



**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**  
**ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ**  
*1113 София, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 2*  
*Телефон: (02) 979 66 11, (02) 870 84 94; Факс: (02) 870 72 73*  
*Електронна поща: [iict@bas.bg](mailto:iict@bas.bg)*

# **А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**Н А**

# **Д И С Е Р Т А Ц И Я**

**За придобиване на научно-образователна степен „доктор“**

**Тема: „Информационно-комуникационни технологии за  
интелигентни домове“**

**Автор: маг. инж. Росен Симеонов Петров**

**Научно направление: 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“**

**Докторска програма „Приложение на принципите и методите на  
кибернетиката в различни области на науката“**

**Научен ръководител: проф. д-р Димитър Карастоянов**

**София, 2021 г.**

# **I. Обзор, анализ и систематизация на различните видове информационно-комуникационни системи за интелигентни домове**

## **1.1. Дефиниция за интелигентни домове**

Концепцията за интелигентна сграда получава все по-голямо внимание в последните две десетилетия, различни в същността си са разработени доста интелигентни сгради и сградни технологии.

Подходите за определяне на интелигентни сгради могат да бъдат групирани в три категории, както са изброени по-долу:

- **Подход, базиран на експлоатацията на сградата;**
- **Подход, базирани на услугите, които сградата в е състояние да предложи;**
- **Системно базирани услуги;**

Типична дефиниция, базирана на ефективността, може да бъде тази на Европейската група за интелигентно строителство (European Intelligent Building Group). EIBG определя интелигентните сгради като такива, създадени да предоставят на своите потребители най-ефективна среда и в същото време сградата използва и управлява ресурсите максимално ефективно, така че да минимизира разходите за съоръжения и инсталации.

Определенията, базирани на услуги, описват интелигентната сграда от гледна точка на услугите и/или качество на услугите, предоставяни от сгради. Японският институт за интелигентни сгради (JIBI) дава пример за дефиниция, базирана на услуги: интелигентната сграда е сграда с функции за комуникация, офис автоматизация и автоматизация на сгради в услуга на нейните обитатели и е удобна за интелигентни дейности.

Дефиницията за интелигентни сгради, се описват чрез директно адресиране на технологиите и технологични системи, които сградите трябва да включват. Типично базирано на системата решение е предложено от китайският стандарт за интелигентни сгради Design Standard (GB / T50314–2000), който гласи, че интелигентните сгради осигуряват сградна автоматизация, офис системи за автоматизация и комуникационни мрежи и оптимално интегрира структурите, системите, услугите и управлението, осигурявайки на сградата висока ефективност, комфорт, удобство и безопасност за нейните обитатели.

В контекста на съвременната строителна среда обаче е очевидно, че интелигентните сгради не могат да съществуват без включване на технологични системи, особено системите за информационни технологии (ИТ).

Интелигентните сгради са интердисциплинарни и включват мултииндустриално инженерство на системи. Те изискват правилната комбинация от архитектура, структура, среда, строителни услуги, информационни технологии,

автоматизация и управление на съоръжения. Освен това интелигентните домове и сгради са също така силно свързани с икономическите и културните аспекти.

### **Еднофамилна сграда, построена съгласно действащите норми**

Конструктивните особености на една сграда са типични и повтарящи за всяка една и могат да бъдат обобщени по-долу:

Покрив – Независимо от типа на покрива (плосък или скатен) и неговата основна конструкция (дървен или бетонен) той трябва да служи като основна топлоизолираща част от цялата конструкция.

Стени – Стените трябва да притежават определени характеристики, за да отговорят на стандартите за топлопреминаване, устойчивост и здравина. Най-масово се използват за изолиране на стени каменна вата, окачени фасади пенополистирол.

Под – Също трябва да отговаря на определени изисквания и стандарти с цел предотвратяване на пропадане, термоустойчивост и предпазване от проникване на вода и влага.

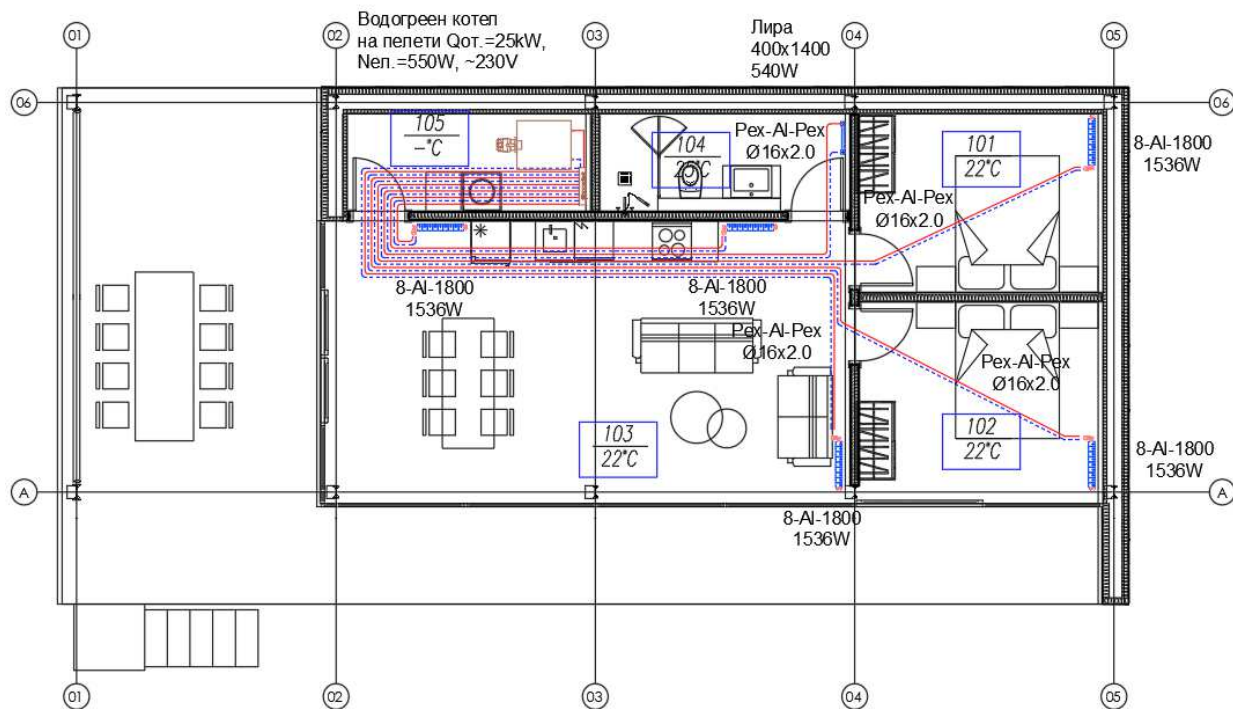
На фигура 1.1. е представен концептуален модел на еднофамилна жилищна сграда. Тя се състои от всекидневна, две спални помещения, санитарен възел, техническо помещение и открита веранда.



*Фигура 1.1. Концептуален модел на еднофамилна жилищна сграда*

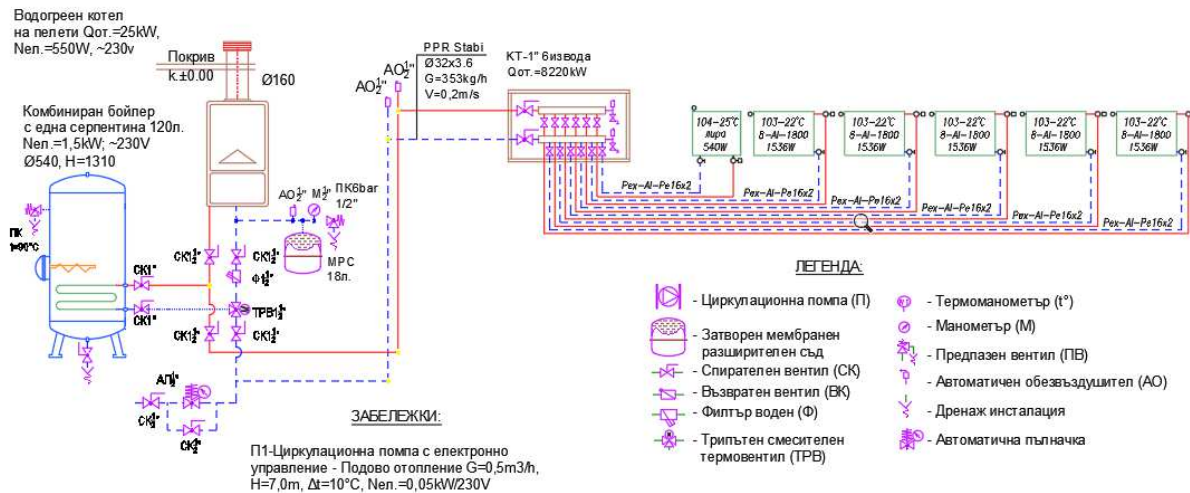
Предвидената отоплителна инсталация е в състояние да задоволи топлинните нужди на сградата. Заложена е локална водно-помпена отоплителна инсталация с топлоносител гореща вода, произведена от водогреен котел на пелети.

На фигура 1.2. е показана тръбната разводка, отоплителните тела и котела, монтиран в техническото помещение на къщата. Загрята вода ще се доставя към бойлера и отоплителната инсталация чрез вградена в котела циркуляционна помпа с електронно управление, снабдена с необходимата арматура.



Фигура 1.2. Тръбна разводка и топлинни консуматори

Инсталацията, предмет на проекта схематично е показана на фигура 1.3., като за по-голяма яснота са нанесени котролната и спирателна арматура, както и всички необходими диаметри и допълнителна информация.



Щранг схема

Фигура 1.3. Щранг схема на машини, съоръжения, предпазна и контролна арматура.

## 1.2. Европейски практики и перспективи

Политиката на отделните страни и на ЕС като цяло се фокусира върху стремежа по да се намали отделянето на вредни газове в атмосферата. Целта на ЕС е намаляване на вредните емисии с 55% до 2030г., а до 2050г. да се постигне нулев

въглероден отпечатък т.е. да постигнем въглеродно неутрална икономика. Подписан е т. нар. „Европейски зелен пакт“ известен още неофициално като „зелена сделка“ . Европейският зелен пакт предоставя план за действие за

- повишаване на ефективното използване на ресурсите чрез преминаване към чиста, кръгова икономика
- възстановяване на биологичното разнообразие и намаляване на замърсяването

За постигането на целта ще са необходими действия във всички сектори на икономиката, като например:

- инвестиране в екологосъобразни технологии
- подкрепа на иновациите в промишлеността
- въвеждане на по-чисти, по-евтини и по-здравословни форми на частен и обществен транспорт
- декарбонизация на енергийния сектор
- подобряване на енергийната ефективност на сградите
- работа с международни партньори за подобряване на екологичните стандарти в световен мащаб.

В Европейския зелен пакт е предоставена пътна карта с действия за по-ефективно използване на ресурси чрез преминаване към чиста, кръгова икономика и за спиране на изменението на климата, обръщане на тенденцията към загуба на биологично разнообразие и намаляване на замърсяването. В пакта са посочени необходимите инвестиции и наличните финансови инструменти и е обяснено как да се гарантира справедлив и приобщаващ преход.

### **1.3. Представяне на интелигентна сграда**

Въпреки че успешното използване на съвременни технологии, включително ИТ, е основна характеристика на интелигентните сгради, внедряването на технологии не трябва да бъде единствената цел на интелигентни сгради. Що се отнася до хардуерните съоръжения, интелигентни сградите не могат да бъдат отделени от архитектурния дизайн, фасади и материали, които са сред основните елементи на интелигентността на сградите.

Интелигентната архитектура се отнася до създаването на структури, чиито интегрирани системи са способни да предвиждат и реагират на явления, независимо дали са вътрешни или външни, които влияят върху работата на сграда и обитатели.

Интелигентната архитектура се отнася до три различни области:

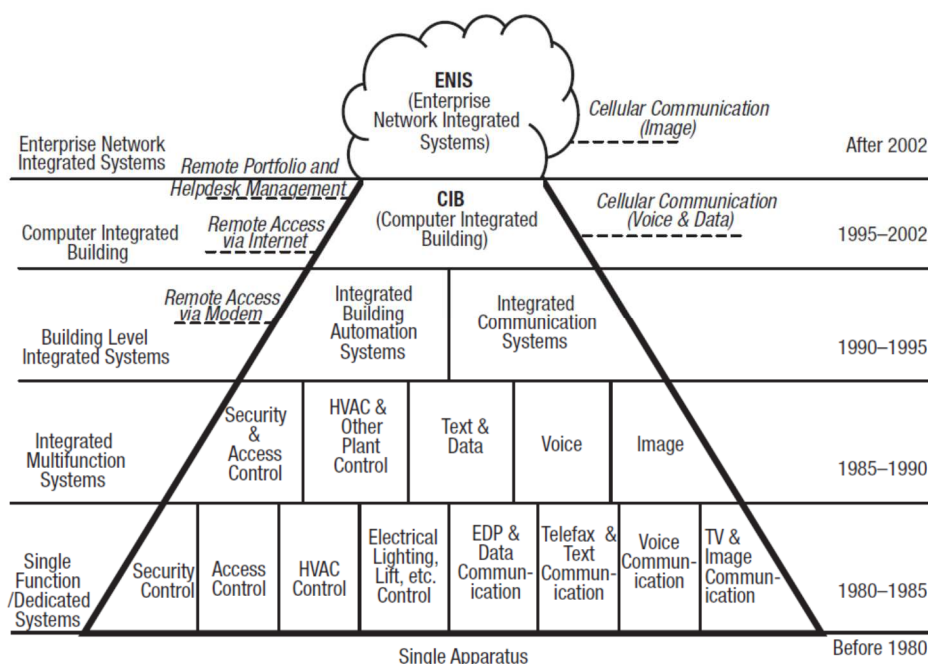
- Интелигентен дизайн;
- Подходящо използване на интелигентни технологии;
- Интелигентно използване и поддръжка на сгради.

Характерът на обвивката /изолации и сградни облицовки/ на сградата ще бъде повлиян драстично от развитие на интелигентни сгради. Фасади, проектирани да интегрират в себе си нововъзникващите технологии ще имат присъща

„интелигентност“ и ще могат да реагират автоматично или чрез човешка намеса на контекстуални условия и индивидуални нужди. Сега интелигентните фасади могат:

- да бъдат централно контролирани, като същевременно осигуряват на обитателите възможността за ръчно управление на системата;
- промяна на техните термофизични свойства като термично съпротивление, пропускливост, абсорбция и др .;
- модифицират техния вътрешен и външен цвят и/или текстура;
- функционират като комуникационни медийни фасади с видео и аудио възможности;
- промяна на оптичните свойства и позволяване на създаването на шарени стъкла, осигуряване възможност за динамично засенчване и дистанционно управление на светлината.

Еволюцията на интелигентните сградни системи е илюстрирана на Фигура 1.4, която е модифицирана и актуализирана от разработената „Интелигентни строителни пирамиди“ от Европейската група за интелигентно строителство. Нивата и са:



Фигура 1.4. Интелигентна строителна пирамида.

1. Интегрирани еднофункционални / специални системи (1980–5);
2. Интегрирани многофункционални системи (1985–90);
3. Интегрирани системи на ниво сграда (1990–5);
4. Компютърно интегрирана сграда (1995–2002);
5. Интегрирани системи от корпоративна мрежа (2002–).

#### 1.4. Дигитални контролери

Системи за градна авроматизация (ССА), известни също като управление на сградни системи „Building Management System” (BMS), са основно интегрирани процесорни системи. Системата за сградна автоматизация всъщност е цифров контролер, който е свързан към всички подмрежи и възли чрез мрежа.

### **Цели и задачи на дисертационния труд:**

**Целта на дисертационния труд е да се изследва напредъка и интегрирането на нови технологии в съвременното строителство за понижаване на експлоатационните разходи и повишаване на качеството на живот и да се предложи иновативен подход за създаване на умен дом.**

### **За изпълнение на тази цел ще се решат следните задачи:**

1. Ще се направи детайлен обзор, анализ и систематизация на подходи и методи за интегриране на интелигентни технологии при създаване на умни сгради.
2. Ще се изследват съществуващите проблеми, касаещи изграждането на интелигентни домове.
3. Ще се изследва влиянието на сградите върху климата и приноса на интелигентните технологии за борба с климатичните промени.
4. Ще бъде предложен и обоснован иновативен модел за създаване на умен дом, снабден с интелигентни технологии.
5. Ще се проведат експерименти за сравнение на съвременни и иновативни методи за изграждане на умни домове, използвани за подобряване на качеството на живот на обитателите.
6. Получените резултати ще бъдат анализирани.

## **II. Системи за градна автоматизация - ССА**

### **2.1. Какво е ССА**

Системата за автоматизация на сградите (ССА) е общ термин (и също е известна като система за управление на сгради, BMS). Използва се за означаване на широк диапазон на компютъризирани системи за управление на сгради, от контролери със специално предназначение, през самостоятелни отдалечени станции, към по-големи системи, включително централен компютър, локални станции и принтери. ССА е една от основните интелигентни строителни системи.

Основните ползи от прилагането на ССА са разгледани по-долу. Повишена надеждност на монтираните съоръжения и услугите

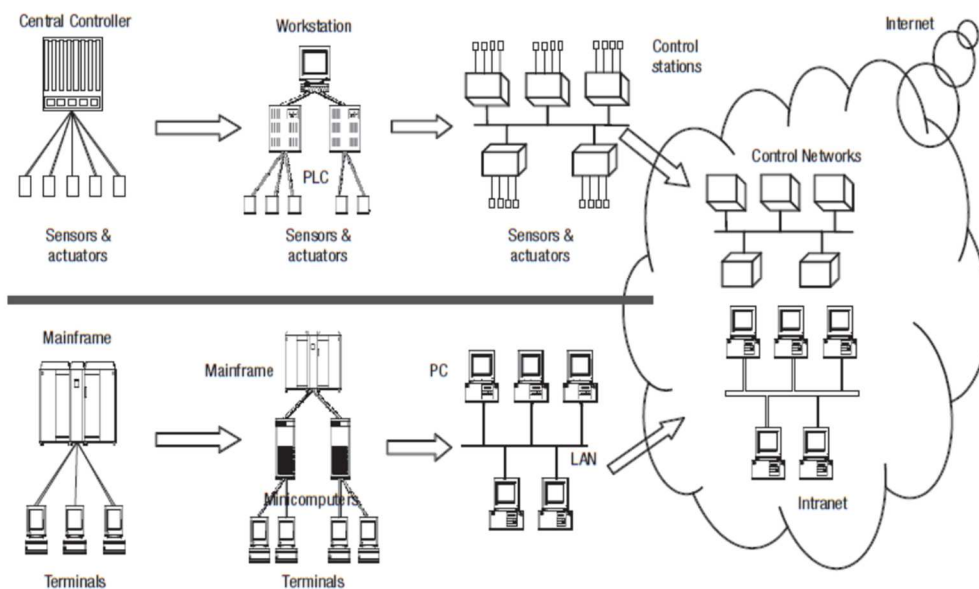
Намалени оперативни разходи  
Управление на сгради  
Повишаване на производителността на персонала  
Защита на хората и оборудването

## 2.2. Развитие на системите за сградна автоматизация (ССА)

Напредъкът на ССА може да бъде разделен на следните етапи:

- централизиран панел за контрол и наблюдение;
- компютъризиран централизиран панел за контрол и наблюдение;
- ССА с панел за събиране на данни (DGP), базиран на миникомпютър;
- базирана на микропроцесор ССА с използване на LAN;
- отворена ССА, съвместима с Интернет / интранет.

Фигура 2.1. е показан напредъка на изчислителните и технологиите за сградна автоматизация и тяхната взаимовръзка.

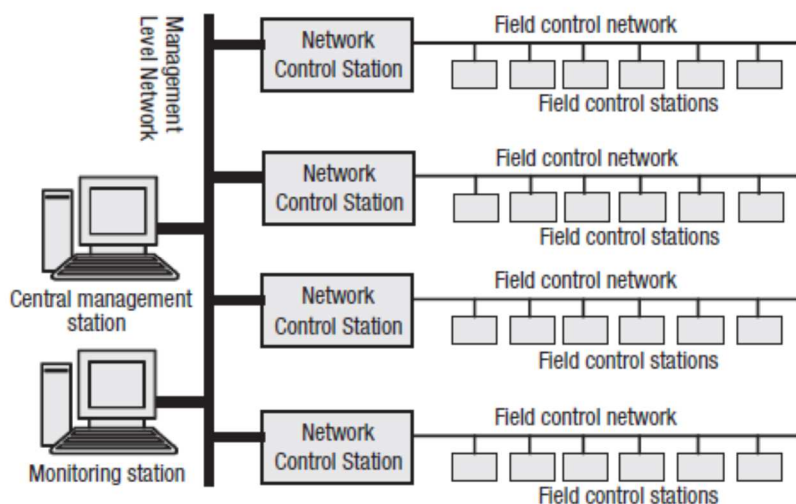


Фигура 2.1. Прогрес на компютъризираните системи за автоматизация

## 2.3. Платформи за програмиране и наблюдение и заобикаляща среда

Фигура 2.2. показва пример за типична мрежова архитектура на сградна система за автоматизация.





Фигура 2.2. Типична мрежова архитектура на BAS.

Програмиращите среди, предоставени от инструментите за програмиране на различните доставчици са различни и могат да бъдат групирани в три категории:

1. Графичен / символен формат;
2. Шаблон или формат на таблица;
3. Текстови формати на езиково програмиране на високо ниво;

Повечето съвременни системи за автоматизация предоставят доста удобен и мощен потребителски интерфейс или интерфейс човек-машина за настройка на мрежата на ССА, настройка на база данни и настройка на контролера, както и за мониторинг и управление на системата. Някои системи споделят една и съща платформа както за конфигуриране, така и за наблюдение.

Типични функции при наличие на ССА са:

- функции за монтаж, управление и контрол;
- функции за управление на енергията (надзорен контрол);
- функции за управление на риска;
- функции за обработка на информация;
- функции за управление на съоръжения;
- мониторинг на ефективността и диагностика;
- управление на поддръжката.

#### 2.4. Принципи и технологии на локални мрежи

Интеграцията е една от основните характеристики на съвременните системи за автоматизация на сградите. Тази интеграция е на цифровите станции или устройства (системна интеграция) и интеграция на контрол и управление на функции (интеграция на функции).

В модерна сграда може да има голям брой цифрови станции или устройства, които да бъдат интегрирани. Локалните мрежи са основният избор за интегрирането на такъв голям брой станции или устройства в сграда или в сгради, разположени на близко разстояние (да речем няколко километра). LAN мрежите са използвани за предаване на данни между станциите или устройствата в мрежите.

### Примери за LAN технологии в приложения

Ethernet (IEEE 802.3)

ARCnet (ANSI стандарт 878.1)

LonTalk

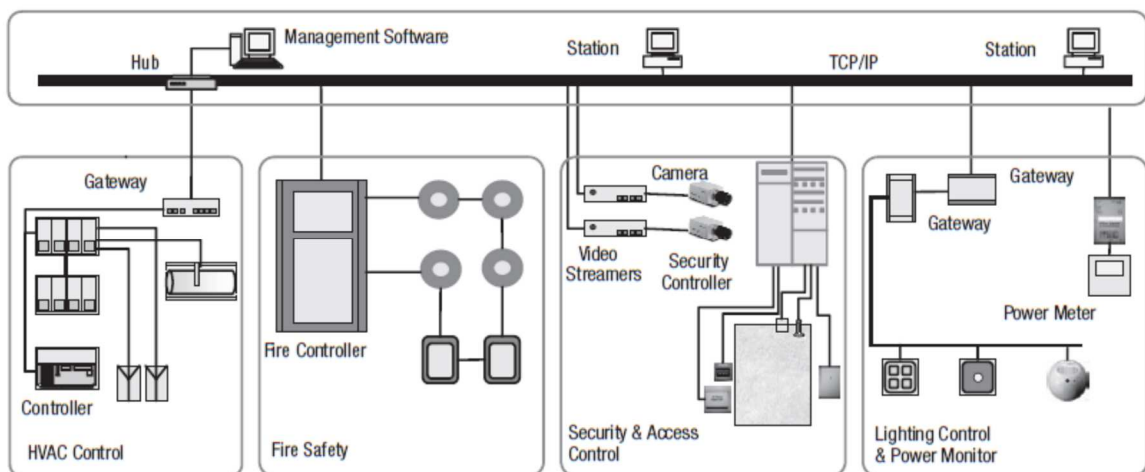
### Безжични технологии

- ZigBee технологии;
- Съвместими с 802.11 (Wi-Fi) технологии;
- Bluetooth технологии;
- Специфични технологии.

## 2.5. Комуникационни стандарти при системите за сградна автоматизация

Като практически пример е показан на фигура 2.3. където се илюстрира конфигурацията на системя, вкл. система за сградна автоматизация, обединяваща:

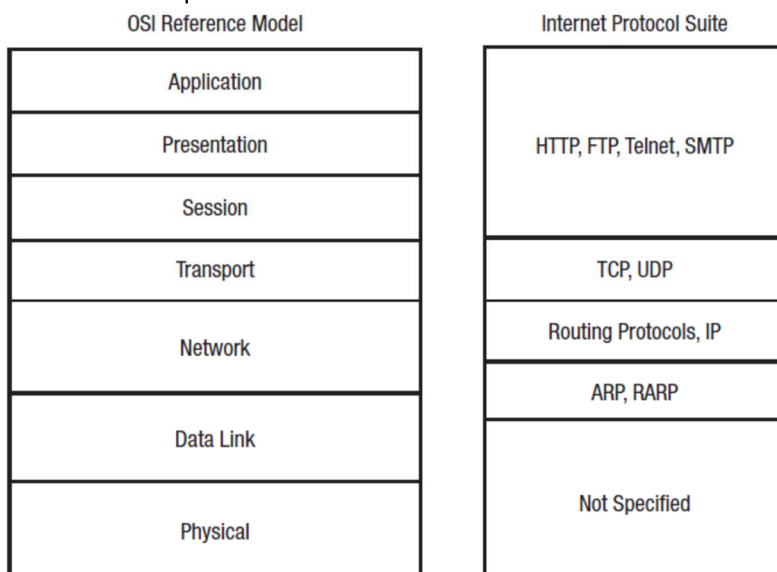
- ОВК система;
- Система за пожароизвестяване;
- Контрол на достъпа;
- Охрана;
- Контрол на осветлението;
- Разход на енергия.



Фигура 2.3. Интегрирана интелигентна сградна система.

## 2.6. Интернет технологии и техните приложения в ССА

Фигура 2.1. показва карта на типични протоколи от пакета за интернет, както и съответстващите им OSI моделни слоеве.



Фиг. 2.4. Интернет протоколите обхващат пълната гама слоеве на модела OSI.

### III. Иновативни решения за подобрене и интеграция на умни технологии за жилищни сгради

Интелигентната сграда е органична комбинация от различни подсистеми, свързани с домашния живот чрез съвременни технологии. Тя може както да споделя ресурси и да комуникира в дома, както и да обменя информация между локалната и външната глобална мрежа. Основната му цел е да осигури на хората ефективна, удобна, безопасна и благоприятна околната среда за живот, интегрираща обслужване и управление.

Има някои основни функции за интелигентен дом, както следва:

- Умният дом може да реализира взаимодействието между потребителя и предприятието на електропреносната мрежа, да получи информация за консумацията на електроенергия и цената на електроенергията, да зададе план за потребление на електроенергия и т.н., насочвайки научно и рационално използване на електроенергия и създаваме съзнание на семейството на самите нас за пестене на енергия и опазване на околната среда.

- Умният дом може да подобри комфорта, безопасността, удобството и интерактивността на нашето ежедневие и да оптимизира начина на живот на хората.

- Умният дом може да поддържа опции като дистанционно плащане.

- Умният дом може да наблюдава и взаимодейства с дома чрез мобилен телефон и отдалечена мрежа.

- Умният дом може да реализира услугата за отчитане и сигурност на измервателните уреди в реално време на водомера, електромера и газомера, които осигуряват по-удобни условия за висококачествена услуга.

#### 3.1. Технологии

## **Интерактивни технологии за електричество**

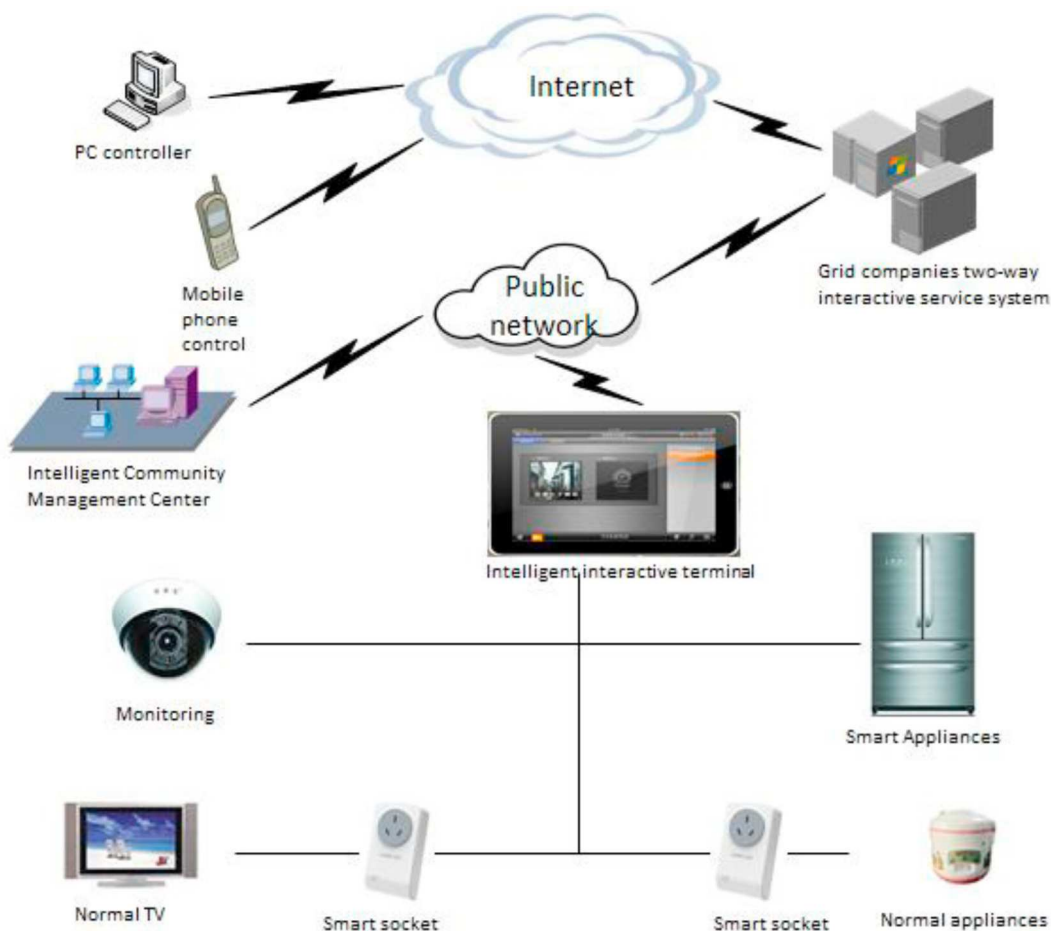
- Информация за енергопотребление. Услугата включва информация за експлоатацията и поддръжката на мрежата, цената на електроенергията в реално време, енергийната политика, публикуването на друга информация, потреблението на електроенергия от потребителя, баланси и текущи сметки и за запитване на друга информация.
- Интерактивно управление на домакинските уреди. В зависимост от нуждите на потребителите се прави анализ на натоварването с електричество в домакинствата, разработване и оптимизиране на електрическата програма, за да насочи потребителят към рационално използване на електроенергията в съответствие с тарифите и личните предпочитания.
- Услуга за разплащане на самообслужване. Многоканално плащане може да се извърши чрез телефон, SMS, уебсайт, терминал за самообслужване и други средства.

## **Технологии за поддръжка**

- Услуги за охрана на жилищни имоти. Според сензорите за газ, дим, движение и други алармени сигнали за дистанционно наблюдение е възможно да се предвидят различни модели за сигурност, за да се постигне максимален контрол на управлението, когато настъпи неочакваната ситуация въкъщи, Чрез системата за интелигентен дом може да се извърши спешно обаждане за помощ и да се увеодми съответния отдел.
- Информационни услуги за комунални услуги (общински, медицински). Потребителите имат достъп до общинска информация, информация за строително-ремонтни дейности, информация за движението и пътищата, информация за здравеопазване и превенция на епидемии. Междувременно, според нуждите на потребителите, системата може да предоставя на потребителите и онлайн медицински услуги, създаване на информационна платформа за здравеопазване за амбулаторни срещи, онлайн консултации и други услуги.
- Бизнес информационни услуги (персонализиране на информация, информационно взаимодействие, услуги за абонамент за новини, и др.). Според нуждите на потребителите и издателите на информация към конкретни потребители да се изпращат по зададен график запаси, валута, различни продукти и друга информация в реално време, както и резервиране на продукти и друга информация.

## **3.2. Система за захранване на Smart Home**

Системата за обслужване на интелигентния дом е платформа за поддръжка за наблюдение, анализ и контрол на потреблението на електроенергия от битовите потребители и също така е важен начин за реализиране на подредено електрическо управление и интелигентно обслужване на енергийната ефективност Фигура 3.1. показва структурата на захранването на интелигентния дом и сервизната система.



Фиг. 3.1. Структура на системата за електро обслужване на интелигентен дом

Системата за електрическо обслужване на интелигентния дом се състои главно от система на главно разпределително табло, комуникационен канал, домашен интелигентен интерактивен терминал и интелигентно електрическо устройство от 4 части:

- Основната система се състои от сървър на база данни, сървър на приложения, рутер, оборудване за сигурност.
- Комуникационен канал, който разделя комуникационна мрежа на дълги разстояния и локална комуникационна мрежа. Дистанционна комуникация, използваща комуникации в обществена мрежа, избор на локална комуникационна мрежа от композитен кабел от оптични влакна, широколентови комуникации по електропроводи, безжични комуникации.
- Домашен интелигентен интерактивен терминал, който е основната част на системата за интелигентен дом, той е централната станция и потребителски контакт център, също интелигентен център за управление на електрическо оборудване.
- Интелигентното електрическо оборудване включва интелигентни уреди, оборудване за сигурност и други устройства и функции. Понастоящем, поради липсата на популяризиране на интелигентните уреди, за да се задоволи контрола на неумните уреди и събирането на електрическа информация, интелигентни контакти могат да се използват за управление на домакинските уреди или за събиране на домакински уреди

### 3.3. Ключово оборудване за интелигентен дом

**Основна управляваща система** - основната система включва сървъри, комуникационни мрежи, работни станции и вътрешни връзки. Също така към нея влизат и маркетинг приложения, услуги за интерактивни уебсайтове и други приложения за взаимно свързване.

**Семеен интелигентен интерактивен терминал** – терминалът е инсталиран на позиция, удобна на потребителите за работа и установяване на комуникация и взаимодействие със смарт контакти, интелигентни домашни уреди и устройства за домашна сигурност.

### **Интелигентно електрическо оборудване**

Интелигентен контакт

#### **Умни уреди**

Прамосмукачка робот

Интелигентна пералня

Пречистватели на въздуха

Интелигентни телевизори

Умно осветление

Умен бойлер

Сигурност на дома. С подходящото място за инсталиране на сензори за дим, инфрачервени сензори, аварийни бутони, сензори за изтичане на газ, камери и др. можем да създадем интерактивен комуникационен терминал за интелигентен дом.

### **3.4. Режим на интелигентен домашен уред:**

Режим на мрежово устройство: (препоръчително вграден)

- интелигентния контакт, на който е включен уреда чрез контрол на мощността, служи за постигане на целта за спестяване на енергия;
- командите за управление, инициирани от интелигентния интерактивен терминал, се предават сигурно към домашния уред през безжичния модул на интелигентния контакт, и се използват за стартиране, настройка и контролиране на домакински уреди;
- Интегриран режим на мрежово устройство, вкл. събиране на данни

### **3.5. Удобни за мрежата уреди**

Удобните за мрежата уреди използват основно вградена технология за автоматично изключване на електрическото захранване от електрическата мрежа, когато честотният сигнал на електрическата мрежа е под предварително зададения праг на зададеното напрежение или при нарушения в честотния сигнал на мрежата в реално време. Предвидимо е, че удобните за мрежата уреди ще реагират на сигнали за напрежение или честота, както и на сигнали от страна на системата за управление, свързани с текущата цена на електричеството.

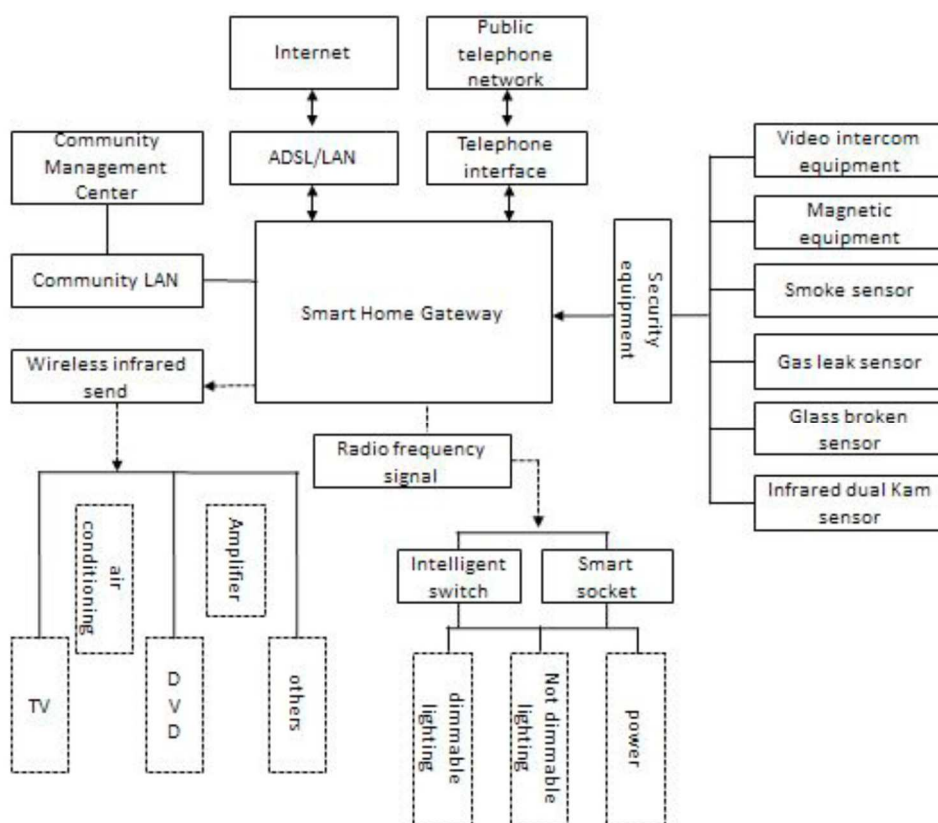
### **3.6. Комуникационна система за интелигентен дом**

Комуникационната система за интелигентен дом може да бъде разделена на 3 части: външна мрежа, „gateway“ и вътрешна мрежа.

- Външната мрежа може да бъде клетъчна LAN, кабелна телевизионна мрежа, телефонна мрежа и интернет, като се използва предимно по-сигурната технология. устройства във всяка подмрежа да могат да комуникират помежду си, като например:
- Мрежа за битови уреди: Домакински уреди (хладилници, климатици, телевизори, микровълнови фурни, перални, осветление и др.).

- Сигурност: Включително защита на околното пространство, домашен видеодомофон, контрол на достъпа, аларма, пожар, изтичане на газ, разливане на вода и др.).
- Високоскоростен достъп до информация: Интернет, видеофони, клетъчен LAN достъп до дома.
- Жилищни услуги: Центърът за управление на общността може да наблюдава и управлява оборудването и околната среда в зададената зона.

Структурата на системата е показана на фиг.3.2.



Фиг.3.2. Структура на системата

### 3.7. Екстериорни решения

#### Външни стени

Съвременните производители предлагат продукти, които покриват много критерии:

- Естествена топлоизолация и климатизация
  - Звукоизолация
  - Микроклимат - комфортът на обитаване. Определението за това е до голяма степен субективно, но са установени две общи условия:
- Повърхността на вътрешните стени да е суха и топла на пипане;
  - Ограждащите конструкции и покритията им да не предизвикват алергични реакции и да нямат неприятни за сетивата емисии.

#### Покрив

Набляга се на влагане на изолационни материали с повишени характеристики, обръща се внимание на географски съображения, геометрията и формата на покрива

## **Гаражни врати**

Гаражните врати вече могат да бъдат снабдени с различни умни подобрения, които улесняват тяхното ползване като дават възможност за разпознаване на собственика и автомобила, когато приближават.

## **Външни щори и екрани /сенници/**

Външните щори и сенници са важен елемент от съвременното строителство, освен за добавяне на акцент във фасадно отношение щорите и сенниците изпълняват важна функция за намаляване на разходите за отопление в дните с високи температури и висок слънчев интензитет.

## **Фотоволтаични и соларни панели**

Енергийните нужди на сградите представляват 40% от общите потребности от първична енергия в ЕС. Следователно, разработването на ефективни енергийни алтернативи за сгради, използвани предимно за електричество, отопление, охлаждане и осигуряване на топла вода, е наложително. Един от начините за намаляване на зависимостта от изкопаеми горива е използването на възобновяеми енергийни системи (ВЕИ), които обикновено са екологични. Системите, които обикновено се използват в сградите, са фотоволтаични слънчеви термални системи.

## **Оползоворяване на дъждовна вода**

По време на валеж падат значителни количества вода, която отива в канавката или в почвата. Количествата могат да достигнат до 50-100л/м<sup>2</sup> в рамките на денонощие. Вместо да се губи целият този обем той би могъл да се употреби за напояване, за миене или за други различни цели. При правилно третиране и филтрация дъждовната вода би могла да достигне характеристики, подобни на тези на дестилираната вода.

**Батерии за съхранение на енергия** – захранвани от фотоволтаични панели или енергия взета от енергоразпределителната мрежа.

### **3.8. Иновативна схема на „умен“ дом с интелигентни уреди и системи**

На фигура 3.13. е показана схема на умен дом, съчетаващ в себе си различни технологии, интегрирани с цел подпомагане и улесняването живота на неговите обитатели.





Фигура 3.3. Принципна схема на умен дом

Умният дом може да ни даде опция да управляваме следните основни системи:

### **Сигурност**

- настройка на охранителна и пожарна аларми с помощта на код от клавиатурата или магнитна карта;
- контрол на достъпа на няколко нива (за деца, приятели, работен персонал);
- поточна информация за състоянието на системата (чрез интернет, мобилен телефон, радио дистанционно управление);
- имитация на присъствие в къщата;
- управление и мониторинг на непрекъсваеми захранвания, генератори и много други видове енергийни източници;
- в случай на неизправност и неизправност в работата им, системата автоматично може да прекрати захранването, като по този начин елиминира възможността от къси съединения и пожари;
- за осигуряването на сигурността се залагат камери за видеонаблюдение и сензори за движение.

### **Икономичност**

- управление на индивидуални отоплителни кръгове;
- определяне на работното време на електрическите уреди;
- управление на отоплението при различни метеорологични условия;
- изключване на неизползвани домакински уреди;

- всичко това ви позволява да постигнем икономия на енергия.

### **Комфорт**

- дистанционно управление на дома, чрез сензорни панели, и мобилни устройства;
- едно управление за всички електрически уреди;
- различни сценарии за осветление и отопление;
- навлизане на различни асистенти, които позволяват най-разнообразни услуги и възможности.

## **IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ**

### **ПРИМЕРЕН МОДЕЛ НА ЕДНОФАМИЛНА КЪЩА С ВГРАДЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ**

*Приложеният примерен модел представлява еднофамилна къща на един етаж, на която се разполагат две спални помещения, всекидневна с кухненски бокс, санитарно помещение, техническо помещение и открита тераса. В процеса на разработка с цел постигане на оптимални резултати се съсредоточаваме в две насоки:*

- пасивна, която включва елементи и части от сградата, които благодарение на своята ориентация или същност спомагат за намаляване на разходите за електроенергия и повишават нивото на комфорт. Тази насока включва дизайна на сградата и използваните при строителството материали и конструкции, различни практични решения и идеи като системи за пречистване на отпадни води и добиване на енергия от фотоволтаични панели.
- активна, която обединява всички системи, които могат да бъдат задвижвани /отваряни или затваряни, включвани или изключвани/. В тази насока са всички системи за сигурност, датчици и сензори, инсталации за поддържане на микроклимата, осветлението и цялото домакинско оборудване.

#### **4.1. Интелигентен дизайн**

##### **Фасада**

При проектирането са взети предвид различни особености на географския регион, както и строителните техники и технологии. Сградата е с богато остъкление с френски прозорци, осигуряващ гледка към заобикалящата я среда (Фигура 4.1.)



Фигура 4.1. Модел на сграда в хармония със заобикалящата я околна среда

Външните стени са изградени от керамични блокове с дебелина 380 мм и разполагат с повишени топлоизолационни характеристики.

Фасадата е от композитно дърво на принципа на окачената фасада.

Във въздушната междина между тухленият зид и окачената фасада е положен слой допълнителна топлоизолация с дебелина 50 мм. По този начин коефициента на топлопреминаване на стените е  $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  при норматив от  $0,28\text{W/m}^2\text{K}$ , съгласно сега действащите норми.

### **Врати и прозорци**

Вратите и прозорците са от дограма с троен стъклопакет с различна дебелина и разстояние между стъклата, профилът е многокамерен, изграден от фиброкомпозитен материал, който осигурява изключително добри топлоизолационни характеристики, достигащи до  $U= 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ , благодарение на липсата на метална армировка. В същото време на всички отваряеми врати и прозорци са монтирани датчици за осигуряване на защита от неправомерно проникване.

Предвиден е монтаж на външни щори, които осигуряват здравословни нива на вътрешната температура, в състояние са да осигуряват достатъчна видимост, изпълняват ролята на допълнителна термична и ветро защита, както и дават възможност за пълноценно използване на дневната светлина без нежелани отблясъци и отражения. Разполагат с опция за електрически и дистанционен контрол

### **Под и покрив**

Подът и покривът са направени съгласно всички изисквания на действащите нормативни наредби и закони. Структурата на вложените материали е ориентирана за осигуряване на достатъчно добри топлоизолационни характеристики. Както пода така и тавана са топлоизолирани с екструдирани пенополистирол XPS, който има

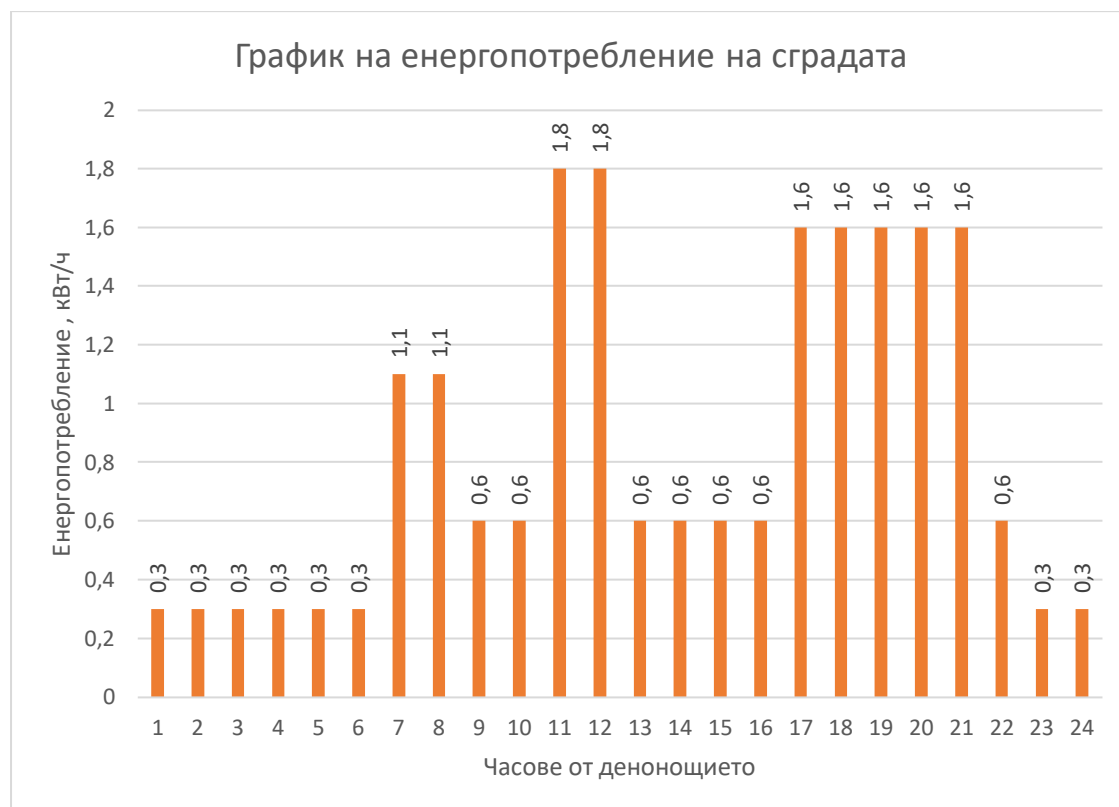
капилярна микроструктура и притежава максимално затворена клетъчна структура, което го прави неподатлив на вода и водни пари.

## 4.2. Интелигентни технологии

### Фотоволтаична система

На покрива на сградата са монтирани фотоволтаични панели, които са в състояние да задоволят енергийните нужди на обитателите. Монтирани са под подходящ ъгъл за максимално поглъщане на слънчевата светлина, ориентация им е юг- югоизток. Системата е с възможност за корекция на ъгъла в зависимост от сезонните особености. Избора на броя и вида на панелите е съобразен със средното енергопотребление на дневна база.

На база отчетеното прогнозно електропотребление за цялата сграда, предназначена за целогодишно ползване е изготвен график с изразходваната енергия за пълноценно функциониране и осигуряване на необходимото ниво на комфорт (Фигура 4.2.).



Фигура 4.2. График на енергопотребление на сграда  $\Sigma N_{ел.} = 20,6 \text{ kW/h}$

Видно от графиката става ясно, че в определени часови зони потреблението на енергия е по-интензивно. Това са часовете преди работа, времето за обяд и часовете след приключване на работния ден. За да осигурим необходимата енергия на покрива се предвижда разполагане на 39 броя фотоволтаични панела.

Панелите са с монокристална структура 158x158мм, броя на клетките е 144(6x24), размерите са 2031x1008x30 заложената мощност, която са в състояние да

произведат е 405W в рамките на един час. Заложената ефективност на фотоволтаичния панел е 19,78%.[64]

В България съществуват данни от дългогодишни наблюдения за продължителността на слънцегреенето, като средната стойност е 2100 часа за година. В някои райони дори достига до 2500 часа, които съответстват на 1400-1600kW/m<sup>2</sup> върху хоризонтална повърхнина.

Продължителността на слънцегреенето е различна за различните части на страната поради географските особености и различия. За района на София достига 2020 часа за година.

$$Q_h = 39 * 405 = 15795 \text{ W/h}$$

На двадесет и четири часова база, използвайки коефициента на полезно действие получаваме:

$$Q = 15795 * 24 * 0.1978 = 74,9 \text{ kW}$$

За задоволяване енергийни нужди на нашата сграда за 24 часа са необходими 21 кВт електроенергия, затова на целия покрив на сградата се предвижда да се монтират фотоволтаични панели, които са в състояние на 2 часа пиково натоварване да осигурят енергия, необходима за цялото денонощие (Фигура 4.3.).



*Фигура 4.3. Покрив с фотоволтаични панели*

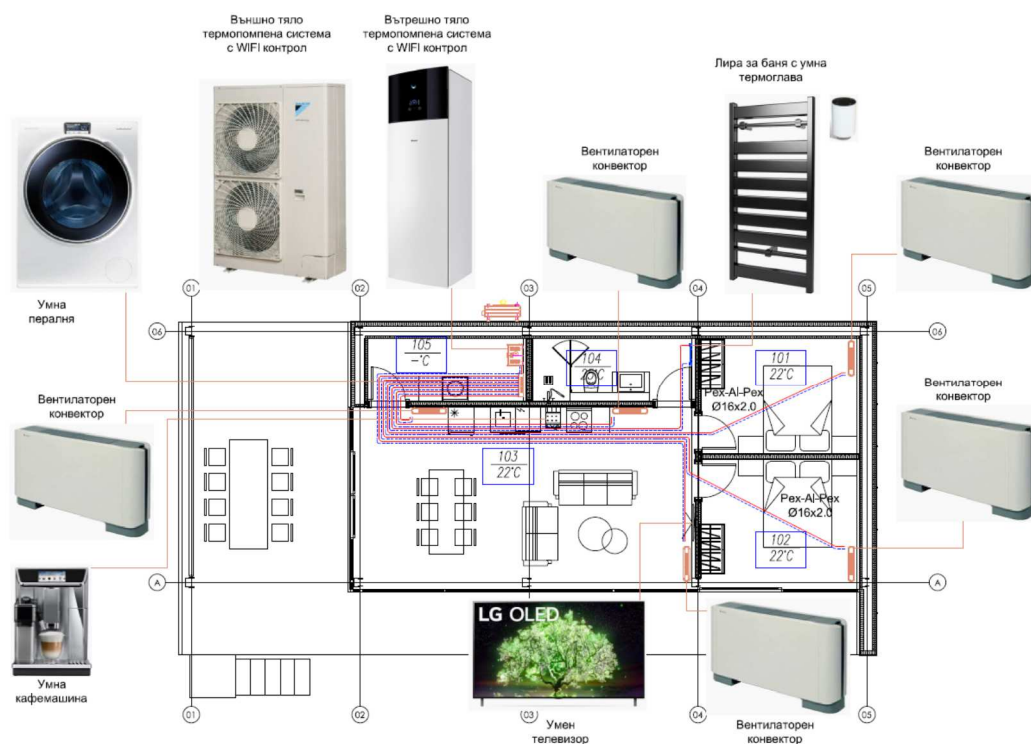
Част от произведената от панелите енергия, при нужда, се използва директно за нуждите на консумиращите електроуреди като бойлер, хладилник или климатична инсталация, а останалата част се съхранява в компактен акумулаторен блок, който е в състояние да осигури достатъчно енергия за еднофамилна къща с две спални. Акумулаторният блок притежава вграден инвертор и висока степен на автономност.

Излишната електроенергия се връща в енергопреносната мрежа като тя следва да бъде изкупувана на преференциални цени без ДДС от 198,27лв/MWh, съгласно основание чл. 21, ал. 1, т. 8б от Закона за енергетиката, чл. 6, т. 1, чл. 32, ал. 1, т. 1 и чл. 32, ал. 4 от Закона за енергията от възобновяеми източници и § 68, ал. 3 от Преходните и заключителните разпоредби на Закона за изменение и допълнение на Закона за енергетиката, обн. ДВ, бр. 91 от 2018 г., § 34, ал. 2 от Преходните и заключителните разпоредби на Закона за изменение и допълнение на Закона за енергетиката, обн. ДВ, бр. 41 от 2019 г.[67]

На фигура 4.4. е показана схема на еднофамилна жилищна сграда с вградени интелигентни технологии.

За осигуряване на подходящ микроклимат – отопление и охлаждане е предвидена термопомпена отоплителна инсталация. Термопомпата е разделен тип с външно и вътрешно тяло. Външното тяло е тип „въздух-вода“ ще се монтира на отделен фундамент, за да се предава шум и вибрации към жилищната сграда. Вътрешното тяло е снабдено с топлообменници, циркулационна помпа с електронно управление, вграден бойлер от неръждаема стомана с електронагревател. Връзката между вътрешното и външното тяло е посредством тръбен сноп от медни тръби за течна и газообразна фаза, захранващ и комуникационен кабел.

Благодарение на вградения топлообменник вътрешното тяло или хидромодул осигурява топла или студена вода, която захранва климатичната инсталация. Отоплението на всекидневната и спалните помещения се осъществява с вентилаторни конвектори за подовостенен монтаж, а на банята с отоплителна лира.



Фигура 4.4. Умни електроуреди

Загрялата вода се транспортира по лъчева схема от разпределителен колектор, който се състои от водоразпределител, водосъбирател, автоматични обезвъдушители, спирателна и контролна арматура. Тръбите са полиетиленови с алуминиева вложка, изолирани с топлоизолация от микропореста гума. Връзката между колектора и вътрешното тяло се осъществява с медни топлоизолирани тръби.

Термопомпената система е снабдена с модул за безжична връзка, конвекторите разполагат с контролер с опция за дистанционно управление, а лирата е с термоглава с електрическа задвижка.

Климатичната система е оборудвана с температурни датчици и комуникационен модул, който може да се управлява ръчно или да бъде с автоматични настройки в зависимост от нашето местоположение. Когато сме на път за къщи системата знае това и променя настройките си, така че когато се приберем да са достигнати оптимални характеристики на микроклимата.

За подгряване на горещата вода в бойлера се използва електроенергията от фотоволтаичните панели, монтирани на покрива на сградата. За целта енергията се насочва към нагревателя през времето, когато имаме най-интензивен поток на слънчеви лъчи, обикновено в ранните следобедни часове. Бойлерът също е снабден с функции за дистанционен контрол и наблюдение, като при нужда може да се изключва или да бъдат променяни неговите параметри.

В техническото помещение освен вътрешното тяло на термopомпата се намират разпределителният колектор и пералнята, която е последно поколение и разполага със смарт технология, която ни позволява да коригираме времето, за което пере, анализира за често срещани проблеми и дава варианти за решаването им, съветва ни за конкретни програми, които да оптимизират циклите на пране. Пералня се свързва към домашната мрежа посредством приложение, което ни позволява да я управляваме дистанционно през интернет, също така има възможност за свързване и със смарт асистенти.

В кухнята се предвиждат изцяло уреди с опция за управление през интернет, като например кафе машината може да приготви кафето точно преди ставане. Хладилникът разполага с екран, чувствителен на допир, който дава различна информация, има опция за вградена вътрешна камера, съвместим е с домашни интернет асистенти.

Телевизорът е снабден с операционна система и разполага, както с опция за връзка към безжична мрежа, така и блутуут технология и опция за кабелна връзка.

За чистотата се предвижда умна прахосмукачка с опция за мокро почистване.

За всички останали уреди, които не разполагат с опция за контрол през интернет са предвидени умни електрически контакти, които могат дистанционно да пускат или да спират въпросните изделия.

Осветлението е изцяло на базата на LED технологията, което ни гарантира висока надеждност, дълга експлоатация и нисък разход на енергия. Всяко осветително тяло е част от локалната система за управление и контрол.

Управлението на всички инсталирани уреди и системи са обединени и лесно управляеми посредством специализиран софтуер. Един от най-често прилаганите се е продукт на компанията "Apple" т.нар. "Apple home".

С негова помощ сме в състояние да следим и контролираме всяка система, съвместима с този софтуер, като например да следим чистотата на въздуха, температурата в помещенията, дали са включени дадени електроуреди, да управляваме гаражната врата, както и системите за сигурност.

Приложението Home групира аксесоарите по стаи, така че можете лесно да контролираме устройствата във всяка част на дома с докосване или щракване. Можем дори да кажем на гласовия асистент „Siri“ нещо като „Изключи осветлението

на спалнята ми“ или „Започни да отопляваш горе“. Можем да натиснем икона, за да изпълним по-сложни задачи като затъмняване на светлините или регулиране на термостата.

„Apple home“ ни позволява да задаваме конфигурации, които дават възможност за работа с множество аксесоари в определена комбинация - всичко с една команда. Така че можете да създадем режим, наречен „Напускане на дома“, която изключва светлините, заключва вратите ви и понижава температурата от термостата.

Гласовият асистент, интегриран във всяко мобилно устройство ни позволява да задаваме команди и режими от всяка точка на света.

Системата има и опция да се грижи сама за нашия дом като например в зависимост от нашето местоположение може да включи светлините, да усилва отоплението преди да сме станали, използвайки сензори за движение да управлява индивидуално осветлението по помещения, както и да изгаси навсякъде, когато всички сме напуснали сградата.

За оползотворяване на отпадните води е предвидена локална пречиствателна станция. Тя е с компактни размери, не отделя миризми и дава възможност пречистената вода да се ползва за поливни цели. В допълнение към пречиствателната станция е монтиран отделен резервоар от пластмаса, подсилен с фибростъкло, в който се съхранява дъждовна вода.

Пречиствателната станция за битови отпадни води не се нуждае от електричество. Тя е с обем 2200л. и е предназначена сгради с четирима постоянно живеещи души в нея. Състои се от резервоар, филтърна шахта филтърна кофа, капак за резервоари нивелационен пръстен (Фигура 4.5.).



Фигура. 4.5. Пречиствателна станция за домакинство от четири души.

### **4.3. Интелигентно използване и поддръжка на сгради**

Целият обем постъпваща информация се приема в системата за сградна автоматизация, която комуникира от една страна с инсталираните уреди и системи, а от друга страна с потребителите. Там се обработва информацията за произведената и консумираната електрическа енергия в домакинството, системата задава графици за използване на различните електроуреди с цел максимална оптимизация на изразходваната енергия.

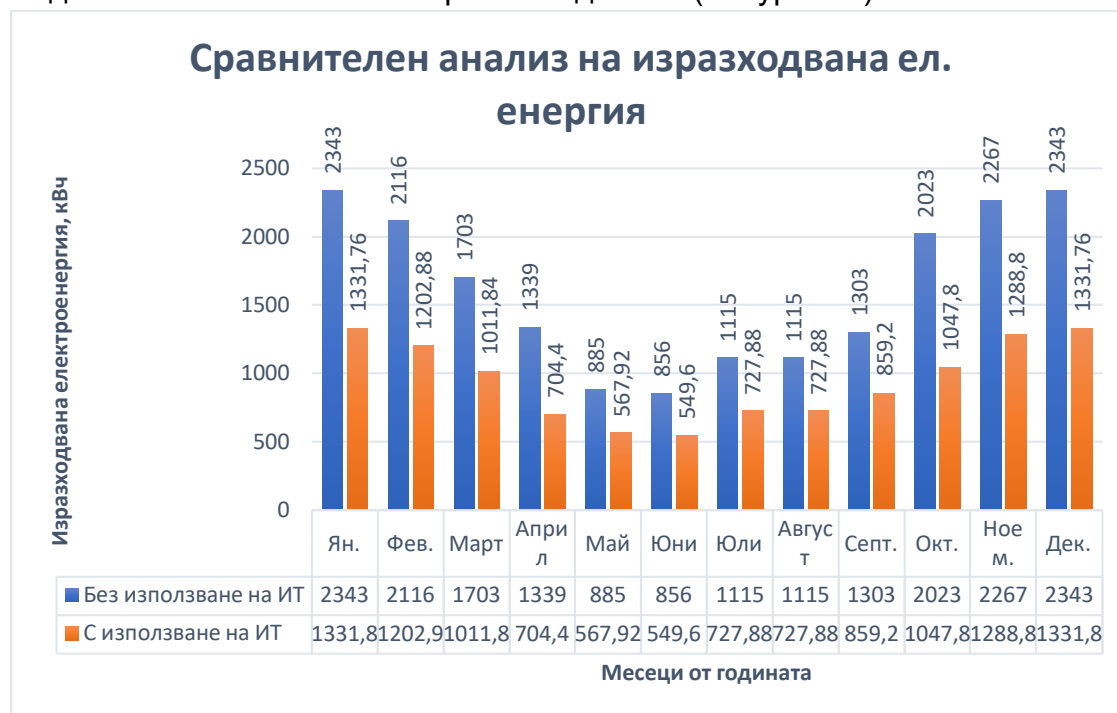


Сградата не е напълно независима като за всеки случай сградата е присъединена към електропреносната мрежа. Към системата за сградна автоматизация е внедрена система за енергиен мениджмънт.

#### 4.4. Анализ

На база преставеният в предишните глави модел можем да направим анализ за преките ползи от интегрирането на ИТ за създаването на един умен дом.

- На първо място това е разходът на електрическа енергия за нормално обитаване на нашия концептуален дом. За целта са разгледани два случая, когато нямаме и когато имаме система за енергиен мениджмънт и сградна автоматизация. Отчитането е направено на годишна база и коефициент на едновременност за използване на домашното оборудване. Оборудването включва климатизация, пералня, печка, бойлер, осветление и други уреди като телевизори и компютри с по-ниска консумация на енергия. От резултатите е видно, че при нормална експлоатация е възможно да бъде постигната икономия в рамките до 40% (Фигура 4.6).



Фигура 4.6. Сравнителен анализ на изразходвана ел. енергия

- Реализиране на допълнителните количества електроенергия на свободния пазар. Производството на електроенергия от фотоволтаичната система е различно в зависимост от сезона, времето, както и местоположението на слънцето в зависимост от часа. За интервалите от време, когато потреблението не е интензивно, а акумулаторната батерия е заредена сме в състояние да подаваме напрежение към мрежата благодарение на двупосочен електромер. Системата е в състояние също така и да подава енергия срещу заплащане електроенергия към енергоразпределителните дружества.

- Намаляване на разхода на вода за комунални нужди – чрез изградената локална пречиствателна станция водата за поливане и миене може да се захранва от пречистената вода.
- Осигуряване на автономност чрез системите за сигурност, анализ на параметрите за осигуряване на необходимия микроклимат, частина или пълна независимост от централни доставчици на комунални услуги.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

През последните десетилетия вследствие на активната човешка дейност, независимо от нашите желания, климата на земята се променя с темпове по-бързи от очакваното. Въпреки по-високите разходи за първоначалното изграждане на умен дом, с внимателно планиране и задълбочен анализ сме в състояние да постигнем високи резултати, както по отношение на грижата към природата, така и в дългосрочен план да възвърнем вложените инвестиции.

Интеграцията на цял набор от ИТ създава възможността да живеем с по-малко стрес без да нарушаваме своя ритъм, като в същото време сме в хармония с природата, и се грижим за нейното добро състояние, намалявайки въглеродния отпечатък.

## П Р И Н О С И

Приносите в дисертацията имат основно научно-приложен характер и са както следва:

1. След детайлен обзор е направен критичен анализ и систематизация на методи и средства за интегриране на интелигентни технологии при създаване на умни сгради.
2. Обсъдени са съществуващи проблеми и решения, касаещи изграждането на интелигентни домове.
3. Изследвани са влиянието на сградите върху климата и приноса на интелигентните технологии за борба с климатичните промени.
4. Предложен е иновативен модел за създаване на умен дом, снабден с интелигентни технологии.
5. Направена е експериментална разработка на еднофамилна къща с вградени интелигентни системи за управление.
6. В експерименталната разработка са вложени иновативни решения с цел енергийна ефективност и многофункционални интелигентни информационно-комуникационни технологии
7. Резултатите са анализирани и апробирани във фирма „МАРТМАКС“ ООД

## Публикации по дисертационната тема

1. Karastoyanov D., **Petrov R.** ИКТ в иновативни проекти за енергийно ефективни сгради и комплекси. XXVIII Международна научно-техническа конференция – АДП 2019, 2019, ISSN:1310 -3946, 296-30
2. Yosifova, V, Chikurtev, D, **Petrov, R.** Research and analysis of modern space heating technologies and management for industrial buildings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 878, IOP Publishing Ltd., 2020, ISSN:1757-8981, DOI:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/878/1/012010>, SJR (Scopus):0.2
3. **Petrov R.** Нискоемисионни и високоефективни енергийни сгради. XXIX МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ДИСКРЕТНОТО ПРОИЗВОДСТВО АДП 2020, 2020, ISSN:2682-9584
4. **Petrov R.**, Haralampieva M. УМНИ ДОМОВЕ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 155-160
5. **Petrov R.**, Haralampieva M., Karastoyanov D. ИНОВАЦИИ В СИСТЕМИТЕ ЗА СГРАДНА АВТОМАТИЗАЦИЯ. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 204-208
6. Haralampieva M., **Petrov R.**, Yosifova V.. Sensible Thermal Energy Storage Systems Used in Buildings. The International Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2020, 2021, ISSN:ISSN 1314-8796, DOI:doi: 10.15547/artte.2021.01.006, 49-57

## ДЕКЛАРАЦИЯ

Фирма "МАРТМАКС" ООД декларира, че разработеният от маг. инж. Росен Симеонов Петров иновативен модел за " Информационно-комуникационни технологии за интелигентни домове " представлява интерес за нашата фирма и ние ще го използваме в нашата практика за проектиране и изпълнение на едно- и многофамилни жилищни сгради.

11.2021г.

Мартин Сариев



/управител/