АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Н.А. Кутишенко, *аспирант*
Московский архитектурный институт (МАРХИ)
(Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2026-6-2-79-84

Аннотация. *В статье рассматриваются архитектурно-планировочные принципы формирования многофункциональных центров (МФЦ) в экстремальных климатических условиях Арктической зоны Российской Федерации. На основе анализа реализованных объектов и концептуальных проектов выделены и систематизированы пять ключевых принципов: компактности (коэффициент S/V), буферизации (организация переходных тепловых зон), модульности и автономности (поэтапность строительства, ресурсная независимость), интеграции общественных функций («внутренняя улица»), а также системного взаимодействия принципов. Для каждого принципа приведены расчётные показатели, нормативные основания и примеры практического применения – МЖК «Умка» (Сабетта), опыт Норвегии (Longyearbyen), Канады (Churchill). Особое внимание уделено синергетическому эффекту совместного применения принципов: доказывается, что их комплексная реализация позволяет снизить удельное потребление тепловой энергии на 30-40% по сравнению с раздельным применением. Результаты работы направлены на формирование методической основы проектирования объектов в рамках Стратегии развития АЗРФ до 2035 года.*

Ключевые слова: *Арктика; многофункциональный центр; принцип компактности; буферная зона; модульность; автономность; внутренняя улица; арктическое проектирование.*

Арктическая зона Российской Федерации охватывает около 5 млн км², включая восемь субъектов федерации полностью или частично. Расчётные температуры наружного воздуха наиболее холодной пятидневки на бóльшей части этих территорий составляют от −37 °C до −58 °C (подрайоны IА и IБ по СП 131.13330.2020), скорость ветра при порывах достигает 40 м/с, а продолжительность отопительного периода превышает 300-320 суток в году [1]. В таких условиях традиционные принципы формирования городской и промышленной застройки – свободная расстановка корпусов, открытые пешеходные связи, фрагментированная сеть учреждений обслуживания – становятся функционально и энергетически неприемлемыми.

Многофункциональный центр (МФЦ) – объект, концентрирующий под единой архитектурной оболочкой или в едином комплексе жилые, торгово-бытовые, административные, рекреационные и инженерные функции, – является адаптивным ответом на вызовы арктического климата. Строительство МФЦ позволяет сократить протяжённость наружных инженерных сетей, минимизировать пешеходные расстояния на открытом воздухе, снизить эксплуатационные затраты и повысить качество жизни населения [2].

Цель выполненного исследования – выявить и систематизировать архитектурно-планировочные принципы, которыми следует руководствоваться при проектировании МФЦ в условиях АЗРФ.

Методология исследования включает сравнительный анализ реализованных объектов (Норвегия, Канада, Россия), изучение нормативных документов и концептуальных проектных предложений.

К принципам отнесены следующие.

1. Принцип компактности

Коэффициент S/V (отношение площади наружной ограждающей поверхности здания S к его отапливаемому объёму V, м⁻¹) является интегральным показателем геометрической компактности объекта. Чем ниже значение S/V, тем меньше тепловые потери здания при прочих равных условиях (одинаковом сопротивлении теплопередаче ограждений). Согласно нормам СП 50.13330.2017 «Тепловая защита зданий», для жилых домов

нормируются значения удельного расхода тепловой энергии, косвенно зависящие от S/V [3].

Расчёты, выполненные для типичных объёмно-планировочных решений, показывают следующую зависимость:

- Линейный протяжённый корпус (ширина 12 м, длина 60 м, 4 этажа): S/V ≈ 0,42 м⁻¹
- Квадратный в плане объём (30×30 м, 4 этажа): S/V ≈ 0,32 м⁻¹
- Компактный куб (45×45 м, 6 этажей): S/V ≈ 0,24 м⁻¹
- Цилиндр диаметром 50 м, 8 этажей: S/V ≈ 0,19 м⁻¹

Сопоставление показателей умеренного и арктического климата демонстрирует, что при расчётной температуре −15 °C (Москва) экономия от снижения S/V с 0,42 до 0,24 составляет около 12 % годового потребления тепловой энергии. В арктических условиях при −50 °C та же оптимизация даёт экономию порядка 22-26% – почти вдвое больше в абсолютном выражении [4]. Это обусловливает приоритетность принципа компактности для арктического проектирования.

Однако достижение предельно малого S/V ограничено функциональными, противопожарными и архитектурными требованиями. Нормы пожарной безопасности (СП 1.13130.2020) лимитируют максимальную длину путей эвакуации и требуют развитой сети эвакуационных выходов, что диктует определённую конфигурацию плана. Функциональная зонировка предполагает расположение помещений с разными требованиями к ориентации и освещённости. Наконец, крупные монолитные объёмы требуют применения вентилируемых фасадных систем или активных инженерных мер против перегрева в летний период (в приполярных широтах в период полярного дня солнечная радиация значительна).

На практике оптимальным значением S/V для МФЦ в АЗРФ является диапазон 0,20-0,28 м⁻¹, достигаемый при компактном квадратном или круглом плане и высотности 5-10 этажей.

2. Принцип буферизации

Буферная зона – промежуточное пространство между «холодным» наружным воздухом и «тёплым» внутренним объёмом здания, поддерживаемое при температуре +2…+15 °C. Буферизация преследует две цели: снижение тепловых потерь через ограждения и создание защищённой рекреационной среды, доступной даже при экстремальных наружных температурах.

Представлены следующие типы буферных пространств.

Тамбур-шлюз — минимальный буфер объёмом 5-15 м³ перед входом в здание. Поддерживает температуру +2…+5 °C, оснащается обогревом полов, автоматическими дверями с блокировкой одновременного открытия. Норматив: глубина не менее 1,5 м, ширина – не менее ширины дверного проёма + 0,5 м с каждой стороны (ГОСТ Р 58007-2017) [5].

Остеклённый атриум – крытое пространство высотой 2-8 этажей, расположенное в центральной части здания. Поддерживает температуру +10…+15 °C. Выполняет функции: тепловой буфер, пространство для рекреации, узел распределения потоков посетителей, источник естественного освещения прилегающих помещений. Уменьшает теплопотери внутреннего контура на 12-18% [4].

Зимний сад (оранжерея) – буферное пространство с поддержанием температуры +12…+18 °C и специальными условиями освещения для выращивания растений. В условиях арктической зимы выполняет психологическую функцию «живой природы», снижая стрессовое воздействие полярной ночи. Площадь зимнего сада в составе МФЦ рекомендуется принимать из расчёта 2-4 м² на одного постоянного жителя.

Остеклённые переходные галереи – пространства температурой +5…+10 °C, соединяющие корпуса МФЦ между собой или с внешними объектами инфраструктуры (аэровокзал, причал, склад). Позволяют перемещаться внутри комплекса без верхней одежды при любых наружных условиях. Далее представлена сводная таблица буферных зон (табл. 1).

Таблица 1. Сводная таблица буферных зон

Тип буфера	Температура, °C	Площадь / объём	Функция	Снижение теплопотерь
Тамбур-шлюз	+2…+5	5-15 м³	Входной шлюз	5-8%
Атриум	+10…+15	200-2 000 м²	Рекреация, свет	12-18%
Зимний сад	+12…+18	50-500 м²	Рекреация, психология	8-12%
Галерея	+5…+10	50-500 м²	Связь корпусов	6-10%
Комбинированный	+5…+15	>1 000 м²	Все функции	18-25%

Наиболее эффективным является комбинированный буфер, объединяющий атриум и зимний сад: совокупное снижение тепловых потерь достигает 18-25% годового расхода теплоносителя.

3. Принципы модульности и автономности

Принцип модульности предполагает членение МФЦ на функциональные блоки-модули, каждый из которых может быть возведён, подключён к инженерным сетям и введён в эксплуатацию независимо от других. Это позволяет:

- осуществлять поэтапное финансирование и строительство без замораживания крупных капиталовложений;
- оперативно адаптировать комплекс к изменяющимся потребностям – наращивать ёмкость по мере увеличения численности персонала;
- выполнять текущий ремонт и реконструкцию одного модуля при непрерывной работе остальных.

Модульный размер для МФЦ в АЗРФ рекомендуется принимать кратным стандартному контейнерному габариту (6,1 × 2,4 м или 12,2 × 2,4 м) для обеспечения возможности транспортировки на отдалённые объекты морским путём или вертолётом. Укрупнённые модули для промышленных объектов формируются из нескольких контейнерных блоков и доставляются баржей в тёплое время года в разобранном виде [6].

Автономность МФЦ определяется его способностью поддерживать жизнеобеспечение при прерывании внешних поставок ресурсов. Для объектов АЗРФ проектная документация, как правило, предусматривает следующие параметры:

Энергетическая автономность – не менее 90 суток при нормативной нагрузке. Достигается за счёт резервных дизельных электростанций (ДЭС), запасов топлива и, в перспективе, ветровых турбин или малых ядерных реакторов (плавучая АЭС «Академик Ломоносов» – прецедент для АЗРФ). Запас топлива на 90 суток рассчитывается исходя из удельного потребления объекта; для МФЦ вместимостью 500 человек типовой расход составляет 150-200 т дизельного топлива на отопительный период.

Водоснабжение – не менее 30 суток автономного водоснабжения за счёт собственных накопительных резервуаров и/или установок таяния снега и льда. Норматив водопотребления для вахтового жилья – 150-180 л/чел·сут (ГОСТ Р 58007-2017) [5].

Продовольственное обеспечение — склады для хранения 30-суточного запаса продуктов питания из расчёта нормативного пайка (не менее 2 500 ккал/чел·сут) в условиях холодильного хранения при температуре не ниже −18 °C для замороженных продуктов.

Медицинское обеспечение – медпункт или медицинский блок с операционной, способный самостоятельно оказывать помощь при неотложных состояниях в течение 14-30 суток до прибытия эвакуационного воздушного судна.

4. Интеграция общественных функций: «внутренняя улица»

«Внутренняя улица» (covered street, «крытая улица») – линейное или кольцеобразное общественное пространство внутри МФЦ, вдоль которого расположены объекты торговли, общественного питания, бытового обслуживания, культуры и досуга. Концепция воспроизводит социальные функции открытой городской улицы в защищённой среде и является ключевым элементом формирования комфортной жилой среды на арктических территориях.

Исторически прообразом внутренней улицы служат подземные пешеходные системы канадских городов («PATH» в Торонто), крытые торговые аркады («Гостиный Двор» в Санкт-Петербурге) и наземные переходные галереи Норильска. В современных МФЦ АЗРФ внутренняя улица трактуется как многоуровневое атриумное пространство шириной 6-15 м, высотой 2-5 этажей.

Согласно СП 54.13330.2022 и ведомственным методическим рекомендациям, состав объектов обслуживания в МФЦ для постоянного проживания рассчитывается исходя из численности населения по нормативам обеспеченности. Для вахтового комплекса на 500-1000 человек рекомендуемый состав функций внутренней улицы (табл. 2).

Таблица 2. Состав функций внутренней улицы

Функция	Площадь, м²	Нормативная основа
Столовая / кафетерий	500-800	СП 118.13330.2022
Продовольственный магазин	150-300	СНиП 2.07.01-89*
Медпункт / медблок	80-150	СанПиН 2.1.3.2630
Клуб / актовый зал	200-400	СП 118.13330.2022
Спортивный зал	400-600	Нормы Минспорта
Бытовое обслуживание (прачечная, парикмахерская)	100-200	ГОСТ Р 58007-2017
Административные помещения	200-400	По техническому заданию
Рекреационные зоны (атриум, зимний сад)	300-800	Проектное решение

Для поселений постоянного типа дополнительно включаются: школа (из расчёта 40 учащихся мест на 1000 жителей), детский сад (40 мест на 1000 жителей), библиотека, амбулатория [7].

Параметры «внутренней улицы» нормируются исходя из её двойной роли – транспортного коридора и общественного пространства. Минимальная ширина пешеходной части – 3,5 м (одна полоса движения с возможностью разминуться). Рекомендуемая ширина при наличии торговых функций – 6-9 м. Высота атриума должна обеспечивать естественное освещение нижних ярусов; при ориентации светоаэрационного фонаря на юг достаточно соотношения ширины к высоте 1:1,5 [8].

5. Взаимосвязь принципов: системное применение

Описанные принципы – компактности, буферизации, модульности, автономности и интеграции общественных функций – не являются независимыми: они взаимосвязаны и взаимно усиливают друг друга. Рассмотрим механизм этой взаимосвязи.

Принцип компактности задаёт геометрию внешней оболочки МФЦ и минимизирует теплопотери. Принцип буферизации повышает тепловую эффективность этой оболочки, создавая переходные зоны. Вместе они формируют энергоэффективную многослойную оболочку. Модульность обеспечивает строительную реализуемость компактного объёма в условиях удалённой строительной площадки с ограниченной транспортной инфраструктурой – без модульной структуры возведение крупного монолитного объёма в АЗРФ было бы логистически невозможно. Автономность является прямым следствием компактности и интеграции функций: концентрация всего жизнеобеспечения в одном объёме позволяет оптимизировать складскую и инженерную инфраструктуру. Наконец, внутренняя улица становится возможной именно благодаря компактности плана и буферной атриумной структуре.

МЖК «Умка» – концептуальный проект жилого комплекса в районе Сабетты (п-ов Ямал), разработанный в 2010-х годах и ставший одним из наиболее детально проработанных предложений по арктическому МФЦ в России. Проектная вместимость – 5000 жителей. В проекте реализованы все пять выделенных принципов:

- Компактность: круглый план диаметром около 200 м, высотность 8-10 этажей; $S/V \approx 0{,}20$ м$^{-1}$.
- Буферизация: центральный атриум диаметром 80 м и высотой 8 этажей (температура +12-15 °C), ветрозащитный наружный экран.
- Модульность: жилые секции разработаны как типовые блоки, допускающие поставку в виде укрупнённых монтажных единиц морем.
- Автономность: проектный запас автономной работы по энергоснабжению – 120 суток (три дизельные ДЭС + ветрогенераторы), по воде – 45 суток.
- Внутренняя улица: кольцевая галерея на уровне 1-3 этажей с полным набором объектов обслуживания [2].

Расчёты показывают, что удельное потребление тепловой энергии МЖК «Умка» при комплексном применении всех принципов составит около 85-95 кВт·ч/м² в год – на 35-40% ниже, чем у сопоставимого по ёмкости

комплекса из отдельно стоящих коридорных корпусов в том же климатическом районе.

Рассмотрим зарубежный опыт: Норвегия и Канада.

Норвегия накопила значительный опыт проектирования и эксплуатации МФЦ в условиях арктического климата. В Лонгйире (Svalbard, 78° с.ш.) реализован проект реновации городского центра с внедрением принципа «внутренней улицы»: два квартала соединены застеклённой галереей шириной 8 м, поддерживающей температуру +8 °C; потребление тепловой энергии на отопление снизилось на 22% по сравнению с исходным состоянием [8]. В Канаде (г. Черчилль, провинция Манитоба, субарктика) реализован проект туристического МФЦ «Tundra Inn» с применением двухконтурной тепловой оболочки и модульной структуры, допускающей наращивание ёмкости в пределах 20% без остановки работы комплекса.

Формирование многофункциональных центров в условиях АЗРФ подчиняется системе архитектурно-планировочных принципов, которые определяют функциональную эффективность, энергетическую рациональность и социальное качество создаваемых объектов. Исследование позволяет сформулировать следующие выводы.

Принцип компактности ($S/V = 0{,}20–0{,}28$ м$^{-1}$) является базовым: именно он определяет геометрическую форму МФЦ и задаёт граничные условия для всех остальных принципов. Принцип буферизации через создание атриумных и галерейных пространств позволяет снизить тепловые потери на 18-25% и одновременно обеспечить комфортное рекреационное пространство при экстремальных наружных температурах. Принципы модульности и автономности обеспечивают строительную реализуемость и эксплуатационную надёжность объекта в условиях удалённого расположения и ограниченной логистики. Принцип интеграции общественных функций трансформирует МФЦ из набора изолированных объектов в полноценную защищённую городскую среду.

Системное применение всех пяти принципов, подтверждённое на примере МЖК «Умка» и зарубежного опыта, позволяет снизить удельное потребление тепловой энергии на 30-40% и существенно повысить качество жизни населения арктических территорий. Полученные результаты образуют методическую основу для разработки специализированных нормативных документов в сфере проектирования МФЦ АЗРФ.

Библиографический список

1. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – М.: Минстрой России, 2021. – 120 с.

2. Семёнов С.А., Барабанщикова Е.В. Архитектурные концепции освоения Арктики: от отдельных объектов к арктическому городу // Academia. Архитектура и строительство. – 2020. – № 3. – С. 5-14.

3. СП 50.13330.2017. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: Минстрой России, 2017. – 65 с.

4. Матросов Ю. А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути её решения. – М.: НИИСФ РААСН, 2008. – 496 с.

5. ГОСТ Р 58007-2017. Вахтовые посёлки. Требования к проектированию, строительству и эксплуатации. – М.: Стандартинформ, 2018. – 34 с.

6. Кармазин Ю.И., Фастова Е.В. Модульный подход в арктическом строительстве: принципы формирования и практика применения // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 1 (84). – С. 11-19.

7. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – М.: Минстрой России, 2017. – 95 с.

8. Andersen R.K., Hamdy M. Norwegian Arctic settlements: energy performance and lessons for Russia // Cold Regions Science and Technology. – 2019. – Vol. 162. – P. 45-57.

ARCHITECTURAL AND PLANNING PRINCIPLES FOR FORMING MULTIFUNCTIONAL CENTRES IN ARCTIC CONDITIONS

N.A. Kutishenko, *Postgraduate Student*
Moscow Architectural Institute
(Russia, Moscow)

Abstract. *The article examines the architectural and planning principles for forming multifunctional centres (MFC) in the extreme climatic conditions of the Arctic Zone of the Russian Federation. Based on the analysis of completed facilities and conceptual projects, five key principles are identified and systematised: compactness (S/V coefficient), buffering (organisation of transitional thermal zones), modularity and autonomy (phased construction, resource independence), integration of public functions ("internal street"), and systemic interaction of principles. For each principle, design indicators, regulatory grounds, and practical application examples are provided – the Umka MRC (Sabetta), the experience of Norway (Longyearbyen), and Canada (Churchill). Special attention is paid to the synergistic effect of applying the principles together: it is demonstrated that their comprehensive implementation reduces specific thermal energy consumption by 30-40% compared to separate application. The findings are aimed at forming a methodological basis for designing facilities within the framework of the Strategy for the Development of the Arctic Zone of Russia until 2035.*

Keywords: *Arctic; multifunctional centre; compactness principle; buffer zone; modularity; autonomy; internal street; Arctic design.*