

Интеллектуалды ғимаратты (үйгі) басқару жүйесінің моделі

¹**ИСКАКОВ Мухамедалим**, т.ғ.к., доцент, muhamedalim.iskakov51@mail.ru,

^{1*}**АБИЛДАЕВА Гүлнұр Балтабаевна**, аға оқытушы, g.abildaeva@kstu.kz,

¹**РАХМЕТОЛЛА Алмат Қанатұлы**, магистрант, almat.rakhmetolla@gmail.com,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты ғимараттарды басқарудың интеллектуалды жүйесінің моделін жасау болып табылады. Интеллектуалды басқару жүйелерін (ИБЖ) құру кезінде дизайнерлер мен зерттеушілер басқару объектісін неғұрлым толық және объективті ұсынуға, оның байланыстар құрылымын және оның элементтері арасындағы қатынастарды сипаттауға тырысады. Жүйені зерттеу барысында оның құрылымын – жүйенің жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін реттелген және ұйымдастырылған элементтердің, ішкі жүйелердің, тұрақты байланыстардың және олардың арасындағы қатынастардың құрамын құру маңызды. Мақалада осындай жүйелерді жобалау әдістемесін жасау үшін негіз ретінде пайдалануға арналған оның жалпыланған моделін құру мақсатында ИБЖ жабдықталған ғимарат ретінде «ақылды үй» жүйесінің құрылымын талдау жасалады.

Кілт сөздер: интеллектуалды жүйе, басқару жүйесі, басқару нысаны, ақылды үй, датчиктер, жетектер, байланыс жүйесі, интерфейс, инженерлік ғимарат жүйесі, ғимараттың сыртқы және ішкі инфрақұрылымы, инженерлік желілер мен ғимарат жүйелері, ғимараттың инженерлік-техникалық құрылымы.

Кіріспе. Интеллектуалды басқару жүйелерін (ИБЖ) құру кезінде жобалаушылар мен зерттеушілер басқару объектісінің неғұрлым толық және объективті ұсынылуына, оның байланыстар құрылымын және элементтері арасындағы қатынастарды сипаттауға ұмтылады.

Жүйені зерттеу барысында оның құрылымын – жүйенің жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін реттелген және ұйымдастырылған элементтердің, ішкі жүйелердің, тұрақты байланыстардың және олардың арасындағы қатынастардың құрамын құру маңызды. Синтезделген және жұмыс жағдайларына бейімделген құрылым бірдей кеңістікте және уақытта өзгеруі мүмкін, сондықтан ол тұрақты және өзгермелі деп танылады, бұл жағдай құрылымның тұрақтылығы мен өзгергіштігінің бірлігін білдіреді.

Зерттеу нәтижелері

Осы жұмыс аясында біз осындай жүйелерді жобалау әдістемесінің негізі ретінде пайдалану үшін оның жалпыланған моделін құру кезінде ИБЖ-мен жабдықталған ғимарат ретінде «Ақылды үй» жүйесінің құрылымын талдаймыз.

ИБЖ-мен жабдықталған ғимараттардың басты артықшылықтарының бірі – олардың тұрғындарына ыңғайлы болуы. Үйді және оған іргелес инфрақұрылымды жарықтандыруды басқару жарық көріністеріне, күннің уақытына және көңіл-күйдің жағдайына байланысты жарықтан-

дыру тәртібін өзгерту үшін бір батырманы басу арқылы басқаруға болатын әртүрлі нұсқаларды жасауға мүмкіндік береді. Климаттық бақылау жүйесі бір уақытта әртүрлі бөлмелерде әртүрлі климаттық аймақтардың жағдайларын қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Мұны істеу үшін тек ғана сенсорлық басқару тақтасында қажетті температураны орнату керек. Қазіргі кезде мұндай үйлер «Ақылды үй» деп аталады [1, 2].

Әрбір заманауи ғимаратта (үйде) өмірді, жайлылықты, байланыс пен қауіпсіздікті қамтамасыз ететін, демалуға және толыққанды жұмыс ортасын құруға көмектесетін көптеген жабдықтар бар. Бұл жүйелерді басқарудың ыңғайлылығы, олардың бір-бірімен интеграциясы, бірге үйлесімді жұмыс істеу мүмкіндігі, осылайша олардың әрқайсысының жеке функционалдық мүмкіндіктерін біріктіре отырып жалпы функционалдығын арттырады. Осының бәрі мұндай үйді «Ақылды үй» деп атауға мүмкіндік береді.

Осылайша, «Ақылды үй» – бұл қауіпсіздікті, тіршілікті қамтамасыз ету, ойын-сауық және байланыс саласындағы түрлі міндеттерді шешетін барлық жабдықты бір кешенге біріктіретін зияткерлік басқару жүйесі. Кез келген «Ақылды үй» жүйесі ақпарат келіп түсетін датчиктерден, осы жүйенің пайдаланушыларын қажетті ақпарат пен басқару құралдарымен қамтамасыз ететін атқарушы құрылғылардан, байланыс жүйелері-

нен және де интерфейстерден тұрады. «Ақылды үй» – бұл заманауи ғимараттың инженерлік жүйелерін басқаруға арналған зияткерлік автоматика жүйесі.

Біз 1-суретте көрсетілген жалпыланған модель негізінде ғимаратты (үйді) басқарудың интеллектуалды жүйесін талдаймыз, мұндағы



1-сурет – ИБЖ-ның жалпыланған моделі

x – командалық кіріс ақпарат;

y – шығыс Ақпарат;

μ – жүйеге әсер ететін сыртқы ортадағы өзгерістер;

w – басқарылатын жүйенің мінез-құлқының сапасы мен тиімділігінің көрсеткіштері.

Жалпы алғанда, осы модель параметрлерінің барлығы жиынтықтар болып табылады.

Басқару объектісінің қасиеттерін талдау.

Бүгінгі таңда кез-келген ғимараттың құрылысы тек құрылыс жұмыстарымен шектелмейді. Ешкімге бос «қорап» қажет емес – оны толық пайдалану үшін сыртқы және ішкі инфрақұрылым қажет. Сыртқы инфрақұрылым ғимараттың үлкен конгломерациямен интеграциясына жауап береді (мысалы, қала ауданы). Ішкі инфрақұрылым адамдардың ғимарат ішінде жайлы болу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Ол әртүрлі инженерлік жүйелерге негізделген. Әрбір жүйе қолданыстағы мемлекеттік стандарттардың талаптарына толық сәйкес келуі тиіс. Осы жұмыс аясында біз ғима-

раттың ішкі инфрақұрылымын ғана қарастырамыз. Ғимараттың (үйдің) басқару объектісі ретіндегі қасиетін талдау үшін біз 2-суретте көрсетілген схеманы қолданамыз. Мұнда қолданылатын терминдердің қысқаша анықтамасы [3] берілген.

Ғимарат – онда адамдардың тұрақты немесе уақытша болуына арналған, жеке объект ретінде жобаланған объект.

Бөлме – белгілі бір функционалды мақсаты бар және құрылыс конструкцияларымен немесе шартты шекаралармен шектелген ғимарат ішіндегі кеңістік.

Инженерлік желілер және жүйелер – ғимараттар мен құрылыстарға не олардың ішінде суды, ауаны, жылуды, газды, электрді тасымалдауға және беруге арналған, құрылыс объектісін отынмен жабдықтауды, оның ішінде газбен, сумен жабдықтауды қамтамасыз етуге арналған, ғимараттар мен құрылыстардан жану өнімдерін, пайдаланылған жылу тасымалдағышты, кәріз ағыстарын, ластанған ауаны және т.б. жоюға немесе қайтаруға арналған жүйелер (құрылыстар мен коммуникациялар жиынтығы).

Бөлмедегі инженерлік-техникалық құрылғы – тұрмыстық пайдалануға арналған стационарлық бөлме пайдаланушылар (оның ішінде тұрғындар сияқты тұтынушылар) үшін орнатылатын аспап.

Инженерлік желілер мен инженерлік жүйелер тұрғындарды жайлылықпен және жылумен қамтамасыз етуге арналғандықтан, оларды келесі топтарға бөлуге болады: жылумен жабдықтау жүйелері, сумен жабдықтау және су бұру жүйелері, желдету және ауа баптау жүйелері, сыртқы жарықтандыру жүйелері, газбен жабдықтау жүйелері, сигнал беру және байланыс желілері, электрмен жабдықтау жүйелері. Біз осы жүйелерге қысқаша сипаттама береміз және осы жүйелер элементтерінің қай бөлігі тікелей үй-жайларда орналасқанын атап өтеміз.

Жылумен жабдықтау жүйелері. Ғимараттарды жылумен жабдықтаудың екі түрі бар: орталықтандырылған және жергілікті. Жылумен жабдықтау жүйесінің функционалдық бөліктері:

1. Жылу өндіру көзі (қазандық, ЖЭО);

2. Үй-жайларға жылу тасымалдайтын құрыл-



2-сурет – «Үй» жүйесінің құрамдас бөліктері

ғылар (жылу желілері);

3. Тұтынушыға жылу беретін құрылғылар (радиаторлар, жылытқыштар). Дәл осы жылу жүйесінің бөлігі бөлмеде орналасқан.

Сумен жабдықтау жүйесі тұтынушыларды қажетті сапада және жеткілікті мөлшерде сумен қамтамасыз ету үшін пайдаланылатын объектілер кешені болып табылады. Мұндай жүйелерді бөлме ішінде орналасқан өртке қарсы, өндірістік, тұрмыстық және ауыз су жүйелеріне әдеттегідей бөлуге болады.

Желдету және ауа баптау жүйелері. Желдету жүйесі таза ауа ағынын жүзеге асыруға, одан үнемі жабық бөлмеде пайда болатын зиянды қоспаларды кетіруге арналған. Бұл жағдайда ауаны тазарту, салқындату, жылыту, артық ылғалды кетіру, сондай-ақ бөлмедегі ауаны иондау сияқты функциялар қарастырылады.

Сыртқы жарықтандыру жүйелері. Сыртқы жарықтандыру жүйелері адам өмірі мен ортасын ұйымдастырудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Алаңдардың жарықтандырылуы дұрыс есептелуі керек, өйткені бұл жүйе қауіпсіздікті, ыңғайлы жұмыс істеуді және түнде ғимараттың эстетикалық қабылдауын қамтамасыз етудің бір жолы болып табылады.

Газбен жабдықтау жүйелері тұтынушыларды қажетті мөлшерде және пайдаланудың оңтайлы режимдерін қамтамасыз ететін қысым кезінде газбен қамтамасыз етуі тиіс. Олар ғимаратқа және үй ішіндегі газ құбырларына газ беру үшін мемлекеттік тарату желісіне қосылған абоненттік тармақтарды, оны жеке газ аспаптары арасында тарату мақсатында ғимарат ішінде газ тасымалдауға арналған күрделі құрылыс кешенінен тұрады.

Сигнал беру және байланыс желілері өрт және күзет сигнализациясының, сондай-ақ интернеттің, телефон байланысының, радио мен теледидардың жұмысын қамтамасыз етеді.

Электрмен жабдықтау жүйесі ғимараттың маңызды инженерлік жүйелерінің бірі болып табылады, дұрыс жобаланған және орнатылған электр жүйесі ғимараттың барлық инженерлік жүйелерінің практикалық жұмысын сенімді қамтамасыз ете алады. Бұл жүйе тұтынушылар арасында электр энергиясын түрлендіру, беру және тарату көздері мен жүйелерінің кешені болып табылады.

Бөлменің ақпараттық моделі. Бөлмеде орналасқан инженерлік-техникалық құрылғыны басқару үшін оның жоба ерекшеліктерін білу қажет. Осы мәліметтер негізінде инженерлік-техникалық құрылғылардың орналасуы анықталады және басқару жүйелері жасалады. Біздің ойымызша, ақпараттық модельде оның құрылымы мен геометриясын көрсететін екі деректер тобы болуы керек.

Ақпараттық модельде бөлме мен инженерлік-техникалық құрылғы арасындағы байланысты таңдау қажет екенін атап өткен жөн, оларға контроллері бар атқарушы құрылғылар және жеке

мақсаттағы датчиктер (температура, ылғалдылық, қысым және т.б.) жатады. Осындай ақпараттық модельге негіз болатын бөлменің ақпараттық сипаттамалары кестеде келтірілген.

Бөлменің ақпараттық сипаттамалары	
Сипаттамалар тобы	Бөлме қасиеттері
Құрылымдық элементтер	Терезелер
	Есіктер
	Еден
	Қабырғалар
Геометрия элементтері	Биіктігі
	Ені
	Ұзындығы

Байланысты ұйымдастыру. Көлік арнасы, әдетте, сымды немесе сымсыз технологиямен жалған жергілікті желі болып табылады.

Сымды байланыс жүйелері. «Ақылды үй» жүйесінің сымды байланысының мәні барлық басқару құрылғылары – датчиктер, ажыратқыштар, климаттық басқару құрылғылары, әртүрлі басқару панельдері бір сымды ақпараттық шинамен байланысады, олар арқылы сигналдар қалқанда орналасқан жетек құрылғыларына өтеді. Сымды ақпараттық желіде арнайы кабельдер қолданылады, ал кейбір жағдайларда қарапайым бұралған жұп қолданылады. Мұндай жүйе классикалық схемаға сәйкес негізгі электр сымы жасалғанға дейін ғимаратты жөндеудің басында ғана орнатылуы мүмкін. Дайын жөндеу жағдайында сымды байланыс қолданылмайды.

Сымсыз байланыс жүйелері. Бұл жүйелердің сымнан айырмашылығы, басқару құрылғыларынан атқарушы сигнал сымдар арқылы емес, радио сигнал арқылы жүреді. Бұл сымдар санын, сондай-ақ жүйені орнату уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. Бұл жүйелерді классикалық сымдар қолданыла алмайтын дайын жөндеулі объектілерде орнатуға болады.

Сымсыз жүйелер бүкіл кешенді орналастыруға және қосуға уақыт тұрғысынан тиімдірек. Сымсыз жүйесіне орналастыруға тұтынушының күші әбден жетеді. Ол өз үйінде, өз бетінше мұндай жүйені орната алады. Айта кету керек, әртүрлі сенсорлар мен сымсыз типтегі автоматтандырылған атқарушы элементтердің ассортименті үнемі кеңеюде. Бұл біздің ойымызша сымсыз жүйелерді қолдану саласын одан да арттырады.

«Ақылды үй» басқару жүйесі автоматтандырудың үш деңгейінен тұрады, олардың әрқайсысы белгілі бір функцияларды орындайды:

1. Жоғарғы деңгей ақылды ғимарат кешенін басқаруға мүмкіндік береді. Ол арнайы бағдарламалық жасақтамамен және арнайы сенсорлық

экранға, компьютерге немесе смартфонға шығарылатын пайдаланушыларға түсінікті интерфейс пен ұсынылған.

2. Орташа деңгей жүйенің жеке компоненттері арасындағы байланысты қамтамасыз етеді және әртүрлі қосқыштармен, контроллерлермен, ажыратқыштармен және басқару тақталарымен, соның ішінде қашықтықтан ұсынылған байланыс.

3. Төменгі деңгей – бұл барлық орындаушы құрылғылар мен әртүрлі сенсорлардың жиынтығы, олар автоматизацияның орташа деңгейлі құрылғыларымен байланысып берілген көрсеткіштердің өзгеруін жазады.

Ғимараттың (үйдің) интеллектуалды басқару жүйесін келесі жолдармен ұйымдастыруға болады:

- жергілікті сымды;
- қашықтан сымды;
- жергілікті сымсыз;
- қашықтан сымсыз.

Жергілікті сымды басқару әдісі, «Ақылды үй» жүйесінің деректерді беру протоколдарына байланысты, бұралған жұп (компьютерлік желі кабелі), электр сымдары (X10 жүйесінің протоколы) немесе басқа кабель арқылы деректерді беру ортасы болуы мүмкін. Әрбір аймақтық және орталық контроллерде ғимаратты басқару жүйесі басқару құрылғыларымен сымды байланыс үшін, сондай-ақ оған бағынышты басқа ақылды құрылғылармен ақпарат алмасу үшін шығуды қарастырады. Егер бірнеше құрылғы болса, онда интерфейс коммутатордың көмегімен кеңейтіліп, бірнеше бұтақтар жасайды. Сымды жергілікті басқару әдісі үшін жиынтықты және бөлек басқару панельдері мен ажыратқыштар (түйме және сенсорлық) қолданылады, сонымен қатар кабельге қосылған компьютер немесе ноутбук арқылы басқаруға болады.

Қашықтан сымды басқару әдісі – бұл жергілікті деңгейден үлкен желі, яғни үйді басқару ішкі басқару желісіне қосылған аралық кабель арқылы сырттан жүреді. Әдетте, басқарудың бұл әдісі ғимарат корпустарының автоматтандырылған процестерін басқаруда қолданылады.

Шектеулі радиусты *жергілікті сымсыз басқару әдісі* жергілікті радио сигналы, сымсыз Wi-Fi немесе Bluetooth радио желілері арқылы басқару құрылғыларын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Осылайша сіз жүйені үйдің кез келген нүктесінен басқара аласыз. Алайда, үлкен үйлерде қосымша радиотолқындар, сымсыз қуат күшейткіштері қажет болады. Басқару белгілі бір Wi-Fi, Bluetooth немесе фирмалық радиожилік сигнал желісінің кіріктірілген немесе сырттан қосылған таратқышы бар пульттер, сенсорлық панельдер, мобильді құрылғылар (смартфондар, планшеттер, ноутбуктер) арқылы жүзеге асырылады.

Қашықтан сымсыз басқару әдісі, егер «Ақылды үй» жүйесі ғаламдық желілерге қол жетімді, немесе оларға қол жетімділікті қамтамасыз ететін байланысты кеңейту модульдеріне орнатылса

қолданылады. Мұндай желілерге GSM/GPRS (ұялы байланыс арқылы басқару), мобильді интернет, арнайы бөлінген радио сигналы кіреді. GSM/GPRS желісінде шығудың болуы жүйеге үй иесінің телефон нөміріне SMS, MMS және дыбыстық хабарламаларды жіберуге мүмкіндік береді. Теориялық тұрғыдан дауыстық мәзір арқылы басқару да мүмкін. Ғаламдық желілер арқылы үйдегі жүйелерді басқару құралдары, әдетте, смартфондар, сонымен қатар мобильді интернетке арналған таратқыш модульдері бар планшеттер мен ноутбуктер болып табылады. Басқару құрылғылары жүйемен бірге қойылады – бұл сенсорлық немесе батырмалық кірісі бар графикалық басқару тақталары, белгілі бір жиілікте реттелген қабылдағыштары бар қашықтан басқару құралдары. Жинаққа кірмейтін құрылғылар, мобильді ықшам компьютерлер (смартфондар, планшеттер) сияқты, дүниежүзілік ақпараттық желілер арқылы қашықтан басқару үшін арнайы бағдарламалық жасақтаманың көмегімен конфигурацияланады.

Қорытынды. Инженерлік желілер мен жүйелердің техникалық құралдарын басқару процестерін автоматтандырудың мақсаты:

- жайлылық пен қауіпсіздік деңгейін арттыру;
- ресурстарды тұтынудың тиімділігі мен үнемділігі.

«Ақылды үй» жүйесінің жұмысын қамтамасыз ететін инженерлік-техникалық құрылғыларды конструкциялық ерекшеліктері мен функциялары бойынша төрт санатқа бөлуге болады:

1. Электравтоматика – үй ішіндегі және учаскедегі сымдардың жергілікті желісімен байланысқан және бір бөлмеден немесе бір пультпен барлық үй және сыртқы жабдықтарын басқаруға мүмкіндік беретін құрылғылар.

2. Радиоавтоматика – арнайы тасымалды пультпен (жақын жерде, үй шегінде немесе қысқа қашықтықта) немесе ұялы телефоннан (үйден алыс жерде) радиосигналмен басқарылатын сымсыз құрылғылар.

3. Бағдарламалық автоматика – микрокомпьютермен басқарылатын бағдарламаланатын электрондық блок құрылғылары. Олар өз бетінше, берілген бағдарлама бойынша, сымды байланыс командалары бойынша және ұялы телефоннан радио сигналы бойынша әрекет ете алады.

4. Сенсорлық автоматика – сыртқы ортадағы өзгерістерге және белгілі бір әсерлерге жауап беретін автономды құрылғылар.

Хабарламаларды бақылау және қарау үшін экраны бар және «Ақылды үй» жүйесіне қосылған кез-келген құрылғыны пайдалануға болады. Бұл ноутбук, планшет, телефон болуы мүмкін. «Ақылды үй» жүйесінің заманауи бағдарламалық жасақтамасы бейнені талдай алады және анықталған жағдайға байланысты қажетті шараларды өз бетінше қабылдай алады, сұрау бойынша немесе Интернет немесе ұялы байланыс арқылы Төтенше жағдайлар кезінде хабарлама жібере алады, бұл қоңырау немесе SMS болуы мүмкін.

1. Богданов С.В. Умный Дом. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Наука и Техника, 2005. – 208 с.
2. Петин В.А. Создание умного дома на базе Arduino. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 180 с.
3. ГОСТ Р 58033-2017. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. Словарь. Часть 1. Общие термины. Buildings and civil engineering works. Vocabulary. Part 1. General terms. ОК 93.010. Дата введения 2018-08-01.

Модель интеллектуальной системы управления зданием (домом)

¹**ИСКАКОВ Мухамедалим**, к.т.н., доцент, muhamedalim.iskakov51@mail.ru,

¹***АБИЛДАЕВА Гулнур Балтабаевна**, старший преподаватель, g.abildaeva@kstu.kz,

¹**РАХМЕТОЛЛА Алмат Канатулы**, магистрант, almat.rakhmetolla@gmail.com,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью исследования является разработка модели интеллектуальной системы управления зданием. При создании интеллектуальных систем управления (ИСУ) проектировщики и исследователи стремятся к наиболее полному и объективному представлению объекта управления, описанию его структуры связей и отношений между ее элементами. В процессе исследования системы важно установить ее структуру – состав элементов, подсистем, устойчивых связей и отношений между ними, которые упорядочены и организованы для обеспечения функционирования системы. В статье выполнен анализ структуры системы «Умный дом» как здания, оснащенного ИСУ, с целью построения его обобщенной модели для использования как основы для разработки методики проектирования подобных систем.

Ключевые слова: интеллектуальная система, система управления, объект управления, умный дом, датчики, исполнительные устройства, система связи, интерфейс, инженерная система здания, внешняя и внутренняя инфраструктура здания, инженерные сети и системы здания, инженерно-техническое устройство помещения.

Model of an Intelligent Building (House) Management System

¹**ISKAKOV Mukhamedalim**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, muhamedalim.iskakov51@mail.ru,

¹***ABILDAEVA Gulnur**, Senior Lecturer, g.abildaeva@kstu.kz,

¹**RAKHMETOLLA Almat**, master student, almat.rakhmetolla@gmail.com,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev ave., 56,

*corresponding author.

Abstract. The aim of the study is to develop a model of an intelligent building management system. When developing intelligent management systems (IMS), designers and researchers strive for the most complete and objective representation of the control object, a description of its structure of connections and relations between its elements. In the process of studying the system, it is important to establish its structure: the composition of elements, subsystems, stable connections and relations between them, which are ordered and organized to ensure the functioning of the system. The article analyzes the structure of the «Smart House» system as a building equipped with an IMS, in order to build its generalized model for use as the basis for developing a methodology of designing such systems.

Keywords: intelligent system, control system, control object, smart home, sensors, actuators, communication system, interface, building engineering system, external and internal building infrastructure, engineering networks and building systems, engineering and technical arrangement of the room.

REFERENCES

1. Bogdanov S.V. Umnyi Dom. 2-e izd., pererab. i dop. – SPb: Nauka i Tekhnika, 2005. – 208 s.
2. Petin V.A. Sozdanie umnogo doma na baze Arduino. – M.: DMK Press, 2018. – 180 s.
3. GOST R 58033-2017. NATSIONALNYI STANDART ROSSIISKOI FEDERATSII. ZDANIYA I SOORUZHENIYA. Slovar. Chast 1. Obshchie terminy. Buildings and civil engineering works. Vocabulary. Part 1. General terms. OKS 93.010. Data vvedeniya 2018-08-01.