокусът на компаниите към подобряване на потребителския комфорт и предпочитанията им към технологично напреднали продукти пред традиционните продукти да се увеличава. Последните разработки в областта на изкуствения интелект също увеличават общото търсене на интелигентни устройства в Европа [11]. „Умните“ компании (фокусирани върху интелигентния град, сграда и дом) интегрират стратегиите на Google и Apple, снабдявайки всички „умни“ телефони с повече свързаност на услугите между уредите. Това позволява на потребителите да получат достъп до техните предпочитания, без да им се налага да се адаптират към нов интерфейс, което понякога се оказва ненужно сложно [12].

3.1.3. Български пазар

В България новостите пристигат и намират приложение с по-бавни темпове. Хората са много чувствителни към разходите за услугите, които получават. Повечето българи използват в домовете си най-евтините и нискокачествени устройства, предоставяни от

интернет доставчиците. Въпреки това, с развитието на технологиите, все по-голям брой хора осъзнават, че се нуждаят от по-добра система у дома, осигуряваща подходяща връзка с всички безжични устройства, които домакинството използва, като три или повече „умни“ телефони, лаптопи, планшети, настолни компютри, телевизори и други. Тези системи ще се превърнат в необходимост с напредването на интелигентните домове и Интернет на Нещата.

Таблица 1. Сравнителна таблица на интелигентен апартамент със сходни стандартни апартаменти

Агенция	Интелигентен апартамент	Стандартни апартаменти		
	Фохар	ЕРА Павлово	Хоумс пропърти	Нов Дом
Локация	Киноцентъра	бул. Ал. Пушкин	бул. Цар Борис	Гърдова Глава
Характеристика	Двустаен	Двустаен	Двустаен	Двустаен
Чиста площ	63,7	65,8	59,1	64
Обща площ	75,4	76,2	68	74
Етаж	Трети от пет	Втори от пет	Трети от пет	Трети от пет
Изложение	Северозапад	Североизток	Югозапад	Югоизток
Статут	В строителство	В строителство	В строителство	В строителство
Степен на завършеност	Шпакловка и замазка	Шпакловка и замазка	Шпакловка и замазка	Шпакловка и замазка
Цена	99 581 €	76 150 €	74 400 €	79490 €
Цена на кв.м.	1 321 €	999 €	1 094 €	1 074 €
коэф. за състояние	1,00	1,00	1,00	1,00
коэф. за местоп.	1,00	1,05	1,05	1,00
коэф. за функц.	1,00	1,05	1,00	1,05
Приравнена цена:	1 321 €	1 102 €	1 149 €	1 128 €
Средна цена:	1 321 €	1126 €		
Разлика	195 €			
Разлика в %	17%			

Българският пазар на интелигентни сгради е в размер на 22 милиона долара (около 0,1 % от стойността за Европа) за 2019 г. при кумулативен годишен ръст от 64,1 % [9].

3.2. Проучване на пазара и анализ на конкуренцията

Пазарът на интелигентни сгради е трудно дефинируем, тъй като все още няма пълно разбиране какво точно означава „интелигентен“ дом и възможностите му [12]. У нас той е концентриран предимно върху единични бутикови изпълнения, но вече започват да се появяват и по-мощни проекти, като първият интелигентен жилищен комплекс от затворен тип – ФОХАР в квартал Бояна [13]. При направено пазарно проучване през 2020 г. [14], при обявена средна цена от 1200 евро на квадратен метър за интелигентен апартамент в комплекс Фохар и средни цени на апартаменти в района от 1250 евро на квадратен метър съгласно сайта за продажба на имоти imot.bg, се констатира, че стойността на интелигентните технологии оскъпява стойността на имота със 17 %. В табл. 1 е направено сравнение на апартамент, включващ интелигентни технологии, с подобни по характеристики апартаменти от района, на база данни от сайт за продажба на имоти imot.bg. Данните са актуални към 2020 г. и отчитат само продажната цена като финансов измерител. В изчисленията не са включени ползите от редуциране на потреблението на

енергоносителите, екологичните и социални ползи, които са с качествени характеристики и трудно се измерват с количествени показатели. Ако се отчетат и допълнителните ползи, вероятно, икономическата рентабилност на „умните“ сгради ще бъде по-висока от традиционната сграда.

Според агенциите за недвижими имоти, интересът към такъв тип жилища се увеличава и ще продължава да се увеличава, като основно търсенето е от младите и предприемчиви клиенти, които са по-отворени към иновациите и новите технологии.

3.3. Перспективи и предизвикателства пред интелигентните проекти

3.3.1. „Умен“ град

Технологията на интелигентните системи позволява на интелигентните жилища да изпълняват функциите, за които са създадени, а именно:

- да свързва сградните системи помежду им;
- да свързва хора с технологии;
- да свързва системата с глобалната среда;
- да свързва дома с интелигентната хранваща мрежа на областта, в която се намира.

„Умните“ сгради са неразделна част от „умните“ градове. Това е градска зона, използваща различни видове електронни сензори на IoT, за да събира данни и да ги анализира, за да управлява ефективно ресурсите, услугите и активите на района (фиг. 5). Тези данни, събирани от граждани и устройства, се обработват и анализират, с цел по-добро наблюдение и управление на системите за регулиране на трафика и транспорта, електроцентралите, водоснабдителните мрежи, отпадъците, разкриване на престъпления, информационните системи, училищата, библиотеки, болници и други обществени услуги.

В един интелигентен град енергията, водата, транспорта, общественото здраве и безопасност и други ключови услуги се управляват съвместно, за да се поддържа гладкото функциониране на инфраструктурата, като същевременно се осигурява чиста, икономична и безопасна среда, в която хората да живеят и работят [1].

Идеята за „умен“ град предполага включване на информационни и комуникационни технологии (ИКТ) и различни физически устройства, свързани към IoT с цел да се подобри ефективността на градските услуги и да има връзка с гражданите. Технологията на интелигентния град дава възможност на управляващите на града и съответните служби да комуникират директно както с населението, така и с градската инфраструктура и да наблюдават какво се случва в града и как той се развива. ИКТ се използват за подобряване на качеството, производителността и интерактивността на градските услуги, за намаляване на разходите и потреблението на ресурсите. Приложенията за интелигентен град дават възможност за бързи реакции в реално време. „Умният“ град намалява въглеродните емисии и енергийната ефективност, по-ефективен е по отношение на спестяване на оперативни разходи спрямо стандартните урбанизирани места и отговаря на изискванията на стандартите за ефективност.

Големите технологични, икономически и екологични промени пораждат голям интерес към интелигентните градове. Този процес е засилен от актуалните проблеми на днешното общество, свързани с нарастването на населението в градовете, застаряващото население, климатичните промени, преминаването към онлайн развлечения и търговия. Европейският съюз влага сериозни ресурси в развитието на стратегията за „интелигентен“ градски растеж. Като част от стратегията „Европа 2020“, водеща инициатива е „Програма в областта на цифровите технологии за Европа“. Примери за технологии и програми за

интелигентни град са внедрени в Сингапур, Дубай, Милтън Кейнс (Англия), Саутхемптън, Амстердам, Барселона, Мадрид, Стокхолм, Копенхаген, Китай и Ню Йорк [2].



Фиг. 5. Схема на „умен“ град [1]

3.3.2. „Умно“ общество

ИКТ променят всеки аспект от живота ни като граждани, служители, работодатели, родители, приятели и като членове на всякакъв вид общност. Променят се моделите на нашия професионален и социален живот.

В Ръководството за интелигентните общности [2], разработено от университета в Сан Диего през 1997 г., „умната“ общност е описана като географска област, варираща по големина от квартал до многоокръжен регион, чиито жители, организации и управляващи институции използват информационни технологии, за да трансформират значимо своя регион. Предпочита се сътрудничеството между правителството, индустрията, научната общност и гражданите, вместо отделните групи да действат изолирано. Технологичните подобрения следва да доведат до фундаментални промени.

Днес концепцията за „умно“ общество (Smart Community) е известна и използвана в целия свят под различни имена и при различни обстоятелства. Има местни и регионални инициативи, например в щата Калифорния, САЩ или национални програми напр. в Канада. Съществуват и проекти, и програми на Европейския съюз, а напоследък се наблюдават и глобални световни сътрудничества като Smart Community International Network (SCIN) [15].

EuroCities е асоциация от европейски столични градове, създадена в началото на 90-те години. В момента включва 97 града от 26 европейски държави. Мрежата има за цел да подобри качеството на живот на 80 % от европейците, живеещи в градове и градски райони чрез въздействие върху политиките и насърчаване на обмена на опит и добри практики между градските управления. EuroCities лобира за насърчаване на интегрираната европейска градска политика и участието на градовете в този процес чрез насочване на политически действия към всички европейски институции – Европейската комисия, Европейския парламент, Регионалния Комитет и Съвета. Мрежата насърчава и улеснява планирането и изпълнението на транснационални проекти между градовете.

Наред с лобистките си дейности с институциите на ЕС, Eurocities насърча обмена на опит, добри практики и трансфера на ноу-хау между местните власти в цяла Европа, улеснявайки разработването и изпълнението на проекти за транснационално сътрудничество. Основните области на дейностите са културни, направление изток-запад, икономическо развитие и обновяване на градовете, околна среда, социално благополучие, нова мобилна култура и медицина.

3.3.3. Когнитивни сгради

Следващото ниво на развитие на интелигентната сграда е когнитивната такава. Тя интегрира двупосочна комуникация между потребителите и интелигентните системи с цел да използва взаимодействието между човека и интелигентната сграда като източник на данни, които иначе, до голяма степен, остават неоползотворени. Този дял от информационните масиви позволява на когнитивната сграда да извлече полезни изводи за подобряване на двупосочната комуникация, като същевременно води до още по-висока ефективност на процесите в сградата и удобството на потребителите [16].

За да се развие когнитивна сграда, трябва да се приложат модели за обработка на информация като изкуствени невронни мрежи, изкуствен интелект (AI) и подобни технологии и модели. С тези модели, при процеса на обработка, е възможно да се анализират набори от данни отново и отново, за да се намерят асоциации и да се интерпретира значението от недефинирани данни. Изкуствените невронни мрежи подобно на мрежите от неврони в човешкия мозък позволяват на AI системите да приемат големи набори от данни, да разкриват модели сред данните и да отговарят на въпроси за тях. Предстои да се види мащабът на влияние на изкуствения интелект, мобилните периферни изчисления и 5G комуникациите. Очаква се дигиталните иновации да имат огромно влияние върху посоката на развитие на сградния сектор, което ще се насочи в разработване на нови технологични бизнес модели, приложения и услуги в сферата на интелигентните сгради, които ще променят крайните продукти на глобалния пазар.

3.3.4. Предизвикателства

Като всяка иновация, налагането на интелигентните системи на пазара има множество предизвикателства. Основните са:

- Липса на стандарти и оперативно съвместими технологии. За гладкото развитие на индустрията, с цел получаване на икономии от мащабите, трябва да се наложат устройства, базирани на приети стандарти. Оперативната съвместимост е необходима на всички нива, на устройствата, мрежата или на ниво приложение.
- Необходими са технологии за ниска консумация на енергия, за да се осигури по-дълъг живот на устройства, използващи батерии или безжична връзка за комуникация с най-близкия наличен и оторизиран шлюз.
- Поради големия обем включени устройства в M2M и IoT домейни и очакванията този брой да расте значително, трябва да бъде внедрен интернет протокол IPv6 или комбинация от IPv4 и IPv6, тъй като IPv4 ще започне да се изчерпва.
- Навлизането на интелигентните устройства е все още на ниско ниво, а цената е висока. Налагането на стандартизацията е необходимо, за да се намалят разходите и да се гарантира оперативната съвместимост с цел наличие на устройства на достъпна цена.
- Тъй като все по-голям брой устройства се свързват в една сграда, сигурността на данните става все по-важна за потребителите. Независимо дали се отнася за предприятия, които използват поведенчески данни за собствени търговски цели, или престъпници, които незаконно проникват и контролират устройствата, свързани към домашната мрежа, потребителите трябва да се чувстват уверени, че са адекватно защитени от всякакви

злоупотреби. За тази цел е необходима сигурност и поверителност на данните, с цел защита от начало до край, със защитни функции на всички нива.

- Необходими са наредби в здравеопазването за използване на преносими здравни устройства за дистанционно наблюдение на жизнените параметри на пациента у дома. Това би допринесло за намаляване на тежестта върху болниците.
- Високоскоростните и надеждни интернет услуги, и мобилни връзки, са изключително важни за развитието на интелигентните сгради.
- Пазарът на интелигентни системи е все още фрагментиран и това забавя развитието му, тъй като продавачите избират кои технологии да подкрепят. Така се увеличават разходите за оборудване, като се включват множество решения, а това води до неудовлетвореност на потребителите, когато решенията не са съвместими.

„Умните“ сгради трябва да бъдат включени в обхвата на устойчивото строителство и правителството трябва да стимулира тази модернизация на страната и обществото, като облекчава данъците за изпълнението на интелигентни проекти. Цената на една сграда трябва да се анализира през целия ѝ жизнен цикъл и да започне да се прилага реална оценка на жизнения цикъл при анализа на инвестиционните проекти [17].

Основен двигател на ръст на пазара на интелигентни системи, от гледна точка на държавната политика, е намаляването на въглеродните емисии, стремежът към повишаване на енергийната ефективност и устойчивост на сградния фонд.

4. Заключение

През последните години се наблюдава значителен ръст на пазара на „умни“ сгради и прогнозите са той да остане висок и през следващите години.

Статията обобщава основната информация за елементите и функциите на интелигентните сгради като автоматизирано управление на ОВК системите, осветление, водоснабдяване, газоснабдяване, електричество, контрол на достъпа и сигурността, здравето, пожарната защита и развлеченията. В процес на възникване и развитие са и други технологии, които могат да допълват функциите на интелигентната сграда.

IoT оказва значително влияние на развитието на „умните“ сгради. Технологията на интелигентната сграда се базира на няколко градивни елемента, работещи съвместно за правилното функциониране на системата – M2M Комуникация, Интернет на Нещата, изчисления в облак и протоколи за домашна автоматизация.

Сравнителното проучване показва, че инвестирането в „умни“ проекти оскъпява стандартното строителство с около 17 %, при използване на малка извадка, заради липса на данни, и при отчитане само на финансовите разходи. В следващо изследване може да бъде направено сравнение на относителния разход на строителни и монтажни работи при стандартна и интелигентна сграда на базата на вече направено проучване за стандартна сграда [20] и включване на социални, екологични и друг тип ползи, които да бъдат количествено обработени. Допълнителни ползи от строителство на интелигентни сгради са намалено потребление на енергия, което намалява въглеродния отпечатък, спестяване на ресурси, повишаване на комфорта на обитаване, подобряване на работата на сградните системи и оптимално оползотворяване на пространството.

С нарастването на интерактивността на сградната екосистема и възникването на възможности за двупосочна комуникация между потребителите и сградните услуги интересно направление на технологично развитие в сегмента на „умните“ сгради е превръщането им от интелигентни в когнитивни структури. Взаимодействието между човека и интелигентната сграда е източник на данни, огромната част от които все още е неоползотворен.

„Умните“ сгради са свързани с развитието на „умен“ град и „умно“ общество, чиято крайна цел е повишаване на качеството на живот на хората.

Тенденциите на световните, европейските и националните пазари сочат увеличаване на дела на интелигентните системи и интелигентните сгради, но все още има предизвикателства пред развитието им, като цените на някои устройства и необходимостта от държавна регулация, които са основните фактори, стимулиращи технологичното развитие на този пазар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ministry of Communications. Government of India. Technical Report on „M2M/IoT Enablement in Smart Homes”, 2017.
2. San Diego State University California. Smart Communities Guidebook: How California's Communities Can Thrive in the Digital Age. Sacramento Calif: California Dept. of Transportation, 1997.
3. <https://blog.bccresearch.com/the-evolution-of-smart-home-technology>, poseten na 08.09.2022.
4. Reinisch, C., Kofler, M., Iglesias, F., Kastner, W. Thinkhome energy efficiency in future smart homes. EURASIP Journal on Embedded Systems. 2011 Dec; 2011:1-8.
5. <https://www.iotworldtoday.com/2017/10/13/internet-things-healthcare-applications-benefits-and-challenges/>, poseten na 15.09.2022.
6. Domb, M. Smart Home Systems Based on Internet of Things. In: Ismail, Y., editor. Internet of Things (IoT) for Automated and Smart Applications [Internet]. London: IntechOpen; 2019. doi: 10.5772/intechopen.84894.
7. Patel, K., Patel, S., Scholar, P., Salazar, C. Internet of Things, IoT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges, International Journal of Engineering Science and Computing, 6(5): 6122-6131. 10.4010/2016.1482. ISSN 2321 3361.
8. <https://inspiredtech.eu/bg/blog/novini-i-statii/za-protokolite-za-avtomatizaciya>, poseten na 18.09.2022.
9. <https://www.statista.com/outlook/279/130/smart-home/bulgaria>, poseten na 21.09.2022.
10. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-homes-and-assisted-living-advanced-technologie-and-global-market-121.html>, poseten na 21.09.2022.
11. <https://www.bloomberg.com/press-releases/2019-04-08/european-smart-home-market-worth-44-0-billion-by-2024-exclusive-report-by-marketsandmarkets>, poseten na 21.09.2022.
12. <https://getlono.io/>. Lono – Guide du logement connecté et intelligent, poseten na 21.09.2022.
13. <https://fohar.bg/>, poseten na 22.09.2022.
14. Sachanski, B. Development of a business plan for an investment construction project (implementation of a "smart" residential building). Diploma thesis, 2020.

15. *Lindskog, H.* Smart communities initiatives. In Proceedings of the 3rd ISOOneWorld Conference, 2004 (16): 14-16.
16. <https://www.tech-dom.com/bg/tehnologii-za-inteligentni-sgradi-tendencii-danni-i-prognozi/2/2310/>, poseten na 22.09.2022.
17. <https://dariknews.bg/regioni/sliven/umnite-sgradi-stroitelstvoto-na-bydeshteto-1407035>, poseten na 22.09.2022.
18. *Thormundsson, B.* Global Smart and connected home market revenue 2019 & 2025. <https://www.statista.com/statistics/1239626/smart-home-market-revenue-worldwide/>, poseten na 24.01.2023.
19. *Lasquety-Reyes, J.* Smart Home revenue forecast in Europe until 2025, <https://www.statista.com/forecasts/528116/revenue-in-the-smart-home-market-in-europe>, poseten na 24.01.2023.
20. *Rabotova-Hristova, Y., Hrishev, L., Radlov, K., Ilieva, V., Kancheva, Yana.* Relative cost of types of SMR in the implementation of buildings with monolithic reinforced concrete construction. X International Scientific Conference on Architecture and Construction, Varna, Bulgaria, Proceedings 2021 (3): 415-420.
21. IEEE Standard for a Convergent Digital Home Network for Heterogeneous Technologies, in IEEE Std 1905.1-2013, vol. no. pp. 1-93, 12 April 2013, doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6502164.
22. <https://blog.3g4g.co.uk/2010/02/quick-introduction-to-m2m.html>, poseten na 24.01.2023.

INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

J. Mancheva¹, B. Sachansky²

Keywords: *intelligent systems, management, building optimization, smart buildings, technologies*

ABSTRACT

The development of smart technologies has been remarkable in the last twenty years. These technologies offer a variety of opportunities to optimize various processes related to building and city management. The paper examines the trends, data and forecasts for the application of smart technologies in building construction. Building components and systems for the implementation of intelligent buildings are systematized. A study of the smart building market is made, and the price of a smart and standard home is compared. The possible perspectives and challenges for intelligent buildings and their application in a national, European and global context are investigated. The concepts of smart city, smart society and cognitive buildings are explored as a possible evolution of smart buildings.

¹ Julieta Mancheva, Prof. Dr. Eng., Dept. "Construction Management and Economics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: mancheva_fce@uacg.bg

² Boris Sachansky, Eng., Dept. "Construction Management and Economics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: b.sachansky_fce@uacg.bg