

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖНИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ОВК-СИСТЕМ

УДК 004.3(075)

КИБАЛКО Ігор Іванович

кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інформаційних технологій, кафедра інформаційних технологій факультету кібернетики та системної інженерії Херсонського національного технічного університету

Наукові інтереси: технології підвищення ефективності комп'ютерних систем і мереж.

E-mail: Kybalko.Igor@kntu.net.ua

ВЕСЕЛОВСЬКА Галина Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, доцент, кафедра інформаційних технологій факультету кібернетики та системної інженерії Херсонського національного технічного університету

Наукові інтереси: технології підвищення ефективності комп'ютерних систем і мереж.

E-mail: galina.veselovskaya@gmail.com

НАБОКА Святослав Ігорович

студент магістратури зі спеціальності 8.05010201 "Комп'ютерні системи та мережі"

кафедра інформаційних технологій факультету кібернетики та системної інженерії Херсонського національного технічного університету.

Наукові інтереси: технології підвищення ефективності комп'ютерних систем і мереж

ВСТУП

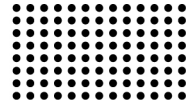
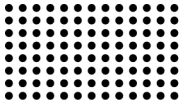
Процеси комп'ютеризації та впровадження мережних технологій на даний час охопили всі сфери професійної діяльності та побуту людини, дозволяючи суттєво підвищити якість умов, ефективність процесів і рівень результатів усіх етапів життєдіяльності; зокрема, одну з визначальних ролей для створення нормальних умов праці та відпочинку людини відіграють ті комп'ютерні системи та супутні мережні технології, що забезпечують підтримку оптимального мікроклімату її довкілля.

До систем зазначеної категорії належать сучасні мережні комп'ютерні реалізації систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря (Heating, Ventilation & Air Conditioning Systems) — так званих ОВК (HVAC)-систем, які дозволяють контролювати та гнучко корегувати стан визначальних параметрів мікроклімату приміщень (як правило, параметрів повітряного середовища), таких як: температура; вологість;

швидкість протягів (руху повітря); рівень кисню та вуглекислого газу; концентрація шкідливих речовин, неприємних запахів і мікроорганізмів; рівень шуму та вібрації; радіаційна температура поверхонь тощо.

Різноманітним аспектам ОВК-систем було присвячено цілий ряд наукових праць, серед яких слід особливо відзначити фундаментальні наукові дослідження, представлені у роботах [1-4].

Проте, незважаючи на наявність достатньо всебічного розгляду проблем, характерних для ОВК-систем, а також методів і засобів їх вирішення, представлених у зазначених роботах, на даний час потребує подальшого дослідження ряд питань, пов'язаних із мережними аспектами функціонування ОВК-систем на основі сучасних технологій бездротових комп'ютерних мереж; відповідно, потребує опрацювання актуальне супутнє питання щодо застосування для досягнення належного рівня



ефективності зазначених досліджень інструментарію прогресивних інформаційних технологій.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Бездротові комп'ютерні мережні реалізації ОВК-систем, які на даний час є актуальними рішеннями для створення комфортних умов життєдіяльності, є достатньо поширеними на зарубіжному ринку товарів і послуг, відіграючи одну з визначальних ролей у складі так званих розумних (інтелектуальних) будинків, але щойно починають завойовувати відповідну нішу вітчизняного ринку.

Природно, що для вітчизняних підприємств, організацій і приватних осіб є дуже цікавою можливістю максимально самостійно здійснювати всі етапи, пов'язані з розгортанням комп'ютерних ОВК-систем на базі бездротових комп'ютерних мереж (БКМ): дана можливість приховує великий потенціал як для економії ресурсів (коштів, часу, кількості задіяних виконавців робіт тощо), так і для збереження штатних режимів умов праці та належного рівня виробничої безпеки завдяки гарантованості отримання передбачуваного результату та мінімізації необхідності задіяння до виконання відповідних робіт сторонніх осіб.

Проте ті базові знання, що необхідні для реалізації зазначеної можливості, у повному та структурно цілісному їх поданні, у загальнодоступних інформаційних джерелах не представлено, при тому, що здійснення окремого здобування таких знань для кожного конкретного проекту розгортання бездротової комп'ютерної мережної ОВК-системи є недоцільним, потребуючи чимало часу та достатньо високої кваліфікації на рівні фахівців-аналітиків комп'ютерних систем; з іншого боку, також неминуче постає проблема отримання можливості ітераційної адаптації проектів бездротових комп'ютерних мережних ОВК-систем до специфіки потреб і запитів їх конкретних споживачів і ряду інших об'єктивних вимог та умов.

Таким чином, доцільним є одноразове здобування указаних базових знань і створення інтелектуалізованої автоматизованої інформаційної системи для підтримки можливостей їх зберігання як електронного ресурсу, надання їх до користування та здійснення на їх основі досліджень з метою гнучкої адаптації проектів бездротових комп'ютерних мережних ОВК-систем до

специфіки конкретних апаратних і програмних реалізацій таких систем, умов їх розташування, цільових категорій користувачів тощо.

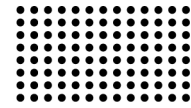
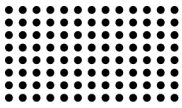
У даній статті опрацьоване одне з найпроблематичніших стосовно інформаційної забезпеченості питань дослідження мережних аспектів функціонування комп'ютерних ОВК-систем, а саме: питання урахування тих особливостей впливу фактору послаблення радіосигналів БКМ малого радіусу дії у процесі подолання ними відстаней і перешкод, що є специфічними для комп'ютерних ОВК-систем і місць їх розгортання (тобто з урахуванням специфічних особливостей габаритних розмірів, топології, конструкції, використаних будівельних матеріалів, інтер'єрів, обладнання й інших характеристик комплексів тих приміщень, де розташовуються ОВК-системи). Проблемність указанного питання обумовлено наступними чинниками: незважаючи на те, що аспекти енергоефективності, швидкодії, радіусу дії та моделювання послаблення радіосигналів у БКМ малого радіусу дії у цілому було опрацьовано достатньо результативно (наукові праці [5, 6] та ін.), але питання функціонування комп'ютерних мережних технологій малого радіусу дії у складі та з урахуванням специфіки комп'ютерних систем типу ОВК фактично не було представлено.

Також у даній статті запропоновано інтелектуалізовану автоматизовану інформаційну систему для здійснення ефективної підтримки досліджень за зазначеним питанням.

Матеріали даної статті є подальшим розвитком результатів досліджень, опублікованих у тезах [7].

РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ

Проведений авторами узагальнюючий аналіз специфічних особливостей існуючих ОВК-систем (технологій їх будови та функціонування, представленості на ринку товарів і послуг тощо), теорії та практики використання в ОВК-системах комп'ютерної техніки та мережних технологій, а також передумов та особливостей застосування до дослідження мережних аспектів функціонування комп'ютерних ОВК-систем інструментарію математичного апарату моделювання послаблення радіосигналів, дозволив зробити ряд



наведених нижче висновків і запропонувати рішення поставлених вище проблем.

Початково відзначимо, що специфічною рисою переважної більшості комп'ютерних ОВК-систем є застосування їх усередині певних приміщень, спектр яких є найрізноманітнішим за цільовим призначенням, топологією, розмірами та багатьма іншими властивостями (промислові та сільськогосподарські підприємства, суспільні установи та фірмові офіси, освітні та культурні заклади, спортивні комплекси та басейни, крамниці та сервісні центри, готелі та ресторани, квартири та садиби, салони засобів пересування та гаражі, підсобні та складські приміщення, однокімнатні та багатокімнатні помешкання, компактні та просторі приміщення, помешкання з низькими та високими стелями, одноповерхові та багатоповерхові споруди тощо).

Також слід відзначити, що у комп'ютерних ОВК-системах може бути найрізноманітнішим конкретне місцезположення та характер взаємного розташування бездротових датчиків і приймачів випромінюваних ними радіосигналів, що взаємодіють між собою згідно з протоколами БКМ малого радіусу дії.

Оскільки ж невід'ємною властивістю радіохвиль є послаблення з відстанню та під впливом перешкод (стін, стель, міжповерхових перекриттів, перегородок, елементів інтер'єру та т.і.), то важливими характеристиками схем розміщення датчиків і приймачів БКМ малого радіусу дії ОВК-систем є їх взаємна віддаленість, а також наявність, кількість і характер розташування між ними зазначених перешкод.

За можливості, рекомендується розташовувати датчики та приймачі ОВК-систем таким чином, щоб між ними були мінімальні відстані та відсутні будь-які перешкоди; проте на практиці часто не видається можливим реалізувати зазначені рекомендації ні у повній мірі, ні навіть частково, оскільки, виходячи з основної функції, виконуваної датчиками, їх найдоцільніше розташування виявляється достатньо жорстко фіксованим відносно певних об'єктів довкілля, з якими пов'язане вимірювання їх показів.

Відповідно, актуальним є врахування коефіцієнтів послаблення радіосигналів, генерованих датчиками ОВК-систем, залежно від заданих умов (відстані, кількості та типів перешкод), з метою визначення реального стану

справ щодо передбачуваної дальності їх дії, можливості побудови з їх використанням працездатних БКМ малого радіусу дії та, відповідно, забезпечення ефективного функціонування на їх основі ОВК-систем.

Таким чином, суттєва залежність будови та функціонування тих БКМ малого радіусу дії, що мають забезпечувати можливість централізованого моніторингу показників датчиків ОВК-систем, від конкретних умов розміщення зазначених систем, обумовлює необхідність застосування у процесі їх проектування як моделей розповсюдження радіосигналів у вільному просторі (без перешкод), так і моделей їх розповсюдження з урахуванням усіх передбачених типів перешкод.

Також слід відзначити, що найдоцільнішими для застосування в комп'ютерних ОВК-системах є бездротові комп'ютерні мережні технології малого радіусу дії Z-Wave та ZigBee: за визначальним критерієм енергоспоживання, обумовленим вимогою економічної виправданості, зазначені технології є для даного типу систем повністю придатними та найбільш прийнятними.

Виходячи зі сформульованих вище особливостей комп'ютерних ОВК-систем, доцільним є здійснення порівняльного аналізу переваг та особливостей застосування в ОВК-системах технологій БКМ малого радіусу дії Z-Wave та ZigBee на основі математичних моделей послаблення радіосигналів із відстанню та під впливом перешкод, які належать до наступних трьох класів: One Slope Model (OSM); Multi-Wall Model (MWM); Motley-Keenan Model (MKM) [8].

Визначальним для емпіричної моделі загального призначення класу OSM, яка являє собою одну з найпростіших моделей поширення радіосигналів, є надання можливості обчислення коефіцієнту послаблення радіосигналів зі збільшенням відстані між передавачем і приймачем у вільному та закритому просторі без урахування особливостей внутрішніх планів приміщень.

Згідно з моделлю класу OSM, узагальнену математичну модель розрахунку коефіцієнту послаблення радіосигналів у БКМ малого радіусу дії ОВК-систем RLC_OSM можна представити функціональною залежністю наступного виду [8]:

$$RLC_OSM(d,f) = func_1_OSM(d) - func_2_OSM(1/f). \quad (1)$$

Визначальними аргументами функціональної залежності (1) є наступні два параметри: частота поширення радіохвиль f , відповідна певній технології радіопередачі (868,42 МГц для Z-Wave та 2,4 ГГц для ZigBee); відстань між передавачем (датчиком) і приймачем d .

У свою чергу, базові компоненти формули (1) являють собою дві функціональні залежності з наступними ключовими властивостями: func_1_OSM є прямо пропорційною стосовно параметру d ; func_2_OSM є зворотно пропорційною щодо параметру f (також слід відзначити, що вказані функції містять певні логарифмічні й арифметичні операції, від конкретного складу яких можна абстрагуватися, не наводячи їх, оскільки для даного етапу розгляду вони не є суттєвими).

Виходячи з загального виду формули (1) і сформульованих вище властивостей її складових, очевидно, що, згідно з моделлю класу OSM, переважною для застосування у БКМ малого радіусу дії OVK-систем є технологія Z-Wave: маючи у декілька разів меншу частоту поширення радіохвиль (у порівнянні з ZigBee), вказана технологія забезпечує значно менше розрахункове значення коефіцієнту послаблення радіосигналів.

Проте, за необхідності застосування значного числа датчиків, більшого за максимально можливе значення 232, підтримуване технологією Z-Wave, переважним буде використання технології ZigBee, для якої максимальна кількість підтримуваних датчиків становить 65536.

Модель класу MKM, яка є indoor-моделлю та належить до класу напівемпіричних моделей, дозволяє розраховувати коефіцієнт послаблення радіосигналів із урахуванням відстані між передавачем і приймачем (для невеликих відстаней, орієнтовно до 200 метрів), а також із урахуванням типів перешкод: можливо враховувати тільки ефекти поглинання радіохвиль стінами та стелями, при тому, що приміщення не розрізняються за типами стін і стель так само детально, як у розглянутій далі моделі MWM.

Згідно з моделлю класу MKM, узагальнену математичну модель розрахунку коефіцієнту послаблення радіосигналів у БКМ малого радіусу дії OVK-систем RLC_MKM можна представити функціональною залежністю наступного виду [8]:

$$\begin{aligned} RLC_MKM(d,f,s,w,m,q,n) = & \quad (2) \\ = & \text{func}_1_MKM(d) - \text{func}_2_MKM(1/f) + \\ & + \text{func}_3_MKM(w,m) + \text{func}_4_MKM(q,n). \end{aligned}$$

Визначальними аргументами функціональної залежності (2) є наступний ряд параметрів: параметри f і d , аналогічні за властивостями відповідним параметрам формули (1); коефіцієнти послаблення радіосигналів стінами та стелями w , q (зазначені коефіцієнти є стандартними довідниковими табличними даними); кількості стін і стель між передавачем і приймачем m , n . У свою чергу, базовими компонентами формули (2) є чотири функціональні залежності з наступними ключовими властивостями: func_1_MKM і func_2_MKM , які є аналогічними за властивостями відповідним функціям формули (1); func_3_MKM , значення якої дорівнює добутку параметрів w і m ; func_4_MKM , значення якої є добутком параметрів q і n .

Виходячи з загального виду формули (2) і сформульованих вище властивостей її складових, очевидно, що, згідно з моделлю класу MKM, переважною для застосування у БКМ малого радіусу дії OVK-систем і в даному випадку є технологія Z-Wave: зазначена технологія переважає ZigBee за першими двома складовими формули (2), які є аналогічними компонентам формули (1), та не поступається їй за третьою та четвертою складовими формули (2), оскільки коефіцієнти послаблення радіосигналів окремими перешкодами та, відповідно, їх сума, для технології Z-Wave мають такі самі або менші значення.

Проте, у даному випадку залишаються повністю справедливими і наведені вище міркування щодо переважності застосування технології ZigBee у разі необхідності роботи з великою кількістю датчиків, більшою за 232; технологія ZigBee буде рекомендованою і для ряду тих випадків, коли стандартні довідникові табличні коефіцієнти послаблення радіосигналів від перешкод для технології Z-Wave відсутні.

Модель класу MWM, яка також є indoor-моделлю та належить до категорії напівемпіричних моделей, дозволяє обчислювати коефіцієнт послаблення радіосигналів зі збільшенням відстані між передавачем і приймачем (для невеликих відстаней, орієнтовно до 200

метрів), а також під впливом заданої кількості перешкод певних типів, урахуваючи такі параметри зазначених перешкод, як геометрія та типи матеріалів (можливо враховувати тільки ті послаблення радіосигналів, які виникають через ефекти поглинання радіохвиль внаслідок їх проходження крізь стіни та міжповерхові перекриття).

Згідно з моделлю класу MWM, узагальнену математичну модель розрахунку коефіцієнту послаблення радіосигналів у БКМ малого радіусу дії ОВК-систем RLC_MWM можна представити функціональною залежністю наступного виду [8]:

$$\text{RLC_MWM}(d,f,s) = \text{func_1_MWM}(d) - \text{func_2_MWM}(1/f) + \text{func_3_MWM}(s). \quad (3)$$

Визначальними аргументами функціональної залежності (3) є наступний ряд параметрів: параметри f і d , аналогічні за призначенням і властивостями відповідним параметрам формул (1) і (2); сума коефіцієнтів послаблень радіосигналів кожною з задіяних до розгляду перешкод s (зазначені коефіцієнти є стандартними довідниковими табличними даними).

Базовими компонентами формули (3) є три функціональні залежності з наступними ключовими ознаками: func_1_MWM і func_2_MWM , які є аналогічними за призначенням і властивостями відповідним функціям формул (1) і (2); func_3_MWM , значення якої дорівнює значенню параметру s .

Виходячи з загального виду формули (3) і сформульованих вище властивостей її складових, очевидно, що, згідно з моделлю класу MWM, переважною для застосування у БКМ малого радіусу дії ОВК-систем також є технологія Z-Wave (а саме, Z-Wave переважає ZigBee за першими двома складовими формули (3), які є аналогічними компонентам формули (1), та не поступається їй за третьою складовою формули (3), оскільки коефіцієнти послаблення радіосигналів окремими перешкодами та, відповідно, їх сума, для технології Z-Wave мають менші або такі самі значення); проте, як і у випадку моделі МКМ, спрацьовують ті ж самі виключення з загального правила, коли рекомендованішим стає застосування технології ZigBee.

Зробимо далі загальні висновки.

За результатами усіх проведених авторами досліджень бездротових комп'ютерних мережних технологій малого радіусу дії Z-Wave та ZigBee згідно з моделями OSM, МКМ і MWM, у найбільш загальному випадку, найоптимальнішою для ОВК-систем може вважатися технологія Z-Wave, що характеризується меншою частотою (більшою довжиною хвилі) та, відповідно, відзначається меншими втратами потужності радіосигналів.

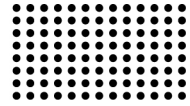
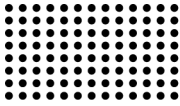
Натомість, існують окремі випадки, що є достатньо численними та дуже важливими, де вибір між технологіями Z-Wave та ZigBee для ОВК-систем не є однозначним та не може одразу стати очевидним, потребуючи певних міркувань та обґрунтувань, оскільки не визначається тільки результатами розрахунків за моделями OSM, МКМ і MWM.

У першу чергу, зазначені вище випадки мають місце тоді, коли: дуже важливою є висока точність вимірювань показників стану довкілля, що тягне за собою необхідність уведення до розгляду великої кількості датчиків, підтримуваної лише технологією ZigBee; конкретні числові значення послаблення радіосигналів від певних типів перешкод за фактом є відомими тільки для технології ZigBee тощо.

Також має місце ряд важливих для урахування окремих випадків, коли жодна з технологій Z-Wave та ZigBee не може бути застосованою, наприклад, у тому разі, коли запити користувача щодо дальності дії перевищують для обох технологій наступні показники: максимально можливий радіус дії радіохвиль; реальний радіус дії радіохвиль, зменшений у підсумку послаблення сигналу з відстанню та внаслідок впливу різноманітних перешкод.

Для зазначених вище окремих випадків, бачиться доцільним забезпечення попереднього консультативного діалогу з користувачами та проектувальниками комп'ютерної ОВК-системи з метою узгодження з ними потенційно можливих напрямків корекції їх початкових вимог за певними критеріями (потрібною кількістю датчиків, дальністю дії, кількістю та типами перешкод тощо) та вибору серед них найоптимальніших напрямків.

Таким чином, повинне бути передбачене проведення ітеративної (за необхідності, багатоетапної) адаптації вимог користувачів і проектувальників комп'ютерних ОВК систем до реального стану можливостей наявних



технологій БКМ малого радіусу дії, придатних до застосування у ОВК-системах.

У цілому, задачі вибору (так само, як і задачі проектування, встановлювання, супроводу, подальшої модернізації та т.і.) ОВК-систем на основі БКМ малого радіусу дії потребують ретельних попередніх розрахунків, обґрунтувань і прийняття інтелектуальних рішень на основі специфічних фахових знань і спеціального математичного апарату.

Виконання указаних розрахунків у ручному режимі не може бути ефективним, оскільки є достатньо тривалим рутинним процесом, де дуже високою є ймовірність виникнення механічних помилок через значний обсяг потоку вхідних, проміжних і вихідних оброблюваних даних, а також через велику кількість і складність обчислювальних робіт (зокрема, через необхідність здійснення суттєвого обсягу розрахунків логарифмічного характеру).

Відповідно, природним став висновок про доцільність максимальної автоматизації обчислювальних процесів (усіх видів робіт з уведення даних, здійснення обчислень і подання їх результатів для перегляду користувачу), здійснюваної через суттєві обсяги складних математичних розрахунків і рутинних робіт.

Слід відзначити, що, у підсумку початкового етапу дослідження специфіки мережних аспектів функціонування комп'ютерних ОВК-систем, було отримано певну сукупність нових експертних знань, труднощі формування якої звелася до декількамісячної дослідницької роботи аналітико-синтетичного характеру, а також було виявлено високу ймовірність необхідності подальшого систематичного розвитку зазначеної сукупності знань (поповнення, корекції тощо).

Згідно з вище сказаним, було отримано висновок про доцільність покладення зазначених вище експертних знань в основу створення інтелектуалізованої інформаційної системи продукційного типу, база знань якої буде гнучко модифікованою та складатися з фактів і правил, подібних окресленим далі за текстом.

Подальшою актуальною задачею стала деталізація подання отриманих концептуальних результатів.

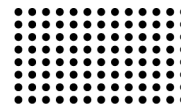
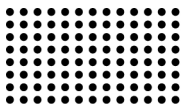
З метою створення належних передумов щодо ефективного проектування бази знань, було віддано перевагу технології розробки початкового

концептуального подання баз фактів і правил на декількох послідовних рівнях деталізації й у такому форматі, що надавав би достатню свободу вибору інструментарію реалізації, а саме: програмних засобів (мов штучного інтелекту, універсальних мов високого рівня, мов Web-програмування, мов низького рівня тощо), апаратно-програмних засобів або виключно апаратних засобів.

Було передбачено, що найбільш загальна структура продукційної бази знань (БЗ) міститиме наступні ключові складові компоненти: блок фактів БЗ формують логічні відносини, що відображають синтаксис, семантику, специфічні властивості та взаємозв'язки визначальних постійних і змінних величин, які необхідні для коректного здійснення розрахунків і перевірки ключових умов та обмежень у процесі створення проекту БКМ малого радіусу дії у межах конкретної ОВК-системи; блок правил БЗ формують продукційні правила для логічного виведення порівняльних рішень-рекомендацій щодо можливості та доцільності застосування технологій Z-Wave та ZigBee до проектування у межах конкретної ОВК-системи БКМ малого радіусу дії.

Слід відзначити, що особливу роль у процесі формування блоку фактів бази знань відіграють три умовно виділені підблоки фактів, складові елементи яких фіксують численні специфічні константи, що застосовуються в якості обов'язкових компонентів визначальних умовних виразів і формул, ставлячи у відповідність їх найменуванням і семантичним значенням відповідні числові та лінгвістичні значення.

Перший і другий підблоки фактів бази знань містять сукупність фактів, які визначають ключові константи, пов'язані окремо з кожною з технологій Z-Wave та ZigBee, такі як: максимальна підтримувана кількість датчиків; максимальний діапазон дії радіохвиль; частота поширення радіохвиль; довжина радіохвиль; множина взаємопов'язаних пар значень виду (тип перешкоди; послаблення радіосигналів від перешкоди) та т.і. Третій підблок фактів бази знань містить сукупність фактів, які визначають ключові константи загального призначення, тобто спільні константи, пов'язані із обома технологіями Z-Wave та ZigBee, такі як: фактор втрат у процесі поглинання радіосигналів у будівельних конструкціях і матеріалах; вагові коефіцієнти базових компонентів формул обчислення коефіцієнтів послаблення



радіосигналів тощо.

Основою бази продукційних правил є декілька категорій правил наведеного нижче призначення.

Продукційні правила категорії 1 є правилами узгодження у режимі діалогових консультацій із користувачами та проектувальниками їх точок зору на наявні, бажані та реально здійснювані (ті, що є повністю прийнятними та піддаються практичній реалізації) значення вхідних параметрів задачі проектування мережної складової ОВК-системи, таких як кількість датчиків, радіус дії (дальність поширення) радіосигналів підсистеми моніторингу показників датчиків, кількість перешкод, типи перешкод тощо; тобто перший блок правил бази знань містить ті логічні відносини, що дозволяють визначати ключові змінні величини, які є узгоджуваними вхідними параметрами для роботи ОВК-системи

Продукційні правила категорії 2 є правилами перевірки та фіксації факту відповідності введених користувачами та проектувальниками початкових даних певному діапазону їх можливих значень, що створюють передумови для подальшого призначення за кожним таким фактом належної реакції (певних дій).

Продукційні правила категорії 3 є правилами визначення значень ключових змінних величин, які є обчислюваними підсумковими параметрами задачі

проектування мережної складової ОВК-системи, таких як: коефіцієнти послаблення радіосигналів, обчислені згідно з математичними моделями, орієнтованими на різні категорії конструктивних будівельних перешкод; результати порівняння зазначених коефіцієнтів; значення реальних радіусів дії підсистем моніторингу показників датчиків ОВК-систем тощо.

Продукційні правила категорії 4 є правилами виведення підсумкових порівняльних рішень-рекомендацій щодо можливості та доцільності застосування технологій Z-Wave та ZigBee до побудови для конкретної ОВК-системи БКМ малого радіусу дії.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Розроблено нові підходи до підвищення ефективності розв'язування задач створення бездротових комп'ютерних мереж ОВК-систем на основі застосування інструментарію інтелектуалізованих інформаційних технологій. Запропоновані рішення дозволяють оптимізувати процеси та результати проектування, впровадження та подальшої модернізації сучасних бездротових мережних складових малого радіусу дії комп'ютерних ОВК-систем за рахунок підвищення гнучкості й адаптивності здійснення зазначених процесів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Volkov V.A. Povyshenie energoeffektivnosti sistem otopeniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya na osnove optimizatsii ih kompozitsionnykh resheniy: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.14.04 / Vitaliy Alekseevich Volkov. — K., 2003. — 199 s.
2. Voloshanovskaya I.N. Prognozirovaniye effektivnosti raboty mnogozonalnoy sistemyi konditsionirovaniya vozduha pri nestatsionarnykh teplovykh rezhimakh: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.23.03 / Irina Nikolaeвна Voloshanovskaya. — K., 2005. — 164 s.
3. Healy W.M. Opyit postroenii seti besprovodnykh datchikov dlya OVК sistem, stroitelstvo, monitoring / W.M. Healy // АВОК. — 2006. — №1. — S. 96-104.
4. Kolubkov A.N. Opyit proektirovaniya i ekspluatatsii sistem ventilyatsii i konditsionirovaniya novykh mnogoetazhnykh zhilykh domov, i mnogofunktsionalnykh vyisotnykh kompleksov Moskvyi / N.A. Kolubkov // АВОК. — 2006. — №1. —S. 14-32.
5. Korchagin V.A. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya besprovodnykh ustroystv malogo radiusa deystviya: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.12.13 / Vasiliy Arkadevich Korchagin. — K., 2010. — 199 s.
6. Galkin P.V. Analiz energopotrebieniya uzlov besprovodnykh sensornykh setey / P.V. Galkin // Scientific Journal «ScienceRise». — 2014. — №2. —S. 55-61.
7. Naboka S.I. Doslidzhennya merezhnih aspektiv funktsionuvannya kompyuternykh sistem tipu OVК / Pid naukov. kerivn. dots. Veselovskoyi G.V. // Programa i tezi Vseukrayinskoyi naukovopraktichnoyi konferentsiyi molodih uchenih, aspirantiv i studentiv «Intelektualni informatsiyi sistemi», m. Mikolayiv, 16-17 lyutogo 2015 r. — Mikolayiv: Vid-vo ChDU im. Petra Mogili, 2015. — 132 s. — S. 53-56.
8. Osnovi proektuvannya bezprovodnykh kompyuternykh merezh: Navchalnyi posibnik / A.O. Luntovskiy, I.V. Melnik. — K.: Universitet «Ukrayina», 2011. — 360 s.