

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Научная статья

УДК/UDC 72.05"20"(211-17+571.511-21Дудинка)

DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128

**Принципы реновация арктического субцентра
на примере г. Дудинка****Елена Викторовна Барчугова^{1✉}, Саяр Тахирович Габитов²**^{1,2}Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия¹ev.barchugova@markhi.ru ²sayar.gabitov@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется текущее состояние городов Арктической зоны Российской Федерации. Анализируются возникающие перед ними вызовы: непредсказуемая плотность населения, активизация процессов глобального потепления. Выявляются перспективы развития региона как транспортно-логистической магистрали будущего. В ответ на проблемы формулируются принципы проектирования и развития заполярных поселений, а также гипотеза по реформированию способов пространственной организации городов с помощью актуализированной архитектурной типологии.

Ключевые слова: Арктические города, экстремальная среда, архитектурная типология, научно-производственный комплекс

Для цитирования: Барчугова Е.В. Реновация арктического субцентра на примере г. Дудинка / Е.В. Барчугова, С.Т. Габитов // Architecture and Modern Information Technologies. 2022. № 2(59). С. 111–128. URL:

https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/08_barchugova.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Original article

**Renovation principles of the Arctic sub-center
on the example of Dudinka****Elena V. Barchugova^{1✉}, Sayar T. Gabitov²**^{1,2} Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia¹ev.barchugova@markhi.ru ²sayar.gabitov@gmail.com

Abstract. The article examines the current state of the cities of the Arctic zone of the Russian Federation. The challenges that arise in front of them, existing in the form of unpredictable population density and global warming processes, as well as the prospects for the development of the region as a transport and logistics highway of the future, are revealed. In response to the identified risks, the principles of design and development of polar settlements are formulated, as well as a hypothesis for reforming the ways of spatial organization of cities with the help of an updated architectural typology.

Keywords: Arctic cities, extreme environment, architectural typology, research and production complex

For citation: Barchugova E.V., Gabitov S.T. Renovation of the Arctic sub-center on the example of Dudinka Architecture and Modern Information Technologies, 2022, no. 2(59), pp. 111–128. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/08_barchugova.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128

¹ © Барчугова Е.В., Габитов С.Т., 2022

Конец XX и начало XXI века ознаменовались началом стремительной деградации Арктической зоны Российской Федерации (далее АЗРФ). Неэффективность систем снабжения и содержания удаленного и изолированного региона в условиях рыночной экономики, недостаток финансовых средств, ошибки в стратегии освоения привели к росту показателей социальной необеспеченности, кризису жилого фонда и падению качества жизни населения. Помимо этого, в последние 10 лет ситуация усугубляется природными [7, 8], экономическими и геополитическими факторами.

Несмотря на отрицательную динамику развития, а также крайне низкие показатели плотности населения, Арктика с каждым годом приобретает все большее значение в глазах российской и мировой общественности, выступая в качестве нового «фронта» освоения. Прежде всего, это связано с практически неисчерпаемыми запасами минерально-сырьевых и биологических ресурсов, однако в настоящем не меньший интерес представляет собой транспортно-логистический потенциал региона.

Технологический прогресс последних пятидесяти лет в совокупности с эффектами глобального потепления сделал возможным развитие акватории Северного Морского Пути (далее СМП), чрезвычайно перспективного торгового маршрута, способного заменить существующие пути из Азии в Европу. Кроме того, на фоне роста энергопотребления в масштабах страны стала экономически оправдана добыча газа и нефти арктического шельфа.

В совокупности приведенные факторы формируют острую необходимость в стимулировании развития городов и инфраструктуры АЗРФ с целью создания основы для дальнейшего развития российской экономики и ее диверсификации [3]. В первую очередь эта задача подразумевает анализ существующих методов и подходов к освоению региона, выявление их плюсов и минусов, а также дальнейшую актуализацию в формате новой архитектурной типологии. Проблема формирования комфортной для жизни урбанизированной среды требует внимательного изучения и анализа существующих показателей архитектурной, технологической, климатической, природной, социальной и экономической составляющих городских образований арктического региона [4].

В рамках статьи выдвигается гипотеза о возможности частичного нивелирования или уменьшения влияния ряда негативных природно-климатических факторов с помощью комплекса мер, основой которых является разработка новой модели управления территориями, а также методов ревитализации городов и поселений региона. Гипотеза строится на создании нового подхода к освоению территорий и формам расселения в Арктической зоне Российской Федерации. Экстремальность условий, которыми характеризуется регион, заключается не только в суровых климатических условиях, но и в динамике их изменений, стагнации экономики, наличии энергетического и социального кризиса. Это диктует необходимость создания гибкой и адаптивной модели города, способной в короткие сроки отвечать встающим перед ней вызовам.

Изменение подхода к освоению территорий Арктической зоны РФ открывает возможности для регенерации региона и его последующего развития в рамках новой социальной и экономической модели общества. Как следствие, это позволит сократить нагрузку на федеральный бюджет, уменьшить влияние жизнедеятельности человека на экологическую ситуацию и нивелировать проблемы миграции населения за счет создания конкурентноспособных и комфортных условий городской среды.

Основой подход к освоению территорий Арктики и Крайнего Севера в СССР заключался в принципе активной урбанизации и создания на территории региона крупных опорных промышленных центров. Благодаря такой стратегии даже на текущий момент Российская Арктика – самая густонаселенная северная зона мира, где проживает 2 млн. человек, причем около 90% населения сосредоточено в городах.

Стоит отметить, что арктические города создавались по очаговому принципу [6], вдали от всех транспортно-логистических магистралей (например, Норильск), вследствие чего вокруг поселений создавался целый комплекс производств и объектов, обеспечивающих их автономное существование [5]. Во второй половине XX века все больший приоритет начал отдаваться поставкам извне, что в свою очередь привело к ликвидации комплексности развития поселений. Такое решение, оправданное в условиях плановой экономики, отрицательно сказывается на северных городах сегодня. Зависимость от внешних поставок негативно влияет как на качество социальной инфраструктуры, так и на покупательную способность горожан. Таким образом, возникает острая необходимость в воссоздании утерянной комплексности и автономности развития городов.

Конец XX века ознаменован периодом затяжного экономического, социального и демографического кризисов не только на Севере, но и на всей территории России. Снижение доходов населения и социальных гарантий, особенно остро ощущавшиеся в Арктике, привели к массовому оттоку населения из северных городов. «Начиная с 90-х годов миграционный отток стал доминирующей тенденцией для северных регионов России, а проживание на Севере – экономически непривлекательным. С 1990 по 2014 год численность населения Севера России уменьшилась с 9807 до 7834 тыс. чел., т.е. совокупные потери населения северных регионов составили 1 млн. 973 тыс. чел.» [1].

Арктические города одними из первых столкнулись с уникальной проблемой изменчивости плотности и количества населения, а структуры городских образований, построенные по принципам, привычным для средней полосы России, оказались неспособны эффективно реагировать на процессы трансформаций. Городское сжатие происходит крайне неравномерно, создавая эффект «пустых квартир» в жилых домах. Это приводит к понижению социальной и экономической активности в районе, уменьшению социального контроля за территорией и маргинализации отдельных частей города.

С таким явлением на сегодняшний день столкнулись все города русской Арктики. Однако административные органы зачастую отказываются признавать тренды сжатия своей территории, настаивая на том, что ситуация находится под контролем и не требует вмешательства государства. В качестве примера города, который признал факт собственного сжатия и начал бороться с этой тенденцией, можно назвать Воркуту. В городе начала действовать программа, предполагающая переселение жителей города с окраин в свободные квартиры в центре города. Тем самым сохраняется плотность населения в наиболее важных его частях. Уже закрыт целый ряд районов и поселков вокруг города. Это является экономически оправданным шагом с точки зрения управления городскими территориями.

Однако перед нами возникает другая проблема. В большинстве случаев инженерные сети в северных городах планировались замкнутыми. Сегодня это приводит к невозможности быстро ликвидировать или остановить снабжение пустых территорий, не задев функционирующие жилые дома. Даже в случае полного переселения дома, его снос стоит слишком дорого для городского бюджета, который, помимо этого, полностью зависит от федеральных дотаций. Получение дополнительного финансирования на снос объектов на федеральном уровне не обладает достаточной приоритетностью, так как попадает под графу расходов «благоустройство». Это, в свою очередь, является причиной появления пустых городов-«призраков», которые в процессе разрушения наносят большой ущерб внешней экосистеме.

Перечисленные доводы приводят нас к выводу о том, что строительство на севере должно быть:

- максимально простым с точки зрения как расширения, так и сжатия;
- экологичным, чтобы снизить нагрузку на окружающую природную среду.

Адаптация к циклам расширения или сжатия – одна из главных проблем северных городов. Современная ситуация доказывает, что подход капитального строительства «на века» не

может быть эффективным, требуется его реформирование в пользу более быстрых методов как строительства, так и ликвидации объектов.

После перехода России к рыночной экономике вновь актуализировался вопрос об эффективности существующего метода освоения Арктики. Все чаще предпочтение в развитии начинает отдаваться «вахтовому» методу освоения, так как он не требует очень больших финансовых вложений в городскую инфраструктуру [2]. Однако прежний метод комплексного развития стационарных поселений выполняет задачу геополитического закрепления России в Арктике. Таким образом, текущая система пытается найти баланс между двумя описанными подходами, поскольку их совмещение является оптимальным вариантом расселения в этом регионе. Согласно существующим документам по стратегии освоения Арктической зоны РФ, целью современной политики является постоянное пребывание человека на этих территориях одновременно с планомерным повышением уровня жизни до среднероссийских показателей. При этом признается необходимость смещения акцента в организации среды в сторону более гуманистического подхода².

На основе описанных выше тенденций в статье определяются основные принципы формирования современного арктического города:

Адаптивность – способность архитектурных объектов реагировать на изменение свойств грунтов основания за счёт инструментов мобильности, регулирования состояния вечной мерзлоты методами термостабилизации грунтов.

Автономность – свойство каждого отдельного архитектурного объекта, городского района, или города в случае возникновения чрезвычайной ситуации обеспечивать себя в течение некоторого времени жизненно необходимыми ресурсами и энергией. Выдвигаемое качество реализуется за счёт организации децентрализованной энергетической системы по типу энергетических кооперативов (с широким применением возобновляемых источников энергии), создания разветвленной системы промышленных и общественных объектов.

Мобильность – способность к реструктуризации ткани города путем переноса или сборки/разборки архитектурных объектов как способа быстрого реагирования на изменения климатической ситуации.

Модульность – типизация и возможность замены отдельных элементов архитектурной среды арктического города. Данный фактор предлагается реализовывать за счет использования в архитектурных объектах деревянных каркасных конструкций, достаточно легких в возведении и транспортировке в отдаленные территории АЗРФ.

Экологичность и энергоэффективность – применение экологичных материалов в строительстве и расширение сферы использования возобновляемых источников энергии снизит нагрузку на энергетическую отрасль региона, и, как следствие, на его экосистему.

Исходя из заявленных принципов выдвигается гипотеза о том, что для выживания арктического города требуется разработка особой типологии, набора архитектурных решений, комбинация которых позволит региону гибко реагировать на изменяющуюся ситуацию. Описанная ниже типология была создана в магистерской диссертации Габитова С.Т. «Особенности организации городских территорий в Арктике» (руководитель проф. Е.В. Барчугова).

На сегодняшний день в регионе АЗРФ особенно остро стоят вопросы проектирования, строительства и реконструкции архитектурных объектов. Большая часть строительного оборудования пришла в негодность, а транспортировка распространенных в регионе

² Новости: Эксперт КГИ Александр Согомонов: Зимний город. Возможен ли урбанистический прорыв на арктическом Севере? URL: <https://komitetgi.ru/news/news/3789/> (дата обращения: 06.12.2021).

железобетонных конструкций оказывается экономически нецелесообразной. В качестве альтернативы привычным методам строительства выдвигается предложение по широкому применению в АЗРФ клеено-деревянных конструкций в комбинации с CLT-панелями в качестве ограждающих элементов зданий. Подобное решение значительно снизит затраты на транспортировку. Помимо этого, современные деревянные конструкции способны удовлетворять всем требованиям норм безопасности и позволяют возводить здания высотой до 9 этажей в минимальные сроки вплоть до 1–2 месяцев. При этом сама стройка в значительно меньшей мере требует присутствия высококвалифицированных строительных кадров.

Дополнительно заслуживает внимания возможность применения современных пневматических конструкций. Арктический город может быть чрезвычайно неоднороден и непостоянен в периоды смены времен года. Летом его логика соответствует привычному образу жизни города средней полосы, в то время как зимой ситуация резко меняется: оказываются необходимы повышенная плотность функций, поскольку зоны доступности в городе резко сокращаются. Крайне актуальной оказывается возможность адаптации градостроительной системы к изменяющимся погодным условиям. Быстровозводимые пневматические конструкции могут удовлетворить данный запрос, так как способны выдерживать экстремально низкие температуры, и высокие физические нагрузки (при обеспечении прочности несущего каркаса).

Основные приемы объемно-пространственных решений

Значительную роль в условиях арктического города играют снеготранспорты и сильный ветер. Арктическая архитектурная типология должна учитывать этот фактор при проектировании разных типов жилых объектов. Авторы опираются на следующий набор объемно-пространственных решений:

1. Внешний фасад, как и все фасады в целом, не должен иметь резких выступов. Предпочтение отдается использованию скругленных аэродинамических форм в целях минимизации снеготранспорта на конструкциях самого здания и его кровли.
2. Конструкция крыши должна обладать пологими скатами и быть утепленной в целях предотвращения эффекта протаивания.
3. Не рекомендуется расположение входной группы в здание с наветренной стороны, поскольку это связано со значительными теплопотерями. Однако в связи с тем, что подветренная сторона заносится снегом, рациональным оказывается устройство сквозных входных групп.

Типология арктического города

Исходя из всего вышесказанного формируется следующая архитектурная типология арктического города.

1. Жилой блок:

- ветрозащитные здания (особые типы зданий до 9 этажей для защиты от ветра);
- стандарт (основной среднеэтажный тип жилья в арктическом городе);
- мобильное жилье (легкие, сборные жилые модули для эффективного регулирования плотности населения в городе).

2. Общественно-административные объекты:

- администрация;
- научно-образовательные центры;
- общественные центры, совмещенные с организацией ферм и тепличных комплексов.

3. Складской блок:

- складские помещения с требованиями микроклимату;
- складские помещения без требований к искусственному микроклимату.

4. Инженерно-промышленный блок:

- промышленные объекты (промышленные объекты, расположенные за чертой города, исходя из розы ветров);
- производство пресной воды из снега;
- логистические объекты (складские объекты, опоясывающие город и обеспечивающие его продуктами первой необходимости, строительными материалами и пр.);
- энергетические объекты.

Жилой блок

Жилая типология арктического города подразделяется на три категории.

Ветрозащитные здания

Как упоминалось выше, ветер и снег играют большую роль в жизни арктического города. Исходя из этого, в рамках предлагаемой типологии важна организация защиты от ветра и холода с помощью архитектурных форм и градостроительных решений. В таком качестве предлагается использовать особую типологию жилых объектов повышенной этажности, которые бы выполняли функцию ветрозащиты. Данный тип зданий играет роль жилого ядра, не предполагает покидание его жителями и предоставляет наиболее высокие показатели комфорта в условиях арктического города. В домах повышенной этажности возможно применение стратегии сжатия г. Воркуты – заселение в квартиры людей из пустующих жилых зданий для обеспечения постоянной плотности населения [10].

В целях усиления ветрозащитных качеств, а также противодействия снегозаносам, выдвигается предложение по удлинению конструкции кровли в направлении ветрового потока.

Для домов типа «виндскрин» рационально использование следующих типов фундаментов:

- продуваемое подполье в комбинации с термостабилизирующими установками, для объектов высотой до 9 этажей;
- термоизолирующая подушка основания в комбинации с термостабилизирующими установками, для объектов до 6 этажей.

Использование термостабилизаторов в данной типологии обусловлено непредсказуемостью поведения вечной мерзлоты в условиях глобального потепления. В комбинации с облегченным деревянным каркасом здания такое решение позволяет снизить нагрузки на грунты основания и обеспечить больший эксплуатационный период.

Жилые дома средней этажности

Среднеэтажная типология также относится к жилому ядру города, но отличается меньшей высотой сооружений и в рамках городской застройки играет роль дополнительной ветрозащиты и регулирования направления ветропотоков. Этажность таких объектов может составлять до 6 этажей. Жилые здания располагаются параллельно господствующему направлению зимнего снегопереноса. Важно отметить, что данная типология жилья предполагает возможность ее разборки в случае сжатия города.

В домах средней этажности предполагается применение структурного фундамента в комбинации с фундаментом на утепленной подушке и с установкой термостабилизирующих устройств в случае необходимости.

Мобильное жилье

В упоминавшемся выше исследовании «Особенности организации городских территорий в Арктике» обосновывается актуализация модели ближней вахты, когда рабочие, проживая длительное время в арктическом центре, выезжают в короткие командировки в поселки вахтового типа.

С учётом этого появляется необходимость во внедрении в городскую структуру быстровозводимых жилых объектов, обеспечивающих при этом достаточный комфорт проживания людей. Они представляют собой модели одноэтажных жилых домов и позволяют арктическим городам быстро реагировать на приток/отток населения без необходимости выделения дополнительных средств на содержание пустующих квартир. Одноэтажные жилые дома предлагается возводить по модели «Тимптон» (разработка института ЛенГипрогор 2008 для серии поселков гидростроителей каскада ГЭС на реке Тимптон в Якутии – специально для строительства в условиях ограниченной транспортной доступности и обеспечения материалами).

Основа модели – пешеходная галерея, проходящая по центру сооружения и включающая в себя:

- теплоизолированный от вечной мерзлоты контур инженерного снабжения домов, располагаемый под пешеходным покрытием. В этот контур входят блоки фильтрации и очистки воды для повторного её использования. Пешеходный уровень имеет покрытие из съемных плит, чтобы в любой момент существовала возможность организовать доступ к каждому фрагменту инженерных коммуникаций для их обслуживания или ремонта. Инженерные системы снабжения галереи служат также перераспределению ресурсов, рекуперации и выравниванию нагрузки между всеми пользовательскими сегментами здания;
- светопрозрачное покрытие из полиэфирной пленки ETFE на клеено-деревянном каркасе, выполняющее функцию изоляции пешеходной галереи, а также сбора дождевой воды с покрытия. Дополнительно покрытие может включать в себя каркас для установок солнечных коллекторов и солнечных батарей, технологическую галерею для обслуживания этого оборудования и ремонта. В покрытии предусмотрены клапаны вентиляции галереи;
- в торцах галерей расположены тамбуры зимних выходов, порталы летних выходов и ввоза крупногабаритного оснащения, спуски на улицу.

Помимо этого, в торцевых примыканиях к тамбурам и летним выходам расположены общественные сервисы шаговой доступности, а также блоки квартир муниципального найма (для арендаторов, командировочных и т.п.). Согласно модели, все сооружения квартала непосредственно примыкают к галерее, что минимизирует стоимость ресурсного обеспечения объектов.

Для данной типологии наиболее рациональным оказывается использование металлического структурного фундамента, простого в сборке и транспортировке.

Общественно-административные объекты

Общественно-административный блок объединяет в себе городскую администрацию, научно-образовательный центр и расположен в центре города. В общественных объектах, требующих наибольшей свободы с точки зрения объемно-пространственных решений, применяются наиболее совершенные и сложные технологические решения.

Дополнительную типологическую группу составляют ранее упоминаемые объекты, выполненные с помощью пневматических конструкций. Их применение предполагается в зимнее время года в виде временных сооружений, расположенных с определенными промежутками на открытых пространствах улиц.

В зданиях общественно-административного типа, как самых значимых в городе, рационально применение термостабилизирующих установок, обеспечивающих наибольшую надежность и стабильность грунтов основания.

Оранжереи

Длительное нахождение в суровых условиях Заполярья является серьезной нагрузкой для психики человека, не привыкшего к продолжительному пребыванию в подобном климате. Для борьбы с последствиями этого явления предлагается развитие в структуре города «зеленых» общественных центров, включающих в себя оранжереи и тепличные комплексы. Такие объекты можно проектировать как многофункциональные, совмещающие общественные функции с утилитарной деятельностью по выращиванию продуктов питания (дополнительная активность или хобби горожан). На территории больших общественно-оранжерейных комплексов могут располагаться коммерческие предприятия, кафе, небольшие офисы/коворкинги/галереи и пр.

В городской структуре выделяется три основных типа подобных сооружений: квартальная ферма, районная ферма, городская ферма.

Квартальная оранжерея – небольшой объект, находящийся в квартальной застройке и выполняющий функцию зимнего сада или же огорода. Площадь такого объекта может достигать максимально 300 м² и рассчитываться исходя из количества жителей квартала (до 300 человек). Сооружения такого типа рационально располагать в кварталах, максимально удаленных от районных тепличных комплексов, тем самым обеспечивая жителей альтернативой в условиях зоны арктической пешеходной доступности (до 500 м). Возможным является также сценарий встраивания таких объектов в жилые структуры города.

Районная оранжерея – объект, располагаемый в отдельно стоящем здании и выполняющий функцию общественного центра в масштабе одного городского района. Здание центра может совмещать в себе ряд коммерческих и общественных функций. Например, образовательные центры или лектории, магазины, кафе, коворкинги и прочее. Центральным пространством при этом остается зимний сад. Площадь объекта может достигать до 2 тыс. кв.м. и быть рассчитана на количество жителей до 5 тыс. человек.

Городская оранжерея – центральный общественный объект города, располагаемый в его ядре. Как и в случае с районной оранжереей, такой объект должен быть полифункциональным и иметь ряд дополняющих друг друга функций (театральные площадки, кинотеатр). В этом случае рациональным архитектурным приемом станет трансформируемость центрального пространства в целях расширения его потенциального применения. Гибкость планировочных решений позволит изменять назначение объекта в зависимости от требований города и происходящих событий.

Для описанных объектов предпочтительны следующие варианты фундаментов: в случае квартальной оранжереи рационально использование структурного фундамента; в объектах большего масштаба применение фундаментов в виде совмещенного продуваемого подполья и термостабилизаторов.

Выбор конструктивных решений связан с расчетом количества тепла, исходящего от оранжерейного комплекса.

Логистический блок

Логистический блок – комплекс объектов, обеспечивающих снабжение и хранение всего необходимого для города (товаров первой необходимости, продуктов питания, оборудования, строительных материалов и т.д.). Необходимо выделить два типа подобных блоков: с особыми требованиями к микроклимату и без них. Предлагаемое различие в первую очередь скажется на типе применяемого фундамента.

Логистический блок опоясывает город, обеспечивая таким образом быстрый доступ к необходимым материалам. Для подобных объектов рационально использование типа фундамента в виде термоизоляционной подушки для упрощения подъезда транспорта. В случае необходимости соблюдения особого микроклимата внутри объекта необходимо также предусматривать применения термостабилизаторов фундаментов и оснований.

Инженерно-промышленный блок

Промышленный блок может представлять собой набор производств арктического города, а также включать в себя его транспортно-логистический центр [9]. Промышленные объекты рационально располагать за пределами города исходя из розы ветров. Что касается логистического комплекса, его расположение возможно в городской черте или в непосредственной близости к городу. Необходимо отметить, что в рамках данной типологии выделяется предлагаемое агропромышленное производство. По своей сути данный объект будет представлять собой агропромышленный комплекс для выращивания продуктов питания при помощи технологий гидропоники. Подобный комплекс рационально располагать в непосредственной близости от города, на его окраине.

Последний относящийся к данному блоку объект – производство пресной воды. Такой объект лучше располагать в районе максимально чистого снега, определяемого инструментально посредством отбора проб на территории городской агломерации. Аналогично логистическому блоку, для описанного типа объектов логично применение термоизоляционной подушки с опциональным использованием пассивной термостабилизации в случае необходимости.

Энергетические объекты

В рамках работы выдвигается предложение по изменению энергетического баланса городов Арктики и размещению на ее территории комплексов современной генерации энергии из возобновляемых источников при их совмещении с газовыми, угольными и пр., ТЭС. По своему энергетическому потенциалу арктический регион оказывается очень разнообразен и, в зависимости от положения города, рациональным оказывается применение того или иного источника ВИЭ. Среди них энергия ветра (районы вдоль Северного Ледовитого Океана отличаются средними скоростями ветра более 6-7 м/с, что является одним из самых высоких показателей с точки зрения потенциала ветрогенерации в мире), солнечная энергия, в прибрежных районах энергия морских волн и приливов.

Применение технологий ВИЭ в условиях АЗРФ и Крайнего Севера еще в недостаточной мере получило свое распространение, особенно в масштабах крупных северных поселений. Тем не менее, в последнее десятилетие было запущено большое количество пилотных проектов, доказавших свою эффективность, особенно с точки зрения экономии классических для региона источников энергии (мазут, уголь, газ и пр.). Интеграция ВИЭ в энергетическую систему изолированных поселений позволяет экономить до 40% традиционных источников энергии, что, в свою очередь, положительно сказывается на экологической ситуации в регионе. Также важно учитывать и высокие показатели износа существующих ТЭЦ и ТЭС, поддержание работоспособности которых требует постоянных высоких капиталовложений [11].

На сегодняшний день в АЗРФ уже работает ряд ветроэлектростанций: ветроэнергетическая станция в Лабытнанги, проект «Полярис» в ЯНАО, Анадырская ветряная электростанция, ветропарк в поселке Тикси, ветроэнергетическая станция «Быков мыс». На стадии реализации находится проект крупнейшей ВЭС на территории России мощностью 201 МВт под Мурманском. В свою очередь, восточные приарктические районы Якутии обладают высоким потенциалом для генерации солнечной энергии [12].

Высоким потенциалом в арктическом городе обладает использование мусоросжигательных комплексов, причем их размещение способно решить сразу ряд проблем: город значительно уменьшает объем собственных отходов и получает при этом

значительный объем электроэнергии. Отрицательными факторами в данном случае являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, которые возможно нивелировать при устройстве на территории завода комплексных установок, включающих термokatалитическое обезвреживание газовых выбросов.

В качестве примера развития города по предложенным выше принципам была выбран г. Дудинка Красноярского края. Город играет большую роль в структуре Арктической системы расселения, определяемую, в первую очередь, его транспортно-логистическим потенциалом [7]. Именно через этот порт происходит связь Норильской агломерации с «материком». Порт Дудинки имеет важное значение в рамках дальнейшего развития Северного Морского пути, так как именно здесь происходит фрахтовка судов. Город соединен с Норильском практически единственной междугородной железной дорогой в регионе. Существование и развитие арктической столицы напрямую связано с портовым городом, что еще больше повышает его актуальность как поселения на фоне значимости Норильска.

Таким образом, на сегодняшний день Дудинка – это портовый город, обеспечивающий переправу грузов из Норильска в Мурманск по СМП. Однако в результате стагнации экономики региона и недостатка научно-исследовательских работ по технологиям, применимым в АЗРФ, город не может активно и эффективно развиваться. Согласно позициям, заявленным выше, для достижения максимального эффекта комфортной жизни в регионе, требуется концентрация усилий государства и частных компаний по поддержанию и перезагрузке существующих центров Арктической зоны АЗРФ. Исходя из этого должны быть поставлены следующие цели:

1. Развитие агломерации как главного полюса роста в АЗРФ.
2. Создание самодостаточной экономической системы, способной модернизировать экономику региона.
3. Создание комфортной городской среды.

Согласно концепции, Дудинка к 2070 году – это современный и комфортный транспортно-логистический, торговый и научно-технический центр на побережье Северного Ледовитого Океана. Исходя из этого выделяются три основных направления развития городской среды и экономики города.

Комфортная городская среда. Для успешного удержания и привлечения человеческих ресурсов в регионе требуется создание современного комфортного жилого фонда с опорой на выявленную и описанную выше типологию архитектурных объектов. Интеграция в городскую среду арктического города продуманных концепций развития города позволит подстегнуть развитие социальной и общественной сфер, стимулирует рост не только крупных предприятий, но и объектов малого и среднего бизнеса.

Развитая портовая инфраструктура. Использование Северного морского пути напрямую связано с состоянием портовой и торговой инфраструктуры на всем его протяжении, необходимой для эффективной круглогодичной навигации судов. Другим перспективным направлением является развитие туристической и общественной инфраструктуры на побережье Северного Ледовитого Океана. С этой точки зрения порт Дудинки обладает рядом преимуществ, поскольку одновременно играет роль как речного порта на р. Енисей, так и международного морского порта.

Нельзя не отметить необходимость диверсификации портовой инфраструктуры для организации не только вывоза сырьевых ресурсов, но и торговли и рыболовства.

Научно-исследовательский и инновационный центр. Для эффективного и быстрого освоения северных территорий необходимы меры по развитию научно-исследовательского комплекса Арктического региона. Стратегия «Дудинка-2070» предполагает создание на территории города научно-исследовательского комплекса, а

также технопарка для изучения и разработки решений для Арктики. Также предполагается расширение сети научно-образовательных объектов города.

В рамках упоминаемой выше научно-исследовательской работы была разработана концепция развития поселения до 2070 года. Представлен генеральный план города (рис. 1).



Рис. 1. Генеральный план г. Дудинка: 1 – Ветрозащитные объекты; 2 – среднеэтажные здания; 3 – малоэтажные здания; 4 – административные объекты; 4 – социальные объекты; 5 – общественные объекты; 6 – промышленно-складские объекты

В опоре на разработанные принципы и архитектурную типологию было сформировано функциональное зонирование г. Дудинка (рис. 2).



Рис. 2. Зонирование городской территории: 1 – жилое ядро; 2 – мобильное жилье; 3 – научно-образовательный и общественный центр; 4 – административный центр; 5 – объекты энергоснабжения; 6 – городской парк; 7 – пассажирский причал; 8 – грузовой причал; 9 – судоремонтные цеха; 10 – портовая складская зона

В концепции развития города применяется весь набор описанной выше типологий арктического города. На основе сформулированных принципов было разработано предложение по расположению ветрозащитных объемов в структуре города из расчета один объем – на два квартала. В планировке города реализуется стратегия «ветрового переката», когда застройка вытягивается вдоль преобладающего направления ветра для противодействия снегозаносам. Однако в каждом втором квартале организуются ветрозащитные объекты типологии «виндскрин», ориентированные перпендикулярно движению потоков воздуха. Таким образом формируются два основных ветрозащитных фронта: по ул. Строителей и ул. Островского (рис. 3).



Рис. 3. Расположение ветрозащитных объектов на территории г. Дудинка

При этом в городе будет создано шесть центральных зон развития:

- логистический комплекс «Порт Дудинки»;
- научно-производственная зона;
- культурно-административная зона;
- центральный парк;
- энергетическая зона.

Логистический комплекс «Порт Дудинки»

Город Дудинка уже на сегодняшний день играет большую роль в схемах логистических путей арктического региона, однако для его дальнейшего развития и обеспечения эффективного функционирования требуется совершенствование современной портовой инфраструктуры. Согласно предложению, порт Дудинки будет иметь следующее функциональное наполнение:

- общественные пространства;

- рыбный порт;
- грузопассажирский терминал;
- грузовой порт;
- судоремонтная зона.

Научно-производственный центр

Как говорилось ранее, для осуществления стратегии активного развития арктический город должен пересмотреть свое назначение и включить в себя центр исследовательской и научной деятельности, концентрирующийся на инновационных и высокотехнологичных сферах экономики. Функциональное наполнение центра составляют:

- жилая застройка;
- технопарк, исследовательские центры;
- образовательные объекты, учреждения;
- вертикальные фермы.

Культурный и административно-деловой центр

Для развития городской и общественной инфраструктуры города необходимо создание на его территории культурной и административно-деловой зоны. Функциональное наполнение данного блока предполагает размещение в нем следующих объектов:

- административный центр – управленческий и административный центр города, с правительственными, судебными учреждениями, и пр.;
- офисы – офисный центр для основных предприятий и бизнесов, расположенных в городе;
- гостиница – гостиничный комплекс класса «В» для размещения туристов и предпринимателей;
- культурные объекты – культурно-общественный центр с возможностью проведения арт выставок, фестивалей кино и искусств.

Центральный парк

Центральный парк – большая общественная и зеленая зона в центре города. На территории объекта во время зимнего времени года предлагается реализовать систему «снежного» парка. Согласно концепции, в парке возможно расположение небольшого предприятия, где из снега, убранного с территории города после метели, смогут формироваться снежные блоки для использования в качестве строительных, игровых компонентов, доступных как на территории самого парка, так и во дворах жилых кварталов. Важной задачей в проектировании парка является создание современного экологичного пространства, которое воспитывает в жителях уважение к природе и развивают интерес к исследованию натуральных фактур и материалов.

В связи с невозможностью осуществления классического озеленения в арктическом парке необходимо провести ряд мероприятий:

- организацию ветрозащитных объектов с помощью искусственных ландшафтных сооружений (например, искусственных холмов, подпорных стен и проч.);
- организацию временного озеленения посредством использования кадок с растениями, убираемых в городские оранжереи на зимний период года.

Особого внимания на территории парка заслуживает организация конвенционального озеленения. Для предотвращения воздействия ветра на процесс роста деревьев (формирование «флаговой» формы кроны, угнетение) рекомендуется использовать искусственные сооружения или же искусственный рельеф, защищающий их от ветра. Хорошие результаты в арктических зеленых зонах показывает и стратегия временного расположения озеленения на территории парка и города, в рамках которой благодаря

предлагаемой разветвлённой системе зимних садов и оранжерей возможно выращивание растений в комфортных для них условиях. В теплое время года растения в кадках размещаются в парке и на территории города. Подобный прием можно использовать и для озеленения дворовых территорий.

Энергетическая зона

Новый арктический город не может продолжать зависеть от поставок твердого топлива. В рамках стратегии «Дудинка-2070» предлагается создание энергетической зоны на территории города, которая позволит расширить круг потенциальных источников энергии. Энергетический блок проекта представляет собой предложение, являющееся частью общей стратегии развития города и региона в будущем. В энергетическую зону г. Дудинка должны входить:

- ветровая электростанция;
- солнечная электростанция;
- мусоросжигательный завод и мусороперерабатывающий комплекс;
- корпус сортировки ТБО;
- корпус по переработки алюминия;
- корпус по переработке пластика;
- складской корпус;
- административно-хозяйственная зона;
- корпус по переработке опилок.

Площадь предлагаемой зоны в совокупности составит предположительно 255 га.

Заключение

Успешное освоение АЗРФ в опоре на принципы устойчивого развития и долгосрочного планирования открывает большие возможности для дальнейшего развития Российской Федерации. Эффективность данного процесса помимо экономического базиса зависит также от стратегии расселения и формирования архитектурного пространства городов Арктики. Только гибкая, адаптивная система способна на сегодняшний день отвечать постоянно меняющимся условиям региона и обеспечить максимально возможный уровень комфорта для его жителей.

Источники иллюстраций

Рис. 1–3. Схемы авторов.

Список источников

1. Паникар М.М. Императивы современной государственной политики стран Арктического региона по освоению территорий Крайнего Севера / М.М. Паникар, А.Е. Шапаров // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Гуманит. и соц. науки. 2016. № 6. С. 33-44. DOI: 10.17238/issn2227-6564.2016.6.33.
2. Холодилова К.А. Качество жизни населения в условиях вахтового труда на Крайнем Севере (на примере Ямало-Ненецкого автономного округа) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2008. №5. С. 96–102.
3. Богданов В.Н. Российская Арктика: возможности XXI века / В.Н. Богданов, А.С. Воронков, Е.В. Медведев и др. Москва: Издательские технологии, 2018. С. 452.

4. Развитие арктических территорий: опыт, проблемы, перспективы: материалы международной научно-практической конференции / науч.ред. Г.В. Жигунова. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2018. С. 388.
5. Лукин Ю.Ф. Российская Арктика в изменяющемся мире: монография. Архангельск: САФУ, 2013. С. 280.
6. Чайка Е.А. Принципиальные подходы к пространственной организации северных и арктических территорий // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2022. №1(58). С. 174-187. URL: https://marhi.ru/AMIT/2022/1kvart22/PDF/11_chajka.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2022-1-174-187
7. Бурый О.В. Опорные зоны развития Арктики: содержание, оценка, перспективы / О.В. Бурый, Т.Е. Дмитриева // Социально-экономические, политические и исторические аспекты развития северных и арктических регионов России: материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием), Сыктывкар, 17–18 октября 2018 года. Сыктывкар: Коми республиканская академия государственной службы и управления, 2018. С. 21-26.
8. Комплексная оценка климатических изменений в морской Арктике с использованием данных МПГ 2007/08 / Г.В. Алексеев, А.В. Пнюшков, Н.Е. Иванов [и др.] // Проблемы Арктики и Антарктики. 2009. № 1(81). С. 7-14.
9. Проблемы и перспективы инновационного развития промышленного комплекса Российской Арктики / Н.И. Комков, В.С. Селин, В.А. Цукерман, Е.С. Горячевская // Проблемы прогнозирования. 2017. № 1(160). С. 41-49.
10. Поляков М. Управляемое сжатие. URL: <https://lr.7x7-journal.ru/vorkuta/> (дата обращения: 03.06.2022).
11. Митько А.В. Перспективы ВИЭ в Арктике / А.В. Митько, В.К. Сидоров // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 8(104). С. 65-67.
12. В Якутии введен в эксплуатацию первый ВИЭ-энергокомплекс, построенный на основе энергосервисного договора. URL: <http://www.rushydro.ru/press/news/114004.html> (дата обращения: 03.06.2022).

References

1. Panikar M.M., Shaparov A.E. *Imperativy sovremennoj gosudarstvennoj politiki stran Arkticheskogo regiona po osvoeniyu territorij Krajnego Severa* [Imperatives of modern state policy of the countries of the Arctic region for the development of the territories of the Far North]. Vestn. Sev. (Arctic) feder. university Ser.: Humanite. and social Sciences. 2016, no. 6, pp. 33-44. DOI: 10.17238/issn2227-6564.2016.6.33.
2. Kholodilova K.A. *Kachestvo zhizni naseleniya v usloviyah vahtovogo truda na Krajnem Severe (na primere YAmalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga)* [The quality of life of the population in conditions of shift work in the Far North (on the example of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug)]. Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N.I. Lobachevsky, 2008, no. 5, pp. 96–102.
3. Bogdanov V.N., Voronkov A.S., Medvedev E.V. and others. *Rossijskaya Arktika: vozmozhnosti XXI veka* [The Russian Arctic: Opportunities for the 21st Century]. Moscow, 2018, p. 452.

4. *Razvitie arkticheskikh territorij: opyt, problemy, perspektivy* [Development of the Arctic territories: experience, problems, prospects: materials of the international scientific and practical conference. Scientific ed. G.V. Zhigunova]. Krasnoyarsk, 2018, p. 388.
5. Lukin Y.F. *Rossiyskaya Arktika v izmenyayushchemsya mire: monografiya* [Russian Arctic in a changing world. Monograph]. Arhangel'sk, 2013, p. 280.
6. Chaika E.A. Principal approaches to solving the problem of spatial organization of the northern and arctic territories. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2022, no. 1(58), pp. 174-187. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2022/1kvart22/PDF/11_chajka.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2022-1-174-187.
7. Bury O.V., Dmitrieva T.E. *Opornye zony razvitiya Arktiki: sodержanie, ocenka, perspektivy* [Support zones for the development of the Arctic: content, assessment, prospects]. Socio-economic, political and historical aspects of the development of the northern and Arctic regions of Russia: materials of the All-Russian Scientific conference (with international participation), Syktyvkar, October 17–18, 2018. Syktyvkar: Komi Republican Academy of Public Administration and Management, 2018, pp. 21-26.
8. Alekseev G.V., Pnyushkov A.V., Ivanov N.E. [et al.] *Kompleksnaya ocenka klimaticheskikh izmenenij v morskoy Arktike s ispol'zovaniem dannyh* [Comprehensive assessment of climate change in the maritime Arctic using IPY 2007/08 data]. *Problems of the Arctic and Antarctic*, 2009, no. 1(81), pp. 7-14.
9. Komkov N.I., Selin V.S., Tsukerman V.A., Goryachevskaya E.S. *Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitiya promyshlennogo kompleksa Rossijskoj Arktiki* [Problems and prospects of innovative development of the industrial complex of the Russian Arctic]. *Problems of Forecasting*, 2017, no. 1(160), pp. 41-49.
10. Polyakov M. *Upravlyаемое сжатие* [Controlled Compression]. Available at: <https://lr.7x7-journal.ru/vorkuta/>
11. Mitko A.V., Sidorov V.K. *Perspektivy VIE v Arktike* [Prospects for RES in the Arctic]. *Neftegaz.RU Business Journal*, 2020, no. 8(104), pp. 65-67.
12. *V Yakutii vveden v ekspluatatsiyu pervyj VIE-energokompleks, postroennyj na osnove energoservisnogo dogovora* [In Yakutia, a renewable energy complex, built on the basis of the first energy service contract, took office]. Available at: <http://www.rushydro.ru/press/news/114004.html>

ОБ АВТОРАХ

Барчугова Елена Викторовна

Кандидат архитектуры, доцент, профессор МАРХИ, старший научный сотрудник лаборатории архитектурного формообразования НИИТИАГ РААСН; член Союза архитекторов, Москва, Россия
ev.barchugova@markhi.ru

Габитов Саяр Тахирович

Магистрант кафедры «Информационные технологии в архитектуре», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
sayar.gabitov@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS**Barchugova Elena V.**

PhD in Architecture, Associate Professor, Professor of Moscow Institute of Architecture (State Academy); Senior Researcher of the Laboratory of Architectural Shaping of NIITIAG RAASN; Member of the Union of Architects, Moscow, Russia

ev.barchugova@markhi.ru

Gabitov Sayar Takhirovich

Master Student, Educational and Scientific Center «Architecture and Computer Technologies», Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia

sayar.gabitov@gmail.com