

Мединський Дмитро, ст. магістратури факультету кібернетики
Київського національного університету імені Тараса Шевченка; науковий керівник – д.т.н., професор Власюк А. П. (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне)

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА СИСТЕМИ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ БУДИНОК»

***Анотація.** У статті досліджено основні підходи до проектування і розробки системи інтелектуальний будинок, яка вмєє розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будівлі і відповідним чином реагувати на них. Проаналізовано існуючі рішення і вибрано необхідні технології та актуальне апаратне забезпечення. Розроблено програмний комплекс керування апаратним забезпеченням, який включає базу даних, користувацький модуль і модуль спряження.*

***Ключові слова:** інтелектуальний будинок, передача даних, пакет, давач, інформаційно-комунікаційні технології, сервер.*

***Аннотация.** В статье исследованы основные подходы к проектированию и разработке системы интеллектуальный дом, которая умеет распознавать конкретные ситуации, происходящие в доме и соответствующим образом реагировать на них. Проанализированы существующие решения и выбраны необходимые технологии и актуальное аппаратное обеспечение. Разработан программный комплекс управления аппаратным обеспечением, который включает базу данных, пользовательский модуль и модуль сопряжения.*

***Ключевые слова:** интеллектуальный дом, передача данных, пакет, датчик, информационно-коммуникационные технологии, сервер.*

***Abstract.** The article formed the basic provisions for the design and development of the system «Smart House» that can recognize specific situations occurring in the building and respond appropriately to them. The existing solutions and technologies are analyzed. The necessary technologies and actual hardware are selected among them. According to the requirements software package for hardware control is designed. It includes a database, a user module and interface module.*

***Keywords:** Smart House, data transmission, sensor package, ICT, communication technologies, server.*

Інтелектуальний будинок (розумний будинок / intelligent building, smart home, digital house) – будинок, дача або приміщення комерційного

призначення (бутік, офіс, будь-яка установа), які мають високо-технологічні якісні системи забезпечення та операційний multi-room. За допомогою останнього, функціонально пов'язуються між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано – з пульта-дисплею. Прилади можуть бути під'єднані до комп'ютерної мережі, що дозволяє керувати ними за допомогою персонального комп'ютера та надавати віддалений доступ до них через Інтернет. Завдяки інтеграції інформаційних технологій у домашні умови, усі системи та прилади узгоджують виконання функцій між собою, порівнюючи задані програми та зовнішні показники (обстановку).

Інтелектуальні будинки, як і більшість досягнень сучасної техніки, спочатку були описані фантастами. Але матеріалізуватися ідея почала лише у ХХ-му сторіччі після широкого введення електрики у будівлях і розвитку інформаційних технологій. Перше повідомлення про віддалені прилади контролю можна віднести до розробки Ніколою Тесла дистанційного керування суднами та транспортними засобами у 1898 році [1]. Електричні побутові прилади з'явилися між 1915 та 1920 рр. І одразу продемонстрували готовність суспільства замінити роботу домашнього персоналу дешевими механічними пристроями. Ідеї більш розвинені щодо понять сучасних систем автоматизації будинку були продемонстровані на ярмарках у Чикаго (1934) [1] та Нью-Йорку (1964), де були представлені плани електрофікованих та автоматизованих приміщень [2]. У решті-решт перший серйозний аналог розумного дому з'явився у 1966 році. Це – експериментальна система домашньої автоматизації – «домашній комп'ютер Эхо IV». Його винахідник – Джим Сазерленд, інженер компанії en:Westinghouse Electric. Його технологія – приватний, некомерційний проєкт. Перші «дротові будинки» були зведені американськими винахідниками-любителями у 1960-х, але вони були суттєво обмежені можливостями тогочасних технологій.

Уперше термін «інтелектуальний (розумний) будино» був використаний Американською Асоціацією Housebuilders у 1984 році. Із винаходом мікроконтролерів, вартість на електроприлади швидко падала. Ця ж установа зазначила, що таке помешкання відмінне від звичайного своєю здатністю забезпечувати продуктивне та ефективне використання робочого та житлового середовища. За цим, віддалені інтелектуальні технології керування були прийняті будівельною промисловістю, яка поступово почала вводити їх не лише у бізнесових установах, але і у домашніх помешканнях. Під час активної домашньої автоматизації 90-х років інформатика та телевізійні системи були поєднані для підтримки інтелектуальних можливостей приміщень [2]. У 1995 році винахідники технологій Java оголосили одним із основних призначень цієї технології – «збільшення інтелекту побутових приладів».

Нині технології дозволяють збирати домашню автоматику покомпонентно: обирати лише ті функції розумного будинку, які дійсно потрібні користувачу. Новітні технології керування приміщенням з'являються щодня.

Метою нашої статті є створення системи, яка повинна уміти розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будівлі, і відповідним чином на них реагувати: одна з систем може управляти поведінкою інших за виробленими задалегідь алгоритмами.

Основною особливістю інтелектуальної будівлі є об'єднання окремих підсистем в єдиний керований комплекс. Отже, потрібно створити систему яка буде вміти: *охороняти* будинок, *контролювати* розбиття вікон; контролювати пересування власників/злоумисників в будинку; у разі виникнення нештатної ситуації надсилати повідомлення за допомогою SMS; слідкувати за кліматом, температурою в будинку, температурою на дворі, вести відеоспостереження; контролювати безпеку будинку; уміти розпізнавати і знешкоджувати затоплення в будинку; повідомляти про витоки газу і пожежу в будинку за допомогою SMS; контролювати освітлення; уміти вмикати/вимикати вимикачі освітлення як ззовні, так і всередині будинку та ін. [3; 4].

Інтелектуальний будинок створюється за допомогою професійного проектування та програмування компаніями, що займаються розробкою проектів smart-home. Особливістю smart-home є керування з пульта, на якому людина може натиснути одну-єдину клавішу з метою створення певної обстановки. При цьому, сама система мульти-рум аналізує навколишню ситуацію та параметри усередині приміщення, та, керуючись власними висновками, виконує задані користувачем команди із відповідними налаштуваннями. Окрім того, електронні побутові прилади, встановлені у будинку, можуть бути об'єднані у домашню мережу із виходом в Інтернет.

Щоб спроектувати систему «Інтелектуальний будинок», потрібно відповісти на такі питання – якими саме системами необхідно управляти в інтелектуальному будинку? Які переваги дає ця система і чому це зручно і потрібно? Сучасна людина висуває дуже високі вимоги до комфортності місця існування: естетичні (дизайн і стиль інтер'єру, ландшафту, краса і функціональність навколишніх предметів), кліматичні (тепло, холод, чисте повітря), загальнопобутові (вода, газ, електрика, радіо, телебачення, інтернет, телефонний зв'язок, наявність кухонних машин і систем гігієни саун і ванн), вимоги до безпеки і контролю за нею (безпека житла, хазяїв будинку і їх близьких), вимоги до надійності складних систем (комп'ютери, домашні кінотеатри, посудомийні, пральні машини, СВЧ-печі та ін.). В результаті інженерне оснащення квартир і котеджів неухильно ускладнюється і росте кількість пристроїв, що беруть участь у формуванні цього середовища. Покладати на власника житла управління усіма системами стає незручно, невігдно і небезпечно. Комплексна система управління житлом «Інтелектуальний будинок» бере на себе усю рутинну роботу за вирішенням цього складного завдання, залишаючи людині тільки ухвалення головних, «базових» рішень, наведених нижче.

Централізована система вентиляції і кондиціонування, керована «розумним будинком», забезпечує очищенням від пилу, сторонніх запахів, комах і бактерій, повітрям оптимальної вологості і температури. Інтелектуальний будинок і його система клімат-контролю, враховуючи встановлені параметри, самостійно задіює необхідні для досягнення результату пристрої – кондиціонери, спліт-системи, прилади очищення, зволоження і озонування повітря. Система «Інтелектуальний будинок» візьме на себе усі завдання з опалювання житла. Система автоматичного водопостачання ввімкне і вимкне свердловинні насоси, створить резервний запас води, наповнить басейн або ванну водою, буде регулярно і відповідно до погодних умов орошувати газон або рослини в зимовому саду, зробить очищення і знезараження води перед подачею її в будинок, нагадає про необхідність заміни фільтрів. Система водоочистки стоків і видалення твердих відходів теж виконає свою функцію. «Інтелектуальний будинок» вимкне електрику при короткому замиканні або перевищенні напруги в мережі, вимкне непотрібні електроприлади. При пропажі напруги система автоматично переведе будинок на живлення від резервного дизель-генератора, перекриє подачу газу у разі його витоку, автоматично повідомить про це в газову службу. Своєчасна точна інформація про місце виникнення пожежної небезпеки дозволить людям, що знаходяться в приміщенні, швидко вжити заходи. «Інтелектуальний будинок» впусить в житло тільки членів сім'ї за їхніми відбитками пальців або індивідуальними смарт-картами, дозволить вести відеоспостереження і відеозапис в кімнатах і на території садової ділянки; перевірить чи закриті двері, вікна і кватирки; розв'яже проблему постановки і зняття об'єкту з централізованої охорони. При проникненні в житло сторонніх заблокує вікна і двері, увімкне сигналізацію, повідомить про подію, що сталася в службу охорони і власнику будинку.

Наявність зв'язку комп'ютера управління інтелектуальним будинком з власником за допомогою телефону або Інтернет, надає можливість дистанційного керування усіма системами, враховуючи системи охорони і пожежогашіння. І, звичайно, система безпеки «розумного будинку» в обов'язковому порядку повинна працювати на автономних джерелах для унеможливити виведення її з ладу.

«Інтелектуальний будинок» контролює запас продуктів в холодильнику, роботу пральної і посудомийної машин, кавоварки і печі СВЧ. Вбудований пилосос, керовані розсувні двері, перегородки, штори, що висуваються із стін і стелі, екрани, і тумби з аудіо-відеоапаратурою швидко змінять вигляд кімнати. «Інтелектуальний будинок» буде керувати всім освітленням; регулювати його залежно від часу доби та супроводжує людину при її переміщенні по будинку. Домашній кінотеатр, плазмові панелі у вітальні і спальні, стереосистема в музичній кімнаті, дискотека для підлітків, фонова музика створять суттєвий комфорт в «Інтелектуальному будинку».

Основною ідеєю нашої розробки є створення системи «Інтелектуальний будинок», яка б відповідала певним принципам. Принцип перший («концептуальний»): система повинна мати внутрішні і вміти використовувати зовнішні інформаційні ресурси, щоб адекватно керувати наявною технічною базою і навіть допомагати людині в організації її життя. Принцип другий («приземлений»): взаємодія елементів системи повинна будуватися на HTTP-протоколі. HTTP-доступ повинен вбудовуватися в більшу кількість пристроїв – від специфічних контролерів до мережових камер, не кажучи вже про наявність HTTP-API протоколів у багатьох додатках і сервісах. До речі, цей принцип не виключає інтеграцію різноманітних специфічних протоколів і пристроїв, але тільки через допоміжні програмні або апаратні контролери. В рамках цього принципу варто сказати про внутрішній світ системи – вона працює на базі веб-сервера і інтерфейсом користувача є веб-сайт, так що отримати доступ до управління можна з будь-якого пристрою, що має веб-браузер. Принцип третій («гнучкість в інтеграції»): глибину інтеграції системи слід визначати потребами користувача (ну і ступенем довіри до системи). Це означає, що роль системи може бути різною. В одному крайньому випадку система може бути центром управління та відповідати за логіку функціонування всієї периферії, тобто обробляти сигнали і давати команди всім «веденим» пристроям. В іншому ж, система лише частина розподіленої мережі серед датчиків і контролерів, надійність яких істотно вища. В останньому випадку, контролери лише повідомляють систему про свій стан, але не покладаються на неї у прийнятті рішень. Як показує практика, в домашньому середовищі найкращі результати дає комбіноване рішення, а ступінь зміщення в одну або в другу крайність визначається конкретним завданням. Принцип четвертий («легкість на підйом»): система має легко встановлювати, що необхідно побачити та що слід спробувати.

Приклад сценарію роботи системи «Інтелектуальний будинок» полягає в наступному. Вранці (не раніше 6-ї год і не пізніше 11-ї) при виявленні першого руху в будь-якій з кімнат (крім спальні), система розповідає про поточний стан (температуру на вулиці, час сходу / заходу сонця) і вмикає музику (випадкову папку з доданих в «вибране»).

При відкритті гаражних або в'їздних воріт система про це повідомляє. Також вона нагадує, якщо двері не зачинені (кожні 15 хвилин, але легко вмикються якщо потрібно).

Постійно контролюється температура в контурі опалення – при виході з номінального діапазону, йде повідомлення голосом і на скайп (наприклад: «Температура котла 65 градусів Цельсія. Увага – вище норми і продовжує рости!»). Система знає, яка температура на вулиці і в кімнатах будинку. Система може приймати команди через внутрішній чат, через скуре, зі смартфона (включаючи голосове управління).

Інтерфейс системи доступний на будь-якому пристрої в домашній мережі, а так само через інтернет (закрито паролем). Сам інтерфейс оптимізований для мобільних пристроїв (використовується jQueryMobile).

В інтерфейсі системи є доступ до зображення з IP-камер і система може реагувати на виявлені камерами рухи.

Система управляє окремими елементами зовнішнього освітлення, вмикаючи його через півгодини після заходу сонця і вимикаючи за годину до світанку. Ведеться контроль доступності пристроїв, підключених до домашньої мережі – за якими можна виявити несправності, або визначити присутність когось із домашніх (за автоматично підключеним до Wi-Fi гаджетом). Система періодично сканує bluetooth-діапазон на наявність нових або упізнаних раніше пристроїв (по MAC-адресу) в радіусі дії – за цими мітками так само визначається присутність людей.

Смартфон автоматично передає системі GPS-координати і система веде історію переміщень користувача, реагуючи на вхід / вихід з певних локацій (знає коли господар під'їжджає до будинку і в майбутньому зможе відкривати в'їзні ворота, а при під'їзді до магазину може нагадувати про те, що список покупок не порожній).

Через інтерфейс системи можна керувати програванням медіа-контенту з локального сервера на будь-якому з домашніх комп'ютерів (управління VLC-плеєром, а також XBMC медіа-центром). У системі є додаток для ведення обліку продуктів і складання списку покупок.

Варіанти використання системи постійно поповнюються новими сценаріями від користувачів. Для реалізації багатьох сценаріїв програмування не потрібно – досить настройки наявних модулів і інтерфейсу управління. Динамічний режим мікроклімату будівлі забезпечується використанням математичної моделі мікроклімату приміщень на основі системи звичайних лінійних диференціальних рівнянь, завдяки якій забезпечуються комфортні умови для людини, а також є можливість створення економічних режимів експлуатації.

Модель дозволяє ефективно розраховувати температуру і вологість у приміщенні, враховуючи тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, вікна, стеля, підлога, покрівля). У результаті отримується теплова модель будівлі, за допомогою якої можуть проводитися відповідні розрахунки, а також стає можливою розробка інтелектуальної системи регулювання мікроклімату в будівлях і спорудах.

Вибір обладнання полягає в наступному [5–12]. Справність пристроїв, на базі яких побудована вся система сигналізації, має основне значення для ефективності захисту об'єкта. Користувач повинен заздалегідь запланувати порядок дій у разі виникнення тривожної ситуації, так щоб оцінити ситуацію, визначити за допомогою клавіатури причину тривожного стану і зробити відповідні дії. ПКП INTEGRA є пристроєм, призначеним для управління роботою систем безпеки малих, середніх і великих об'єктів.

Нагляд системи не обмежується охороною від несанкціонованого проникнення, а може також включати цілодобовий контроль правильності функціонування об'єкта. Стан системи безпеки контролюється цілодобово. Порушення будь-якого з елементів системи викликає так звану саботажну тривогу. ПКП реагує на сигнали від окремих сповіщувачів та «приймає рішення» про відкриття сигналу тривоги.

Для того, щоб підключити давачі до комп'ютера і була можливість керувати ними, необхідно підключити модуль INT RS. Це конвертер даних, призначений для роботи з приймально-контрольними приладами серії INTEGRA з мікропрограмою версії 1.06 або більш пізніше. Модуль конвертує дані передавані по шині клавіатур у формат для передачі по інтерфейсу Rs-232.

VS-6020 Pro – сервер IP-відеоспостереження з 20 каналами для запису і VGA-портом для підключення монітора. Оснащена двоядерним процесором Intel Atom і пам'яттю об'ємом 1 Гбайт, VS-6020 Pro VioStor NVR є високопродуктивною системою відеоспостереження, що забезпечує моніторинг багатьох IP-відеокамер, запис і відтворення відео, що надходить від них. VioStor NVR підтримує різні схеми запису: за розкладом, за сигналом або сигналами тривоги, за сигналом з урахуванням розкладу, до і після події. Через зручний інтерфейс користувача можна переглядати екрани моніторингу, стан з'єднань і процесу запису, доступну смугу пропускання. Для підвищення ефективності пошуку служать засоби інтелектуального аналізу відео (Intelligent Video Analytics, IVA), здатні визначати рух в області спостереження, появу там стороннього об'єкта, пропажу об'єкта, расфокусування або блокування камери. VioStor NVR дозволяє захищати дані за допомогою технології масивів RAID 1/5/6, при цьому можна змінювати рівень і збільшувати ємність масиву RAID без зупинки роботи пристрою. Наявність двох портів Gigabit Ethernet забезпечує відмовостійке підключення до мережі, балансування навантаження, а також підключення до різних сегментів мережі. Налаштування пристрою здійснюється через веб-браузер Internet Explorer.

Джерело Eaton 9130 безперебійного живлення (ДБЖ) серії Powerware захищає чутливе електронне обладнання від найбільш поширених проблем живлення, включаючи відключення живлення мережі, просідання напруги, скачки напруги, зниження навантаження, електричні перешкоди в мережі живлення, сплески напруги, коливання частоти, перехідні процеси при перемиканні і гармонійні спотворення.

Купольна HD PTZ камера SNC RH164 має клас захисту IP66, ударостійкий купол і унікальну інтегровану систему вентиляції для захисту сонячного нагріву, яка спеціально призначена для зовнішнього моніторингу у важких умовах.

В якості комбінованого датчика руху вибрано сповіщувач руху фірми Satel серії Silver, для кращої інтеграції з ПКП *Integra 128*.

Датчик пожежний димовий оптичний точковий, призначений для виявлення спалахування в закритих приміщеннях різноманітних будівель і споруд, що супроводжуються появою диму і передачею сигналу «ПОЖЕЖА» на ППК. Пристрій GBD-2 дозволяє запобігти виникненню хибних спрацювань сигналізації. При розбитті скла виникає два послідовних звукових сигнали, що відрізняються за частотою.

Проектування і розробка програмної частини здійснюється на основі результатів, отриманих під час аналізу. Головним її завданням є визначення логічної структури системи. В нашому випадку система поділяється на такі частини: 1) база даних; 2) серверний модуль спряження; 3) користувацький модуль керування зі зручним інтерфейсом.

Архітектура бази даних наведена нижче. Одним із найбільш важливих компонентів розроблюваної нами системи є база даних. Центром системи є СКБД MySQL, але можна використовувати будь-які інші системи управління базами даних, такі, наприклад, як Oracle або Microsoft SQL. В базі даних зберігається вся поточна інформація про елементи системи, стан ключів, значення датчиків, а також історія значень. У ній також зберігаються конфігураційні дані модулів управління, такі як: необхідна температура в приміщенні, кількість і параметри контурів опалення, адреси датчиків. Крім того, в базу записуються логи роботи програми, їх розрахункові значення. Так, значенням температури в приміщенні може скористатися будь-який програмний модуль. Це важливо, наприклад, для паралельної роботи систем опалення та кондиціонування. Ці системи можуть працювати окремо, але будучи запущеними разом, вони повинні координувати свою роботу. Якщо користувач увімкне режим інтенсивного провітрювання будинку, в результаті чого температура в будинку почне різко падати, система опалення повинна розуміти, що відбувається, і не відповідати на це різким підняттям температури в радіаторах, щоб уникнути розгойдування системи після вимкнення активної вентиляції і не допустити перевитрати газу. Але зберігання всіх даних в централізованій СКБД зручно не тільки з боку обміну інформації між керуючими модулями, але і з боку моніторингу роботи системи через веб інтерфейс. Це свого роду такий же клієнт СКБД, як і модулі управління. Веб-інтерфейс через СКБД має можливість переглядати, аналізувати поточні дані, а також управляти роботою окремих програм, але не прямо, а опосередковано. Іншими словами, модулі працюють на базі тих даних, які є в СКБД і існує можливість, як за допомогою веб-інтерфейсу, так і за допомогою інших модулів і програм управляти алгоритмами роботи.

Серверний модуль спряження використовується для отримання інформації з оповіщувачів і для керування різноманітними модулями, тому

необхідна взаємодія користувачького модуля із ПКП Інтегра. Обмін даними здійснюється завдяки використанні протоколу SATEL INT-RS.

Користувачький модуль можна описати таким чином. Система автоматизації розумного будинку побудована на інтернет рішеннях, а саме на таких програмних блоках, як web-сервер, реляційна база даних, скриптові мови програмування, з використанням таких протоколів як TCP-IP, HTTP, та стандартів HTML, CSS. Таким чином, вже зараз можна вибирати для дому те обладнання, яке управляється через інтернет технології, а в майбутньому такі пристрої будуть усюди. Ми вже маємо на сьогоднішній день не тільки побутові медіа-плеєри з підтримкою TCP, SMB, Ethernet, а й холодильники, мікрохвильові печі і навіть пральні машини. Все більше пристроїв підтримують Wi-Fi та інші радіо-технології. Стандарти Інтернет давно вже показали свою перспективність, гнучкість, надійність і головне – довговічність. Скриптові мови програмування, такі як PHP, Perl, Python активно розвиваються, прості у використанні, підтримуються всіма платформами, мають величезну кількість бібліотек, баз знань і рішень.

Програмувати інтерфейс між системою і людиною потрібно саме на Інтернет-рішеннях, так як це дозволить контролювати і змінювати роботу систем розумного дому не тільки з локальної мережі будинку, але й через Інтернет або навіть мобільний телефон. Більшість сучасних мобільних телефонів мають вбудовані web браузерери. Навіть побутові телевізори вже почали проводити з можливістю доступу в мережу і браузером інтернет. Сидячи на дивані, не вмикаючи комп'ютер можна буде подивитися камери спостереження і відкрити дистанційно двері. І все це можна буде зробити без будь-яких складних апаратних конвертерів, мультиплексорів, перехідників. Та й сам Web-інтерфейс не потрібно переробляти під конкретні пристрої. Сучасні засоби CSS + HTML дозволяють робити так звані «гумові» інтерфейси, які самі адаптуються до розміру і дозволу екрану. Сучасні фреймворки та бібліотеки самі визначають, які стандарти підтримують клієнтське ПО, а які ні та використовують потрібні компоненти.

Таким чином, нами розроблена інформаційна система керування безпекою будинку на базі технології ПКП Satel та математична модель управління мікрокліматом приміщень, за допомогою якої забезпечується комфортні умови для перебування людини, а також є можливість створення економічних режимів експлуатації. На основі технологічної схеми розроблено функціональну схему автоматизації, що охоплює кожен поверх будинка. Відповідно, для забезпечення успішного функціонування всієї автоматизованої системи із застосуванням мікропроцесорної техніки, було вибрано і застосовано сучасні технічні засоби автоматизації і складено схеми електричних з'єднань, а також розроблено систему керування будинком і користувачький модуль до цієї системи.

1. Tesla Nikola. Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels and vehicles / Nikola Tesla // Patent 613809. – United States Patent and Trademark Office, 8 November 1898. **2.** Mann William C. The state of the science//Smart technology for aging, disability and independence / William C. Mann. – John Wiley and Sons, 7 July 2005. **3.** Харке В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве / В. Харке. – 2008. **4.** Роберт К. Умный Дом строим сами / К. Роберт, Дж. Тоби. – 2007. **5.** Кразит Т. Стандарт IEEE 802.15.4 как альтернатива / Т. Кразит // Computerworld. – 2004. **6.** Rashid R. F. Accent: a communication oriented network operating system kernel. In *SOSP* / R. F. Rashid, G. G. Robertson. – 1981. **7.** Lucero S. Home automation and security. ABI Research / S. Lucero, S. Schatt. – 2009. **8.** Бараш Л. Многообразие стандартов беспроводных технологий / Л. Бараш // Компьютерное обозрение. – 2007. **9.** Borchers J. Stanford interactive workspaces: A framework for physical and graphical user interface prototyping. IEEE Wireless Communications. Special Issue on / J. Borchers, M. Ringel, J. Tyler, A. Fox. – Smart Homes, 2002. **10.** Brumitt B. EasyLiving: Technologies for intelligent environments / B. Brumitt, B. Meyers, J. Krumm, A/ Kern A., S. A. Shafer. – In *Handheld and Ubiquitous Computing*, 2000. **11.** Calvert K. L. Moving toward the middle: The case against the end-to-end argument in home networking / K. L. Calvert, W. Keith, E. Rebecca, E. Grinter. – In *HotNds*, 2007. **12.** Levy H. M. Capability Based Computer Systems / H. M. Levy. – Digital Press, 1984.