



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2025_2_290
MPHTI 67.25.25

С.И. Чалы¹, А.А. Корнилова²

Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан

¹E-mail: Sultan.chaly@gmail.com*

²E-mail: 5328864@mail.ru

КОНТРОЛИРУЕМЫЙ МИКРОКЛИМАТ В АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ ЖИЛЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

CONTROLLED MICROCLIMATE IN THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF RESIDENTIAL FORMATION IN NORTHERN KAZAKHSTAN

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТҰРҒЫН ОРТАЛАРЫНЫҢ СӘУЛЕТТІК ОРТАСЫНДАҒЫ БАСҚАРЫЛАТЫН МИКРОКЛИМАТ

Аннотация. В данной работе представлены рекомендации в проектировании архитектурной среды жилых образований с учетом климатических условий Северного Казахстана. Рассмотрены пути адаптации архитектуры и создания комфортных условий в резко континентальном климате. Города Северного Казахстана на современном этапе развития застраивались во многом без учета экстремальных низких температур, а также знойных и сухих жарких дней. В связи с этим условия для пребывания людей в открытой архитектурной среде весьма затруднительны, из этого вытекает необходимость адаптации архитектуры к суровым климатическим условиям. Решением климатических проблем региона может стать искусственно воссозданная архитектурная среда жилых образований, удовлетворяющая потребностям жителей города. Это проектирование придомовых и дворовых пространств с искусственно выработанным микроклиматом, который организовал бы комфортное пребывание во внешней архитектурной среде в любое время года. Данное новшество могло бы способствовать большому скачку в организации и проектировании архитектурной среды жилых образований в регионах с суровым климатом. Организация искусственного микроклимата в открытом пространстве на современном этапе развития технологий строительства и строительных материалов не является недостижимой целью, а напротив, весьма актуальным явлением, особенно в условиях информационного и технологического прогресса. Цель исследования – определить способы, с помощью которых возможно воссоздать искусственный микроклимат в архитектурной среде жилых образований с благоприятными условиями для нахождения человека в любое время года в открытом городском пространстве, и развитие в проектировании архитектурной среды направления, занимающегося адаптацией суровых климатических условий, для создания благоприятного микроклимата. В процессе исследовательской работы были изучены теоретические аспекты проектирования архитектурной среды, проведен ретроспективный анализ работ, связанных с организацией микроклимата в суровых погодных условиях, определены принципы и методы проектирования искусственного микроклимата в региональных условиях Северного Казахстана, изучены и обследованы более 20 общественных пространств, таких как парки, придомовые пространства и дворы, в городах Астана, Павлодар и Костанай.

Ключевые слова: Северный Казахстан, искусственный микроклимат, климатические условия, архитектурная среда, микроклиматический модуль, жилые пространства, ETFE мембрана.

Аңдатпа. Бұл жұмыста Солтүстік Қазақстанның климаттық жағдайларын ескере отырып, тұрғын үйлердің архитектуралық ортасын жобалау бойынша ұсыныстар берілген. Шұғыл континенттік климатта сәулетті бейімдеу және қолайлы жағдай жасау жолдары қарастырылған. Солтүстік Қазақстанның қалалары қазіргі даму кезеңінде негізінен өте төмен температураларды, сондай-ақ ызғарлы және құрғақ ыстық күндерді есепке алмастан салынды. Осыған байланысты адамдардың ашық сәулеттік ортада тұру жағдайлары өте қиын, бұл архитектураны қатаң климаттық жағдайларға бейімдеу қажеттілігін білдіреді. Аймақтың климаттық мәселелерін шешудің жолы қала тұрғындарының қажеттіліктерін қанағаттандыратын тұрғын үй құрылымдарының жасанды түрде қайта жасалған сәулеттік ортасы болуы мүмкін. Яғни, жылдың кез келген уақытында сыртқы сәулеттік ортада жайлы тұруды ұйымдастыратын жасанды микроклиматы бар үй мен аула кеңістіктерін жобалау. Өз кезегінде бұл жаңалық климаты қатал аймақтардағы тұрғын үйлердің сәулеттік ортасын ұйымдастыру мен жобалауда үлкен серпіліс тудыруы мүмкін. Құрылыс технологиялары мен құрылыс материалдарының дамуының қазіргі кезеңінде ашық кеңістікте жасанды микроклиматты ұйымдастыру қол жетпес мақсат емес, керісінше, әсіресе ақпараттық-техникалық прогресс жағдайында өте өзекті құбылыс. Зерттеудің мақсаты – тұрғын үйлердің сәулеттік ортасында жасанды микроклиматты қалпына келтірудің жолдарын анықтау. Адамдардың жылдың кез келген уақытында ашық қала кеңістігінде болуы үшін қолайлы жағдай жасау. Қолайлы микроклиматты құру мақсатында қатал климаттық жағдайларды бейімдеумен айналысатын сәулеттік ортаны жобалаудың бағытын өзірлеу. Ғылыми-зерттеу жұмысының барысында: сәулеттік ортаны жобалаудың теориялық аспектілері зерттелді, қатал ауа райы жағдайында микроклиматты ұйымдастыруға байланысты жұмыстарға ретроспективті талдау жасалды. Солтүстік Қазақстанның аймақтық жағдайында жасанды микроклиматты жобалаудың принциптері мен әдістері анықталды. Астана, Павлодар, Қостанай сияқты қалалардағы саябақтар, іргелес аумақтар мен аулалар 20-дан астам қоғамдық орындар зерттеліп, сарапталды.

Түйін сөздер: Солтүстік Қазақстан, жасанды микроклимат, климаттық жағдайлар, сәулеттік орта, микроклиматтық модуль, тіршілік кеңістіктері, ETFE мембранасы.

Abstract. This paper presents recommendations for designing the architectural environment of residential buildings taking into account the climatic conditions of Northern Kazakhstan. The paper considers ways to adapt architecture and create comfortable conditions in a sharply continental climate. The cities of Northern Kazakhstan at the present stage of development were built largely without taking into account extreme low temperatures, as well as hot and dry hot days. In this regard, the conditions for people to stay in an open architectural environment are very difficult, which implies the need to adapt architecture to harsh climatic conditions. An artificially recreated architectural environment of residential buildings that meets the needs of city residents can become a way to resolve the region's climatic problems. That is, the design of adjoining and yard spaces with an artificially produced microclimate that would organize a comfortable stay in the external architectural environment at any time of the year. In turn, this innovation could create a big leap in the organization and design of the architectural environment of residential buildings in regions with a harsh climate. Organization of artificial microclimate in open space at the present stage of development of construction technologies and building materials is not an unattainable goal, but on the contrary a very relevant phenomenon, especially in the conditions of information and technological progress. The purpose of the study is to determine the ways by which it would be possible to recreate an artificial microclimate in the architectural environment of residential buildings. Creation of favorable conditions for a person to be at any time of the year, in an open urban space. Development of a direction in the design of an architectural environment, dealing with the adaptation of harsh climatic conditions in order to create a favorable microclimate. In the process of research work: theoretical aspects of designing an architectural environment were studied, a retrospective analysis of works related to the organization of a microclimate in harsh weather conditions was carried out. The principles and methods of designing an artificial microclimate in the regional conditions of Northern Kazakhstan were determined. More than 20 public spaces were studied and examined: parks, adjoining spaces and courtyards in such cities as: Astana, Pavlodar and Kostanay.

Keywords: Northern Kazakhstan, artificial microclimate, climatic conditions, architectural environment, microclimate module, living spaces, ETFE membrane.

Введение. Климатические условия Северного Казахстана характеризуются резко континентальным климатом. К основным особенностям климата относятся сухая и холодная зима с умеренным количеством осадков и жаркое сухое лето с большим количеством осадков преимущественно в первом триместре сезона. Большое количество

осадков выпадает весной, самые засушливые месяцы – июль и август. Средняя скорость ветра в Северном регионе составляет 4 м/с., максимальная скорость ветра – 31 м/с. Таким образом, анализируя климатические колебания в течение года, можно сделать вывод о том, что внешняя атмосферная среда является крайне суровой для полноценного круглогодичного нахождения в ней, тем самым подводя внешнюю архитектурную среду к адаптивному подходу, который учел бы все максимальные показатели колебаний температур, силы ветра и осадков.

На современном этапе развития городов Северного Казахстана следует выделить несколько отличительных особенностей проектирования. Города данного региона проектируются без адаптации архитектурной среды к местным климатическим условиям, главным приоритетом является обеспечение горожан жильем, которое бы соответствовало всем теплотехническим нормам. Современное жилье, возводимое в холодных регионах страны, строится с учетом климата, но внешняя архитектурная среда проектируется без расчета на функционирование в холодные и жаркие сезоны года. Иными словами, в городах Северного Казахстана нет необходимых условий для обслуживания пешеходов в холодные и жаркие дни года. К примеру, пространства Астаны и Алматы проектируются в едином типологическом порядке, без учета особенностей климата различных регионов, площадки не адаптируются под региональные условия и представляют собой унитарные сооружения. Другой отличительной особенностью городов северного региона является то, что вектор развития основывается на автомобильном потоке, который мог бы с комфортом перемещать людей в черте города. Повсеместно создаются комфортные условия для автомобилистов, дворы жилых комплексов рассчитаны на большое количество парковочных мест, при этом потребности пешеходов не берутся в расчет, исходя из того, что выгоднее создать комфортные условия для пользования автомобилем, чем для пешехода.

На современном этапе развития архитектурной среды городов требуется изучить вопрос о создании комфортного населенного пункта, который бы мог адаптироваться под суровые климатические условия региона. В первую очередь это изменение вектора развития города в сторону обслуживания пешеходов: сделать городскую среду более экологичной, чистой, менее загазованной и создать комфортные условия для передвижения пешеходов в любое время суток и года. Исходя из данных утверждений, следует организовать современную архитектурную среду жилых образований на основе выработки искусственного микроклимата, который мог бы обслуживать граждан в любое время года. Данное новшество могло бы использоваться в открытых жилых и общественных пространствах, тем самым улучшая микроклимат и позволяя находиться во внешней среде при экстремальных низких и высоких температурах.

В 1950-70 годах советскими учеными создавались инновационные проекты городов и жилых комплексов с контролируемым микроклиматом. Данные исследования проводились для покорения арктических регионов, а также улучшения архитектурной среды в Республике Саха (Якутия). Исследования были проведены при программе по освоению Крайнего Севера. Канадскими специалистами были разработаны города с искусственным микроклиматом на территории Аляски и Крайнего Севера. Проекты были разработаны при программе по освоению Аляски и Северных регионов Канады. К сожалению, в 1980 годах вектор исследований ученых поменялся и футуристичные проекты городов с искусственным микроклиматом были забыты и не реализованы.

В данной работе представлена ведущая гипотеза, которая характеризуется созданием микроклиматического модуля. Микроклиматический модуль – это адаптивный подход по созданию контролируемого микроклимата в резко континентальных климатических условиях, позволяющий создать комфортные условия во внешней архитектурной среде.

Литературный обзор. В процессе проведенного исследования были изучены труды авторов, посвятивших ряд научных изысканий теме суровых климатических условий и адаптации архитектуры к ним. Данная тематика является актуальной с середины XX века по наше время.

(Gardner E.A., Arch B. 1958) в своих исследованиях работали над концепцией города, который существовал бы автономно в северных регионах Канады. Проект был одним из футуристических представлений ученых того времени, который мог бы адаптироваться к условиям Крайнего Севера. В нем описана целая экосистема, которая может существовать в искусственном благоприятном климате в суровых условиях Севера.

Вопросы региональных условий и освоение территорий с резко континентальным климатом повлияли на научные исследования ученых того времени. Также указывались работы по освоению купольных пространств в иностранных источниках.

Были предложены концепции по созданию комфортных городов с устойчивой архитектурной средой в суровых климатических условиях. (Kornilova A.A. et.al, 2021) посвятили труды проектированию в региональных условиях Северного Казахстана, в которых не раз говорили о необходимости учета в проектировании региональных условий Севера. Всецело были изучены социальные предпосылки возникновения микроклимата в суровых регионах Северного Казахстана.

В труде (Велли Ю.Я., 1963) «Здания и сооружения на Крайнем Севере» изучались вопросы проектирования и строительства жилых зданий в условиях северных регионов с преобладающими экстремальными низкими температурами. Автор рассуждает на тему архитектурного проектирования в суровых климатических условиях и обсуждает технические решения, которые могут подойти для строительства в резко континентальном климате. (Калеменева Е.А., 2013) изучала в своих трудах купольные сооружения в архитектурной среде города. В работах рассматривается эволюция купольных сооружений, разнообразие и методы использования купольных пространств. Данный материал полезен для проектирования крытых купольных пространств, которые бы могли использоваться для организации микроклимата в северных регионах.

(Anderson, L., & Lee, R., 2020) в своем труде описывают технологии и методы, с помощью которых возможно снизить энергопотребление сооружений в резко континентальном климате. Рассматриваются варианты для улучшения теплоизоляции, использования возобновляемых источников энергии и энергоэффективных строительных материалов. Также описаны строительные нормы и стандарты энергоэффективности в суровых климатических условиях. В пример приведены успешные проекты на территории стран Скандинавии, Канады и Российской Федерации.

Методика исследования. Методы исследования, использованные в данной статье, основываются на ретроспективном анализе литературных источников ближнего и дальнего зарубежья в сфере организации искусственного микроклимата во внешней архитектурной среде придомовых пространств.

В ходе исследования, использовались такие методы, как:

- анализ литературных источников;
- ретроспективный анализ;
- социологическое исследование;
- натурные исследования.

Были проанализированы климатические условия, характерные для городов северных регионов Республики Казахстан. Также выработаны перспективные и прогностические тенденции в проектировании архитектурной среды с контролируемым микроклиматом. Выполнен анализ типовой застройки жилищного фонда городов Северного Казахстана и дана оценка по адаптации архитектурной среды к внешним климатическим условиям

региона. Произведен натурный анализ более 10 общественных пространств и придомовых территорий городов Астана, Павлодар и Костанай.

Социологическое исследование было проведено в виде анкетирования жителей города Астаны. Для опроса населения были составлены анкеты с 15 ключевыми вопросами об архитектурной среде города и местных климатических условиях. В общей сложности было опрошено 100 человек, в процессе опроса были использованы очные и заочные способы анкетирования, обработка результатов проводилась вручную. В результате анкетирования выявлено: 60 % опрошенных считают местный климат крайне суровым, 28 % считают городскую среду умеренно непригодной к холодному климату и лишь 12 % утверждают, что местный климат подходит для комфортной жизни.

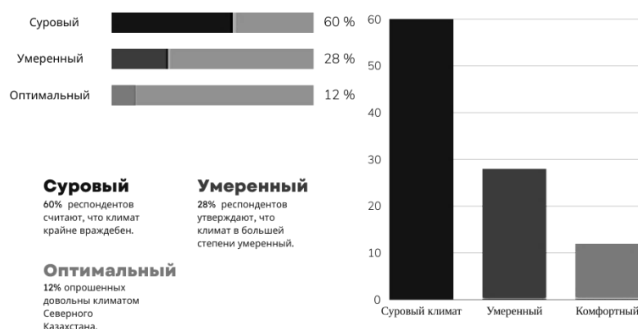


Рисунок 1. Диаграмма социологического опроса

Примечание – составлено авторами

Изучены и проанализированы современные строительные материалы, способные удерживать тепло для создания контролируемого микроклимата, выработана система легких металлических конструкций из металла и ETFE-мембран, которые будут использоваться в организации микроклиматического модуля.

Результаты и обсуждения. В ходе исследования проблем климатических условий в городах северных регионов Республики Казахстан, а также изучив зарубежный опыт проектирования общественных пространств, выработаны методы и рекомендации для создания благоприятных условий нахождения в открытой архитектурной среде в холодное время года, а также при высоких температурных режимах:

1. Создание бесперебойной крытой пешеходной связи между крупными торговыми и развлекательными центрами города. При этом предусматривается создание сети подземных и надземных крытых пешеходных соединений между общественными транспортными узлами и крупными торгово-развлекательными центрами, бизнес-центрами и объектами культуры. Пешеходный поток с помощью данного решения может попасть из одной точки в другую, не выходя на открытый воздух, что увеличит комфорт пеших прогулок зимой в 40-градусный мороз или летом.

2. Изменение подхода к проектированию тротуаров в осенне-зимний и весенний периоды во избежание образования толстого слоя наледи. При этом следует прокладывать трубы с горячей водой под тротуарами. Данная отапливаемая конструкция во время минусовых и нулевых температур поможет избежать множества опасностей и травм (Ivanov P., Petrov T., 2021).

3. Изменение подхода в проектировании придомовых и дворовых пространств: взамен регулярных открытых дворовых пространств нужно проектировать крытую регулируемую и инсолируемую площадь, функционирующую в любое время года как при высоких, так и при низких температурных режимах. Данное решение способствует

улучшению нахождения в придомовых и дворовых пространствах. Создание искусственного микроклимата в архитектурной среде жилых образований возможно при организации всех сопутствующих элементов, таких как создание крытого пространства с помощью металлического каркаса и ETFE-мембран. Многослойная фторполимерная мембрана доказала свою профпригодность в проекте Хан-Шатыр. Данный материал значительно легче стекла, легок в монтаже и стоимость за квадратный метр вдвое меньше, чем у стандартных стеклопакетов. Материал устойчив к резким изменениям температурного режима, характерным для Северного Казахстана.

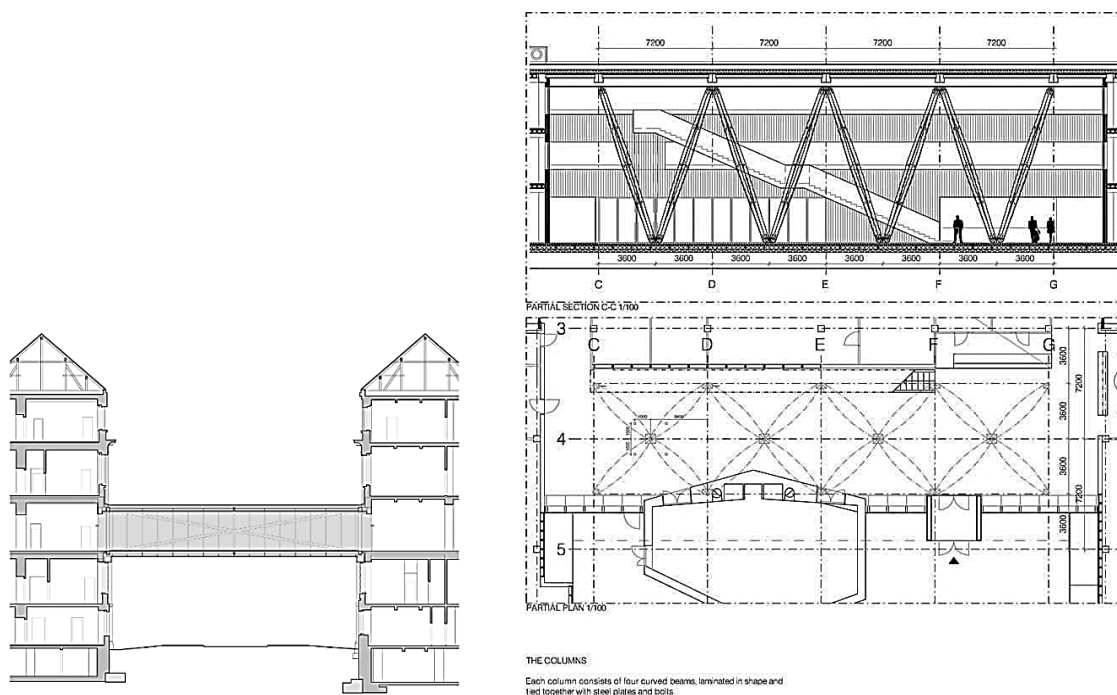


Рисунок 2. Связи между зданиями (теплые мосты) для пешеходов

Примечание – составлено авторами

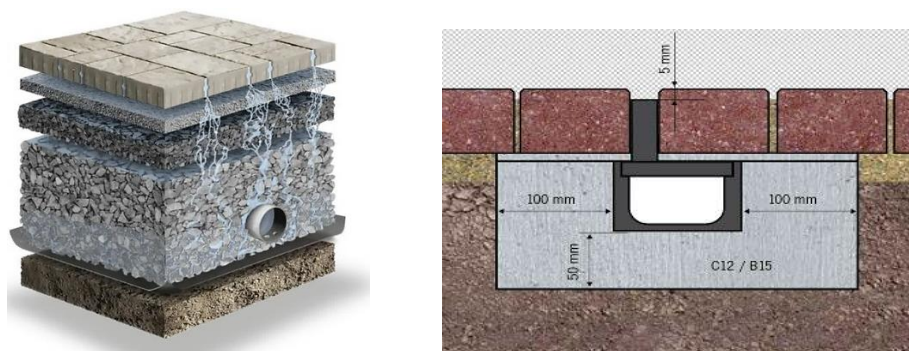


Рисунок 3. Тротуары с подогревом

Примечание – составлено авторами

Изучив принцип работы крытого стадиона, вмещающего в себя не менее 30 тысяч человек, способного обеспечить температуру $+15^{\circ}\text{C}$ в холодный зимний период, следует

проектировать крытые дворы с трансформирующимся пространством и внутренней вентиляцией, которая в свою очередь отапливала бы придомовое пространство. Таким образом, микроклиматический модуль на основе легких конструкций и ETFE-мембран мог бы использоваться в жилых пространствах дворов, при организации зимних садов, проектировании крупных крытых отапливаемых террас и улиц по принципу пассажей.

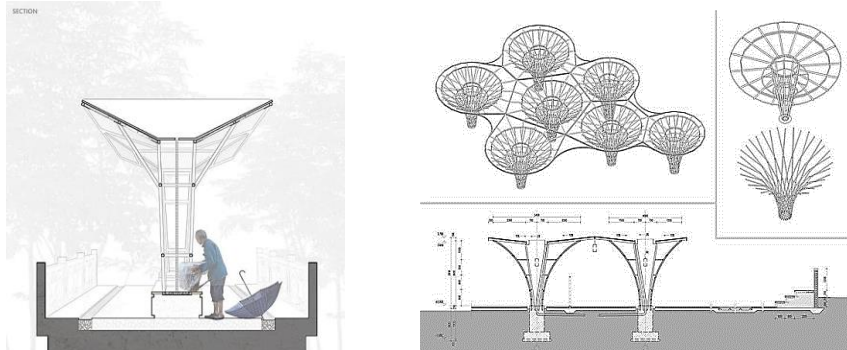


Рисунок 4. Крытые конструкции для защиты от внешних условий климатической среды

Примечание – составлено авторами

Вывод. Проанализировав информацию и главные тезисы исследования, следует принять во внимание то, что на данный момент нет теоретических исследований и литературы по созданию искусственного микроклимата архитектурной среды в климатических условиях Северного Казахстана. Предшествующие исследования в области искусственного микроклимата были ориентированы на регионы Крайнего Севера и разработаны не в полной мере.

В новом витке развития архитектурной среды следует принять во внимание технологический прогресс и сделать уклон на развитие открытых пространств, ориентированных на пешеходов. Предложенный микроклиматический модуль возможно реализовать в полной мере при комплексном технологическом исследовании с учетом инженерной, теплотехнической и экономической частей. Создание искусственного контролируемого микроклимата позволит решить проблемы суровых климатических условий Северных регионов страны, тем самым обеспечив комфортные условия для жителей в любое время года. Достичь плодотворных результатов в создании конструкций для организации искусственного микроклимата в условиях Северного Казахстана поможет:

- организация комплексного исследования городов Северного Казахстана;
- глубокое изучение климатических особенностей каждого региона, составление унифицированных норм и правил касательно проектирования внешней архитектурной среды города, в которую бы вошли открытые общественные пространства, скверы, придомовые территории и т.д.;
- формирование локальных групп в каждом районе с гражданами повышенной социальной ответственности, которые помогли бы в развитии каждого отдельного придомового пространства; следует подключать неравнодушные слои общества для обсуждений и помощи в благоустройстве придомовых территорий касательно вопросов озеленения и комфортности времяпровождения в дворовых пространствах;
- создание проектной организации, которая бы занималась проблемами адаптации архитектуры к региональным условиям городов Северного Казахстана;

– адаптация иностранного опыта проектирования в суровых климатических условиях, совместная работа и обмен опытом с международными исследовательскими организациями;

– развитие современных научных проектов, на примере которых можно было бы создать пилотные выпуски зданий и сооружений с новейшими решениями по облагораживанию архитектурной среды. Создание комфортного микроклимата в разрезе внешней архитектурной среды.

Полученный теоретический и эмпирический опыт будет способствовать развитию архитектурной среды Северного региона Казахстана. Архитектурная среда города будет адаптирована под все региональные климатические условия и сможет быть комфортной для всех слоев населения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Уведомление об использовании генеративного ИИ и технологиях с его помощью в процессе написания рукописи. При подготовке данной работы автор(ы) не использовали генеративный ИИ.

Список литературы

- Anderson, L., & Lee, R. (2020). Energy-efficient buildings in cold climates. CRC Press, 45-67.
- Brown, A., & Davis, K. (2020). Landscape architecture in cold climates: Design principles. Routledge, 112–130.
- Clark, L., & Taylor, R. (2020). Human comfort in cold climate architecture. Elsevier, 78–95.
- Donoghue, M. (2016). Urban design guidelines for human wellbeing in Martian settlements: A thesis in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Urban Planning. University of Washington, Washington.
- Duisebaeva, K. D., & Akasheva, A. S. (2014). Ekonomicheskaya i sotsialnaya geografiya Respubliki Kazakhstan [The economic and social geography of the Republic of Kazakhstan]: Study guide. Kazakh University, Almaty, 135.
- Gardner, E. A., & Arch, B. (1958). Frobisher Bay – The design of accommodation for a community of 4500 people. Department of Public Works, Building Construction Branch. <https://assembly.nu.ca/library/Edocs/1959/001419-e.pdf>
- Hansen, M., & Larsen, O. (2022). Cultural identity in cold architecture, 203–220.
- Johnson, K., & Brown, M. (2019). Climate-responsive architecture in Arctic. Routledge, 55–72.
- Kim, D., & Park, H. (2020). Innovative materials for cold climate construction. Springer, 89–105.
- Kornilova, A. A., Khorovetskaya, Y. M., Abdrashitova, T. A., Smagulova, A. B., & Lapteva, I. V. (2021). Modern model of a rural settlement: Development of planning structure and reconstruction of villages. Civil Engineering and Architecture, 9(1), 214–224. <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090118>
- Kuznetsov, T., & Wilson, K. (2020). Historical architecture of northern cities: Preservation and adaptation. Taylor & Francis, 134–150.
- Miller, J., & Petersen, S. (2020). Urbanization in Arctic conditions. Springer, 176–192.
- Ivanov, P., & Petrov, T. (2021). Urban planning in cold regions: Case studies and best practices. Elsevier, 145-160.
- Thompson, L., & Wilson, G. (2021). The impact of climate change on urban planning in northern regions. Springer, 67-82.
- Велли, Ю. Я., Докучаев, В. В., & Федоров, Н. Ф. (1963). Здания и сооружения на Крайнем Севере. – Ленинград: Госстройиздат, 492. // Velli, Yu. Ya., Dokuchaev, V. V., & Fedorov, N. F. (1963). Zdanija i sooruzhenija na Krajnem Severe. – Leningrad: Gosstroyizdat, 492.
- Калеменева, Е. А. (2013). Город под куполом: советские архитекторы и освоение Крайнего Севера в 1950–1960-е годы. Academia. Архитектура и строительство, (7), 93-108. // Kalemeneva, E. A. (2013). Gorod pod kupolom: sovetskie arhitektory i osvoenie Krajnego Severa v 1950–1960-e gody. Academia. Arhitektura i stroitel'stvo, (7), 93-108.

Information about authors

Chaly Sultan Iskanderovich – 2nd year PhD student, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical research university, Astana, Kazakhstan, E-mail: Sultan.chaly@gmail.com, +7 771 458 87 13

Kornilova Alla Aleksandrovna – Doctor of Architecture, Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical research university, Astana, Kazakhstan, E-mail: 5328864@mail.ru +7 701 532 88 64