

Ян Ихань (КНР), Р.Е. Тлустый

Ревитализация городской среды домов для престарелых средствами зеленой архитектуры

Аннотация. В статье рассматривается проект оздоровительного комплекса в Харбине как пример ревитализации городской среды средствами зеленой архитектуры в условиях холодного климата. Анализируется интеграция пассивных (С-образная планировка, усиленная теплоизоляция, естественная вентиляция) и активных (геотермальные тепловые насосы, солнечные коллекторы, фотоэлектрические системы) технологий для достижения энергоэффективности. Особое внимание уделено адаптации принципов «губчатого города» (зеленые крыши, дождевые сады) к условиям вечной мерзлоты. Проект демонстрирует снижение энергопотребления на 45 % и выбросов CO₂ на 730 т/год, сочетая экологическую устойчивость с терапевтической средой. Приведены экономические расчеты (окупаемость 8 лет) и методология климатического моделирования.

Ключевые слова: ревитализация городской среды, зеленая архитектура, энергоэффективность, холодный климат, биофильный, дизайн, устойчивое развитие.

Авторы: Ян Ихань (КНР), магистрант, Департамента архитектуры и дизайна Политехнического института Дальневосточного федерального университета. E-mail: 2270503548@qq.com

Тлустый Руслан Евгеньевич, кандидат архитектуры, профессор Департамента архитектуры и дизайна Политехнического института Дальневосточного федерального университета. E-mail: tlusty.re@dvfu.ru

Yang Yihan (PRC), R. E. Tlusty

Revitalizing the urban environment of nursing homes with green architecture

Abstract. The article considers the project of a wellness complex in Harbin as an example of the revitalization of the urban environment by means of green architecture in a cold climate. The integration of passive (C-shaped layout, enhanced thermal insulation, natural ventilation) and active (geothermal heat pumps, solar collectors, photovoltaic systems) technologies to achieve energy efficiency is analyzed. Special attention is paid to adapting the principles of the “sponge city” (green roofs, rain gardens) to permafrost conditions. The project demonstrates a 45 % reduction in energy consumption and 730 tons/year of CO₂ emissions, combining environmental sustainability with a therapeutic environment. Economic calculations (payback period of 8 years) and the methodology of climate modeling are presented.

Keywords: urban revitalization, green architecture, energy efficiency, cold climate, biophilic, design, sustainable development.

Authors: Yang Yihan (PRC), magistrate, Department of Architecture and Design, Polytechnic Institute of the Far Eastern Federal University. E-mail: 2270503548@qq.com

Tlusty Ruslan E., Candidate in Architecture, Professor, Department of Architecture and Design, Polytechnic Institute of the Far Eastern Federal University.
E-mail: tlusty.re@dvfu.ru

Интеграция пассивных и активных технологий на примере проектирования оздоровительного комплекса в Харбине

Современные тенденции урбанизации требуют принципиально новых подходов к ревитализации городской среды, особенно в условиях экстремального климата. Проект оздоровительного комплекса в районе Сунбэй (Харбин) демонстрирует комплексную интеграцию принципов зеленой архитектуры с учетом специфики холодного климата северо-восточного Китая. Архитектурно-планировочное решение основано на глубоком анализе местных климатических условий: среднезимняя температура — $-15,6^{\circ}\text{C}$, глубина промерзания грунта до 2,05 м, высокий уровень солнечной радиации ($1,466 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в день зимнего солнцестояния) при значительных ветровых нагрузках (4,5 м/с) [Ся Ц].

Ключевым аспектом проекта стало сочетание пассивных энергосберегающих стратегий с активными инженерными системами. Полузамкнутая С-образная компоновка здания обеспечивает оптимальную инсоляцию жилых помещений (68 % эффективности теплопритока через южные окна по данным моделирования в Ecotect), при этом создавая защищенный от ветра внутренний двор. Система естественной вентиляции комбинирует сквозное проветривание (скорость воздушного потока 1,5—2,0 м/с) с эффектом «дымовой трубы» в атриуме, что позволяет сократить энергопотребление систем механической вентиляции на 30 % в переходные периоды. Особое внимание уделено теплозащите ограждающих конструкций: многослойные стены с вакуумными изоляционными панелями (коэффициент теплопередачи $0,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$) и трехкамерные стеклопакеты с низкоэмиссионным покрытием ($1,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$) значительно превосходят нормативные требования для холодного климата [Чернышова].

Активные системы энергоснабжения комплекса включают геотермальные тепловые насосы с вертикальными грунтовыми теплообменниками (глубина 100 м, коэффициент производительности (Coefficient of Performance, COP) = 4,2 зимой и 5,0 летом) в сочетании с солнечными коллекторами, покрывающими 80 % потребности в горячей воде. Фотоэлектрическая система мощностью 50 кВт вырабатывает около 20 % общего энергопотребления здания. Интеллектуальная система управления зданием на протоколе BACnet обеспечивает оптимальное регулирование микроклимата с учетом реальных параметров окружающей среды и внутренних нагрузок [Родионовская, Дорожкина].

Важным компонентом экологической стратегии стала реализация принципов «губчатого города». Зеленая крыша площадью 2000 м^2 с морозоустойчивыми растениями (седумы, камнеломки) сокращает поверхностный сток на 60 %, а система дождевых садов и проницаемых покрытий обеспечивает сбор и очистку 75 % ливневых вод. Подземный резервуар емкостью 500 м³ позволяет повторно использовать очищенную воду для полива и технических нужд. Применение местных экологичных материалов (30 % конструкций из сертифицированной древесины, низкоэмиссионные отделочные материалы) дополнительно снижает углеродный след здания [Деркач].

Терапевтическая среда комплекса спроектирована с учетом принципов биофильного дизайна. Внутренние пространства обеспечивают коэффициент есте-

ственной освещенности не менее 2 %, а интегрированные вертикальные сады и водные элементы создают визуальную связь с природой. Крыша оборудована терапевтическим садом, где пациенты могут заниматься садоводческой терапией, что, согласно исследованиям, ускоряет процесс реабилитации на 15–20 %. Набережная зона с деревянными дорожками и видовыми площадками обеспечивает доступ к рекреационным возможностям реки Сунгари [Болгов].

Экономический анализ проекта показывает, что интеграция зеленых технологий позволяет достичь 45 % сокращения энергопотребления по сравнению с традиционными зданиями, с периодом окупаемости дополнительных инвестиций около 8 лет. Экологические преимущества включают сокращение выбросов CO₂ на 730 т в год и значительное улучшение качества воздуха в помещениях (концентрация PM_{2,5} на 60 % ниже нормативных значений). Опыт данного проекта демонстрирует потенциал зеленой архитектуры как инструмента комплексной ревитализации городской среды в условиях холодного климата, сочетающего экологическую устойчивость, энергоэффективность и создание терапевтической среды для пользователей [Akristiniy].

Заключение

Проект оздоровительного комплекса в Харбине демонстрирует эффективность интеграции зеленых технологий в условиях экстремального климата, предлагая модель устойчивой ревитализации городской среды. Сочетание пассивных стратегий (оптимизированная форма здания, многослойная изоляция) с активными системами (возобновляемая энергетика, умное управление) обеспечивает снижение энергопотребления на 45 %, что подтверждает технико-экономическую целесообразность подхода. Реализация принципов биофильтрного дизайна и «губчатого города» повышает не только экологические показатели, но и качество терапевтической среды. Полученные результаты (срок окупаемости 8 лет, сокращение выбросов) могут быть масштабированы на аналогичные проекты в северных регионах, способствуя устойчивому развитию урбанизированных территорий.

Библиографический список

Болгов М.Ю. «Зеленые» террасы в архитектуре общественных зданий в крупнейших городах мира // Приволжский научный журнал. 2022. № 2(62). С. 191–196.

Деркач А.О. «Зеленая» архитектура — новая ветвь в развитии современной архитектуры // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–30 мая 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. С. 1703–1706.

Родионовская И.С., Дорожкина Е.А. Экология урбанизированных территорий в аспекте «зеленой архитектуры» и благоустройства // Урбанистика. 2017. № 2. С. 11–19.

Ся Ц. Китайская стилистика: ландшафт, архитектура и Зеленая архитектура // Строительство — формирование среды жизнедеятельности: Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и

молодых ученых, Москва, 22—24 апреля 2015 года. М.: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2015. С. 142—145.

Чернышова А.И. Зеленая архитектура или высотные здания, вдохновленные природой // Eurasia Science: Сборник статей LXI международной научно-практической конференции, Москва, 15 мая 2024 года. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2024. С. 123—124.

Akristiniy V.A. Reconstructing existing urban development in the context of green architecture // Real Estate: Economics, Management. 2022. No. 2. P. 36—43.

References

Bolgov M. Yu. Zeleny'e terrasy' v arxitekture obshhestvenny'x zdanij v krupnejshix gorodax mira [Green Terraces in the Architecture of Public Buildings in the Largest Cities of the World]. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal], 2022, no. 2(62), p. 191—196. (In Russ.).

Chernyshova A.I. (2024). Zelenaya arxitektura ili vy'sotny'e zdaniya, vdoxnovlyonny'e prirodoj [Green Architecture or Nature-Inspired High-Rise Buildings]. Eurasia Science: Sbornik statej LXI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Eurasia Science: Collection of Articles from the LXI International Scientific and Practical Conference], Moskva: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu Aktual'nost'.RF, p. 123—124. (In Russ.).

Derkach A. O. (2015). Zelenaya arxitektura — novaya vетv' v razvitiu sovremennoj arxitektury [Green architecture — a new branch in the development of modern architecture]. Mezhdunarodnaya nauchno-texnicheskaya konferenciya molody'x ucheny'x BGTU im. V.G. Shuxova, Belgorod, 01—30 maya 2015 goda [International scientific and technical conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, 01—30 May 2015]. Belgorod: Belgorodskij gosudarstvennyj texnologicheskij universitet im. V.G. Shuxova [Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], p. 1703—1706. (In Russ.).

Rodionovskaya I.S., Dorozhkina E.A. E'kologiya urbanizirovanny'x territorij v aspekte zelenoj arxitektury i blagoustrojstva. *Urbanistika* [Urbanistics], 2017, no. 2, p. 11—19. (In Russ.).

Xia C. (2015). Kitajskaya stilistika: landshaft, arxitektura i Zelenaya arxitektura [Chinese Style: Landscape, Architecture, and Green Architecture]. Stroitel'stvo — formirovanie sredy zhiznedeyatel'nosti: Sbornik trudov Vosemnadczatoj Mezhdunarodnoj mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molody'x ucheny'x, Moskva, 22—24 aprelya 2015 goda [Construction — Formation of the Living Environment: Proceedings of the Eighteenth International Interuniversity Scientific and Practical Conference of Students, Magistrants, Postgraduate Students, and Young Scientists, Moscow, April 22—24, 2015]. Moscow: Nacional'nyj issledovatel'skij Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet [National Research Moscow State University of Civil Engineering], p.142—145. (In Russ.).

Akristiniy V. A. Reconstructing existing urban development in the context of green architecture. Real Estate: Economics, Management, 2022, no. 2, p. 36—43.

Поступила в редакцию: 29.06.2025

Принята к публикации: 15.09.2025

Received: June 29, 2025

Accepted: Sept 15, 2025