

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ / ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND STRUCTURES. CREATIVE CONCEPTS OF
ARCHITECTURAL ACTIVITY

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2024.54.6>

ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ КАПСУЛЬНОГО БЫСТРОВОЗВОДИМОГО ЖИЛИЩА
АРКТИКИ

Научная статья

Кизилова С.А.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0001-5551-4162;

¹Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (s.kizilova[at]markhi.ru)

Аннотация

Статья посвящена вопросу развития капсульного жилища Арктики как перспективного направления быстровозводимой архитектуры экстремальных условий. Определено место капсульного жилища в структуре теоретических подходов как современной развивающейся типологии мобильных быстровозводимых зданий. Выявлены основные тренды развития капсульного жилища Арктики: мобильность и трансформативность, характерная для традиционного кочевнического образа жизни; эко-устойчивый тренд на организацию капсульного жилища, развивающийся в рамках парадигмы «зеленого» строительства; виртуализация, связанная с цифровизацией пространства для жизни и ростом технологий искусственного интеллекта, производящих поиск инновационных форм капсульной архитектуры. Материалы статьи могут быть полезны для дальнейших теоретических изысканий, посвященных совершенствованию технологий быстровозводимого жилища, и практических разработок по теме минимального и капсульного жилища экстремальных сред.

Ключевые слова: капсульное жилище, минимальное жилище, быстровозводимая архитектура, устойчивое развитие, экстремальная среда, Арктика.

EVOLUTION OF APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF ARCTIC CAPSULE PREFABRICATED
HOUSING

Research article

Kizilova S.A.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0001-5551-4162;

¹Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (s.kizilova[at]markhi.ru)

Abstract

The article is dedicated to the issue of development of Arctic capsule housing as a promising direction of prefabricated architecture of extreme conditions. The place of capsule housing in the structure of theoretical approaches as a modern developing typology of mobile fast-erected buildings is determined. The main trends in the development of Arctic capsule dwelling are identified: mobility and transformability, characteristic of the traditional nomadic way of life; eco-sustainable trend for the organization of capsule housing, developing within the paradigm of "green" construction; virtualization, associated with the digitalization of living space and the growth of artificial intelligence technologies, searching for innovative forms of capsule architecture. The materials of the article can be useful for further theoretical research dedicated to the improvement of technologies of prefabricated housing, and practical developments on the topic of minimal and capsule housing of extreme environments.

Keywords: capsule housing, minimal housing, prefabricated architecture, sustainable development, extreme environment, the Arctic.

Введение

Экстремальные условия Арктики и огромный потенциал для освоения северных территорий с экономических, стратегических и технологических позиций ставят амбициозные задачи перед архитектурно-строительной отраслью, побуждая к пересмотру привычных методов организации быстровозводимых объектов.

Активный поиск объемно-планировочных, пространственных и средовых стратегий расселения в северных широтах производился в 50–80 гг. XX в. [1] и сопровождался появлением разнообразия экспериментальных проектов – от масштабных мегаструктур до быстровозводимых модульных исследовательских станций. Быстровозводимое строительство на Крайнем Севере было в полной мере задействовано в рамках мобильных вахтовых поселений для рабочих как эффективный и экономически целесообразный вариант временного расселения.

В настоящее время быстровозводимые объекты могут быть включены в систему городского планирования для быстрого реагирования на колебания численности населения в регионе, а также использоваться в сфере арктического туризма [2]. В условиях климатических изменений, вызванных антропогенной нагрузкой и глобальным потеплением, быстровозводимые объекты могут предложить экстренные решения для размещения экологических беженцев [3]. В

связи с формированием научно-исследовательских кластеров в условиях Севера [4], необходимость в развитии новых типологий быстровозводимого жилища экстремальных условий будет возрастать.

Капсульное жилище для северных широт входит в структуру существующих научных направлений *мобильного жилища*, основные принципы организации которого были изложены в трудах Н.А. Сапрыкиной, С.Б. Поморова, И.К. Хвьи, А.А. Гайдучени, А.В. Панфилова, Е.С. Астаховой. Совершенствование технологических методов строительства и возрастание требований к экоустойчивому проектированию жилой среды обуславливает расширение спектра быстровозводимых жилищ для Арктики. Капсульное быстровозводимое жилище может предоставить новые пути к организации компактной среды обитания в условиях экстремальных нагрузок высоких широт.

Номадическое жилище Севера: мобильность и трансформация

Выбор компактных типологий жилья укоренился в историко-культурном коде северных народов. Традиционные особенности быта предусматривали номадический образ жизни, связанный с частой сменой места пребывания, обусловленной миграцией биоресурсов. Неординарная мобильность издревле считалась свойством кочевых народов севера, позволяя осваивать пространства и двигаться в соответствии с сезонными колебаниями тундры.

В целом характер быта, переносимый на жилище Севера, отличает «*трансформность*» и «*мобильность*». Традиционное номадическое жилище – чум, обладает свойствами быстровозводимости в сборке, а также циклично трансформируемым интерьерным пространством (столовая – мастерская для выделки шкур – спальня). В качестве транспортного средства во время кочевий используются чукотские нарты, позволяющие перемещать предметы быта, конструкции чума и реликварий [5].

В настоящее время концепция номадического жилища Севера получает развитие в новейших разработках по теме быстровозводимого жилища, обогащаясь новыми технологическими компонентами и переосмысляя традиционные формы.

Капсульные мобильные жилища на салазках были разработаны архитектором Р. Суиром для эксплуатации на озере Умманнак в Гренландии. Каждое убежище может быть приведено в движение тягловым животным для перемещения по морскому льду. Утепленное укрытие вмещает 6 чел. и может использоваться для отдыха, приготовления пищи и сна. Формы капсулы повторяют базовые геометрические тела и вмещают интегрированные детали интерьера, такие как встроенные сидения и столешницы. Небольшие прозрачные иллюминаторы для обзора наружных панорам позволяют обозревать окружающий ландшафт, сохраняя внутреннее пространство защищенным от внешней среды.

Трансформация может быть заложена в структурных особенностях оболочки быстровозводимой капсулы. Архитекторы SAGA (Sebastian Aristotelis, Karl-Johan Sørensen) разработали проект капсульного жилища “LUNARK”, предназначенного для использования в условиях низких температур и в космическом пространстве. В развернутом виде оболочка, построенная по принципу оригами, может быть увеличена в 7,5 раз. Экстерьерная обшивка выполнена из черного углеродного волокна, представляющего собой структурные панели с изоляционным слоем пенопласта. Углеродное волокно отличают легкость и прочность, необходимые для целостного возведения структуры. Панели соединены белой гибкой композитной резиной и закреплены на несущей алюминиевой раме [6].

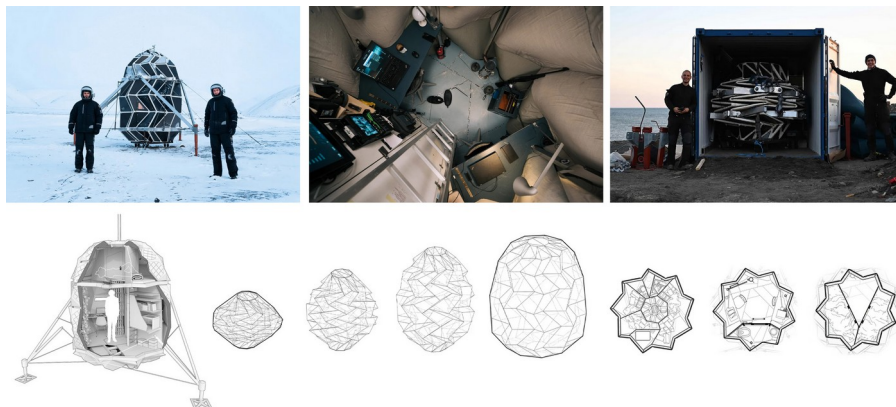


Рисунок 1 - "LUNARK" – трансформируемая капсула в форме оригами
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2024.54.6.1>

Примечание: архитекторы SAGA; источник [18]

Капсула рассчитана на укрытие для двух человек и оснащена солнечной батареей, регулирующей световой режим интерьера, 3D-принтером для печати запасных частей для дома, а также живой фермой для выращивания водорослей. “LUNARK” также имеет ряд встроенных цифровых программных систем, в том числе симулятор погоды, помогающий преодолеть повседневную монотонность среды, и реактор мониторинга источника питания.

Капсульные убежища могут быть использованы в условиях экстренного развертывания в критических ситуациях, характерных для арктического климата, в качестве временной меры защиты от непогоды и осадков [7]. С этой целью применяются портативные (переносимые человеком) виды капсульных укрытий [8].

Развертываемое убежище от холода для отдаленных арктических территорий было разработано дизайнерами Г. Глоау и С. Бэрретом в рамках конкурса Design Educates Awards 2022. Решетчатая складная оболочка убежища служит для захвата снега, который выступает в качестве естественного изолятора. Укрытия были размещены вдоль контрольно-пропускных пунктов и пешеходных троп и могут быть развернуты за несколько минут. Разница температур внутри убежища и снаружи составляет 37°C, в то время как в обычной палатке максимальная разница всего 13°C. Чтобы минимизировать отдачу тепла внутренняя сторона оболочки отделана майларом – пленкой на основе синтетического полиэфирного волокна.



Рисунок 2 - Развертываемое убежище для отдаленных арктических территорий
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2024.54.6.2>

Примечание: дизайнеры Г. Глоау и С. Бэррет, 2022 г.; источник [19]

Проект “Parashelter”, разработанный архитекторами Woods Bagot в рамках архитектурной выставки в г. Мельбурн, представляет собой убежище на основе парашюта. Конструкция может быть сложена в один контейнер и доставлена воздушным транспортом в места, недоступные для наземной техники. Тентовая мембрана поддерживается гибким металлическим каркасом, придающим укрытию форму сферы. Для оболочки был выбран яркий цвет, чтобы жилище было хорошо различимо в любой местности.

Линия капсульной экологической архитектуры Арктики

Зарождение направления экологических проектов Арктики связано с формированием проектно-исследовательских групп в 1950-1970-х гг., предлагавших экспериментальные жилые мегаструктуры, объединенные в «здании-моноблоке» с поддерживаемым внутренним климатом [9]. Уже тогда использовались характерные для экологического проектирования приемы, такие как учет аэродинамических свойств формы, ориентация помещений в соответствии с естественным освещением и ветровой нагрузкой, многофункциональность формируемого пространства, включение атриумных рекреационных пространств [10].

Большинство подобных экспериментальных проектов-мегаструктур остались нереализованными, в частности ввиду необходимости привлечения колоссальных ресурсов для их воплощения. В настоящее время эти подходы, в частности, методы архитектора А.И. Шипкова, занимавшегося разработкой жилых комплексов-мегаструктур, переосмысливаются в меньшем масштабе – для многоэтажных жилых домов на несколько секций с включением общих атриумов и развитой встроенной инфраструктуры [11]. В рамках учебного проектирования продолжают развиваться и экспериментальные разработки по теме жилых объектов в экстремальной среде Арктики [12]. В этой связи архитектурные объекты малого масштаба предоставляют достижимые позиции для реализации.

Интерес к освоению космического пространства и значительные достижения научно-технического прогресса оказали влияние на формирование футуристических форм архитектуры северных широт [13]. Эстетические свойства архитектуры переносятся и на капсульное жилище.

Разработанная студией Lovegrove жилая капсула для эксплуатации в высокогорных условиях развивает концепцию дома «Футуро» 1968 г. архитектора М. Суурронена [14] в современном ключе. Капсула имеет диаметр 8 м, изготовлена из акрила со светоотражающим покрытием и имеет непрерывное панорамное остекление. Электроэнергия обеспечивается маяками портативных электростанций, которые состоят из фотоэлектрических панелей в сочетании с вертикальной осью ветряной турбины.

Конкурсный проект Extreme Habitat Challenge'20 "Adaptive Cell" (А. Wojtynia, В. Walecki, К. Kosmowska) развивает идею биомиметической капсулы для различных экстремальных условий, включая Арктический ландшафт. Мембранная оболочка позволяет капсуле перемещаться в нестабильной среде, в том числе водной. Предполагается, что для изготовления капсулы будет разработан наноматериал, использующий принципы хитина и паутины, почерпнутые в природе.

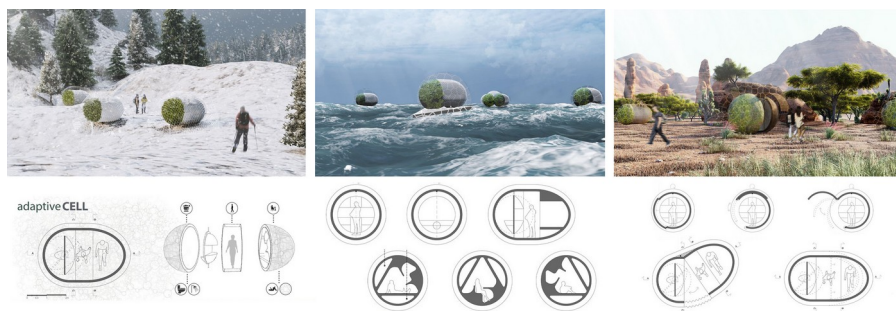


Рисунок 3 - "Adaptive Cell" – биомиметическая капсула для экстремальных условий
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2024.54.6.3>

Примечание: архитекторы А. Wojtynia, В. Walecki, К. Kosmowska; источник [20]

Формообразование капсулы также может быть организована путем мимикрии окружающего ландшафта. Так, в проекте "Bivacco Fanton" (Studio Bressan, Studio Botter) капсула в форме икосаэдра откликается высокогорному ландшафту Доломитовых Альп. Полезная площадь капсулы составляет 26 м². Форма капсулы позволяет достичь необходимой компактности, модульности сборки и устойчивости к атмосферным явлениям. Локальное применение цвета делает объект заметным на фоне окружающей среды. Плоскости икосаэдра служат для установки фотоэлектрических панелей на пленке.

Поиски в сфере нематериального жилища высоких широт

В связи с развитием цифровых технологий в настоящее время пространство проектирования переносится и в нематериальную среду виртуальных взаимодействий. Этот процесс стимулирует появление новых форм пространственных структур на уровне градостроительных концепций [15], а также виртуальных типологий жилища [16].

В экспериментальном проектировании все чаще используются инструменты, задействующие возможности искусственного интеллекта, с целью поиска новых подходов к организации формы и пространства [17]. Для проекта пневматических жилищ для экстремальных условий Севера, разработанном студией Les Others, тестирование формообразования проводилось инструментом Midjourney с помощью технологий искусственного интеллекта.

Переосмысляя наследие северных кочевых народов с применением современных методов проектирования на основе технологий искусственного интеллекта, дизайнер Y. Seong разработал серию архитектурных эскизов "Nuna". Ресурсом для генерации формы служит естественная среда и быт коренных народов Канады – инуитов, характеристики северного ландшафта, народные промыслы и архитектура, культурные и религиозные традиции, зооморфные мотивы. Тем самым архитектура искусственного интеллекта аккумулирует все доступные сведения о материальной и нематериальной среде, относящейся к объекту проектирования, чтобы воплотить ее собирательный образ в новой форме.



Рисунок 4 - Эскизы виртуального жилища "Nuna", сгенерированные с помощью Midjourney
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2024.54.6.4>

Примечание: архитектор Y. Seong; источник [19]

Заключение

Совершенствование и развитие новых типологий быстровозводимых жилищ для экстремальных условий Севера остается одной из важнейших задач архитектурной теории и практики в силу своего стратегического значения для освоения трудных для жизни территорий с суровым климатом. В настоящее время развиваются подходы мобильного и трансформативного капсульного жилища, характерные для традиционно номадического уклада жизни на Русском Севере. Наряду с ними, продолжают технологическое совершенствование эко-ориентированные подходы, задействующие устойчивые методы строительства. Прогрессивным трендом является разработка жилищ для экстремальных условий методами моделирования с применением технологий искусственного интеллекта в контексте формирования архитектуры метавселенных.

Финансирование

Исследование выполнено за счёт средств государственной программы фундаментальных научных исследований Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) в рамках Плана фундаментальных научных исследований РААСН и Минстроя России на 2024 год, тема № 1.2.3.3 «Разработка научных основ проектирования быстровозводимых жилых зданий на территориях, подвергшихся воздействию антропогенных, природных и техногенных факторов».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The research was carried out using funds from the state program of fundamental scientific research of the Russian Federation for the long-term period (2021–2030) within the framework of the Fundamental Scientific Research Plan of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences and the Ministry of Construction of Russia for 2024, topic № 1.2.3.3 “Development of scientific foundations for the design of prefabricated residential buildings in areas affected by anthropogenic, natural and man-made factors”.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Корнилов Т.А. Архитектурно-конструктивные приёмы в проектировании энергоэффективных арктических поселений / Т.А. Корнилов, Н.Н. Алексеев // *Academia. Архитектура и строительство*. — 2023. — № 3. — С. 54–63. — DOI: 10.22337/2077-9038-2023-3-54-63.
2. Воличенко О.В. Мобильная модульная система для труднодоступных регионов / О.В. Воличенко, С.Н. Огородников, И. Халиль // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. — 2024. — № 2. — С. 76–86. — DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.76-8.
3. Сапрыкина Н.А. Архитектурные концепции эпохи «антропоцена» как вызова цивилизации в условиях экологических рисков / Н.А. Сапрыкина // *Современная архитектура мира*. — 2023. — № 1 (20). — С. 97–131. — DOI: 10.25995/NIPTIAG.2023.20.1.005.
4. Савинова В.А. Типология научно-исследовательских объектов в полярных регионах / В.А. Савинова // *Academia. Архитектура и строительство*. — 2023. — № 2. — С. 97–107. — DOI: 10.22337/2077-9038-2023-2-97-107.
5. Головнев А.В. Трансформер в технологиях кочевников Арктики / А.В. Головнев, Д.А. Куканов // *Этнография*. — 2023. — № 4 (22). — С. 6–38. — DOI: 10.31250/2618-8600-2023-4(22)-6-38.
6. Riva P. Social isolation in space: An investigation of LUNARK, the first human mission in an Arctic Moon analog habitat / P. Riva, P. Rusconi, L. Pancani [et al.] // *Acta Astronautica*. — 2022. — № 195. — P. 215–225. — DOI: 10.1016/j.actaastro.2022.03.007.
7. Кизилова С.А. Мгновенно возводимые убежища для устранения последствий катастроф: прогрессивные стратегии / С.А. Кизилова // *Градостроительство*. — 2023. — № 5–6 (87–88). — С. 33–37. — URL: <https://catalog.tsuab.ru/cgi-bin/koaha/opac-detail.pl?biblionumber=860655> (дата обращения: 25.10.2024).
8. Кондьяин М.О. Портативное жилище в условиях глобальных вызовов: новейшие аспекты организации / М.О. Кондьяин, С.А. Кизилова // *Тенденции развития науки и образования*. — 2024. — № 112–5. — С. 148–154. — DOI: 10.18411/trnio-08-2024-271.
9. Калашникова А.С. Эволюция арктических городов на примере г. Норильска / А.С. Калашникова, М.В. Скуднева // *Современное строительство и архитектура*. — 2024. — № 10 (53). — С. 4. — URL: <https://modern-construction.ru/archive/10-53-2024-october/10.60797/mca.2024.53.4>. — DOI: 10.60797/mca.2024.53.4.
10. Винницкий М.В. Подходы к организации архитектурно-градостроительной среды в суровых условиях северных регионов / М.В. Винницкий // *Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. — 2023. — № 3 (58). — С. 37–43. — DOI: 10.25628/UNIP.2023.58.3.006. UralSR Design Institute of the RAABS
11. Меренков А.В. Северный дом. Инновационные подходы к проектированию / А.В. Меренков, Ю.С. Янковская // *Архитектон: известия вузов*. — 2022. — № 4 (80). — С. 3. — DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-3.
12. Галеев С.А. Эволюция архитектуры экстремальных сред – определение и область применения / С.А. Галеев // *Архитектура и современные информационные технологии*. — 2024. — № 1 (66). — С. 167–177. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-167-177.

13. Татевосян А.Г. Северные этюды. Особенности архитектуры Арктики. История. Традиции. Перспективы / А.Г. Татевосян. — Москва : У Никитских ворот, 2023. — 122 с.
14. Samos M.S. No-place architecture. The futuro house by Matti Suuronen / M.S. Samos // Rita Revista Indexada de Textos Academicos. — 2021. — № 15. — P. 106–115. — URL: <https://redfundamentos.com/menu-script/index.php/rita/article/view/97/98> (accessed: 23.10.2024).
15. Сапрыкина Н.А. Корректировка нестабильности гибридного пространства на основе мультиагентного подхода: концепции самоорганизации / Н.А. Сапрыкина // Современная архитектура мира. — 2024. — № 1 (22). — С. 205–240. — DOI: 10.25995/NIITIAG.2024.22.1.010.
16. Кизилова С.А. Архитектура жилища в контексте трансгрессии: от сверхкомпактности до виртуализации / С.А. Кизилова // Современное строительство и архитектура. — 2024. — № 10 (53). — 5 с. — DOI: 10.60797/mca.2024.53.5.
17. Касьянов Н.В. О взаимосвязи технологий и тенденций формообразования в архитектуре начала XXI века / Н.В. Касьянов // Архитектура и строительство России. — 2021. — № 1 (237). — С. 28–33. — URL: <https://asrmag.ru/arch/263/?ysclid=m2tryr0zosf651702254> (дата обращения: 20.10.2024).
18. SAGA Space Architects. — Copenhagen, 2018. — URL: <https://www.saga.dk/> (accessed: 25.10.2024).
19. Designboom. — Milan, 1999. — URL: <https://www.designboom.com/> (accessed: 25.10.2024).
20. Uni.xyz. — Denver, 2017. — URL: <https://uni.xyz/> (accessed: 25.10.2024).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kornilov T.A. Arhitekturno-konstruktivnye priemy v proektirovanii energoeffektivnyh arkticheskikh poselenij [Architectural and Constructive Techniques in the Design of Energy-Efficient Arctic Settlements] / T.A. Kornilov, N.N. Alekseev // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]. — 2023. — № 3. — P. 54–63. — DOI: 10.22337/2077-9038-2023-3-54-63. [in Russian]
2. Volichenko O.V. Mobil'naja modul'naja sistema dlja trudnodostupnyh regionov [Mobile Modular System for Inaccessible Region] / O.V. Volichenko, S.N. Ogorodnikov, I. Halil' // Biosfernaja sovmestimost': chelovek, region, tehnologii [Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology]. — 2024. — № 2. — P. 76–86. — DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.76-86. [in Russian]
3. Saprykina N.A. Arhitekturnye kontseptsii epohi "antropotsena" kak vyzova tsivilizatsii v usloviyah ekologicheskikh riskov [Architectural Concepts of the "Anthropocene" Era as a Challenge to Civilization in the Face of Environmental Risks] / N.A. Saprykina // Sovremennaja arhitektura mira [Contemporary World's Architecture]. — 2023. — № 1 (20). — P. 97–131. — DOI: 10.25995/NIITIAG.2023.20.1.005. [in Russian]
4. Savinova V.A. Tipologija nauchno-issledovatel'skikh ob'ektov v poljarnyh regionah [Typology of Research Facilities in the Polar Regions] / V.A. Savinova // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]. — 2023. — № 2. — P. 97–107. — DOI: 10.22337/2077-9038-2023-2-97-107. [in Russian]
5. Golovnev A.V. Transformer v tehnologijah kochevnikov Arktiki [Transformer in the Technologies of Arctic Nomads] / A.V. Golovnev, D.A. Kukanov // Jetnografija [Ethnography]. — 2023. — № 4 (22). — P. 6–38. — DOI: 10.31250/2618-8600-2023-4(22)-6-38. [in Russian]
6. Riva P. Social isolation in space: An investigation of LUNARK, the first human mission in an Arctic Moon analog habitat / P. Riva, P. Rusconi, L. Pancani [et al.] // Acta Astronautica. — 2022. — № 195. — P. 215–225. — DOI: 10.1016/j.actaastro.2022.03.007.
7. Kizilova S.A. Mgnovenno vozvodimye ubezhischa dlja ustraneniya posledstvij katastrof: progressivnye strategii [Instantly Erected Shelters to Eliminate the Consequences Disasters: Progressive Strategies] / S.A. Kizilova // Gradostroitel'stvo [Urban Development]. — 2023. — № 5–6 (87–88). — P. 33–37. — URL: <https://catalog.tsuab.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=860655> (accessed: 25.10.2024). [in Russian]
8. Kondiajn M.O. Portativnoe zhilische v usloviyah global'nyh vyzovov: novejschie aspekty organizatsii [Portable Housing in the Context of Global Challenges: Latest Aspects of Organization] / M.O. Kondiajn, S.A. Kizilova // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the Development of Science and Education]. — 2024. — № 112–5. — P. 148–154. — DOI: 10.18411/trnio-08-2024-271. [in Russian]
9. Kalashnikova A.S. Evoljutsija arkticheskikh gorodov na primere g. Noril'ska [Evolution of Arctic Cities on the Example of Norilsk] / A.S. Kalashnikova, M.V. Skudneva // Sovremennoe stroitel'stvo i arhitektura [Modern Construction and Architecture]. — 2024. — № 10 (53). — P. 4. — URL: <https://modern-construction.ru/archive/10-53-2024-october/10.60797/mca.2024.53.4>. — DOI: 10.60797/mca.2024.53.4. [in Russian]
10. Vinnitskij M.V. Podhody k organizatsii arhitekturno-gradostroitel'noj sredy v surovyykh usloviyah severnykh regionov [Approaches to the Organization of the Architectural and Urban Environment in the Harsh Conditions of the Northern Regions] / M.V. Vinnitskij // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN [Academic Bulletin of UralNIiproekt RAASN]. — 2023. — № 3 (58). — P. 37–43. — DOI: 10.25628/UNIIP.2023.58.3.006. [in Russian]
11. Merenkov A.V. Severnyj dom. Innovatsionnye podhody k proektirovaniyu [The Northern House. Innovative Design Approaches] / A.V. Merenkov, Ju.S. Jankovskaja // Arhitekton: izvestija vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education]. — 2022. — № 4 (80). — P. 3. — DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-3. [in Russian]
12. Galeev S.A. Evoljutsija arhitektury ekstremal'nykh sred – opredelenie i oblast' primeneniya [Evolution of Architecture for Extreme Environments – Definition and Scope] / S.A. Galeev // Arhitektura i sovremennye informacionnye tehnologii [Architecture and Modern Information Technologies]. — 2024. — № 1 (66). — P. 167–177. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-167-177. [in Russian]

13. Tatevosjan A.G. Severnye etjudy. Osobennosti arhitektury Arktiki. Istorija. Traditsii. Perspektivy [Northern Etudes. Features of Arctic Architecture. History. Traditions. Prospects] / A.G. Tatevosjan. — Moscow : U Nikitskih vorot, 2023. — 122 p. [in Russian]
14. Samos M.S. No-place architecture. The futuro house by Matti Suuronen / M.S. Samos // Rita Revista Indexada de Textos Academicos. — 2021. — № 15. — P. 106–115. — URL: <https://redfundamentos.com/menu-script/index.php/rita/article/view/97/98> (accessed: 23.10.2024).
15. Saprykina N.A. Korrektirovka nestabil'nosti gibridnogo prostranstva na osnove mul'tiagentnogo podhoda: kontseptsii samoorganizatsii [Correction the Instability of a Hybrid Space Based on a Multi-agent Approach: Concepts of Self-organization] / N.A. Saprykina // Sovremennaja arhitektura mira [Contemporary World's Architecture]. — 2024. — № 1 (22). — P. 205–240. — DOI: 10.25995/NIITIAG.2024.22.1.010. [in Russian]
16. Kizilova S.A. Arhitektura zhilischa v kontekste transgressii: ot sverhkompaktnosti do virtualizatsii [Housing Architecture in the Context of Transgression: from Ultra-Compactness to Virtualization] / S.A. Kizilova // Sovremennoe stroitel'stvo i arhitektura [Modern Construction and Architecture]. — 2024. — № 10 (53). — 5 p. — DOI: 10.60797/mca.2024.53.5. [in Russian]
17. Kas'janov N.V. O vzaimosvjazi tehnologij i tendentsij formoobrazovanija v arhitekture nachala XXI veka [On the Interrelationship of Technologies and Trends in Shaping Architecture at the Beginning of the 21st Century] / N.V. Kas'janov // Arhitektura i stroitel'stvo Rossii [Architecture and Construction of Russia]. — 2021. — № 1 (237). — P. 28–33. — URL: <https://asrmag.ru/arch/263/?ysclid=m2ryr0zosf651702254> (accessed: 23.10.2024). [in Russian]
18. SAGA Space Architects. — Copenhagen, 2018. — URL: <https://www.saga.dk/> (accessed: 25.10.2024).
19. Designboom. — Milan, 1999. — URL: <https://www.designboom.com/> (accessed: 25.10.2024).
20. Uni.xyz. — Denver, 2017. — URL: <https://uni.xyz/> (accessed: 25.10.2024).