

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

FTAMP 50.53.17
ЭОЖ: 621.316

DOI [10.53002/007](https://doi.org/10.53002/007)

А.Н. Касенова¹, Л.Т. Бозшалова²

¹Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан

²ҚарИУ жанындағы техникалық-экономикалық колледж, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: a.kassenova@tttu.edu.kz)

Ақылды (SMART) заманауи тұрғын үй құрылысына талдау жүргізу

Мақалада заманауи тұрғын үй кеңістігін басқарудың интеллектуалды шешімі ретінде «ақылды үй» тұжырымдамасына кешенді талдау ұсынылады. Авторлар смарт-технологиялардың құрылыс, сәулет және инженерлік жүйелерге ықпалын зерттей отырып, жобалау кезеңдері, техникалық шешімдерді таңдау, жүйелердің үйлесімділігі және энергия тиімділігі мәселелеріне ерекше назар аударады. Әдеби шолу барысында «ақылды үй» жүйелерінің компоненттері, олардың функциялары, қауіпсіздік пен деректерді қорғау мәселелері, сондай-ақ пайдаланушы тәжірибесін жақсартуға бағытталған шешімдер қарастырылған. Қазақстандағы цифрлық трансформация аясында бұл технологиялардың өзектілігі мен енгізу перспективалары, сондай-ақ әлеуметтік-экономикалық тиімділігі негізделеді. Зерттеу нәтижелері «ақылды үй» жүйелерін жобалау мен іске асыруда пәнаралық тәсілдің маңыздылығын көрсетеді және тұрғын үй құрылысының болашағына жаңа бағыттар ұсынады.

Түйін сөздер: ақылды үй, тұрғын үй құрылысы, энергия тиімділігі, автоматтандыру, архитектуралық жобалау, цифрлық жүйе, қауіпсіздік жүйесі, пайдаланушы интерфейсі, заманауи құрылыс, BIM, жасанды интеллект, тұрақты даму.

Кіріспе

Цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы жағдайында «ақылды үй» тұжырымдамасы барған сайын танымал бола түсуде. Ақылды үй-бұл бір желіге біріктірілген әртүрлі құрылғылар мен сенсорлардың өзара әрекеттесуіне негізделген интеллектуалды тұрғын үй кеңістігін басқару жүйесі. Мұндай жүйелер күнделікті процестерді автоматтандыруға мүмкіндік береді – жарық пен температураны реттеуден бастап қауіпсіздік пен тұрмыстық техниканы басқаруға дейін. Ақылды үйді жобалау архитектуралық жоспарлауды, тиісті техникалық шешімдерді таңдауды, сондай-ақ пайдаланушылардың қажеттіліктеріне бейімделе алатын бағдарламалық жасақтаманы біріктіруді қамтитын кешенді тәсілді қажет етеді. Жобалаудың негізгі мақсаты – жайлылық пен өмір сапасын арттыратын ыңғайлы, энергияны үнемдейтін және қауіпсіз ортаны құру [1].

Бұл мақаланың мақсаты «ақылды үйді» жобалаудың негізгі кезеңдері, жабдықты таңдау ерекшеліктері, жүйелердің үйлесімділігі және тұрғын үйлерге осындай шешімдерді енгізу перспективаларын қарастыру. Мақаланың өзектілігі цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы мен белсенді урбанизация жағдайында «ақылды үйді» жобалау құрылыс пен сәулет саласындағы басым міндеттердің біріне айналуға. Қазіргі заманғы ғимараттар жай ғана тұрғылықты жер болып қалмайды, сонымен қатар пайдаланушылардың қажеттіліктеріне бейімделе алатын, қуат тұтынуды оңтайландыратын, қауіпсіздік пен жайлылықты арттыратын интеллектуалды жүйелерге айналады. Қазақстан Республикасы үшін бұл тақырып "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасын және орнықты даму тұжырымдамасын іске асыру шеңберінде ерекше маңызға ие болады. Ақылды үй жүйелерін енгізу энергия тиімділігі, тұрақтылық және тұрғын үй және коммерциялық жылжымайтын мүлікті басқаруды автоматтандыру мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Аймақтың климаттық ерекшеліктерін, ескі тұрғын үй қорындағы энергия тиімділігінің төмен деңгейін және өмір сүру сапасына қойылатын талаптардың артуын ескере отырып, тұрғын үй инфрақұрылымына зияткерлік

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

шешімдерді әзірлеу және енгізу технологиялық ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік-экономикалық басымдықты да білдіреді.

Әдістері мен материалдар

«Ақылды үй» тақырыбындағы заманауи ғылыми әдебиеттер сәулет пен инженерлік жүйелерді жобалаудан бастап пайдаланушылардың өзара әрекеттесуі мен ақпараттық қауіпсіздікке дейінгі көптеген мәселелерді қамтиды. Мақаладағы [2] зерттеудің негізгі бағыттарының бірі – микроконтроллерлер мен атқарушы құрылғылардан бастап басқару интерфейстеріне дейінгі ақылды үй жүйелерінің компоненттерін жіктеу. Жұмыстардың көпшілігі «Raspberry Pi» және «Arduino» сияқты арзан платформаларды біріктіруге бағытталған, бұл жүйелерді жаппай тұтынушыға қолжетімділігі, бірақ бағдарламалық жасақтаманың үйлесімділігі мен тұрақтылығы мәселелерін тудырады. Пайдаланушы интерфейсін зерттеу мобильді және веб-қосымшаларды әзірлеуді, сондай-ақ дауыстық және сенсорлық басқаруды қамтиды.

Энергия тиімділігі мәселесі «ақылды үйлерді» жообалауда маңызды орын алады. Ақылды үйлер ресурстарды тұтынуды 30% - дан 35% - ға дейін төмендетуге мүмкіндік береді, әсіресе "ақылды" электр желілерімен (Smart Grids) интеграциялау және күн батареялары сияқты жаңартылатын энергия көздерін пайдалану кезінде. Жүйені нақты жағдайларға бейімдеуге және жөндеуді жеңілдетуге мүмкіндік беретін модульдік тәсілге ерекше назар аударылады. Сонымен қатар, деректерді қорғау мәселелері, әсіресе қашықтан басқару және пайдаланушы туралы сезімтал ақпаратты сақтау контекстінде көтеріледі [3].

Ғылыми жұмыстарда сонымен қатар ақылды үйлерді енгізудің әлеуметтік аспектілерін қарастырады: қарттар мен мүгедектерге жағдай жасау, жүйелерді пайдаланушылардың қажеттіліктеріне бейімдеу және мінез-құлық үлгілерін талдау үшін нейрондық желілерді құру. Бұл бағыт ақылды үйлерді медициналық және әлеуметтік қолдау жүйелеріне біріктіру перспективаларын аша отырып, белсенді дамып келеді. «Ақылды үйлерді» жобалау зерттеулерінің көптігіне қарамастан, басылымдардың басым көпшілігін ақпараттық технологиялар мамандары жазады, ал инженерлік және құрылыс аспектілері, соның ішінде BIM технологияларымен өзара әрекеттесу және жүйелердің архитектуралық шешімдерге әсері әлі жеткілікті түрде қамтылмаған. Бұл ақылды үй технологияларын құрылыс индустриясына интеграциялауға бағытталған пәнаралық зерттеулердің қажеттілігін көрсетеді [4].

Мақала [5] COVID-19 пандемиясы мен санкциялық шектеулерден туындаған әлеуметтік-экономикалық өзгерістер жағдайында «ақылды үй» жүйелерінің қазіргі жағдайы мен даму перспективаларын талдауға арналған. Авторлар импортты алмастыру қажеттілігіне, отандық технологияларды дамытуға және білікті мамандарды даярлауға баса назар аудара отырып, осы факторлардың салаға әсерін қарастырады. Жұмыста ағымдағы жағдайдың оң және теріс аспектілері көрсетілген: бір жағынан-сұраныстың өсуі, ұлттық кадрлық және өндірістік әлеуетті дамыту; екінші жағынан, компоненттердің жетіспеушілігі, құнның өсуі және сапаның төмендеуі көрсетілген. Тәжірибеге бағдарланған білім берудің, салааралық өзара іс-қимылдың және ақылды үйлер құру процесінде түпкілікті пайдаланушының қажеттіліктеріне назар аударудың маңыздылығы атап өтілген.

Ақылды үй технологиясының заманауи интерьерге әсері қазіргі уақытта ең өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Өмір сүру кеңістігінің функционалдық және эстетикалық аспектілеріне әсер ететін өзгерістер қарастырылады. Ақылды технологиялар жайлылықты, қауіпсіздікті және энергия тиімділігін арттыруға ықпал етеді, бірақ жоғары шығындар, үйлесімділік мәселелері және деректердің құпиялылық тәуекелдері сияқты бірқатар қоңыраулармен бірге жүреді. Болашақта осы технологиялардың одан әрі дамуы мен интеграциясы күтілуде, бұл неғұрлым тұрақты, экологиялық және технологиялық тұрғын үй интерьерлерін құруға мүмкіндік береді [6].

Arduino платформасына негізделген бөлменің жарықтандыруын басқаруды автоматтандырудың қарапайым және қол жетімді әдісі [7]. Автор табиғи жарықтың жетіспеушілігімен жасанды жарықты қосу үшін жарық деңгейін өлшеу үшін фоторезисторды және релені қолдануды қамтитын жобаның практикалық іске асырылуын сипаттайды. Қажетті компоненттердің тізімі, қосылу схемасы және жүйенің жұмыс принципінің сипаттамасы берілген. Даму "ақылды үй" жүйесінің бөлігі бола алады және тұрмыстық жағдайда айтарлықтай шығындарсыз қолданылады.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Энергияны пайдаланудың тиімсіз әдістері құрылыс саласына кері әсерін тигізеді, сондықтан тұрғын үй құрылысының тұрақты дамуы үшін тұрақты болашақ үшін маңызды энергия тиімділігі қажет. Зерттеулерде әр аспект бөлек қарастырылғанына қарамастан, энергия тиімділігі саласындағы оңтайлы нәтижелерге қол жеткізу үшін кешенді талдау қажет. Бұл зерттеудің мақсаты-бағдарлау, әйнектеу, кондиционерлеу жүйелері және интеллектуалды композиттік оқшауланған панельдер (SCIP) тұрғын үйдің максималды энергетикалық тиімділігіне қол жеткізу үшін қалай жұмыс істейтінін зерттеу. Зерттеу барысында Autodesk Revit және Insight 360 көмегімен үйдің дәлелденген энергетикалық модельдері салынды. Тиімділікті арттыру құрылымдық комбинацияларды статистикалық талдау арқылы өлшенеді. Нәтижелерге сәйкес, бастапқы деңгеймен салыстырғанда солтүстік-шығысқа 45° бағдарлау жылдық энергия шығындарын 2,35% - ға төмендетеді. Үш қабатты терезелер екі қабатты терезелерге қарағанда 42,5% - ға аз. Жоғары тиімді жылу сорғылары үшін энергия құны 50,7, ал қарапайым жүйелер үшін 61,9 құрайды. Кірпіш қабырғалардың жылу өткізгіштік коэффициенті SCIP қабырға панельдеріне қарағанда 64,2% жоғары. Біріктірілген стратегия тиімділікті 20,4% арттыруға мүмкіндік береді. Жаңартылатын энергия көздерінің интеграциясы, болашақ зерттеулер климат, жалға алушылардың мінез-құлқы, үкіметтік ынталандыру және өмірлік циклдің тұрақтылығы туралы бірегей деректерді бағалауы керек [8].

Көп параметрлі энергетикалық модельдеуді қолдану сәулетшілердің, инженерлердің және реттеушілердің кешенді технологиялық шешімдерін қабылдауды жеңілдетеді, тұрғын үйлерді жобалау және энергия тиімділігін арттыру үшін сенімді статистиканы ұсынады. Бұл зерттеу SCIP панельдерінің тиімділігінің және тұрғын үйлердегі энергия тиімділігін арттыруға қатысты ғимараттарды жобалау мәселелерін мұқият қарастырудың күшті дәлелі болып табылады. Тұрақты тұрғын үй құрылысына тиімді жол SCIP панельдерін жоғары тиімді кондиционерлеу жүйелерімен, терезе мен әйнек дизайнымен және ғимараттың оңтайлы бағдарлануымен бірге пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі. Осы жаңалықтарды мойындау және енгізу арқылы ғалымдар, кәсіпқойлар және шешім қабылдаушылар жасыл және энергияны үнемдейтін болашақты құру үшін ынтымақтаса алады. Энергия тұтынуға және тұрғын үй шығындарының төмендеуіне әсер ететін көптеген аспектілерді мұқият зерттеу. Бұл зерттеу SCIP панельдерін пайдалануды, ғимараттың бағытын, терезе дизайны мен әйнектерін, HVAC жүйесінің өнімділігін және олардың энергия тиімділігіне жиынтық әсерін қарастырады. Бұл зерттеу деректерді мұқият талдау арқылы ғимараттарды жобалау кезінде энергия тиімділігін арттырудың әртүрлі шараларын бағалауға бағытталған. Алынған мәліметтерден алынған негізгі тұжырымдар ғимараттың энергия көрсеткіштерін оңтайландыру туралы құнды ақпарат береді. Талдау көрсеткендей, оқшаулау тиімділігі 16-20% құрайды, бұл 64,8–68,2% диапазонында энергия шығындарының төмендеуіне әкеледі. және орташа диапазон 796-830 EUI. 20,40% тиімділігі бар жоғары оқшаулау сапасы 68% энергия шығындары мен орташа 830 EUI кезінде ең жақсы нәтижеге қол жеткізеді. Бағдарлауға келетін болсақ, солтүстік-шығысқа қарай 45 градусқа бағдарлау электр энергиясының шығындарын жылына 2,35% - ға және ЕҚЫҰ-да ағымдағы бағдармен салыстырғанда жылына 25,13% - ға үнемдеуді қамтамасыз етеді. Терезелерді жобалау кезінде үш есе аз қолданылады электронды әйнек энергия шығындарын 0,02-ге төмендету және EUI үнемдеуін жылына 2,3-ке арттыру арқылы оңтайлы түрде орындалды [9].

Мақалада [10] заманауи ақылды үй зерттеулеріне жүйелі шолу (smart Home Automation Systems — SHAS) жүргізілді. Ақылды үй архитектурасының негізгі компоненттері, соның ішінде пайдаланушы модульдері, үй ортасы және қызметтер, сондай-ақ тұрғын үй кеңістігінің ыңғайлылығын, қауіпсіздігін және энергия тиімділігін арттыру үшін заттар интернетін (IoT) және жасанды интеллектті (AI) белсенді қолдану қарастырылады. Ақылды үйлердің технологиялық эволюциясы: Bluetooth және Wi-Fi негізіндегі негізгі шешімдерден IoT және AI интеграциясына дейін. SHAS қолданудың негізгі бағыттары: энергияны басқару, денсаулық сақтау, үй қауіпсіздігі және тұрғын үй жағдайын бақылау. Зерттеудің мақсаты іске асырудың жоғары шығындары, деректер қауіпсіздігі мәселелері, ескі буын желілерінің шектеулі мүмкіндіктері және интероперабельділік мәселелері. Сондай-ақ, зерттеулерді қолданылатын технологиялар, әдістемелер және мақсатты қосымшалар бойынша жіктейтін жарияланым таксономиясы ұсынылған. Талдау жекелендірілген және интеллектуалды шешімдерді жүзеге асыру үшін бұлтты есептеу, Машиналық оқыту, үлгіні тану және дауыстық интеграцияның артып келе жатқанын көрсетеді. Қорытындылай келе, авторлар SHAS-ті одан әрі дамыту қауіпсіздік, интероперабельділік және шығындарды азайту мәселелерін шешуді, сондай-ақ дәстүрлі басқару

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

әдістерін жасанды интеллекттің болжамды мүмкіндіктерімен біріктіретін гибридіті жүйелерді белсенді біріктіруді талап ететінін атап көрсетеді.

«Ақылды үй» технологияларының қазіргі даму тенденциялары келесі мақалада қарастырылған [11]. Авторлар нақты интеллектуалды ортаны құру үшін жеке «ақылды» құрылғылардың болуы ғана емес, оларды орталықтандырылған басқарумен біртұтас экожүйеге біріктіру қажет екендігіне назар аударады. Ақылды үйлердегі автоматтандырудың негізгі бағыттарына мыналар жатады: микроклиматты басқару; жарықтандыруды бақылау; қауіпсіздікті қамтамасыз ету (мысалы, судың ағып кетуін, газдың ағып кетуін, бұзылуларды анықтау). Авторлар ZigBee және Z-Wave технологияларына негізделген басқару хабы мен сымсыз сенсорлар желісінен тұратын «ақылды үй» жүйесінің құрылымын егжей-тегжейлі сипаттайды. Датчиктердің түрлері (қозғалыс, есіктердің ашылуы, жарықтандыру, судың ағуы, газдың ағуы, өрт датчиктері) және олардың автоматтандырылған сценарийлерді құрудағы ролі қарастырылады. Ақылды камералар, дауыстық көмекшілер (мысалы, Элис және Google Assistant) және ақылды қашықтан басқару құралдары арқылы құрылғыларды басқару мүмкіндіктері одан әрі талқыланады. «Ақылды үй» жүйелерін пайдаланудың артықшылықтары — жайлылықты, қауіпсіздікті және энергияны үнемдеуді жақсарту, сонымен қатар кемшіліктер — жабдықтың жоғары құны, желілік байланысқа тәуелділік және кейбір функциялардың артықтығы көрсетілген. Осылайша, мақала пайдаланушылардың өмір сүру сапасын нақты жақсартуға қол жеткізу үшін құрылғыларды біртұтас экожүйеге біріктірудің маңыздылығын көрсете отырып, Ақылды үй технологияларының заманауи мүмкіндіктері мен шектеулері туралы тұтас түсінік береді.

Заманауи ғылым мен техниканың ең перспективалы бағыттарының бірі – «ақылды үй» жүйелерін жобалау және енгізу қарастырылады. Автор өмір сүру сапасын, қолайлылық пен ресурстарды үнемдеуге баса назар аудара отырып, Қазақстанда және әлемде тұрмыстық процестерді автоматтандыруға деген қызығушылықтың артып келе жатқанын атап көрсетеді. Жұмыс коммуналдық қызметтер құнының өсуі жағдайында тақырыптың өзектілігіне негізделген. Орталық процессорды, сенсорларды және жетектерді қамтитын «ақылды үй» жүйесінің негізгі құрылымы сипатталған. Әр түрлі құрылғылардың үйлесімділігі мен ашық автоматтандыру жүйелерінің маңыздылығына назар аударылады. Биометриялық құлыптар, электрондық пошта жәшіктері және суды тазарту жүйелері қолданылатын Қазақстандағы "Highvill" тұрғын үй кешенінің мысалында «ақылды үй» технологияларын енгізу мысалдарына қысқаша талдау жүргізілді. «Ақылды үй» жүйелерінің рентабельділігін негіздеуге ерекше назар аударылады. Автор бастапқы құны жоғары болса да, инвестициялар жылуды, жарықтандыруды және басқа жүйелерді ұтымды басқару арқылы өтелетінін атап өтеді. Осылайша, энергия тиімділігін, қауіпсіздігін және өмір сүру сапасын арттыру үшін «ақылды үй» технологияларын енгізудің маңыздылығын көрсетеді, сонымен бірге шешімдерді жергілікті нарық жағдайларына бейімдеу қажеттілігін көрсетеді [12].

Ақылды үйді жобалау үшін жүйелік талдау әдістерін қолдану маңыздылығы жоғары. Жүйенің оңтайлы архитектурасын таңдау үшін UML контекстік диаграммалары және аналитикалық иерархия әдісі сияқты құралдар қолданылады. Әр түрлі өндірушілердің аппараттық үйлесімділік мәселесіне ерекше назар аударылады және құрылғыларды бірыңғай микросервистік архитектураға біріктіру үшін TCP негізделген «көпір» түрінде шешім ұсынылады [13].

Нәтижелері мен талқылау

Қазақстандағы ақылды үй жүйелері тұрғын үйдің жайлылығын, қауіпсіздігін және энергия тиімділігін арттыру қабілетінің арқасында барған сайын танымал бола бастады. Алматы және Астана сияқты ірі қалаларда жаңа ғимараттар мен қолданыстағы жылжымайтын мүлік объектілерінде осындай технологиялардың белсенді енгізілуі байқалады. Заманауи шешімдер мобильді қосымшалар немесе дауыстық көмекшілер арқылы жарықтандыруды, жылытуды, кондиционерлеуді, бейнебақылауды және басқа жүйелерді басқаруға мүмкіндік береді. Бұл пайдаланушылардың жеке қалауына сәйкес жүйелердің ыңғайлылығы мен бейімделуін қамтамасыз етеді. Қазақстанда соңғы жылдары берілген технологияларды қолдана отырып ғимараттар мен үймереттерді жобалау кеңінен қолданылуда. Энерготиімділікті арттыру жаңа технологиялардың дамуына тікелей байланысты, 1-кестеде даму кезеңдері көрсетілген [14].

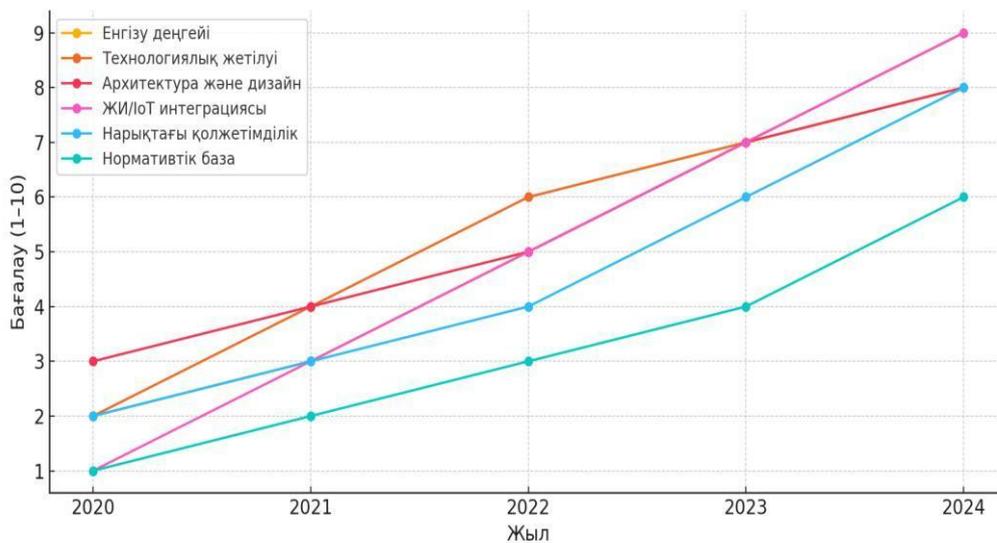
Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

1 – кесте

Қазақстандағы ақылды үй технологияларының даму кезеңдер

Кезеңдері	Сипаттамасы
2015–2018 жж.	Алматы мен Астанадағы коттедж қалашықтары мен элиталық тұрғын үй кешендері негізінде алғашқы пилоттық жобалар іске қосылды. Жүйелер негізінен жарықты басқару, бейнебақылау және қауіпсіздік сигнализациясы сияқты базалық функциялармен шектелді.
2019–2022 жж.	Мобильді қосымшалармен интеграция, дауыс арқылы басқару, энергия тұтынуын бақылау жүйелері пайда болды. Жергілікті жеткізушілер мен отандық шешімдер дами бастады.
2023 жылдан бастап	Ақылды үй технологиялары орта және премиум сегменттегі жаңа құрылыстар үшін стандартқа айналды. ВІ Group және Bazis-A сияқты құрылыс компаниялары интеллектуалды жүйелерді архитектуралық жобаларға белсенді енгізіп келеді. Мемлекет ВІМ технологияларын және «ақылды қала» тұжырымдамасын енгізу арқылы цифрландыруды қолдайды.

Соңғы бес жылда Қазақстандағы ақылды үйлер нарығы жайлылыққа, қауіпсіздікке және энергия тиімділігіне байланысты технологияларға деген қызығушылықтың артуына байланысты орнықты өсуді көрсетіп отыр. Төменде 2020 жылдан 2024 жылға дейінгі елдегі ақылды үй технологияларын жобалауды қолдануға салыстыру графигі көрсетілген (1-сурет) [15].



1 – сурет. Қазақстандағы ақылды үйді жобалаудың салыстырмалы талдауы (2020-2024ж. аралығында)

Қорытынды

Зерттеу нәтижелерін қорыта келе, «ақылды үй» тұжырымдамасы – заманауи тұрғын үй құрылысының дамуындағы маңызды және болашағы зор бағыттардың бірі екені анықталды. Мақалада келтірілген әдеби деректер мен тәжірибелік зерттеулер қазіргі заманғы смарт-технологиялардың тұрғын үй кеңістігін басқарудағы тиімділігін, қауіпсіздік деңгейін арттырудағы, энергия үнемдеудегі және өмір сүру сапасын жақсартудағы әлеуетін жан-жақты көрсетеді. Қазақстан жағдайында «ақылды үй» технологияларын енгізу тек техникалық модернизацияны ғана емес, сонымен қатар тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығын оңтайландыруды, пайдаланушылардың қажеттіліктеріне бағдарланған интеллектуалды шешімдерді әзірлеуді көздейді. Бұл – «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы аясында

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

қол жеткізуге болатын әлеуметтік-экономикалық прогрестің айқын көрсеткіші. Алайда, тиімді нәтижелерге қол жеткізу үшін жобалау, инженерия, ақпараттық технологиялар және архитектура салаларында пәнаралық ықпалдастық қажет. Жүйелердің үйлесімділігі, деректер қауіпсіздігі, қолданбалы бағдарламалық шешімдердің тұрақтылығы және тұтынушы сұранысына бейімделуі – басты назарда болуы тиіс. Осы орайда, BIM-модельдеу, энергия тиімділігін болжау құралдары, модульдік құрылымдар және жасанды интеллект элементтерін біріктіретін кешенді тәсілдер «ақылды үй» жүйелерін жобалаудың болашақтағы негізгі бағытына айналады. Сонымен қатар, бұл жүйелердің қолжетімділігі мен жергілікті климаттық, экономикалық ерекшеліктерге бейімделуі де маңызды.

Әдебиеттер тізімі

1. Волков С. Н., Волкова Ю. В. Умный дом: автоматизация инженерных систем здания. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 333 с.
2. Князев В. М., Серебряков П. Ю. Проектирование систем «умный дом» на базе KNX и других протоколов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2021. – 165 с.
3. Жумабекова А. Б., Ибраева Г. К. Ақылды үй: заманауи технологиялар мен жобалау принциптері // ҚазҰТЗУ хабаршысы. – 2022. – № 3 (152). – Б. 75–81.
4. Мохирева А. О., Логинова П. В., Мелехин Е. М., Беспалов В. В. Умный дом как фактор преобразования строительства. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. – 8 с.
5. Мельник О. Н. Умный дом: возможности и технология // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. – 2021. – № 4. – С. 115–118. – DOI: 10.18137/RNU.V9187.21.04.P.115.
6. Рамазанова А. Технологии умного дома и их влияние на современный интерьер // Вестник науки. – 2025. – № 3 (84). – Т. 1. – С. 623–635. – ISSN 2712-8849. – URL: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/21742>
7. Емельянов Г. В. Автоматизация управления освещённостью помещения // Молодой ученый. – 2021. – № 3 (345). – С. 16–18. – URL: <https://moluch.ru/archive/345/77694/>
8. Abdul M. K., Wesam A., Syed M. Y. Optimizing residential building energy efficiency through smart composite insulated panel systems // Discovery Environment. – 2023. – № 2. – DOI: 10.1007/s44274-025-00196-9.
9. Khan S., Ali H., Shah Z. Systematic analysis of smart homes: current trends and future recommendations // Cogent Engineering. – 2024. – Vol. 11, № 1. – Article ID 2344452.
10. Marikyan D., Papagiannidis S., Rana F. O., Ranjan R. Working in a smart home environment: examining the impact on productivity, well-being and future use intention // Internet Research. – 2024. – Vol. 34, № 2. – P. 447–473.
11. Золенко М. Что такое умный дом: функции, виды, составляющие и экосистемы [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.e-katalog.ru/post/1990/618-chto-takoe-umnyy-domfunkcii-vidy-sostavlyayuschie-i-ekosistemy/>
12. Кадырова Л. Ш. «Умный дом»: идеология или технология // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 5. – С. 86–87. – URL: <https://researchjournal.org/arch/umnyj-dom-ideologiya-ili-texnologiya/>
13. Григорьева С. Проектирование «умного дома» с использованием методов системного анализа // Вестник ВКТУ. – 2023. – Т. 1, № 4. – URL: <https://vestnik.ektu.kz/index.php/vestnik/article/view/649>
14. Шаяхметова А., Бельгибаев Ж., Койлыбекова А. Система автоматизации умного дома на основе интернета вещей // Вестник ВКТУ. – 2022. – № 2. – С. 53–64. – URL: <https://vestnik.ektu.kz/index.php/vestnik/article/view/>
15. ҚР Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі. «Smart City» және «Smart Home» тұжырымдамалары // Ресми баяндамалар жинағы. – Астана, 2022.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

А.Н. Касенова, Л.Т. Бозшалова

Анализ тенденций развития современного строительства умных (SMART) жилых домов

В статье предлагается комплексный анализ концепции «умного дома» как интеллектуального решения для управления современным жилым пространством. Анализ влияния смарт-технологий на строительные, архитектурные и инженерные системы фокусируется на ключевых аспектах проектирования, выборе оптимальных технических решений, обеспечении совместимости компонентов и повышении энергоэффективности. В обзоре литературы рассматриваются компоненты систем «умного дома», их функции, проблемы безопасности и защиты данных, а также решения, направленные на улучшение пользовательского опыта. В рамках цифровой трансформации в Казахстане обосновываются актуальность и перспективы внедрения этих технологий, а также социально-экономическая эффективность. Результаты исследования подчеркивают важность междисциплинарного подхода к проектированию и реализации систем «умного дома» и предлагают новые направления в будущем жилищного строительства.

Ключевые слова: умный дом, жилищное строительство, энергоэффективность, автоматизация, архитектурное проектирование, цифровая система, система безопасности, пользовательский интерфейс, современное строительство, BIM, искусственный интеллект, устойчивое развитие.

A.N. Kassenova, L.T. Bozshalova

Analysis of trends in the development of modern construction of smart residential buildings

The article offers a comprehensive analysis of the concept of a "smart home" as an intelligent solution for managing modern living space. The analysis of the impact of smart technologies on construction, architectural and engineering systems focuses on key aspects of design, selection of optimal technical solutions, ensuring component compatibility and increasing energy efficiency. The literature review examines the components of smart home systems, their functions, security and data protection issues, as well as solutions aimed at improving the user experience. As part of the digital transformation in Kazakhstan, the relevance and prospects of the introduction of these technologies, as well as socio-economic efficiency, are substantiated. The results of the study highlight the importance of an interdisciplinary approach to the design and implementation of smart home systems and suggest new directions for the future of housing construction.

Keywords: smart home, housing construction, energy efficiency, automation, architectural design, digital system, security system, user interface, modern construction, BIM, artificial intelligence, sustainable development.

References

1. Volkov S. N., Volkova Yu. V. - Umny Dom: automation of the engineering system of the city. - M.: WPC Press, 2020. – 333с.
2. Knyazev V. M., Serebryakov P. Yu. - designing the "umny Dom" system on the basis of KNX and other protocols. - M.: Solon-Press, 2021. - 165с.
3. Zhumabekova A. B., Ibraeva G. K. Smart Home: modern technologies and design principles. // Bulletin of kaznrta, 2022, No. 3 (152), page 75-81.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

4. Mohireva A. O., Loginova P. V., Melekhin E. M., Bespalov V. V. Umny Dom, as a factor of preobrasovaniya construction. M.: editor: St. Petersburg Polytechnic University Petra Velikogo, St. Petersburg, Russian Federation, 2018-8 p.
5. Melnik O. N. Umny Dom: possibility and technology / Melnik O. N. // Vestnik of the Russian new university. Series: systems: models, analysis and management. 2021. NO. 4. P. 115-118. DOI 10.18137/RNU.V9187.21.04. P.115.
6. Ramazanova A. technology of the UMN House and its entrance to the modern interior// Bulletin of science No. 3 (84) Vol. 1. p. 623 - 635. 2025 G. ISSN 2712-8849 // electronic resource: <https://www.вестник-науки.рф/article/21742> (date: 30.04.2025)
7. Emelyanov, G. V. automation of management of Land Management / G. V. Emelyanov. - Text: neposredstvenny// Young Scientist. -2021. -№3(345). -P. 16-18. - URL: <https://moluch.ru/archive/345/77694/> (image date: 30.04.2025).
8. Abdul M.K., Wesam A., Syed M.Y. Optimizing residential building energy efficiency through smart composite insulated panel systems. Discovery Environment., no. 2 (2023): DOI:10.1007/s44274-025-00196
- 9 S. Khan, H. Ali, and Z. Shah, "Systematic Analysis of Smart Homes: Current Trends and Future Recommendations," Cogent Engineering 11, no. 1 (2024): 2344452.
10. D. Marikyan, S. Papagiannidis, F. O. Rana, and R. Ranjan, "Working in a Smart Home Environment: Examining the Impact on Productivity, Well-Being and Future Use Intention," Internet Research 34, no. 2 (2024): 447– 473
11. Zolenko, M. This is a reliable house: functions, views, building and ecosystems. [Electronic resource]/ 2019. access mode: <https://www.e-katalog.ru/post/1990/618-chto-takoe-umnyy-domfunkcii-vidy-sostavlyayuschie-i-ekosistemy/>.- date of access: 30.10.2021.
12. Kadyrova L. Sh." Umny Dom": ideology or Technology // International Scientific-Research Journal. -2013. - No. 5. - pp. 86-87. [research-journal.org]. - URL: <https://researchjournal.org/arch/umnyj-dom-ideologiya-ili-texnologiya/> (image date: 21.12.19)
13. Grigorieva, S. (2023). The project "umnyy Doma" with the use of system analysis methods. Vestnik VKTU, 1 (4). kindled fire <https://vestnik.ektu.kz/index.php/vestnik/article/view/649>
14. Shayakhmetova, A., Belgibayev, & Koilybekova. (2022). The system of automation of the umna House on the basis of the internet everything. Vestnik VKTU, (2), 53-64. <https://vestnik.ektu.kz/index.php/vestnik/article/view/>
15. Ministry of digital development, innovation and aerospace industry of the Republic of Kazakhstan Concepts " Smart City "and" Smart Home"// Collection of official reports, Astana, 2022.