



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2024_4_263
MFТАА 67.01.51

Ш.Е. Шонбасова¹, Г.С. Абиева²

Халықаралық білім беру корпорациясы ХББК (ҚАЗБСҚА кампусы), Алматы қ, Қазақстан

¹E-mail: shaxida2007@mail.ru*

²E-mail: guldana1967@mail.ru

«ҚАЛАЛЫҚ ЖЫЛУ АРАЛДАРЫНЫҢ» АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ДАМУЫНА ӘСЕР ЕТУІ

ВЛИЯНИЕ «ГОРОДСКИХ ОСТРОВОВ ТЕПЛА» НА РАЗВИТИЕ ГОРОДА АЛМАТЫ

INFLUENCE OF «URBAN HEAT ISLANDS» ON THE DEVELOPMENT OF THE ALMATY CITY

Аңдатпа. Климаттың өзгеруі, жылдам урбанизация және басқа да қозғаушы факторлардың әсерінен ғимараттардағы жаһандық энергия тұтыну тұрақты өсіп келеді. Қазіргі уақытта тұрғын және қоғамдық ғимараттарды жобалау кезінде қалалық жылу торабының мәселесіне, қалалық ортаның тығыз дамуы кезінде ауаның ластануына жеткілікті назар аударылмайды, адамдардың өмірін бейімдеу үшін шешімдердің кешенді тәсілін жасауды қажет етеді. Қоғамның энергияға деген қажеттілігін қанағаттандыру енді жеткіліксіз, ғимараттардың энергия тиімділігін арттыруға, сондай-ақ, қоршаған ортаға және басқа да әсерлерді азайтуға қатаң талаптар қоятын тұрақты дамуының жоғары мақсаттарына қол жеткізу қажет. Климаттық жағдайлар, ғимараттардың энергия тиімділігі мен қала жайғасымы бір-бірімен тығыз байланысты деген болжамға сүйене отырып, көптеген соңғы отандық және шетелдік зерттеулер, сонымен қатар, құрылыс деңгейінде емес, қала масштабында құрылыс энергиясының тұтынуын аудан картасына салу қажеттілігін көрсетті.

Қалалық жылу аралы (ҚЖА) салқындату қажеттілігін арттыру және жылу қажеттілігін азайту арқылы ғимараттың энергия тұтынуына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Дегенмен, ҚЖА әсерінен туындаған температураның өзгеруін сандық бағалауға және ғимараттың энергия тұтынуын бағалауға байланысты қиындықтарға байланысты ҚЖА-ның ғимараттың энергия тұтынуына әсері жақсы зерттелмеген. Бұл мақалада тұрғын үй және өнеркәсіптік құрылыс құрылыстың энергия тұтынуына ҚЖА әсерін түсінуді жақсарту үшін бар ғылыми әдебиеттер, ғылыми жұмыстарды қарастырдық. ҚЖА салқындату энергиясын тұтынудың 19,0 %-ға өсуіне және жылу энергиясын тұтынудың 18,7 %-ға төмендеуіне әкелуі мүмкін екендігі анықталды.

Түйін сөздер: микроклимат, климаттың өзгеруі, қалалық жылу аралы (ҚЖА), температура, ылғалдылық, желдің жылдамдығы, ауаның ластануы, ауа айналымы, экологиялық бақылау.

Аннотация. Глобальное потребление энергии в зданиях неуклонно растет из-за быстрой урбанизации, изменения климата и других движущих факторов. В настоящее время при проектировании зданий проблеме городских тепловых сетей, загрязнению воздуха в условиях плотной застройки городской среды уделяется недостаточно внимания, необходимо создавать комплексный подход к решениям по адаптации жизни людей. Уже недостаточно удовлетворять потребности общества в энергии, необходимо делать это, достигая при этом все более высоких целей устойчивого развития, которые предъявляют все более строгие требования к повышению энергоэффективности зданий, а также снижению воздействия на окружающую среду и других последствий. Исходя из предположения, что климатические условия, энергоэффективность зданий и городская планировка строго связаны друг с другом, многие недавние исследования также продемонстрировали необходимость картирования энергопотребления зданий в масштабе города, а не на

уровне здания.

Городской остров тепла (ГОТ) может оказать значительное влияние на энергопотребление здания за счет увеличения потребности в охлаждении и снижения потребности в отоплении. Однако влияние ГОТ на энергопотребление здания было недостаточно изучено из-за проблем, связанных с количественной оценкой изменения температуры, вызванного ГОТ, и оценкой энергопотребления здания. В этой статье мы рассмотрели существующую литературу для улучшения понимания влияния ГОТ на энергопотребление здания. Было обнаружено, что ГОТ может привести к увеличению потребления энергии на охлаждение на 19,0 % и снижению потребления энергии на отопление на 18,7 %.

Ключевые слова: микроклимат, изменение климата, городской остров тепла (ГОТ), температура, влажность, скорость ветра, загрязнение воздуха, циркуляция воздуха, экологический контроль.

Abstract. Global energy consumption in buildings is steadily increasing due to rapid urbanization, climate change and other driving factors. Currently, when designing buildings, insufficient attention is paid to the problem of urban heating networks and air pollution in a densely built urban environment; it is necessary to create an integrated approach to solutions for adapting people's lives. It is no longer enough to satisfy the energy needs of societies, but it is necessary to do this while meeting overreaching sustainable goals which impose ever so stricter requirements for efficiency improvements, and environmental and other impact reductions. Based on the assumption that climate conditions, building energy efficiency and urban design are strictly related to each other, many recent studies have also demonstrated the need to map building energy consumption at the city scale rather than at the building level.

An urban heat island (UHI) can have a significant impact on a building's energy consumption by increasing cooling demand and decreasing heating demand. However, the effect of UHI on building energy consumption has not been well studied due to the challenges associated with quantifying the temperature change caused by HOT and estimating building energy consumption. In this research, we reviewed the existing literature to improve the understanding of the impact of HOT on building energy consumption. It was found that HOT can lead to a 19.0% increase in cooling energy consumption and an 18.7% decrease in heating energy consumption.

Keywords: microclimate, climate change, urban heat island (UHI), temperature, humidity, wind speed, air pollution, air circulation, environmental control.

Kіpіcne. Бұл мақалада климаттың өзгеруі және урбанизация саласындағы зерттеулерді талдау негізінде «Қалалық жылу аралының» Алматы қаласының дамуына әсер ету нәтижесі қарастырылады. Жұмыс барысында шетелдік дереккөздер де талданды.

Қала тұрғындарының саны жыл сайын тез өсіп келеді. «Еңбек ресурстарын дамыту орталығы» АҚ болжамы бойынша 2030 жылға қарай қала халқы 5 млн адамға жетеді, Алматы қаласы метрополиске айналады (Байқұлаков, 2022).

Қала халқының өсуі сөзсіз құрылыс тығыздығының айтарлықтай өсуіне әкеледі. Тығыз құрылыс, тар көшелер, биік ғимараттардың массивтері мезоклиматқа зиян келтіреді.

Қалалық ортаның деградациясы жүріп жатыр. Егер біз ғимарат ішіндегі қолайлы микроклимат жағдайларын қамтамасыз ету үшін ішкі жүйелерді сәтті жобалай алсақ, сыртта тиімді микроклиматты да жасай аламыз ба?

Біріккен Ұлттар Ұйымының бағалауы бойынша, 2050 жылға қарай қалалық жерлерде тұратын халықтың үлесі өсіп, бүкіл әлем халқының шамамен 70 %-на жетеді (2014 жылы 54 %).

Әдеби шолу. Қалалық жылу аралы (ҚЖА) – ХХІ ғасырда урбанизация мен индустрияландыру нәтижесінде адамзат тап болған күрделі мәселе. «Жылу аралын» 1818 жылы әйгілі ғалым Люк Ховард ашты, ол Лондонның орталығында және одан тыс жерлерде ауа температурасын өлшеп, Лондон дамымаған ауылдық жерлерге қарағанда жылы деген қорытындыға келді (Mills, 2006). Содан кейін «жылу аралдары» барлық дерлік мегаполистерде табылды.

Леонард о. Майруп 1969 жылы қалалық жылу аралының салдарын болжау үшін алғашқы кешенді сандық өндеуді жариялады (Rutledge & McDaniel, 2023). Оның мақаласы жылу аралын қарастырады және сол кездегі аудандарды тым сапалы деп сынайды. Сандық модель сипатталған және қалалық атмосфераға қолданылады. Бірнеше ерекше жағдайларға арналған есептеулер, сондай-ақ сезімталдықты талдау ұсынылған. Модель қалалық температурадан асып кетудің дұрыс тәртібін болжайтыны анықталды. Жылу

аралының әсері бірнеше бәсекелес физикалық процестердің таза нәтижесі екендігі анықталды. Жалпы, қала орталығындағы буланудың төмендеуі және қалалық құрылыс және жол материалдарының жылу қасиеттері басым параметрлер болып табылады. Бұрын қаладағы температураның кеңістіктік гетерогенділігі негізінен жергілікті климаттық аймақтардың ауысуымен байланысты деп есептелді – жер бетінің біртекті түрі бар учаскелер және алғашқы жүз метрге жуық даму. Бірақ мұндай аймақтардың әрқайсысы бүкіл қала бойынша жылу аралының қалыптасуына өз үлесін қосатыны белгілі болды.

Мұны синергетикалық әсермен салыстыруға болады, мұнда бірнеше факторлардың өзара әрекеттесу нәтижесі сол факторлардың әсерінен болатын әсерлердің қосындысынан күштірек болады.

Жақында UNSW Sydney-де жүргізілген зерттеу Сауд Арабиясының астанасы Эр-Риядтағы жоғары температураны $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін төмендету үшін инновациялық стратегияны ұсынады (Santamouris, Falasca, & Siani, 2024).

Материалдар мен зерттеу әдістері. Бұл мақалада соңғы 20 жылдағы демографиялық және метеорологиялық ресми мәліметтерді салыстыру, статистикалық талдау әдістері қолданылды. Сонымен қатар, ғимараттар мен автокөлік жолдарының қоршау құрылымдарының сыртқы беттерінің температурасын қашықтықтан өлшеуге таянған термобейнелеу әдісі де қолданылды.

Алматы қаласының тозығы жеткен тұрғын үй қорының жағдайы талданды. Алматыда тұрғын үй қорының Қазақстанда 2012 жылдан бері қолданыстағы энергия тиімділігінің заманауи талаптарына сәйкестік дәрежесі зерттелді, және де шетелдік ғылыми жұмыстар зерттеліп, қамтылды (Есимов, 2023).

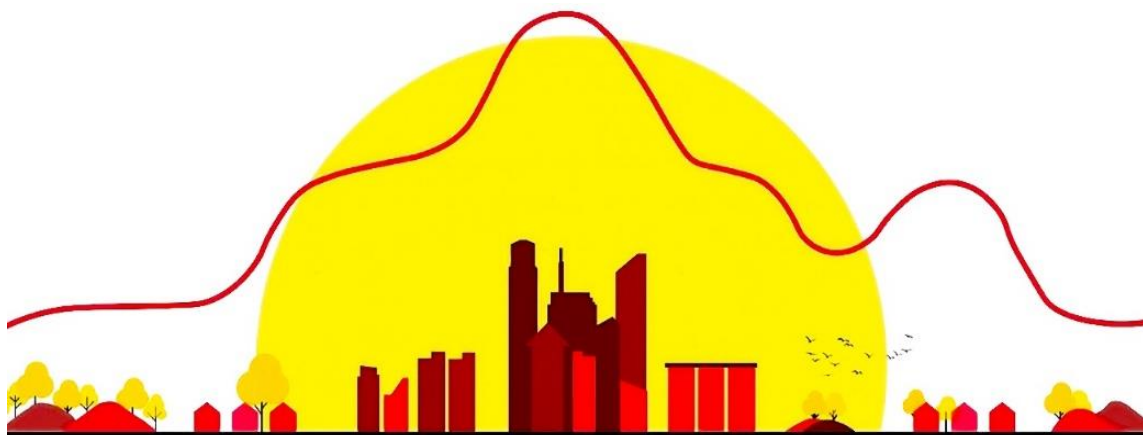
Нәтижелері және оларды талқылау. Қалалық жылу аралдары (ҚЖА) қоршаған ауылдық жерлердегі температурамен салыстырғанда қалалық жерлерде айтарлықтай жоғары температураның болуы ретінде анықталады. Қалалық жылу аралдары қыс пен жаз айларында, әсіресе түнде және желдің төмен деңгейінде көбірек байқалады.

Қала орталықтары көбінесе қоршаған, аз дамыған аудандарға қарағанда бірнеше градусқа жылы болады. Күні бойы бұл температура айырмашылығы Фаренгейт бойынша $1,8^{\circ}$ -тан $5,4^{\circ}$ -қа дейін болуы мүмкін. Кешке бұл айырмашылық Фаренгейт бойынша 20 градусқа дейін артуы мүмкін. ҚЖА-ның жоғары температурасы адамның іс-әрекетіне, әсіресе жер бетінің өзгеруіне байланысты болуы мүмкін. Қала құрылысы шатыр мақсаттары үшін және тротуарлар мен жолдарды төсеу үшін цемент пен асфальттың едәуір мөлшерін пайдалануды талап етеді. Бұл материалдар ауылдық жерлерде кездесетін беттерге қарағанда күн радиациясын көбірек сіңіретін жылу қасиеттеріне ие. Сонымен қатар, бұл материалдар әртүрлі беттік радиациялық қасиеттерге ие, яғни олар энергияны жылу сәулесі немесе жылу түрінде шығарады.

Осы мақалада жұмыс барысында 2000 жылдан 2023 жылға дейінгі кезеңдегі «Қазгидромет» метеорологиялық деректер базасына, Қазақстанның соңғы жылдардағы демографиялық статистикасының деректеріне талдау жүргізілді. Талдау нәтижесінде Алматы қаласында, әр 10 жыл сайын ауа температурасы $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа көтеріледі. Метеорологиялық бақылаулардың ең жылы кезеңдері 2013 және 2023 жылдары болды.

Қалалық «жылу аралының» (ҚЖА) пайда болу себептері. Үлкен қала өзінің микроклиматын жасайды (1, 2-суреттер), онда температура, ылғалдылық және желдің жылдамдығы шеткі параметрлерден айтарлықтай өзгеше болуы мүмкін. Бұдан басқа, Алматы қаласы ойпатта орналасқан, қолайсыз топографиясы бар, бұл қала атмосферасында қоспалардың жиналуына ықпал етеді (Amos, 2023). Сондай-ақ, бүгінгі күні қаланың инфрақұрылымы: бетон, кірпіш, асфальт, болат, шыны (көбінесе өте қараңғы түстер) сияқты материалдардан жасалғанын ескеру маңызды – бұл материалдардың барлығы жылуды сіңіріп, оны қоршаған ортада ұстап, жылу аралын жасайды.

Атмосферадағы ауа күнмен тікелей қызбайды, бірақ жер бетінен шыққан жылуды сіңіре бастайды. Күн энергиясы жер бетіне жеткенде, оның бір бөлігі қайтадан ғарышқа шағылысады, ал көп бөлігі жер бетіне сіңіп, жылуға айналады. Жердің ыстық бетімен жанасатын ауа қызды және көтеріледі, бұл жылуды атмосфераға таратады. Бет неғұрлым көп қызса, соғұрлым ол қоршаған ортаға жылу шығарады. Бұл ауа температурасының жоғарылауына әкеледі.



1-сурет. Қалалық жылу аралының әсері (өнеркәсіптік нысандар мен ғимараттар шоғырланған жерлерде ең жоғары мәнге ие)
Ескерту. Авторы құрастырған (Шонбасова, 2024)

Алайда, жер сіңірген барлық күн энергиясы ауа температурасын көтеруге кетпейді, оның көп бөлігі өсімдіктерді фотосинтездеуге және жерді салқындату үшін көлдер мен өзендердегі судың булануына кетеді.

Енді күн энергиясы қалалық және ауылдық жерлерге түскенде не болатынын салыстырайық? Екі аймақ та күн энергиясын бірдей шағылыстырады және сіңіреді, бірақ маңызды айырмашылық бар.



2-сурет. Қалалық және ауылдық жерлердегі жер қыртысы температурасының өзгеруі
Ескерту. Авторы құрастырған (Шонбасова, 2024)

Ауылда күн энергиясы булану үшін пайдаланылатын көптеген өсімдік беттері бар, бұл жер бетінің салқындауына әкеледі.

Қалада жер су өткізбейтін бетпен жабылған, жаңбыр суы дереу кәрізге шығарылады, осылайша қалада су аз болады және күн энергиясының барлығы дерлік бетті жылытуға кетеді. Жер бетінің бетон конструкциялары судың жерге енуіне жол бермейді, дәл осы жерде су циклінің бұзылуы орын алып, ұзақ мерзімді климатқа кері әсерін тигізеді.

Бұл дегеніміз, күндіз қаладағы ауа анағұрлым көп қызады, тіпті күн батқан кезде беттер жылу шығара береді, оларды салқындату үшін көп уақыт қажет. Сонымен қатар, ғимараттар жылу сәулеленуі кедергілерде қалуы мүмкін қалалық каньондарды құруға қабілетті, өйткені беттер бір-біріне жылуды көрсетеді. Сондықтан түнде қалалық жылу аралының әсері ең көрнекті болып табылады (Amos, 2023).

Қаланың айналымы және ауаның ластануы. Биік ғимараттар ауа айналымына кедергі келтіруі мүмкін: ауаны салқындататын желді бұру немесе баяулату. Сондай-ақ, адамның іс-әрекеті жылуды өздігінен тудырады, мысалы, ғимараттардағы жылыту және ауаны баптау. Кондиционерлеу принципінің өзі бөлмеден жылы ауаны алып, оны сыртқа шығару болып табылады, бұл қатал шеңбер жасайды, өйткені қаладағы ауа неғұрлым ыстық болса, соғұрлым көп адамдар кондиционерлерді қосады және бұл қосымша жылуға әкеледі. Бұнда белгілі бір парадокс бар: бір жағынан, ауа температурасының жоғарылауы қыста ғимараттарды жылытуға жүктемені азайтады, ал екінші жағынан, жазда ғимараттарды салқындату жүктемесі артады.

Сондай-ақ, «жылу аралдары» мен қаладағы ауаның ластану деңгейі арасында өте күрделі байланыс бар. Зерттеулер көрсеткендей, «жылу аралы» ауаның ластануын негізінен 2 себепке байланысты арттырады:

1-жылу белгілі бір ластанушы заттардың пайда болуына ықпал етеді;

2-«жылу аралындағы» ауа көтеріліп, айналасындағы өндірістік аймақтардан ластанған ауамен араласады.

Қалалық «жылу аралы» (ҚЖА) салдары. Жылу аралының құбылысы көптеген жағымсыз салдарға ие, олардың негізгілері:

- ауаның ластануы;
- жылыжай газдардың пайда болуы;
- энергия тұтынудың өсуі;
- адам денсаулығының нашарлауы;
- су сапасының төмендеуі.

Экологиялық мониторинг нәтижелеріне сәйкес, Алматы қаласы атмосфералық ауадағы суспензияланған бөлшектер деңгейі бойынша әлемдегі ең ластанған 5 қаланың қатарына кіреді. Ғылыми деректер бойынша, 2020-2021 жылдың қысында Алматыда «таза» күндер болған жоқ: 88 күн ішінде (зерттелген 90 күннің ішінде) орташа тәуліктік концентрация ДДҰ-ның тәуліктік нормасынан асып түсті (1 м³-ге 15 микрограмм). Бұл таза ауа екі күн ғана болғанын білдіреді (24.01.2021 және 25.02.2021) (Есимов, 2023).

2022 жылғы желтоқсанда Алматы қаласында «Қазгидромет» РМК деректері бойынша РМ 2.5 (170.9 µg/m³) ұсақ дисперсті шаңның мөлшері ДДҰ ұсынған ауа сапасының орташа жылдық мәнінен 34 есе асып түсті, бұл өте зиянды (Есимов, 2023). Алматының ауасын негізгі ластанушы заттардың бірі автокөлік болып табылады. Қалада күн сайын 700 мың көлік жүреді, яғни қалаға 1 миллионға жуық адам кіріп-шығады.

Жаһандық жылынудың «жылу аралдарына» әсері. Жаһандық жылыну аясында «жылу аралдарының» әсерінің болуы оданда өзекті мәселе болып табылады. Назарбаев университетінің ғалымдар тобы 2022 жылғы наурыз айында зерттеу жүргізіп, оның барысында экватордан неғұрлым алыс болса, температура соғұрлым тез көтерілетіні анықтады. Егер жаһандық температура 2 °C-қа, Қазақстанда 3 °C-қа көтерілсе, зерттеудің математикалық моделі Қазақстанда алдағы 25 жыл ішінде температура қазіргі орташа көрсеткіштен 2-3 °C-қа көтеріледі деп болжайды (Wang, 2021).

Қаладағы жоғары ауа температурасы денсаулық сақтау үшін ғана емес, инфракұрылым нысандары үшін де қауіпті. Соңғы 30 жылдағы жылу аралының әсері климаттың табиғи өзгеруімен салыстырғанда қалалық ауа температурасын 50 %-ға арттырады. Егер қалада климаттың 2 °C жылынуы байқалса, онда тұрғындар жылу аралының әсерінен қала жылуынан қосымша 1 °C күте алады (Wang, 2021).

Көптеген қалалық жерлерде өсімдіктер сияқты жасыл жамылғы жоқ. Өсімдіктер су айналымының маңызды кезеңі болып табылатын булануды жасауға көмектеседі. Булану кезінде екі алмасу жүреді: булану және транспирация. Буланған кезде су топырақтан, ағаш шырғандарынан және су қоймаларынан қоршаған ауаға буланып кетеді. Транспирация кезінде өсімдік құрамындағы су өсімдік жапырақтарының саңылауы арқылы бу түрінде жоғалады.

Жалпы булану процесі қоршаған ауаны салқындатуға көмектеседі. Қалаларда ауылдық жерлерге қарағанда жалпы булану деңгейі төмен болып қана қоймайды, сонымен қатар оларда салқындатқыш көлеңке аймағы аз және көмірқышқыл газының шығарылуы төмендейді (температураның жоғарылауына ықпал ететін жылыжай газ).

Зерттеу кезінде қалалық «жылу аралдары да» қалалық каньонның әсерінен болатыны анықталды. Бұл күн сәулесін шағылыстыру және сіңіру үшін көптеген беттерді қамтамасыз ететін жақын маңдағы биік ғимараттарға байланысты. Сонымен қатар, бұл ғимараттар желдің қала арқылы өтуіне жол бермейді. Жел еркін ағып кетпейтін жерде конвекциялық салқындату болмайды және ауаның ластануы тоқтап, ұлғаяуы мүмкін. Күн сәулесінің сіңуімен шағылысуының жоғарылауы, ластанудың жиналуы және конвекциялық салқындатудың болмауы қоршаған ортаның температурасын көтеру үшін бірге жұмыс істейді. Оқиғалардың осы тіркесіміне байланысты қала температурасы көтерілгендіктен, қаладағы озон деңгейі де жоғарылайды.

Температураның көтерілуінен басқа, қалалық «жылу аралдары» жергілікті ауа-райына да әсер етеді. Ауа-райының кейбір өзгерістеріне мыналар жатады: жауын-шашын деңгейі, бұлттылық, тұманның болуы, ылғалдылық деңгейі және желдің табиғаты. Жауын-шашын мен найзағай белсенділігінің жоғарылауы жоғары температура қоршаған ауаның жоғары қозғалысына әкелетіндіктен орын алады. Бұл жоғары қозғалыс қала орталығынан 20 және 40 миль жел арасында ең үлкен әсер етеді, мұнда жауын-шашын қала орталығындағы желге қарағанда 28 % жоғары болуы мүмкін.

Күндізгі уақытта қалалық жылу аралдары төмен қысымға ұшырайды, бұл жақын маңдағы ауылдық жерлерден ылғалды ауа жинауға мүмкіндік береді. Бұл ылғалды ауа ыстық қалалық ауаға қарсы тұрады және бұлт пен жоғары ылғалдылықты жабу үшін тамаша жағдай жасайды.

Қалалық климат, алайда, қалалық жылу аралында турбулентті араласуға байланысты торнадо белсенділігінің төмендеуіне ұшырайды. ҚЖА-ның тағы бір әлеуетті артықшылығы- олар жақын аудандарда вегетациялық кезендерді ұлғайту үшін жұмыс істейді. Мысалы, кейбір зерттеулер қала шегінен шамамен 6,2 миль қашықтықта орналасқан өсіп келе жатқан аудандар орта есеппен 15 күнге созылатынын көрсетті.

Кейбір жағдайларда ҚЖА жануарларды өздеріне көбірек тартады. Бұл әсіресе құмырсқалар, қарапайым геккондар және ұшатын түлкі сияқты отарлаушы түрлерге қатысты. Мысалы, жақында Австралияның Мельбурн қаласына сұр басы бар ұшатын түлкі пайда болды, бұл қала шегінде жылу индексінің жоғарылауына байланысты. Бұл температураның жоғарылауы қаланың қысқы климатын солтүстік аймақтардағы түрлердің тіршілік ету ортасына ұқсас етті. Басқа жағдайларда, ҚЖА қала ішіндегі азық-түлік пен сумен қамтамасыз етуге теріс әсер етеді. Мысалы, қалалық ғимараттардың беткі температурасы қоршаған ауаның температурасынан едәуір жоғары. Жаңбыр осы әлдеқайда ыстық ғимараттардан ағып, процесте жылынады. Бұл жылы ағын жақын маңдағы ағындарға, өзендерге, көлдерге және басқа су объектілеріне өтеді. Қыздырылған

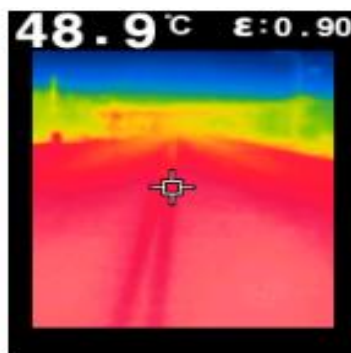
ағын осы су объектілеріне түскенде, ол олардың температурасын да арттырады. Бұл термиялық ластану деп аталады және ол судың температурасын Фаренгейт бойынша 20-30 градусқа дейін арттыруы мүмкін. Термиялық ластану жергілікті балық популяцияларына теріс әсер етеді, нәтижесінде жылу соққысы пайда болады.

ҚЖА-дағы вегетациялық кезең жиі ұзаратындықтан, бұл жануарлардың басқа түрлеріне де әсер етеді. Диетаның ажырамас бөлігі ретінде белгілі бір өсімдіктерге сүйенетін жануарлар өздерінің табиғи көбею маусымдарын өсімдіктердің өсу маусымына бейімдей бастайды. Бұл өз кезегінде аймақтағы өсімдіктер мен жануарлардың басқа түрлеріне тізбекті реакция тудырады. ҚЖА қоршаған орта мен жергілікті жабайы табиғаттың денсаулығына ғана емес, адамдардың денсаулығына да әсер етеді. Жаздың аптап ыстығында, әсіресе егде жастағы адамдар үшін, қаладағы жоғары температура өлімге әкелуі мүмкін. Тек АҚШ-та жыл сайын орташа есеппен 1000 адам қатты ыстықтан қайтыс болады, бұл ҚЖА-ның есебінен экспоненциалды түрде артады. Қала тұрғындары жылу кезінде де зардап шегеді, өйткені қалалық жылу аралы ауылдық жерлердегідей түнгі температураның төмендеуіне жол бермейді. Зерттеулер көрсеткендей, ҚЖА жылу толқындары кезінде температураны көтеріп қана қоймайды, сонымен қатар олардың ұзақтығын ұзартады.

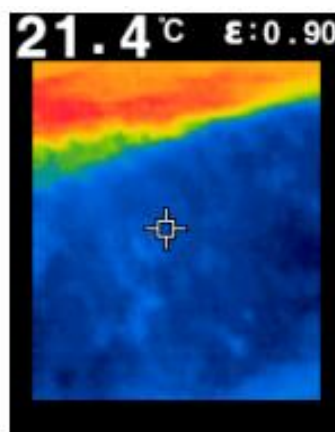
Төтенше температура жылу тарылуына, жылу соққысына және жылудың саркылуына әкеледі. Жылу соққысы тыныс алудың бұзылуына, қозғалғыштығының бұзылуына немесе хабардарлықтың төмендеуіне әкелуі мүмкін. Паркинсон ауруы немесе деменция диагнозы сияқты қазірдің өзінде сезімтал денсаулық жағдайлары бар адамдар жылу толқындары кезінде когнитивті функцияның айтарлықтай бұзылуына әсіресе сезімтал. Сонымен қатар, қант диабеті, семіздік, астма, ұйқының болмауы немесе жүрек-қан тамырлары аурулары бар адамдарға жылы аймақта болу ұсынылады. Мұндай жағдайларда термиялық әсер симптомдарды күшейтуі мүмкін. Егер ыстыққа байланысты осы жағдайлар өте ауыр болса, органдардың тұрақты зақымдануы мүмкін. Егер адам ағзаның тұрақты зақымдануымен қатты ыстықты бастан кешірсе, оның ерте өлім қаупі жоғары.

Біз қазірдің өзінде төтенше жағдайға тап болдық, тіпті климаттың өзгеруі бүгін тоқтаса да, біз қазірдің өзінде жасалған нәрселердің салдарынан зардап шегетін боламыз. Сондықтан, үлкен мәселе – бейімделу, қаланы өмір сүруге қалай қолайлы ету туралы шешім қабылдау, өйткені температура көтеріледі. Қалада «жылу аралының» әсерін азайту стратегиясын енгізу қажет. Жылу аралдары жергілікті климат пен география қаланың қалыптасуына да әсер етеді. Климат желге және бұлттардың болуына әсер етеді. География жер бедері ауа массаларының қозғалысына да әсер етеді. Қалалық түрі, оның ішінде ғимараттардың өлшемдері мен аралықтары олар қалалық жылу аралдарының пайда болу тәсілдеріне әсер етеді. Үлкен ғимараттар көлеңке жасай алады және күн радиациясының деңгейін төмендетеді. Бірақ ғимараттар арасында радиация пайда болған кезде олар көбейеді. Күн радиациясын сіңіретін беттердің ауданы түнде жылы қалалық шатырларда ғимараттардың төбесінде салқын ауа қабатымен ұсталады. Осылайша, түнде табиғи салқындау болмайды.

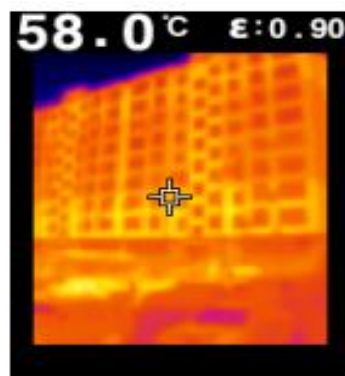
Қазіргі мегаполисте не бар екенін ескеру қажет, ауадағы көміртегі оксидінің мөлшері айтарлықтай асып кетті, көмірқышқыл газы және аэрозоль шығарындылары, нәтижесінде температураның инверсиясы пайда болады. Урбанизацияланған ортаның минералдануы негізгі болып табылады жылу аралдарының қайнар көзі, сондықтан бұл беттерді азайту ең маңызды стратегия болып табылады. 3-5-суреттерде әртүрлі термиялық түсірілім нәтижелері урбанизацияланған ортаның беттері келтірілген.



3-сурет. Автожолдардың жылу түсірілімі. Маусым. 14:00 сағ
Ескерту. Авторы құрастырған (Шонбасова, 2024)



4-сурет. Көгал жабынының жылу түсірілімі. Маусым. 14: 00 сағ
Ескерту. Авторы құрастырған (Шонбасова, 2024)



5-сурет. Ғимараттарды жылулық бейнелеу. Маусым. 14: 00 сағ
Ескерту. Авторы құрастырған (Шонбасова, 2024)

Қалалық минералдануды азайтудың негізгі аспектілеріне кеңістікті, ең алдымен, жүру бөлігінің енін және тұрақ орындарының санын азайту, сондай-ақ жерасты кеңістігін құру керек немесе көп деңгейлі автотұрақтар, жер үсті автотұрақтары мен алаңдарын қорғау жұмыстары жүргізілуі керек (Sagybekova, Kiyalbay, & Nauruzbayev, 2022).

Шетелдік тәжірибелік зерттеулерді шолу ғимараттың ең жоғары электр жүктемесі ауа температурасының 1 °C-қа жоғарылауы нәтижесінде 4,6 %-ға дейін артады, ал жалпы электр энергиясын тұтынудың сәйкес өсуі 8,5 %-ға бағаланады (Королева, Шайдаков & Целищев, 2023).

Жаһандық өзгерістерді бағалау моделінің (GCAM) нәтижелерін пайдалана отырып, Ю. Чжоу және басқа ғалымдар (Zhou, Yu, Jia & Li, 2019) осы ғасырдың соңына қарай АҚШ пен Қытайдағы құрылыс секторында энергия тұтынудың 6 %-ға төмендеуі, бірақ салқындату энергиясын тұтынудың 20-35 % (АҚШ) және 37-41 % (Қытай) артуы мүмкін екенін анықтады. Қазіргі уақытта, «қалалық жылу аралы» (ҚЖА) орналасқан жері мен көлеміне қарамастан қалаларда байқалатын дүниежүзілік құбылыс. ҚЖА ғимараттарды салқындату үшін энергияны тұтынуды арттырып, ғимараттарды жылыту үшін энергияны тұтынуды азайта алатыны белгілі.

UNSW Сидней университетінің жақында жүргізген зерттеуі Сауд Арабиясының астанасы Эр-Риядтағы жоғары температураны 4,5 °C-қа дейін төмендетуге арналған инновациялық стратегияны ұсынды. Ұсынылған тәсіл жоғары шағылыстыратын «супер салқын» құрылыс материалдарын пайдалануда, суару арқылы жасыл кеңістікті көбейтуді және энергияны тұтынуды азайту шараларын қамтиды (Santamouris, Falasca, & Siani, 2024).

Профессор Маттеос Сантамурис, жылуды азайту технологияларының маманы қаладағы температураны төмендетуге, салқындату қажеттілікте рін азайтуға және жалпы өмір сапасын жақсартуға озық термиялық әсер ету тактикасының әсерін көрсетеді. Ол қаладағы қатты ыстықтың жағымсыз әсерлерін, соның ішінде энергияны тұтынудың жоғарылауын және жылумен байланысты аурулар мен өлім сияқты денсаулық проблемаларын көрсетеді.

Шөлдің қақ ортасында орналасқан Эр-Риядта жазғы температура 50 °C-тан асуы мүмкін, бұл климаттың өзгеруі мен жылдам урбанизацияның әсерінен асқынады. Жылуды азайту стратегияларының тиімділігін бағалау үшін 8 түрлі сценарий бойынша 3000-нан астам қалалық ғимараттардың энергетикалық өнімділігін есептей отырып, Эр-Риядтағы Аль Масиаф аймағының ауқымды модельдеу жүргізілді. Бұл модельдеу жазда қаладағы сыртқы ауа температурасын 4,5 °C дерлік төмендетіп, салқындату энергиясын үнемдеуді 16 %-ға арттыру мүмкіндігін көрсетті.

Эр-Рияд үшін ұсынылатын салқындату стратегиясы өте суық материалдарды ғимарат шатырларына біріктіруді және транспирациялық салқындатуды күшейту үшін суармалы ағаштардың айтарлықтай өсуін қамтиды. Сондай-ақ, қалалық ортаны салқындату әдістерін дұрыс қолданбау, мысалы, суармалы жасыл кеңістіктің болмауы, қалада температураның айтарлықтай жоғарылауына әкелуі мүмкін екендігі атап өтілді (Santamouris, Falasca, & Siani, 2024).

Озық технологиялар мен жылуды азайту әдістерінің дұрыс үйлесімі қаладағы температураны төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар салқындату қажеттіліктерін айтарлықтай төмендетіп, тұрақты дамуға ықпал етеді. Бұл өз кезегінде тұрғындар үшін жылу жайлылығының жақсаруына, денсаулық проблемаларының төмендеуіне, ластаушы заттардың концентрациясының төмендеуіне және еңбек өнімділігінің жоғарылауына әкеледі. Сонымен қатар, зерттеу барлық 3323 ғимаратты модернизациялау шараларының энергетикалық әсерін зерттеді, бұл қала көлемінде жүзеге асырылатын жылу өндіруді азайту технологияларымен үйлеседі. Оңтайлы салқындату технологияларының ғимараттарды жаңарту нұсқаларымен үйлесуі салқындату қажеттілігін 35 %-ға төмендетуі мүмкін, бұл айтарлықтай шығындарды үнемдеуге және жергілікті халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға әкелетіні анықталды (Santamouris, Falasca, & Siani, 2024).

ҚЖА-ның кеңістіктік ауқымы аз, өйткені ол әдетте әлемдік құрлықтың 1-3 % мөлшерінде ғана қамтитын қалалық аудандармен шектеледі. Дегенмен, ҚЖА-ның ғимараттардың энергия тұтынуына әсері өзгеше, өйткені ғимараттардың көпшілігі мен

ғимараттардың қуат тұтынуы қалалық жерлерде орналасқан. Урбанизация әдетте ҚЖА қарқындылығын арттыратындықтан, болашақта қалалар қоршаған ауылдық жерлермен салыстырғанда температураның одан да жоғары өсуін бастан кешіреді деп болжануда және бұл ғимараттардың энергия тұтынуы мен жалпы энергия сұранысының айтарлықтай өзгеруіне әкеледі (Петер, 2019). ҚЖА-дің ғимараттардың қуат тұтынуына әсерін мұқият және сандық түсіну тұрақты энергетикалық инфрақұрылымды жобалау үшін үлкен маңызға ие.

Сондықтан, келесі іс-шаралар ҚЖА мәселелердің шешімі бола алады:

1-көбірек қалалық саябақтар, бақтар жасау көбірек ағаштар отырғызу, буланудың салқындату әсерін пайдалану үшін қала орталығында су қоймаларын жасау;

2-арнайы екпелер; автотұрақтарды көгалдандыру; ғимараттарды көгалдандыру; жасыл шатырлар;

3-тірі жасыл шатырлары бар ғимараттарды жаңарту, қабырғаларды, жолдарды ақ түске бояу, жылуды аз сіңіретін шағылыстыратын құрылыс материалдарын пайдалану;

4-жоғары жылу жақындаған кезде тұрғындарды ескерту, реакция жасау мүмкіндігі;

5-әрбір жаңа ғимарат өз кезегінде коммуналдық және көлік инфрақұрылымдарының қолжетімділігін, сондай-ақ қала экологиясына әсерін ескеруі тиіс қаламыздың дамуының жалпы схемасына сәйкес келуі тиіс.

Қорытынды. Бұған дейін, Қазақстан Республикасы Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев Алматыдағы ластанған ауа мәселесі қала тұрғындары үшін ең маңызды мәселелердің бірі болып табылатындығын және дереу шешуді талап ететінін айтқан болатын.

Алматы сияқты ірі қала толық және қасақана реттеуді талап етеді. Қазір қоғамдық пен қала әкімшілігі қала құрылысының биіктігі мен тығыздығына шектеу қоюға тырысуда. Бірақ бұл тыйымдар мен шектеулер мәселені шешпейді, өйткені мұндай шектеу шараларының салдары туралы зерттеулер жоқ. Шектеулерге ғылыми көзқарас пен мұқият жоспарлау қажет.

Қаланы дамытудың оңтайлы схемасын әзірлеу кезінде барлық аспектілердің әсерін жан-жақты зерттеу үшін атмосфералық ауаның математикалық модельдерін, энергетика, көлік модельдерін жасау қажет.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Әдебиеттер тізімі

- A. Sagybekova, S. Kiyalbay, A. Kiyalbaev, A. Nauruzbayev (2022) Substantiation of application technology of hygroscopic materials for dust prevention of roads with the lowest type of surfaces. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Tom 4. – Vol. 6-118. – P. 67-77.
- Christos N. Markides (2024). Applied thermal engineering, Imperial College London, London, UK. – Vol.242, Article 122726 (Scopus)
- G. Mills (2006) The Climate of London. Vols. 1-3. Harvey and Dorton. – 1002 pp.
- J. Amos (2023) HotSat-1: Spacecraft to map UK's heat inefficient buildings, <https://www.bbc.co.uk>
- L.O. Myrup, N.Motallebi, T.A. Cahill (2009) A principal component analysis of visibility and air pollution in six California cities. <https://www.researchgate.net> (Scopus)
- K. Rutledge, M. McDaniel (2023) «Urban Heat Island» paper National Geographic Society <https://education.nationalgeographic.org/resource/urban-heat-island/>
- M. Santamouris, S. Falasca, M. Zinzi, A.M. Siani (2024) Mitigation and Adaptation of Urban Overheating, page 1-21. Vol. 953. <https://www.sciencedirect.com> (Scopus)
- S. Mambretti (2024), Ecology and Environment, Air and Water Pollution XXX, University of the West of England, UK vol.259, p.174 (Scopus)
- S. Sarkar, P.K. Kundu (2016) Thermal Power Engineering, Matrix Reference series.
- Shamsan, A., Balu R., Sagybekova A., Saha S., Suleimenova K., Madkar S. Network Communication Technologies and its Role in Enabling Effective Communication. 6th International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2022 – Proceedings, 28-30 April 2022, INSPEC Accession, Tirunelveli, India (Scopus)

- T. Cowley, T. Hutty, J. Hammond, S. Brown (2024). Achieving emission reduction through the utilisation of local low-grade heat sources in district heating networks, "Applied thermal engineering". – Vol.242, 122-381.
The Renewable Energy institute, UK Satellite Launched to Map Heat Inefficient Buildings, <https://www.renewableinstitute.org>
- Y. Wang, Z.H. Wang, N. Rahmatollahi, H. Hou. (2024) The impact of roof systems on cooling and building energy efficiency, <https://www.sciencedirect.com> (Scopus)
- X. Li, Y. Zhou, S. Yu, G. Jia, H. Li, W. Li (2019), Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings, <https://www.sciencedirect.com> (Scopus)
- Zh.J. Zhai (2022). "Energy Efficient Buildings: Fundamentals of Building Science and Thermal Systems". Wiley; 1st edition. – Vol. 384 (Scopus)
- Z.H. Wang (2021) Reconceptualizing urban heat island: Beyond the urbanrural dichotomy, , <https://www.sciencedirect.com> (Scopus)
- В. Блази (2022) «Строительная физика. Справочник проектировщика». – М.: «Техносфера», 611 с. // V. Blazi (2022) «Stroitel'naya fizika. Spravochnik proektirovshchika». – М.: «Tekhnosfera», 611 s.
- Д.А. Королева, В.В. Шайдаков, В.А. Целищев (2023) Солнечная энергетика. М: «Инфра-Инженерия» 140 стр. // D.A. Koroleva, V.V. SHajdakov, V.A. Celishchev (2023) Solnechnaya energetika. – М: «Infra-Inzheneriya». – 140 str.
- Д. Петер (2019), «Влияние энергоэффективного капитального ремонта на микроклимат жилых многоэтажных зданий», Словацкий технологический университет, Братислава, Словакия.// D. Peter (2019), «Vliyanie energoeffektivnogo kapital'nogo remonta na mikroklimat zhilyh mnogoetazhnyh zdaniy», Slovackij tehnologicheskij universitet, Bratislava, Slovakiya.
- Еженедельная информационная справка о качестве атмосферного воздуха (2024) на сайте <https://www.kazhydromet.kz/> // Ezhenedel'naya informacionnaya spravka o kachestve atmosfernogo vozduha (2024) na sajte <https://www.kazhydromet.kz/>
- Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2020 год. <https://www.kazhydromt.kz/> // Ezhegodnyj byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazahstana: 2020 god. <https://www.kazhydromt.kz/>
- Интерактивный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2018-2019 г. на сайте <https://newecodoklad.ecogofond.kz/> // Interaktivnyj doklad o sostoyanii okruzhayushchej sredy i ob ispol'zovanii prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan za 2018-2019 g. na sajte <https://newecodoklad.ecogofond.kz/>
- О.С. Ануфриенко (2018) «Проектирование систем отопления». – М: «Флинта», 2018. – 165 с. // O.S. Anufrienko (2018) «Proektirovanie sistem otopeniya». – М: «Flinta», 2018. – 165 s.
- «Как Казахстану достичь нулевых выбросов парниковых газов?» статья на сайте <https://kapital.kz/> // «Как Kazahstanu dostich' nulevyh vybrosov parnikovyyh gazov?» stat'ya na sajte <https://kapital.kz/>
- Р. Есимов, (2023) Статистика жилищного фонда Республики Казахстан (2024) www.stat.gov.kz // R. Esimov, (2023) Statistika zhilishchnogo fonda Respubliki Kazahstan (2024) www.stat.gov.kz
- Шибеков А.С, Рутковский М.А. (2020) «Строительная физика и теплотехнические измерения». – М.: «Инфра-инженерия». – 278 с. // SHibekov A.S, Rutkovskij M.A. (2020) «Stroitel'naya fizika i teplotekhnicheskie izmereniya». – М.: «Infra-inzheneriya». – 278 s.
- Ш. Байкулаков, (2022) Долгосрочный демографический прогноз до 2050 года, АО «Центр развития трудовых ресурсов» <https://iac.enbek.kz/> // SH. Bajkulakov, (2022) Dolgosrochnyj demograficheskij prognoz do 2050 goda, АО "Centr razvitiya trudovyh resursov" <https://iac.enbek.kz/>

Information about authors

Shonbasova Shakhida Yesenbekovna – Master, International Educational Corporation LLP (KAZGASA campus), teacher special. disciplines of Almaty College of Construction and Management LLP, Almaty, Kazakhstan, e-mail shaxida2007@mail.ru, tel: +7-747-326-00-91

Abiyeva Guldana Soltanovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, International Educational Corporation LLP (KAZGASA Campus), Head of the Department of Engineering Systems and Networks (KAZGASA Campus), Almaty, Kazakhstan, e-mail: guldana1967@mail.ru, tel: +7-705-411-63-54
