

Ж.Б. Ахаева^{1,2}, А.Б. Закирова², Г.Б. Толегенова^{1,2}

¹Астана Халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

E-mail: ahaeva07@mail.ru, alma_zakirova@mail.ru, gulnaztolegenova@mail.ru

«Ақылды қалаларындағы» мультиагентті жүйелерді талдау

Аңдатпа. Қалалар тұрғындар санының өсіп келе жатуына байланысты жаңа мәселелерге тап болды; тарихта алғаш рет халықтың көп бөлігі қазір мегаполисте тұрады. Қалыптасқан жағдайды ескере отырып, қала жаңа шешімдерді жүзеге асыруы керек, яғни өз азаматтарына қауіпсіздік, денсаулық сақтау, ресурстар, үкімет, білім беру және басқа да қалалық жүйелермен байланысты талаптарға жауап беретін жүйелерді ұсынуы арқылы Ақылды қала болуы керек. Осы мақаланың мақсаты - Ақылды қаланы іске асыру үшін қайта жаңғыртылатын және экспортталатын модельді анықтайтын базалық инфрақұрылым ретінде қала интеллектісін қамтамасыз ететін мультиагенттік жүйелерді қолдана отырып, Ақылды қала моделін зерттеу. Бұл мақалада мультиагенттік жүйелерді қолдана отырып, ақылды шетелдік қалаларға талдау жасалады, сонымен қатар мультиагенттердің өздері де жұмыс істегені.

Кілт сөздер: ақылды қала, көп агентті жүйелер, үлкен деректер, «Интернет заттар» технологиясы, АКТ.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-139-2-7-19

Кіріспе

Әлемнің кез-келген елінде қала халқының тез өсуіне байланысты ірі қалалар үлкен мегаполистерге айналуға бастады. Ал мұндай қалалар ауаның ластануы, көлік инфрақұрылымының жоқтығы, экономикалық ландшафтың белгісіздігі, халық санының көптігі және жұмыссыздық сияқты үлкен қауіп-қатерге тап болуы – айтылған қауіптердің бірнешеуі ғана – бұл қазіргі уақытта ақпараттық-коммуникациялық технологияларды дұрыс қолдану арқылы ішінара шешуге болатын мәселелер.

Ақылды қалалар тұжырымдамасына қолданылатын технологиялар қаламен өзара байланысты болатын болашақты құруға көмектеседі, ал азаматтар мен қызметтер арасындағы қатынастар инновациялық мүмкіндіктері бар орта жасайды. Бағдарламалық шешімдердің маңыздылығы қоғамға қалалық қызметтердің негізгі жүйелерімен тиімді өзара әрекеттесуге мүмкіндігі болып табылады.

Ақылды қаланы қарастыра отырып, тұрақты экономикалық дамуды және өмірдің жоғары сапасын құратын, көптеген негізгі салаларда, экономикада, ұтқырлықта, қоршаған ортада, адамдарда, өмірде және үкіметте озық дамыған қала аймағын ұсынамыз [1]. Осы негізгі салаларда күшті адами капитал, әлеуметтік капитал және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар инфрақұрылымы (АКТ) арқылы табысқа жетуге болады [2].

Ақылды қала – болашақ даму мақсаттары болып табылатын жасыл энергия көздері мен жүйелерін, энергия тиімділігін, тұрақты ұтқырлықты, қоршаған ортаны қорғауды және экономикалық тұрақтылықты біріктіретін үлгіні құру арқылы қалалық кеңістік туралы ойлаудың жаңа тәсілі [3].

Ақылды қалаға қажет әр түрлі аспектілер: ақылды жерлерді құру үшін қаланың қажеттіліктерінен және алға қойылған мақсаттардан туындайтын, цифрлық инновацияларды өзгеріс мақсаты ретінде емес, құрал ретінде анықтайтын, әртүрлі жүйелерді (қашықтықтан бақылау жүйелері, шешім қабылдау және жоспарлау жүйелері, байланыс жүйелері және т.б.) қамтитын мультидисциплинарлық және кешенді тәсіл қажет. Ол қазірдің өзінде нарықта қол жетімді және мультиагентті пайдаланатын әртүрлі Ақылды қалалық ішкі желілерді қамтиды[4]:

- Ұтқырлық, көлік және логистика, ұтқырлықты басқарудың озық шешімдері. Қажет орындарға жету және көрші аудандармен сауда жасау және олар инфрақұрылымды (тұрақ, жолдар және т.б.), жабдықтар мен құралдарды (қоғамдық көлік, велосипедтер және т.б.) тиімді басқара алатыны туралы қозғалыс деректері.

- Энергетика және интеллектуалды құрылыс: осы саладағы контекст қалаларға арналған әртүрлі интеллектуалды жүйелерді, сондай-ақ интеллектуалды желілерді енгізуді қамтиды.

- Қаланың қоғамдық қауіпсіздігі: қалалық қылмыс, табиғи апаттар мен төтенше жағдайлар, адамдар мен көлік қауіпсіздігі «қалалық қауіпсіздік» жүйелерін қажет етеді, бұл барлық қалалық аудандарды жақсарту үшін оқиғаларды бақылау.

- Қоршаған орта және табиғи ресурстар: табиғи ресурстарды басқару, өңдеу және жаңғырту және табиғатты қорғау үшін технологиялар мен бизнес-модельдерді әзірлеу арқылы әділеттілік пен тұрақтылық қағидаттарына сәйкес табиғи ресурстарды басқаруды оңтайландыру қажет.

- Туризм және мәдениет: бұл аспект мәдени мұра материалдары мен материалдық емес құндылықтарды диагностикалау, қалпына келтіру, сақтау және цифрландыру, цифрландыру және туристік сектордың бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін пайдалы модельдерді анықтау, нақты қосымшалар мен телекоммуникация желісін вектор ретінде қабылдайтын тиісті ақпарат пен коммуникациялары бар инновациялық жол бола алады.

- Денсаулық сақтау және көмек: пайдаланушы сезінетін қызмет көрсету деңгейін жоғарылату және сонымен бірге шығындарды азайту үшін онлайн режимінде қызмет алу мүмкіндігі.

- Электрондық білім беру: бұл сала мектепке білім беру технологияларын оқыту арқылы инновацияны енгізуге мүмкіндік береді.

- Қоғамдық кеңістіктер және әлеуметтік агрегация: бұл контекст, мысалы, мүгедектерге немесе қарттарға балама бағыттарды ұсыну арқылы осындай кедергілерді анықтай алатын қызметтер мен технологиялар жиынтығын қамтиды.

- Электрондық үкімет: мемлекеттік басқарудың ішкі процестерін цифрландыру арқылы, "бұлтты есептеулерді" дамыту және цифрлық форматта деректерді (ашық деректерді) пайдалану және алмасу, енгізу және шығару үшін жаңа, оның ішінде ашық бастапқы кодты құралдарды тарату арқылы мемлекеттік қызметтер көрсету саласы.

- Ақылды экономика: коммерциялық, экологиялық тұрақтылық этикасының жаңа «идеологиясын» дамыту арқылы болашаққа саналы түрде инвестиция жасау. [4].

Ақылды қаланы басқаруға қолданылатын жүйенің түрін анықтайтын нақты физикалық құрылымы жоқ. Қазіргі уақытта заттар интернеті арқылы алынған қоғамның әртүрлі секторларының деректері мен ақпараттық ағындары, бір-бірімен байланысты емес жүйелерде сақталып, қолданылады. Бұл қалалық басқару органдары мен қызметтерінің жұмысына қиындық тудырады, өйткені олар барлық күштер мен іс-шараларды толық және тиімді үйлестіре алмайды [4].

Ақылды қаланың қосымшалары қоғамға қаладағы жүйелермен тиімді қарым-қатынас жасауға көмектесе алатындығына қарамастан, ақылды қалалардың жаңа шешімдерін жасау кезінде әзірлеушілердің үлкен кедергісі деректерді өңдеудің және белгілі бір шешімдер қабылдаудың қиындықтарымен байланысты.

Қазақстандағы төртінші өнеркәсіптік революция қызметкерлердің білімі мен құзыреттеріне қойылатын талаптарды күшейтуге бағытталған. Өткен жылы Мемлекет басшысы 2025 жылға дейін негізгі салалар үшін 10 мың маманды оқыту жоспарын әзірлеуді тапсырды. 4.0 Индустриясы - бұл

физикалық нысандарды, процестерді және цифрлық технологияларды біріктіру арқылы қосымша құндылық қамтамасыз ететін өндірісті ұйымдастыру тұжырымдамасы. Бұл ретте цифрлық технологиялар нақты уақыт режимінде физикалық процестерге мониторинг жүргізуге, дербес шешімдер қабылдауға, машиналардың өздері мен адамдар арасындағы өзара іс-қимылын бақылауға мүмкіндік береді [5].

Бұл тақырыптың өзектілігі бірнеше жыл бұрын пайда болды және Қазақстан қалалары үшін әлі де өзекті болып тұр. Басқа елдердің тәжірибелерін ала отырып, Қазақстан қалалары да Смарт қалаларға айналуға, бұл жерде қала мәселелері ақылды технологиялардың көмегімен шешіледі. Қазақстан аумағында жаңа технологияларға толы ақылды қала құрылды. Қала Ақкөл деп аталады, ол Нұрсұлтан қаласынан 100 шақырым жерде орналасқан. Қазір ол қала біртіндеп ақылды қалаға айналуға. Ол жерде барлық қалалық қызметтер белгілі бір жағдайда алынған мәліметтер негізінде көмекші шешімдер қабылдайды. Онлайн режимінде ауа-райының тәуелділігін, атмосфераның ластануын, үйлер мен пәтерлердегі температураның төмендеуін, ауруханалардағы науқастардың көбеюін, нақты аурулардың жиілігін, мектептегі жұмыс көрсеткіштері мен Ақкөл қазандықтарының сапасын қарау [29].

Smart Aқkөл жобасы жол және қоғамдық қауіпсіздікті, соның ішінде білім беру мекемелері мен әлеуметтік нысандардағы бейнебақылау, денсаулық сақтау саласындағы мониторинг және басқару, сондай-ақ ғимараттар мен тұрғын үйлерді жаңа буындағы «ақылды жабдықпен» жабдықтау арқылы қаланың қалыпты тіршілігін кешенді қамтамасыз етуге бағытталған [29].

Бір мақсатқа жету үшін алға қойылған міндеттерді шешу қажет, яғни ақылды қаланың неғұрлым кең контекстінде динамикалық инфрақұрылымды модельдеуді пайдалануға мүмкіндік беретін мультиагентті жүйелерді талдау. Бұл типологияда мультиагентті жүйелерді қолдану саласы энергия ресурстарын оңтайландыру, шығарындыларды азайту және өмір сүру сапасын жақсарту болып табылады.

«АҚЫЛДЫ ҚАЛА» ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Ақылды қалалар тұжырымдамасына қатысты үрейдің көпшілігі қалалар халықтың 50% -нан астамының үйіне айналғандығынан туындайды [6]. Сонымен қатар, қалалар халықтың көп бөлігі үшін үй бола отырып, қазіргі заманғы экономиканың орталығы болып табылады.

Smart Astana тұжырымдамасын қаланы қолдау үшін өмірлік маңызы бар негізгі қызметтер жиынтығы бар операциялық орталық ретінде ұсынуға болады, сурет 1. Бұл қызметтер келесідей жіктеледі: қауіпсіздік, басқару, экономика, көлік, қоршаған орта, өмір салты, қоғам [6].



Сурет 1. Smart Astana тұжырымдамасы

Ақылды қала мультиагентті жүйелерден тұрады, бұл сипаттама ақылды қаланың инфрақұрылымы мен қоршаған ортасын құратын жүйелерінде бар ақылды технологияларды қолдануына байланысты. Олар күнделікті қалалық өмірге арналған жаңа шешімдер неғұрлым мүмкін болатындай және оларды қолдану оңай болатындай етіп жұмыс жасайды [7].

Ақылды қала деректерді беру және тарату жұмыстарын тиімді пайдалану үшін жеткізушілер, тұтынушылар және желі арасындағы байланысты, автоматтандыруды және үйлестіруді арттырады. Жабдықтар мен құрылғыларды біріктіретін бүкіл жүйені үлкен көлемде өңдеу және тұтыну желілеріне жатқызу дұрысырақ, өйткені ол тұтастай анықталмайды, бірақ өзара байланысты ішкі жүйелерден тұрады. Ақылды қалалар сонымен қатар бірқатар ішкі желілердің теңгерімді интеграциясын жасауға бағытталған [8]. Дәстүрлі басқару мен байланыс жүйелері деректердің жоғары деңгейде болуын қамтамасыз ету үшін дамуды қажет етеді. Сұраныстарға тиімді жауап беру үшін жүйенің жұмыс жағдайларын білу қажет. Мысалы, ақылды есептегіштер мен екі жақты байланыс технологиялары тұтынушылар мен операторларға шешімдер қабылдау үшін ақпарат бере алады [9].

Ақылды қаланың болжанған желілік инфрақұрылымы өте серпінді және оның дискретті элементтерімен, яғни нақты уақытта генерациялайтын және тұтынатын құрылғылармен жасалған ақпаратқа қосылу мүмкіндігімен нақты уақытта бейімделу, оңтайландыру және болжау үшін жаңа мүмкіндіктер пайда болады [10]. Енгізілген жүйелердегі, есептеулердегі және желілердегі жетістіктер миллиондаған құрылғылардың инфрақұрылымына алып келді. Бұл құрылғылар ақпаратты беріп қана қоймай, есептер жүргізіп, желілер жасайды және озық коллаборацияларды қалыптастырады. Ақылды қалалық желінің сипаттамасын қамтамасыз ету үшін технологиялар мен басқарудың әртүрлі категориялары анықталды [11]:

- АКТ
- коммуникация инфрақұрылымы;
- «үлкен деректерді» талдау;
- технологиялық сервис;
- шешім қабылдауды қолдау модельдері;
- датчиктер мен атқарушы механизмдер;

- энергия тұтынуды төмендету жүйелері;
- энергияны өндіру және тарату жүйелері;
- тұрақты құрылысқа арналған жаңа материалдар мен шешімдер;
- жаңа гибриді және электрлік көлік құралдары;
- тұрақты ұйымдастырушылық модельдер;
- қалалық жоспарлау және шешім қабылдауды қолдау модельдері;
- әлеуметтік интеграция модельдері;

- қадағалау бақылауы және деректерді жинау - аппараттық бақылау хаттамаларын, сондай-ақ мемлекеттік ақпарат пен бақылау жүйелерімен алмасу үшін қажетті сигналдарды басқарады және көрсетеді. Қазір бұл технологиялар тек электр жүйесін басқару үшін қолданылады, бірақ көп агентті жүйелерден айырмашылығы көптеген операцияларды орындау үшін адамның араласуын қажет етуінде [11].

- жүйеге ықпал етуге арналған Таратылған интеллектуалды агенттер, қойылған тапсырманы орындауға ортақ мақсатты көздеп желінің жарамдылығын сапа стандарттарын қолдау болып табылады [12]. Тор, болуы қажет: интеллектуалды, мысалы, сұраныс жағын, баға сигналдары негізінде басқаруды жүзеге асыра алуы; үлестірілген: табиғи ресурстар қалай таратылады, тіпті желілік құрылыстарда интернет байланысады; автономды: электр қуаты өшіп қалған жағдайда автономды электр жүйесінде белсенді күйінде қалуы керек. Агенттер технологиясы жүйені икемді ете алады, мысалы, автономды жүйенің шекараларын динамикалық түрде қайта анықтауға мүмкіндік береді [13].

- «Заттар интернетінің» инфрақұрылымы қоршаған ортамен тығыз ықпалдастырылатын болады, сонымен қатар корпоративтік жүйелермен тығыз байланыста болады. Соңында бизнес пен нақты әлем арасындағы шекараны одан әрі бұлыңғыр етіп қана қоймай, сонымен қатар қызметтерді жобалау, орналастыру және пайдалану әдісін өзгертіп, нақты әлеммен тығыз жұмыс істей алатын жаңа бизнес мүмкіндіктері пайда болады [14].

АҚЫЛДЫ ҚАЛА ҮШІН МУЛЬТИАГЕНТТІК ЖҮЙЕ

Іс жүзінде барлық жаңа энергетикалық технологиялар - олардың жұмысын бақылайтын және АКТ «негіз» болып табылатын басқа құрылыстармен, ғимараттармен және жалпы желімен байланысуға мүмкіндік беретін кіріктірілген электрондық интеллектке ие [15].

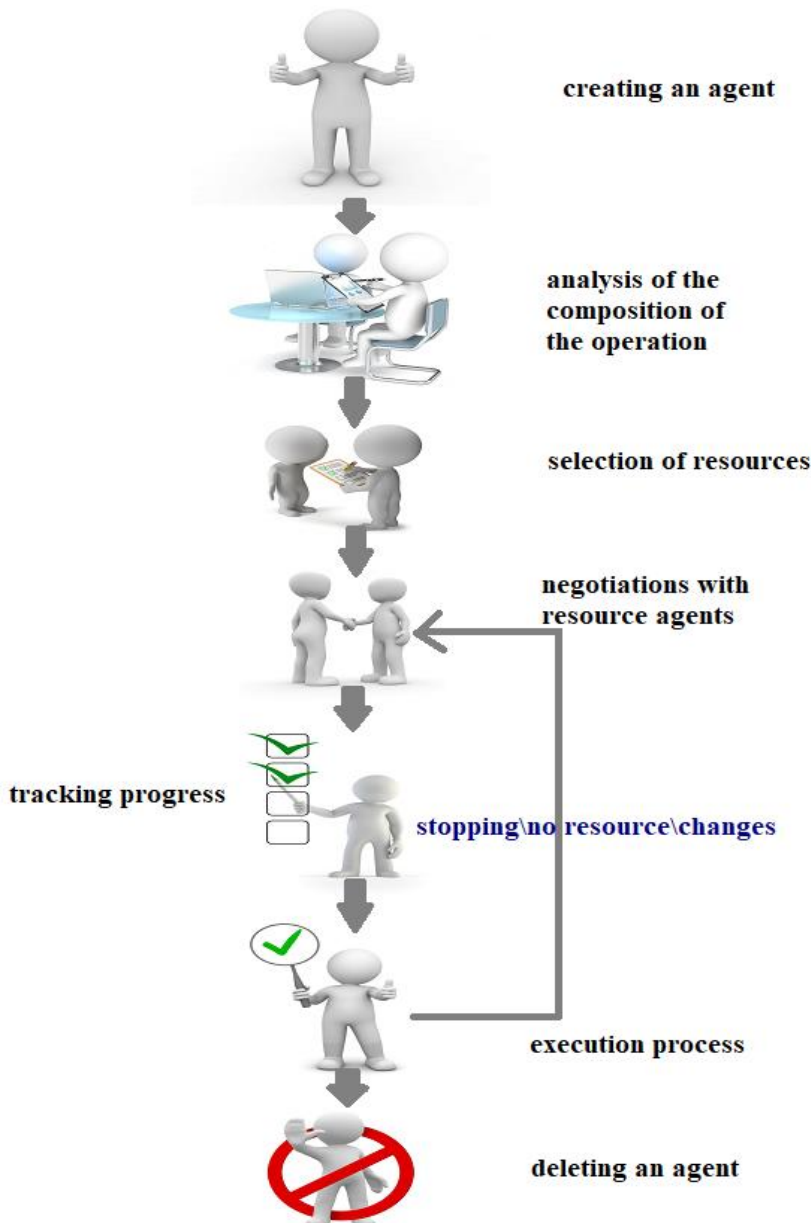
Агенттер жаһандық талдау, нақты уақыттағы басқару параметрі, автоматты нақты уақытта басқаруды қосу мен өшіру, иерархия бойынша, бірнеше уақыт шкаласы бойынша функционалдық үйлестіру арқылы үйлестірілген жергілікті басқару элементтерін ортақ пайдалануды жеңілдетеді. Виртуалды архитектура барлық деңгейлердегі интеллектуалды деректерді біркелкі біріктіруге мүмкіндік береді, осылайша нақты қызметтер мен деректердің орны виртуалдандырылып, бүкіл киберқауіпсіздік инфрақұрылымында ашық болады [4].

Интеллектуалды үлестірілген автономды ақылды қалаға – Ақылды қала инфрақұрылымын серпінді және интерактивті етуге қабілетті, қосыңыз – ойнаңыз – ашыңыз архитектурасын қолдана алатын, мысалы, әртүрлі желілер арасында ресурстарды өткізіп жіберуге мүмкіндік беретін, нақты және виртуалды операторлардың бір-бірімен байланысып, өзара әрекеттесуіне мүмкіндік беретін қауіпсіз орта құру үшін екі жақты байланысты пайдалану қажет болады [17].

ИТ жүйесі жұмыс істеуі үшін интеллектуалды компоненттердің өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету қажет. Агенттер арасындағы өзара әрекеттесудің негізгі түрлеріне мыналар жатады:

- кооперация (ынтымақтастық);
- бәсекелестік (конфронтация, қақтығыс);
- мәміле (басқа агенттердің мүдделерін ескеру);
- конформизм (басқалардың пайдасына қарай өз мүдделерінен);

· өзара әрекеттесуден ауытқу.



Сурет 2. Агент күйінің диаграммасы

Агенттер арасындағы өзара әрекеттесуді модельдеу процесінде виртуалды ортаны модельдеу кезінде ескерілуі керек табиғи жүйелердің келесі негізгі белгілері бөлінеді, сурет 2:

1. Кез келген агент шектілігі. Агенттің өмір сүру ұзақтығы әртүрлі жағдайларға, атап айтқанда, оған жүктелген міндетке, қолда бар ресурстардың көлеміне және т.б. байланысты.

2. Жасаңды өмір модельдерінде биологиялық іріктеу механизмін қолдану. Тиімді агенттерді табиғи сұрыптау бейімделу жүйелерінде әртүрлі эволюциялық механизмдерді (үйретілген нейрондық желілер, генетикалық алгоритмдер, қайта құрылатын құрылымы бар машиналар және т. б.) қолдана отырып жүзеге асырылуы мүмкін.

3. Агенттер қауымдастығын ұйымдастыру деңгейін есепке алу. Модель күрделі организмдердің әлеуметтік ұйыммен әрекеттесуін сипаттайтын болса, агенттер реактивтілікке, белсенділікке және танымға қосымша тағы бір қасиетке - әлеуметтілікке ие болады. Мұндай модельдерде әлеуметтік мәртебе мен әлеуметтік қатынастарды ескеру қажет. Агенттердің

ұжымдық жұмысын модельдеу келесі мәселелерді шешумен байланысты:

- ынтымақтастық қажеттілігін тану;
- сәйкес серіктестерді таңдау;
- серіктестердің мүдделерін ескеру мүмкіндігі;
- бірлескен іс-қимылдар туралы келіссөздерді ұйымдастыру;
- бірлескен іс-қимыл жоспарларын қалыптастыру;
- бірлескен әрекеттерді синхрондау;
- міндеттердің бөлінуі;
- қайшылықты мақсаттарды анықтау;
- бірлескен ресурстар үшін бәсекелестік;
- ұжымда тәртіп ережелерін қалыптастыру;
- ұжымдағы мінез-құлықты үйрету және т.б.

Жоғарыда аталған мәселелерді шешу зияткерлік өндірістік органы қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл өндірістік қызмет процесінде кәсіпорын ресурстарын жоспарлау және бөлу мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. CAD\CAM\CAE\PLM жүйелерінде әзірленген электрондық түрдегі конструкторлық және технологиялық деректерді нақты өндіріспен біріктіру.

Әр агент үш деңгейге бөлінеді:

- Қай агенттің ойлау қабілеті, мақсаттары, ресурстары, дағдылары, сенімдері, қалаулары бар екенін анықтау.
- Өзінің агент-әріптесімен қарым-қатынасты нақтылайтын ұйымдастырушылық.
- Агентті басқа агенттермен келіссөздер жүргізіп, үйлестіре алатындай етіп үйлестіру, модельдеу [18].

Агенттер желілік адресстермен агент атауларын сәйкестендіретін және белгілі бір сыйымдылыққа, утилиталарға қабілетті ықтимал агенттердің атауларын қамтамасыз ететін сервер функцияларын қамтамасыз етеді [18].

Агенттік жүйені іске асыру келесідей:

- Агенттердің сипаттамасы
- Бірлескен агент диаграммасы арқылы қол жеткізілетін қосымшаны талдау. Басқару агенті күтпеген жағдайларды немесе электр желісіндегі сәтсіздіктерді анықтау үшін мониторинг жүйесін және жоғары тұрған электр желісін анықтаған кезде ақылды қаланың ақпараттық технологияларын утилитадан оқшаулау үшін негізгі ажыратқышқа сигналдар жіберуді қамтиды [18].

Пайдаланушы агенті ақылды қала функцияларын пайдаланушыларға қол жетімді ететін клиенттік шлюз ретінде әрекет етеді. Ол ақылды қала жүйесінде тұратын адамдар туралы нақты уақыт режимінде пайдаланушыларға ақпарат беру жауапкершілігін қамтиды. Пайдаланушы агенті сонымен қатар пайдаланушыларға алдын-ала анықталған басымдық негізінде жүктеме күйін басқаруға мүмкіндік береді:

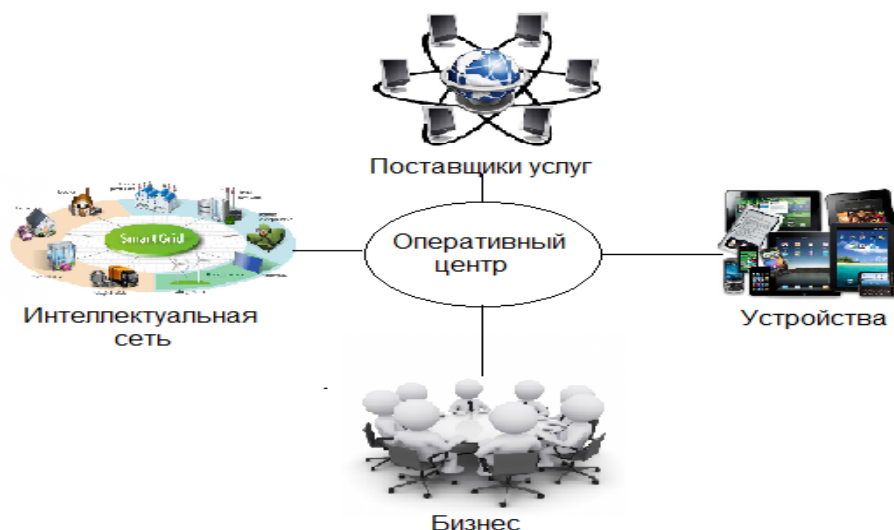
- Әр агенттің білімін модельдеу арқылы қосымшаларды әзірлеу.
- Агенттердің бағдарламаны фреймворктердің графикалық интерфейсі арқылы іске асыру, құру. [18].

Соңында, агент кодтары жасалғаннан кейін, өтініш беру процесі аяқталды. Агенттер арасындағы барлық хабар алмасу беруді басқару протоколы/Интернет протоколы немесе TCP/IP үшін орнатылады. Кез келген мультиагенттік жүйенің идеясы бір нысан (орталықтандырылған жүйе) шешетін күрделі тапсырманы бірнеше объектілер (үлестірілген жүйе) шешетін кішірек, қарапайым тапсырмаларға бөлу болып табылады. [18].

Мультиагенттік жүйе күрделі жүйелерді, агент қасиеттерінің артықшылығын пайдаланатын жүйелерді: автономдылық, әлеуметтілік, реактивтілік және проактивтілікті дамытуда анағұрлым күшті құралға айналуға араласуынсыз әрекет ететін мағынада автономды және

әлеуметтік тұрғыдан басқа агенттермен қарым-қатынас тілі арқылы өзара әрекеттеседі. Агенттер де қоршаған ортаны қабылдап, жауап береді. Сайып келгенде, агенттер белсенді, өйткені олар бастама көтеру арқылы мақсатты мінез-құлық таныта алады. Ұсынылған «Ақылды қала» архитектурасы АКТ инфрақұрылымының әртүрлі құрамдас бөліктерін жобалау мен дамытуға және смарт қалаға қажетті стандарттар мен хаттамалардың пайда болуына ықпал ететін жалпы негізді қамтамасыз етеді. Архитектураның техникалық жүзеге асырылуы датчиктер, телекоммуникациялар, есептеу техникасы, интернет-технологиялар, энергетикалық жабдықтар және энергия жүйелерін талдау саласындағы соңғы жетістіктерге сүйенеді [18].

Ақылды қаланың ақылды жүйесі-бұл әртүрлі технологияларды, операторлар мен қосылымдарды ескеретін жүйе. Бұл жүйелердің құрамы жаңа кәсіпорындар мен жаңа өзара әрекеттесулерді тудыратын технологиялардың дамуына байланысты өзгереді. Бұл сапаны сақтау үшін ақылды қала жүйелері бір-бірімен үлкен қарым-қатынаста болмауы керек, олар өзара ақпараттың минималды көлемін пайдалана отырып, өзара әрекеттесуі керек. Ақылды қаланың тұжырымдамалық моделі-бұл көріністер мен сипаттамалардың жиынтығы (сурет 3) ақылды қаланың сипаттамаларын, қолданылуын, мінез-құлқын, интерфейстерін, талаптары мен стандарттарын талқылауға негіз болып табылады [19].



Сурет 3. «Ақылды қала» пәндік аймағының диаграммасы

Ақылды бағдарламалық жасақтама агенттерін жасыл көзден қуат іздеуге бағдарламалауға болады. Әрбір генерация көзін ұсынатын агенттер атмосфераға ағымдағы шығарындылар туралы есеп бере алады. Қоршаған ортаға әсерін азайтуға мүдделі электр энергиясын тұтынушылар өз агенттеріне өз бюджеттері аясында қол жетімді ең таза электр энергиясын сатып алуды бұйыруы мүмкін. Ақылды желілер ескертулер кезінде бірлесіп әрекет етеді [4].

МУЛЬТИАГЕНТТІ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУДЫ ТАЛДАУ

Ақылды қалалардағы мультиагенттік жүйелер, келесі авторлардың жұмыстарын зерттейміз.
Кесте 1. Ақылды қалада мультиагентті жүйелерді пайдалану

Зерттеушілер	Қолданылатын әдістер
--------------	----------------------

Longo M. және б. [4]	Ақылды қалада қолданылатын инновациялық мультиагентті жүйелер
Roscia M. және б. [7]	Мультиагентті жүйелер арқылы Ақылды қала
Merabet G. H. және б. [21]	Интеллектуалды желілерде мультиагентті жүйелерді қолдану
Olszewski R. және б. [22]	Мультиагентті жүйелерді қолдана отырып, Ақылды қала тұрғындарының қызметін кеңістіктік және уақытша модельдеу
Diogo A. және б. [23]	Мультиагентті жүйелер моделі дәл, сенімді және жиі деректерді қолдайтын оңтайландырылған метрикалық агенттер үшін ойын ортасын ұсынудың орындылығын дәлелдеу үшін қолданылады.
Silva D. және б. [24]	Ақылды қаланың мультиагентті жүйелері үшін стандартты оның іске асырылуы мен жұмыс істеуін тексеру үшін пайдалану.
Postránecký M. және б. [25]	Smart City кешенді мультиагентті жүйесінің тұжырымдамалық моделі 4.0.
Julian V. және б. [26]	Мультиагентті жүйелер
Giordano A. және б. [27]	Ақылды агенттер және Ақылды қала қосымшаларына рана алған тұманды есептеулер.
Přibyl O. және б. [27]	Ақылды қалаларға жүйелі бағытталған тәсіл

Мақалаларды талдағаннан кейін барлық Ақылды қалаларда көп агентті жүйелер қолданылады деп қорытынды жасауға болады. Бұл жүйелер Ақылды қаланың жұмысына көмектеседі. Олар белгілі бір жүйелердің жұмысын жақсарту үшін белгілі бір шешімдер қабылдайтын өзін-өзі үйрететін және ақылды технологиялар. Дұрыс бағдарламаланған мультиагенттік жүйе Ақылды қаланың дамуына ықпал етеді, қала тұрғындары үшін олардың қажеттіліктері мен қолда бар технологияларын ескере отырып, қолайлы жағдай жасайды.

Ақылды қалалардағы мультиагенттік жүйелерге қатысты қолданыстағы шолу жұмыстары 1-ші кестеде жинақталған, осы шолу жұмыстарының көпшілігі [4], [7], [21]–[27] ақылды қаланың белгілі бір доменіне немесе жіктеу перспективасының бір жанрына бағытталған. Postránecký M. және т.б. [26] жұмысында Үшбұрыш ережелерінің диаграммасын енгізеді. Ақылды қалалардағы мультиагентті жүйелер бойынша жұмыстар кезекпен зерттелді Қызығушылық танытқан оқырмандар қосымша техникалық ақпарат алу үшін осы сілтемелерді қолдана алады.

Қорытынды

Мақалада Ақылды қалаларда мультиагентті жүйелерді қолдану, ішкі жүйелерді, өндірістік технологияларды, операциялық жүйелерді сипаттайтын модель, ақылды қаланың осы жобасын нақты жасайтын мультиагентті жүйелерді қолдануға нақты шолу жасалып, әзірлеушілерге ыңғайлы амалға талдау жасалды. Бірнеше оңтайлы сәттер Ақылды қаланы тудыруы мүмкін. Мысалы, экономикалық ынталандыру, қызмет көрсету саласындағы инновациялар, азаматтарды тарту, көмірқышқыл газының шығындыларын азайту, қоғамдық қауіпсіздікті арттыру; денсаулықты қорғау. Ақылды қала тұжырымдамасы қалалық жүйені қайта анықтауда негіз болып табылады, онда қалалық құрылымды құру үшін адами және әлеуметтік аспектілер де ескеріледі. Осы немесе басқа да модельді жүзеге асыруға мүмкіндік беру үшін Ақылды қаланы құрайтын және іске асыратын элементтердің негізгі сәтіне нақты және объективті анықтама беру өте маңызды. Бірінші ұлы электрлік революцияны жасаушысы инновациялық құрылыстардың маңызды, бірақ ең бастысы - оларды пайдалы ететін жүйелерді жасау екенін білді. Шешім қабылдау процесін барлық дерлік жүйелерге тарату арқылы ол экономиканың пайда болатын қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін таза, қауіпсіз, сенімді және үнемді энергияны беретін ақылды желіні құрады.

Ақылды қаланың мүмкіндіктері неғұрлым жан-жақты қарастырылып, дамыған сайын, біз оның көптеген мүмкіндіктері мен артықшылықтарын тезірек және толық жүзеге асырамыз. Ақкөзде қаланың барлық ішкі жүйелерінің деректерді Ақылды қаланы басқаратын бірыңғай қорғалған платформаға жібереді.

Ақылды қалаларға арналған жұмыстарға жасалған талдау ақылды қала мультиагенттік жүйелерді пайдаланбай айтарлықтай дами алмайтындығын көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

1. Karnouskos, S. and T.N. De Holanda. [Simulation of a smart grid city with software agents]. 2009-pp: 424-429.
2. Moslehi, K. Reliability perspective of the smart grid. IEEE T. Smart Grid, 1(1)-2010-pp: 57-64.
3. Schoenherr T. Environmental sustainability initiatives: A comparative analysis of plant efficiencies in Europe and the U.S. IEEE T. Eng. Manage., 60(2)-2013-pp: 353-365.
4. Longo M., Roscia M. & Lazaroiu, G.C., Innovating Multi-agent Systems Applied to Smart City. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(20) – 2014-pp: 4296-4302
6. Концепция проекта Smart-Astana: <http://ain.kz/wp-content/uploads/2018/01/Smart-Astana.pdf> (дата обращения 25.04.2022г.)
7. Roscia M., Longo M. & Lazaroiu, G.C. Smart City by multi-agent systems. International Conference on Renewable Energy Research and Applications-2017-pp:117-120
8. Yang, D.L., F. Liu and Y.D. Liang. A survey of the internet of things. Proceeding of the International Conference on E-Business Intelligence (ICEBI, 2010). Advances in Intelligent Systems Research, Atlantis Press, Kunming, Yunnan, China, 2010-pp: 358-366.
9. Albouy, D., F. Leibovici and C. Warman. Quality of life, firm productivity and the value of amenities across Canadian cities. Can. J. Econ., 46(2)-2012-pp: 379-411.
10. Clayton, S., C. Litchfield and E.S. Geller. Psychological science, conservation and environmental sustainability. Front. Ecol. Environ., 11-2013-pp: 377-382.
11. Dijkstra, L., E. Garcilazo and P. McCann. The economic performance of European cities and city regions: Myths and realities. Eur. Plan. Stud., 21(3)-2013-pp: 334-354.
12. Lazaroiu, G.C. and M. Roscia. Definition methodology for the smart cities model. Energy, 47(1)-2012-pp: 326-332.
13. Lazaroiu, G.C., D. Zaninelli, M.O. Popescu and M.C. Roscia. Grid connected and stand alone DC power system prototype. Proceedings of the International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP, 2012), pp: 529-534.
14. Roscia, M., D. Zaninelli and G.H. Lazaroiu. Fuzzy logic applied for sustainable urban models. J. Environ. Protect. Ecol., 12(4A)-2011-pp: 2225-2235.
15. Viitanen, J. and R. Kingston. Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. Environ. Plann. A, Vol. 45,2013
17. Moslehi K. and Kumar R., IEEE Trans. Smart Grid, vol. 1, pp. 57-64, June 2010.
18. Bacco M. Di, Agents systems for smart grids (in italian: Sistemi ad Agenti per Smart Grid), May 2010 [online]. Available: [online]. Available: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** the-smart-grid-a-northwest-initiative-for-job-creation-energy-security-and-clean-affordable-electricity/SmartEnergyNetwork.pdf (дата обращения 25.04.2022г.)
19. Nwana H.S., Ndumu D.T. and Lee L.C., “ZEUS: an advanced tool-kit for engineering distributed multi-agent systems,” in Proc. Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems 1998-pp. 377-391
20. Pipattanasomporn M., Feroze H. and Rahman S., “Multi-agent Systems in a Distributed Smart Grid: Design and Implementation,” in Proc. PSCE 2009 IEEE Power Systems 2009-pp. 1-8
21. Merabet G.H., Essaaidi M., Talei H., Abid M.R, Khalil N., Madkour M., Benhaddou D.

Applications of Multi-Agent Systems in Smart Grids: A Survey. 2014-978-1-4799-3824-7/14/\$31.00 ©2014 IEEE. pp. 112-118

22. Olszewski R., Pałka P., Turek A., Kietlin' ska B., Płatkowski T. and Borkowski M. -2019. Spatiotemporal Modeling of the Smart City Residents' Activity with Multi-Agent Systems. www.mdpi.com/journal/applsci. Appl. Sci. 2019, 9, 2059;

23. Diogo A., Fernandes B., Silva A., Faria J.C., Neves J., Analide C. -2018. A Multi-Agent System Blockchain for a Smart City. CYBER 2018: The Third International Conference on Cyber-Technologies and Cyber-Systems. Copyright (c) IARIA, 2018. pp. 256-278

24. Silva D., Ferraz F., Ferraz C. Smart City Applications TestBed. SOFTENG 2015: The First International Conference on Advances and Trends in Software Engineering. Copyright (c) IARIA, 2015. pp. 1145-1158

25. Postránecký M., Svítek M. Conceptual Model of Complex Multi-agent System Smart City 4.0. International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems-2017-pp: 203-215

26. Julian V., Botti V., Multi-Agent Systems. -2019- (дата обращения 25.04.2022г.)

27. Giordano A., Spezzano G., Vinci A. Smart Agents and Fog Computing for Smart City Applications. International Conference on Smart Cities. Smart-CT 2016: Smart Cities pp 137-146 | Cite as.

Ж.Б. Ахаева^{1,2}, А.Б. Закирова², Г.Б. Толегенова^{1,2}

¹Международный университет Астана, Нур-Султан, Казахстан

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Анализ мультиагентных систем в «умных городах»

Аннотация. Города сталкиваются с новым вызовом, связанным с ростом их населения; впервые в истории большая часть населения теперь живет в мегаполисе. Исходя из сложившейся ситуации город должен внедрять новые решения, стать «умным городом», представляя своим гражданам системы, отвечающие требованиям, которые связаны с безопасностью, здравоохранением, ресурсами, правительством, образованием и другими городскими повседневными системами. Цель данной статьи - исследовать модель «умного города» с использованием мультиагентных систем, обеспечивающих интеллект города, как базовую инфраструктуру для определения модели воспроизводимой и экспортируемой в реализации «умного города». В данной статье проводится анализ умных зарубежных городов с применением мультиагентных систем, а также работа самих мультиагентов.

Ключевые слова: Умный город, мультиагентные системы, большие данные, технология «Интернет вещей», ИКТ.

Zh.B. Akhayeveva^{1,2}, A.B. Zakirova², G.B. Tolegenova^{1,2}

¹Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Analysis of Multi-agent systems in Smart Cities

Abstract. Cities face a new challenge related to the growing number of their population. For the first time in history, most populations now live in a megacity. Based on the current situation, the city should implement innovative solutions and become the Smart City, supplying its citizens with systems that ensure security, health, resources, government, education, and other urban everyday systems. The purpose of this article is to investigate the Smart City model using multi-agent systems that provide city

intelligence as the essential infrastructure for determining the model that can be reproduced and exported to create the Smart City. This article analyzes smart foreign cities using multi-agent systems, as well as the work of the multi-agents themselves.

Keywords: Smart City, multi-agent systems, Big Data, Internet of things, ICT.

References

1. Karnouskos, S. and T.N. De Holanda. [Simulation of a smart grid city with software agents]. 2009-pp: 424-429.
2. Moslehi, K. Reliability perspective of the smart grid. IEEE T. Smart Grid, 1(1)-2010-pp: 57-64.
3. Schoenherr T. Environmental sustainability initiatives: A comparative analysis of plant efficiencies in Europe and the U.S. IEEE T. Eng. Manage., 60(2)-2013-pp: 353-365.
4. Longo M., Roscia M. & Lazaroiu, G.C., Innovating Multi-agent Systems Applied to Smart City. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(20) – 2014-pp: 4296-4302
6. Koncepciya proekta Smart-Astana: <http://ain.kz/wp-content/uploads/2018/01/Smart-Astana.pdf> (Accessed: 25.04.2022г.)
7. Roscia M., Longo M. & Lazaroiu, G.C. Smart City by multi-agent systems. International Conference on Renewable Energy Research and Applications-2017-pp:117-120
8. Yang, D.L., F. Liu and Y.D. Liang. A survey of the internet of things. Proceeding of the International Conference on E-Business Intelligence (ICEBI, 2010). Advances in Intelligent Systems Research, Atlantis Press, Kunming, Yunnan, China, 2010-pp: 358-366.
9. Albouy, D., F. Leibovici and C. Warman. Quality of life, firm productivity and the value of amenities across Canadian cities. Can. J. Econ., 46(2)-2012-pp: 379-411.
10. Clayton, S., C. Litchfield and E.S. Geller. Psychological science, conservation and environmental sustainability. Front. Ecol. Environ., 11-2013-pp: 377-382.
11. Dijkstra, L., E. Garcilazo and P. McCann. The economic performance of European cities and city regions: Myths and realities. Eur. Plan. Stud., 21(3)-2013-pp: 334-354.
12. Lazaroiu, G.C. and M. Roscia. Definition methodology for the smart cities model. Energy, 47(1)-2012-pp: 326-332.
13. Lazaroiu, G.C., D. Zaninelli, M.O. Popescu and M.C. Roscia. Grid connected and stand alone DC power system prototype. Proceedings of the International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP, 2012), pp: 529-534.
14. Roscia, M., D. Zaninelli and G.H. Lazaroiu. Fuzzy logic applied for sustainable urban models. J. Environ. Protect. Ecol., 12(4A)-2011-pp: 2225-2235.
15. Viitanen, J. and R. Kingston. Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. Environ. Plann. A, Vol. 45,2013
17. Moslehi K. and Kumar R., IEEE Trans. Smart Grid, vol. 1, pp. 57-64, June 2010.
18. Bacco M. Di, Agents systems for smart grids (in italian: Sistemi ad Agenti per Smart Grid), May 2010 [online]. Available: [online]. Available: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** the-smart-grid-a-northwest-initiative-for-job-creation-energy-security-and-clean-affordable-electricity/SmartEnergyNetwork.pdf (Accessed: 25.04.2022г.)
19. Nwana H.S., Ndumu D.T. and Lee L.C., «ZEUS: an advanced tool-kit for engineering distributed multi-agent systems» in Proc. Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems 1998-pp. 377-391
20. Pipattanasomporn M., Feroze H. and Rahman S., “Multi-agent Systems in a Distributed Smart Grid: Design and Implementation,” in Proc. PSCE 2009 IEEE Power Systems 2009-pp. 1-8
21. Merabet G.H., Essaïdi M., Talei H., Abid M.R, Khalil N., Madkour M., Benhaddou D. Applications of Multi-Agent Systems in Smart Grids: A Survey. 2014-978-1-4799-3824-7/14/\$31.00 ©2014 IEEE. pp. 112-118

22. Olszewski R., Pałka P., Turek A., Kietlin' ska B., Płatkowski T. and Borkowski M. -2019. Spatiotemporal Modeling of the Smart City Residents' Activity with Multi-Agent Systems. www.mdpi.com/journal/applsci. Appl. Sci. 2019, 9, 2059;
23. Diogo A., Fernandes B., Silva A., Faria J.C., Neves J., Analide C. -2018. A Multi-Agent System Blockchain for a Smart City. CYBER 2018: The Third International Conference on Cyber-Technologies and Cyber-Systems. Copyright (c) IARIA, 2018. pp. 256-278
24. Silva D., Ferraz F., Ferraz C. Smart City Applications TestBed. SOFTENG 2015: The First International Conference on Advances and Trends in Software Engineering. Copyright (c) IARIA, 2015. pp. 1145-1158
25. Postránecký M., Svítek M. Conceptual Model of Complex Multi-agent System Smart City 4.0. International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems-2017-pp: 203-215
26. Julian V., Botti V., Multi-Agent Systems. -2019- (data obrashcheniya 25.04.2022г.)
27. Giordano A., Spezzano G., Vinci A. Smart Agents and Fog Computing for Smart City Applications. International Conference on Smart Cities. Smart-CT 2016: Smart Cities pp 137-146 | Cite as.

Авторлар туралы мәлімет:

Ахаева Ж. Б. - Астана Халықаралық университетінің 2 курс докторанты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Закирова А.Б. - педагогика ғылымдарының кандидаты, Информатика кафедрасының доценті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Толегенова Г.Б. - Астана Халықаралық университетінің 2 курс докторанты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Akhayeva Zh.B. - The 2nd year Ph.D. student, Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zakirova A.B. - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Tolegenova G.B. - The 2nd year Ph.D. student, Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.