

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ: ПРИЕМЫ И МЕТОДЫ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Асмик Рубеновна Ключко

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация

Принципы устойчивой архитектуры все чаще признаются в качестве методологического подхода к созданию современной архитектуры, в том числе зданий образовательных учреждений. Целью написания статьи является определение основных архитектурных методов и приемов для повышения характеристик устойчивости образовательных учреждений. Для объективного описания приемов и методов устойчивости были проанализированы архитектурные решения зарубежных и отечественных объектов, построенных не раньше 2015 года, концепция которых была основана на стремлении к принципам устойчивого развития. Изучение научных трудов по теме, анализ проектных материалов позволили выявить ряд методов, приемов и рекомендаций, позволяющих развивать устойчивость архитектуры подобных зданий. Данная статья будет полезна студентам архитектурных ВУЗов или практикующим архитекторам при проектировании образовательных учреждений. Подобные исследования призваны стимулировать создание таких пространств, которые вдохновляют, чтобы анализировать, исследовать, творить, общаться, сотрудничать, размышлять.

Ключевые слова: устойчивая архитектура образовательных учреждений, устойчивая архитектура школ, устойчивая архитектура детских садов, устойчивая архитектура университетов

Для цитирования: Ключко А.Р. Устойчивое развитие современных образовательных учреждений: приемы и методы в архитектурном проектировании // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 59–75. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.59-75

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MODERN EDUCATIONAL INSTITUTIONS: TECHNIQUES AND METHODS IN ARCHITECTURAL DESIGN

Asmik R. Klochko

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation

The principles of sustainable architecture are increasingly recognized as a methodological approach to the creation of modern architecture, including buildings of educational institutions. The purpose of writing this article is to identify the main architectural methods and techniques to improve the sustainability characteristics of educational institutions. In order to objective description of techniques and methods of sustainability, we analyzed architectural solutions of foreign and domestic objects built not earlier than 2015, the concept of which was based on the pursuit of the principles of sustainable development. The study of scientific works on the topic, the analysis of design materials allowed us to identify a number of methods, techniques and recommendations that allow us to develop the sustainability of the architecture of such buildings. This article will be useful for students of architectural universities or practicing architects when designing educational institutions. Such research is intended to stimulate the creation of spaces that inspire to analyze, explore, create, communicate, collaborate, reflect.

Keywords: sustainable architecture of educational institutions, sustainable architecture of schools, sustainable architecture of kindergartens, sustainable architecture of universities

For citation: Klochko A.R. Sustainable development of modern educational institutions: techniques and methods in architectural design. Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology. 2024; 2:59-75. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.59-75 (rus.).

«Все цели устойчивого развития сводятся к образованию»
Юсуфзай Малала (Yousafzai Malala)

Введение

Решения, касающиеся проектирования, возведения и эксплуатации зданий и городов, оказывают значительное влияние на наше здоровье и здоровье нашей

планеты. Что касается зданий образовательных учреждений, то примерно треть граждан РФ ежедневно взаимодействуют с образовательной средой — это дошкольники, ученики, студенты, воспитатели, учи-

теля, преподаватели, администраторы, обслуживающий персонал и другие. То есть образовательная среда оказывает значительное и продолжительное влияние на здоровье и самочувствие большого количества наших соотечественников. Создание здоровой среды обучения является очень важной задачей для современных архитекторов, вдохновляет их на внедрение более экологических практик, безопасных материалов, методов снижения эксплуатационных расходов и т.п. как при новом строительстве, так и при реконструкции и адаптации существующего здания к новому пользованию. Все эти шаги можно отнести к концепции устойчивого развития, в направлении к которой движется человечество.

Концепция устойчивого развития появилась как симбиоз экономической, социальной и экологической точек зрения и включает в себя 17 взаимосвязанных целей, разработанных в 2015 г. Генеральной ассамблеей ООН в качестве «плана достижения лучшего и более устойчивого будущего для всех»¹. В соответствии с глобальными целями устойчивого развития общества, устойчивость архитектурных решений заключается в реализации ряда мероприятий. Среди них — снижение энергопотребления зданий, повышение гибкости и эффективности использования ресурсов, уменьшение загрязнения окружающей среды при строительстве и эксплуатации здания и другое.² [1–3]. Устойчивая архитектура образовательных учреждений стремится строить здоровые, эффективные и экологически чистые учебные заведения, функционирование которых оказывает положительное или нейтральное влияние как на пользователей, так и на планету в целом. На практике это достигается за счет целого ряда методов, которые и будут рассмотрены в данном исследовании.

Целью написания статьи является определение основных методов и приемов для повышения характеристик устойчивости образовательных учреждений. Это поможет совершенствовать принимаемые архитектурные решения практикующими архитекторами. Также материалы статьи будут полезны в образовательном процессе при обучении студентов архитектурных вузов как рекомендации по проектированию общеобразовательных учреждений

по дисциплине «Архитектурное проектирование общественных зданий».

Методы и модели исследования

Материалы и методы данного исследования предусматривают методы обзора, сравнительного анализа и синтеза по зарубежным и отечественным научным, литературным источникам² [1–8] и проектным материалам, связанным с устойчивой архитектурой современных образовательных учреждений.

Рассматривались проекты образовательных учреждений в мировой практике, концепция которых была основана на принципах устойчивого развития, представленные на открытой архитектурной платформе archdaily.com.

Поиск научной литературы проводился в научной электронной библиотеке Elibrary, в электронных базах данных, включая Scopus, Web of Science, с использованием соответствующих ключевых слов, включая «устойчивая архитектура школ», «устойчивая архитектура университетов», «устойчивая архитектура детских садов», «устойчивая архитектура образовательной среды».

Поиск ограничивался статьями, опубликованными на русском языке с 2015 г.

Также применяется междисциплинарный подход, учитывающий влияние медицинских, социологических, психологических, педагогических аспектов на архитектурное проектирование зданий образовательных учреждений, представленных в научных статьях смежных направлений³ [7–13].

Анализ проектных решений образовательных учреждений, относящихся к концепции устойчивости, а также рекомендации по архитектурному проектированию устойчивых образовательных учреждений представлены в разделе «результаты исследования».

Среди проанализированных проектов оказались здания образовательных учреждений, представленные ниже.

Умный центр, Дебет, Армения (архитектор Пол Калустян), 2018 г.

Умный центр сочетает современный архитектурный дизайн и аутентичность сельского региона. Одноэтажное здание с лентообразной формой вписывается в ландшафт акцентируя внимание не на архитектуру, а на сам ландшафт. В каждом кампусе используется устойчивый и экологичный дизайн, автономные компоненты и возобновляемая энергия. В здании большая часть помещений спроектирована

¹ United Nations. Resolution adopted by the General Assembly on 6 July 2017, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2017. URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_71_313.pdf (дата обращения: 18 апреля 2024 г.).

² Клочко А.Р., Коровина Е.И. Развитие архитектуры школьных зданий в России и в мире // Архитектура зданий и сооружений. 2017. № 2 (39). С. 98–113. URL: https://www.marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/PDF/08_AMIT_39_KLOCHKO_KOROVINA_PDF.pdf

³ Energy Savings Plus Health: Indoor Air Quality Guidelines for School Building Upgrades. URL: [ites/default/files/2014-10/documents/energy_savings_plus_health_guideline.pdf](https://www.energy.gov/default/files/2014-10/documents/energy_savings_plus_health_guideline.pdf)



a



b

Рис. 1. Умный центр, Дебет, Армения (архитектор Пол Калустян), 2018 г. (archdaily.com): a — экстерьер; b — часть фасада (URL: [mart-center-studio-paul-kaloustian?ad_source=search&ad_medium=projects_tab](https://archdaily.com/mart-center-studio-paul-kaloustian?ad_source=search&ad_medium=projects_tab))

ектированы с доступом на свежий воздух таким образом, что природа также становится элементом обучения (рис. 1).

Центр просвещения Luminary, Дагестан, РФ (архитекторы Archiproba Studios), 2018 г.

Центр просвещения Luminary расположен в саду на территории около 2500 квадратных метров. Здесь можно увидеть мозаики разных стилей и эпох, где традиционная дагестанская

архитектура сочетается с ультрасовременными элементами архитектуры модернизма из черного металла и стекла. Здесь были возведены лекторий с панорамным остеклением, летний амфитеатр для занятий на открытом воздухе и обсерватория. Недостроенные здания, стоявшие на территории с 2000 года, превратились в модернизированный главный учебный корпус, а саля — в резиденцию для посетителей (рис. 2).



a



b

Рис. 2. Центр просвещения Luminary, Дагестан, РФ (архитекторы Archiproba Studios), 2018 г. (archdaily.com): a — экстерьер; b — вид с высоты птичьего полета (URL: <https://www.archdaily.com/939768/luminary-inspiration-center-archiproba>)

Школа Thaden (Таден), Бентонвилл, США (архитекторы Marlon Blackwell), 2021 г.

Школа Тадена, Бентонвилл, США использует возобновляемые источники энергии, применяет методы естественного озеленения, выращивает большую часть собственных продуктов питания и перерабатывает органические отходы в замкнутую систему, чтобы помочь снизить общее воздействие на окружающую среду (рис. 3).

Средняя школа Sidwell Fiends School в Вашингтоне, США (Kieran Timberlake Architects)

Здание, получившее Платиновую сертификацию LEED (Leadership in Energy and Environmental Design — Лидерство в области энергетики и экологического дизайна), оснащено системой естественной вентиляции, использующей пассивную энергию солнца для создания естественной тяги, эффективной системой использования воды и элект-



a



b

Рис. 3. Школа Thaden (Таден), Бентонвилл, США (архитекторы Marlon Blackwell), 2021 г. (archdaily.com): a — часть фасада; b — экстерьер (URL: <https://www.archdaily.com/987700/thaden-school-marlon-blackwell-architect>)

троэнергии (90 % сокращение использования воды и на 60 % меньше энергии), фотоэлектрическими солнечными батареями и специальной системой рециркуляции сточных вод, которая фильтрует 3000 галлонов воды в день для повторного ее использования, а также системой оптимального использования дневного света. Школу также оборудовали зеленой крышей и террасированным садом, поливаемым дождевой водой. Наблюдая за работой и регулировкой всех этих экологических

систем, учащиеся постигают важность «сотрудничества» с природой. Растения, выращенные учениками на зеленой крыше, поставляются в столовую (рис. 4).

Копенгагенская международная школа, Дания (архитектор К.Ф. Моллер), 2017 г.

Фасад копенгагенской международной школы, крупнейшей школы Дании, облицован 12 тысячами солнечных панелей (по 10 солнечных панелей на уче-



a

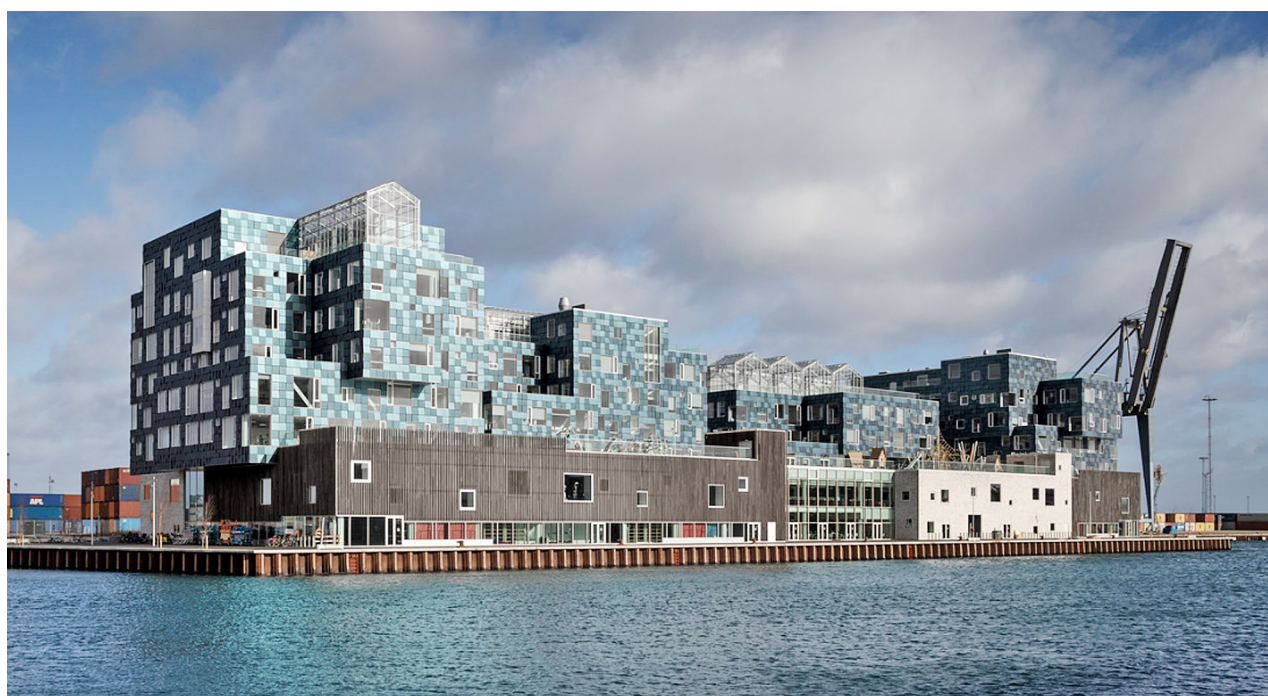


b

Рис. 4. Средняя школа Sidwell Fiends School в Вашингтоне, США (Kieran Timberlake Architects) (building.am): *a* — вид на внутренний дворик; *b* — террасированный сад (URL: idwell-friends-school-washington-dc-usa/)



a



b

Рис. 5. Копенгагенская международная школа, Дания (архитектор К. Ф. Моллер), 2017 г. (archdaily.com): *a* — фасад с солнечными панелями; *b* — архитектурный облик (URL: <https://www.archdaily.com/879152/copenhagen-international-school-nordhavn-cf-moller>)

ника, вырабатывающих более 200 МВт·ч/год). Это один из крупнейших в стране блоков фотогальванических элементов, установленных на одном здании. Расположение панелей под разными углами создает интересный архитектурный образ, но главное то,

что фасад покрывает более половины потребностей школы в электроэнергии. Батареи также служат наглядным пособием для школьников, изучающих их работу и использующих полученные данные на уроках математики и физики (рис. 5).



a



b

Рис. 6. Исследовательский центр института Маккуори, Австралия (архитектурная студия Architectus), 2017 г. (archdaily.com): *a* — архитектурный облик; *b* — интерьер (URL: <https://www.archdaily.com/916189/macquarie-university-incubator-architectus>)

Исследовательский центр института Маккуори, Австралия (архитектурная студия Architectus), 2017 г.

Здание Инкубатора (исследовательского центра) Университета Маккуори для начинающих предпринимателей в Сиднее является демонстрацией адаптивного пространства и высококачественного экологичного дизайна (рис. 6). В функциональной основе здания несколько павильонов, которые можно объединять или дифференцировать в зависимости от задач.

Детский сад Хана, Инчхон, Южная Корея (архитекторы ISON Architects), 2021 г.

Это здание органично вплетено в окружающий холмистый ландшафт. Озеленение крыши занимает все пространство первого и второго этажей, некоторые ее части иногда служат местом для беготни и игр детей. В местах, куда затруднен доступ естественного света, размещены выступающие световые люки, которые снаружи выглядят как скальные выступы на холме (рис. 7).



a



b

Рис. 7. Детский сад Хана, Инчхон, Южная Корея (архитекторы ISON Architects), 2021 г. (archdaily.com): *a* — вид с высоты птичьего полета; *b* — вид на внутренний дворик (URL: <https://www.archdaily.com/1009232/hana-daycare-center-ison-architects>)



a



b

Рис. 8. Начальная и средняя школа, Энцино, США (архитекторы NBBJ), 2023 (archdaily.com): *a* — вид с высоты птичьего полета; *b* — вид на внутренний дворик (URL: https://www.archdaily.com/1014933/lower-school-campus-of-westmark-school-nbbj?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)

Начальная и средняя школа, Энсино, США (архитекторы NBBJ), 2023 г.

Это инклюзивная гостеприимная и насыщенная природными компонентами среда, построенная с использованием древесины и других натуральных материалов. Классы адаптированы для обучения особенных детей с дислексией, дисграфией и дискалькулией. Вся концепция здания обеспечивает гибкость планировочных решений, здоровый дневной свет, высокое качество воздуха, необходимую шумоизоляцию, возможности обучения на свежем воздухе в затененном открытом пространстве (рис. 8).

Результаты и обсуждение

Рассмотренные современные здания образовательных учреждений имеют много общих характеристик.

Стремление к энергоэффективности и снижению общего негативного воздействия на окружающую среду на всем жизненном цикле являются наиболее очевидными целями устойчивой архитектуры рассмотренных образовательных учреждений. Оптимальное комбинирование планировочных и конструктивных решений, грамотный выбор строительных материалов, учет климатических и природных особенностей территории — все это дало максимальный эффект при решении этих задач.

Рассмотренные образовательные учреждения, внедрившие стратегию устойчивой архитектуры, работают гораздо эффективнее, и, как следствие, производят гораздо меньше выбросов парниковых газов, уменьшают эксплуатационные расходы примерно на треть по сравнению с теми, которые спроектированы в соответствии с традиционными строительными стандартами. Часть из них предприняли шаги по сокращению водопотребления, помогая экономить воду и эффективно уменьшать избыточный ливневодосток.

Известно, что форма здания влияет на эффективность использования энергетических ресурсов, на сбережение энергии, поступающей от инженерных сетей, на использование благоприятных и нейтрализацию неблагоприятных воздействий окружающей среды [7, 8]. Вытянутая, сглаженная и компактная форма большинства из рассмотренных зданий без обилия членений и изрезанностей объема представляет собой самое удачное решение с точки зрения энергоэффективности. Ведь для повышения характеристик энергоэффективности необходимо уменьшать показатель удельного периметра наружных стен, м/м^2 (отношение периметра наружных ограждающих конструкций к площади этажа) [9]. Продуманный подход к ориентации зданий дает возможность в теплый период года уменьшить негативное влияние солнечной радиации и снизить затраты

на охлаждение здания, а в холодный период экономить средства на отопление.

Использование систем, преобразующих энергию, тоже дает значительный эффект. Их можно разделить на активные (использующие различные устройства и приборы, которые аккумулируют в себе энергию и передают ее потребителю в виде тепла или электричества) или пассивные (элементы системы помогают накапливать и равномерно распределять по зданию тепло).

С точки зрения экономичности, пассивные системы для образовательных учреждений оптимальны, так как учитывают преимущества расположения объекта, влияние принятых архитектурных решений на энергоэффективность, включают в систему здания источники возобновляемой энергии и при необходимости дают возможность использовать ресурсы ископаемого топлива. Здания с пассивными системами отопления основываются на использовании прямого солнечного отопления, нагрева изолированного объема, использовании гелиотеплиц, пассивного охлаждения через ограждающие конструкции и другого. Пассивные системы вентиляции работают благодаря разнице давлений внутри и вне здания, создаваемой из-за суточных перепадов атмосферного давления, ветра, перепадов температуры и другого. Для работы пассивных (или естественных) систем вентиляции требуется иметь технологические отверстия (обычно, это окна, двери, а также особые архитектурные решения (перфорированные стены) и инженерные решения (стенной приточный клапан, оконные вентиляционные клапаны)), через которые происходит обмен воздуха. Этот процесс снижает потребность в механической вентиляции и энергопотребление.

Уменьшение влияния солнечного света на поверхность здания образовательного учреждения может заметно снизить нагрузку на систему охлаждения. Здесь большинство рассмотренных примеров весьма продуманно используют методы благоустройства территории с посадкой деревьев, установки вертикальных озелененных решеток вдоль южной и западной сторон, откуда исходит максимальный поток солнечного света. Помещения, ориентированные на юг, защищаются от перегрева с использованием жалюзи, свесов кровель и другого.

Одна из первостепенных целей устойчивого развития общества звучит как «Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте»¹. Поэтому обеспечение здоровой среды образовательных учреждений является приоритетной задачей архитекторов. Непродуманный и халатный подход к архитектурной организации образовательной среды очень часто приводит к тому, что люди в помещениях подвергаются систематиче-

скому воздействию загрязненного воздуха, химических паров, волокон асбеста, плесени, экскрементов вредителей, токсинов и другого.

Исследования, связывающие плохую экологическую обстановку образовательных учреждений с проблемами здоровья детей и снижением успеваемости, показывают, что внутренняя среда школы, детского сада и прочего играет решающую роль в успеваемости учащихся. Примерами симптомов, вызванных недостаточным качеством образовательной среды, являются раздражение дыхательных путей, боль в горле, приступы астмы, сонливость, головные боли и неспособность сосредоточиться. Все это непосредственно влияет на способность к обучению и может оказывать пролонгированное неблагоприятное воздействие даже во взрослом возрасте³. О росте распространенности аллергических заболеваний и бронхиальной астмы в школьном возрасте свидетельствуют и результаты эпидемиологических исследований [10]. Причем распространенность симптомов у школьников России примерно сопоставима со среднемировыми и европейскими данными и колеблется в зависимости от регионов от 5 до 11 % среди детей 7–8 лет, от 5 до 13 % среди детей 13–14 лет, что в несколько раз превышает данные официальной статистики. А увеличение распространенности аллергических и астматических проявлений ученые медики связывают в основном с экологическими факторами. Поэтому в стратегию ранней профилактики этого заболевания входит также максимальная экологизация среды образовательных учреждений.

В данной ситуации приветствуется использование экологически чистых натуральных материалов в наружной облицовке и внутренней отделке здания, выбор материалов с низким содержанием летучих органических соединений или без них, увеличение циркуляции воздуха в помещении, применение технологии «зеленого строительства» [14, 15]. Необходимо избегать применения низкокачественных полимерных материалов, пенополистирола, асбеста, пенополиуретана, полиуретана, винила, пластика, низкокачественных красок и дешевых обоев с синтетическими пропитками материалов, в составе которых есть формальдегиды, толуол, ксилол и другое.

Связь человека с природой усиливается наличием в архитектурных решениях природных форм, материалов, фактур. Древесина, неоштукатуренный кирпич, природный камень и другие естественные материалы, проявляющие в отделке свою фактуру, могут создать уникальную архитектуру.

Тенденция устойчивого развития рассмотренных зданий образовательных учреждений отличается стремлением к единству с природным окружением, гармонизацией объема с окружающим пространством, «раскрытием» здания изнутри на природу,

включением элементов природы в интерьер, доступом к естественному дневному свету, к свежему воздуху, к зеленым насаждениям, к открытым водным пространствам и многим другим. Это улучшает состояние дыхательных путей, снижает усталость и чувство стресса, восстанавливает способность к вниманию, смягчает некоторые негативные последствия искусственной среды на здоровье.

Взаимосвязь и взаимозависимость внешнего и внутреннего пространства, которых архитекторы добиваются путем организации зеленых игровых дворов-патио, аккумулируют энергетику обучения и игр, выплескивая детскую активность во двор. Помещения, требующие спокойной сосредоточенной деятельности, изолируются от шума, например, по внешнему контуру здания. Карнизы часто выносятся вперед, позволяя создавать переходное пространство, перекликающееся с идеями античной классики, когда обучение велось на свежем воздухе в тени портика. Такое решение позволяет защитить от прямых солнечных лучей и практически при любой погоде находиться на свежем воздухе.

Постоянные непрекращающиеся реформы образовательных систем требуют архитектурный отклик, заключающийся в функциональной гибкости (трансформируемости) архитектурных решений. Это подразумевает возможность изменения функционального назначения помещений и зон, возможность реорганизовать пространство, быстро переформировать его под новый образовательный уклад, добавлять изначально не предусмотренные функции и даже менять профиль учреждения без значительных экономических, экологических и временных затрат на реконструкцию и реорганизацию пространства. Чем больше функциональных возможностей дает данное пространство при минимальной площади, тем более функционально емким и эффективным оно является. Здания с ограниченной функциональностью в контексте устойчивого развития можно считать неэффективными. Современное развитие общества диктует требование к архитекторам проектировать в четырех измерениях с учетом не только пространственных характеристик, но и временных. Максимально возможная вариативность функционального содержания помещений и зон для проведения различных сценариев их использования повышает устойчивость здания образовательного учреждения, увеличивает срок морального износа здания. Рассмотренные примеры образовательных учреждений спроектированы и подготовлены для адаптивного повторного использования, учитывают неопределенность будущих событий и, вероятно, прослужат очень долго.

Трансформируемость и открытость образовательной среды реализуется с помощью концепции открытости и связанности разных пространств, что

способствует интенсивному взаимодействию обучающихся. В рассмотренных архитектурных проектах практически нет привычных вытянутых коридоров, их заменяют холлы, галереи, атриумы, общие пространства для обучения, общения и отдыха, с множеством индивидуальных уединенных зон. В некоторых учреждениях дошкольного и начального образования кабинетная система вовсе заменена на образовательные зоны с мягкой, подвижной мебелью. Необходимость соответствия российским нормам с отгороженными групповыми ячейками, неизбежно приводящая к организации коридорной планировочной схемы, усложняет реализацию этой тенденции, но является интересным вызовом для отечественных архитекторов.

Ощущение открытости образовательного пространства, дающее чувство свободы, создается также максимально допустимым по региональным нормам остеклением, что, в свою очередь, является методом повышения энергоэффективности пространства.

Способствовать достижению цели устойчивого развития общества, касающейся благополучия всех в любом возрасте, архитекторы рассмотренных учреждений добиваются также благодаря достижению эмоциональной выразительности, согласованному сочетанию архитектурных средств (ритм, фактура, светотеневые и цветовые соотношения и другое). Все это влияет на сенсорный аппарат людей, а значит на их поведение и мировосприятие, является инструментом интенсификации образовательных процессов и успеваемости обучающихся. Наука о воздействии архитектурной среды на здоровье относительно нова и требует новых исследований, но предполагается, что медиаторы нервной системы реагируют на стимулы окружающей среды, следовательно, на средовые характеристики. Индивидуальный архитектурный образ зданий образовательных учреждений является предметом гордости учащихся и учителей, а также важной частью проектирования, именно поэтому в передовых странах их проектированием занимаются архитекторы с мировым именем, ставящие перед собой серьезную задачу — сделать сам объект инструментом образования.

Методы устойчивой архитектуры образовательных учреждений предполагают указание социальной значимости здания, транслируют открытый и гибкий характер, необходимость удовлетворения образовательных потребностей каждого, равенство доступа к образованию, право на самоопределение учащегося и другое. То есть образ устойчивого здания декларирует единство развития образования и общества [13]. Бытует мнение, что эта тенденция относится в основном к проектированию образовательных учреждений передовых западных

стран (США, Германии, Франции, Англии, Швеции и других), а в РФ они проектируются за редким исключением по типовым закостенелым проектам. Но нужно осознать и не забывать, что формирование западной образовательной системы во многом базировалось и развивалось на достижениях СССР в области всеобщего и равного образования, на чем впоследствии и была основана концепция устойчивости.

В концепции «благополучия для всех» нельзя забывать и о тех, кому со здоровьем изначально повезло меньше — о маломобильных группах [16–20].

По данным ВОЗ, десятая часть детей рождается с отклонениями, из которых 2,5 % составляют дети с поражением опорно-двигательного аппарата, 5 % — дети с поражением зрения, 11 % — дети с поражением слуха, 3,5 % — дети с нарушениями речи, остальные — дети с психическими отклонениями.

При этом уже доказано многими исследованиями [20], что наилучшие результаты в воспитании и лечении маломобильных групп населения с легкими формами заболеваний достигаются при их интеграции в коллектив ровесников.

Принципы инклюзивности, повышающие характеристики устойчивости в архитектурных решениях, включают в себя:

- организацию в образовательной среде четкой системы *визуальных* (знаки, указатели, цветовая дифференциация функциональных зон, выделение спусков-подъемов, дверных проемов, границ лестничного марша и другого), *звуковых* (сигналы в опасных местах, звуковые маяки для направления движений), *функциональных* (выделение подъемов и спусков, правостороннее открывание дверей и другое) ориентиров;
- короткие и простые коммуникационные связи между помещениями;
- оснащение вдоль основных маршрутов передвижения опорными приспособлениями стен, мебели для поддержки при ходьбе и стоянии обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата;
- сокращение возможных препятствий для передвижения (выступов, порогов и другого);
- гибкость интерьерного решения учебных классов, предусматривающая возможность оборудовать места для учащихся-инвалидов по каждому виду нарушений;
- устройство специализированных лифтов для маломобильных групп населения и их сопровождающих;
- увеличение коэффициента естественного освещения или организация особого искусственного освещения рабочих поверхностей в учебных классах для слабовидящих;

- обеспечение допустимого уровня шума в классных комнатах не более 40 дБа для обучающихся с нарушением слуха;
- организация полузамкнутых уединенных пространств, помогающих регулировать психологическую дистанцию с окружающими для учащихся с легким нарушением психического развития, с сердечно-сосудистой недостаточностью.

Нельзя также не затронуть печальную тенденцию увеличения числа стрельбы в образовательных учреждениях. Это явление уже получило название скулшутинга, потому что именно в школах оно проявляется чаще чем в других учреждениях. Это непосредственно затрагивает концепцию устойчивости, так как образовательная среда должна обеспечивать безопасность, благополучие и здоровье граждан. Наряду с социальными, психологическими, организационными, управленческими методами борьбы с этим негативным явлением, современными архитекторами стали предлагаться и архитектурные методы, позволяющие повысить характеристики безопасности образовательной среды. Среди этих мер можно указать:

- понятную простую ориентацию внутри здания без сложных коммуникационных связей между функциональными зонами, позволяющую быстро ориентироваться и находить выход;
- организацию дополнительных выходов на улицу из больших помещений;
- разделение здания на сегменты, оснащенные огнеупорными дверьми, которые запираются дистанционно и могут ограничить перемещение нападающего;
- закругление коридоров, урезающее обзор нападающего;
- оснащение открытых помещений бетонными барьерами, за которыми можно прятаться;
- оснащение классных помещений механизмами запирания изнутри;
- установка пуленепробиваемых стекол, где это возможно и другое.

Заключение

В практике архитектурного проектирования образовательных учреждений рекомендуется учитывать следующие приемы для оптимизации характеристик устойчивости здания:

- ориентацию зданий по сторонам света с учетом оптимальной инсоляции помещений;
- сглаженную и компактную форму здания без обилия членений и изрезанностей;
- влияние природных факторов (ветер, рельеф, водоемы) на планировку, а также учет особенностей природного ландшафта, природных элемен-

тов и растительности, характерных для данной территории;

- стремление к единству с природным окружением, гармонизацию объема здания с окружающим пространством;
- активное применение технологий озеленения крыш, вертикального озеленения и другого;
- максимально допустимую по местным нормам светопрозрачность наружных конструкций, позволяющую увеличить уровень дневного освещения, снизить расходы на электроэнергию, улучшить комфорт образовательной среды;
- увеличение коэффициента затенения с помощью озеленения, свесов кровель, установки жалюзи и другого для уменьшения влияния солнечного света на поверхность здания, тем самым снижения нагрузки на систему охлаждения;
- интеграцию средств альтернативной энергетики в структуру здания (например, солнечных панелей);
- наличие специализированных инженерных сооружений на участке строительства для накопления и фильтрации воды, для утилизации отходов жизнедеятельности и другого; наличие технологических отверстий для пассивной системы вентиляции;
- тепловое зонирование здания;
- отделку внутренних конструкций здания темными материалами для аккумулирования тепла; наличие помещений для аккумулирования тепла;
- использование большого разнообразия согласованных и экологичных, натуральных материалов, фактур, текстур, цветовых и светотеневых соотношений для получения безвредных сенсорных, моторных и когнитивных раздражителей, стимулирующих развитие;
- обеспечение гибкости проектных решений, сокращение количества узкоспециализированных помещений в пользу универсальных с помощью применения раздвижных перегородок, трансформируемой модульной мебели и другого. Увеличение площади складских помещений, обеспечивающих возможность трансформации и функциональной гибкости. Открытая планировка общественных зон с возможностью хорошей циркуляции воздуха;
- организацию современной системы освещения (использование светодиодных светильников и автоматическое управление светом по датчикам присутствия для экономии расхода электричества). Разноуровневое небанальное освещение помещений способствует совершенствованию пространственных ощущений;
- использование интерьерного оборудования, соответствующего возрасту, состоянию здоровья

и запросам, позволяющее изучать физические возможности своего тела;

- внедрение принципов инклюзивности в архитектурные решения;
- внедрение антишутинговых принципов в архитектурные решения здания и другое.

Образовательная среда — это система архитектурно-планировочных, педагогических, социальных, психологических, организационных и многих других компонентов. Принципы устойчивой архитектуры нацелены на увеличение срока службы зданий, его безвредность для окружающей среды и здоровья граждан, минимизацию эксплуатационных расходов, возможность адаптации архитектурно-планировочной структуры к требованиям времени и другое. Становление энергоэффективности и экологичности как парадигмы проектирования, симбиоз объемно-пространственных решений и природной среды в пользу экологической составляющей ведут за собой сокращение ресурсопотребления, энергонезависимость

зданий, положительные экономические показатели. К тому же ориентация на средовой подход в архитектуре позволяет качественно улучшить художественно-эстетический облик среды.

Уровень изученности научных проблем, касающихся устойчивой архитектуры образовательных учреждений, высокий и разносторонний. Их исследование, а также анализ проектных решений современных образовательных учреждений, реализующих концепцию устойчивости, позволило сформировать статью, выявляющую современные методы и приемы повышения устойчивости архитектуры образовательных учреждений. Данная статья будет полезна студентам архитектурных вузов или практикующим архитекторам при проектировании образовательных учреждений. Подобные исследования призваны стимулировать создание таких пространств, которые вдохновляют, чтобы анализировать, исследовать, творить, общаться, сотрудничать, размышлять.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ильвицкая С.В., Михайлова И.В. Устойчивая архитектура как вектор развития в проектировании дошкольных образовательных организаций // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 6. С. 61–69. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-61-69
2. Гельфонд А., Попов А., Дуцев М., Данилина Н. Место и время в архитектуре кампусов вузов // Проект Байкал. 2023. Т. 20. № 77. С. 104–111. DOI: 10.51461/issn.2309-3072/77.2200
3. Попов А.В., Потапова П.А. Проектирование кампусов вузов в аспекте устойчивого развития // Экология урбанизированных территорий. 2020. № 4. С. 146–156. DOI: 10.24412/1816-1863-2020-4-146-156
4. Гвоздиков Т.А. Современные тенденции в образовании и архитектура современной школы // Вестник современных исследований. 2018. № 12.15 (27). С. 79–82.
5. Тица Л. Архитектура школ — устремленность в будущее // Архитектура и строительство России. 2019. № 2 (230). С. 86–91.
6. Issa M.H., Attalla M., Rankin J.H., Christian A.J. Energy consumption in conventional, energy-retrofitted and green LEED Toronto schools // Construction Management and Economics. 2011. No. 29 (4). Pp. 383–395. DOI: 10.1080/01446193.2011.552511
7. Rashdi W.S.S.W.M., Embi M.R. Analysing optimum building form in relation to lower cooling load // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2016. No. 222. Pp. 782–790. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.161
8. Anand P., Deb C., Alur R. A simplified tool for building layout design based on thermal comfort simulations // Frontiers of Architectural Research. 2017. No. 6. Pp. 218–230. DOI: 10.1016/j.foar.2017.03.001
9. Рубцова М.В., Семенова Э.Е. Учет влияния формы здания на его энергоэффективность // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 2 (36). С. 10–15. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-10-15
10. Шахова Н.В., Кашиная Т.С., Камалтынова Е.М. Распространенность бронхиальной астмы и аллергических заболеваний среди детей // Аллергология и иммунология в педиатрии. 2022. № 2. С. 5–12. DOI: 10.53529/2500-1175-2022-2-5-12
11. Самарин О.Д., Ключко А.К. Решение задач нестационарной теплопередачи, энергосбережения и управления климатическими системами. М. : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2022. 93 с.
12. Самарин О.Д., Ключко А.К. Численные и приближенные методы в задачах строительной теплофизики и климатологии. М. : НИУ МГСУ, 2021. 96 с.
13. Рокотьянская Л.О., Ярая Т.А., Бородин А.В. Социально-педагогическое сопровождение образовательного процесса обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья // Специальное образование : мат. XIII Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2017. С. 227–230.
14. Булатова П.А., Ключко А.Р. Влияние «здоровой» архитектуры на детское развитие // Устойчивое развитие территорий : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 16 мая 2018 года. М. : НИУ МГСУ, 2018. С. 153–154.

15. Семенова Е.И., Ключко А.Р. «Зеленая» архитектура современных школ // Устойчивое развитие территорий : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 16 мая 2018 года. М. : НИУ МГСУ, 2018. С. 177–178.
16. Блиндер Ю.В., Головеров В.Т. Принципы проектирования пространственной структуры школьных зданий // Творчество и современность. 2018. № 3 (7). С. 22–32.
17. Гнездилова С.А., Митрошина Д.Н. Формирование здоровьесберегающей среды в профессиональном инклюзивном образовании // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. 2017. Т. 6. С. 52–55.
18. Иршидат Мажди Сами. Формирование системы зданий общеобразовательных школ в Иордании с учетом обучения детей с физическими недостатками : дис. ... канд. арх. М., 2004. 172 с.
19. Ключко А.Р., Топалева П.А. Современные тенденции в архитектурном проектировании инклюзивных школ // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. № 3. С. 23–40. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.2
20. Горюнова Л.В., Хамзах С.Х. Общие факторы, влияющие на процессы формирования и реализации инклюзивного образования : монография // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 69–74. С. 66–70.

Об авторе: **Асмик Рубеновна Ключко** — кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 705985, ORCID: 0000-0002-1348-7335, Scopus: 57200113610; e-mail: KlochkoAR@mgsu.ru.

REFERENCES

1. Ilvitskaya S.V., Mikhailova I.V. Sustainable architecture as a vector of development in the design of preschool educational organizations. *Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2020; 22(6): 61-69. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-61-69 (rus).
2. Gelfond A., Popov A., Dutsev M., Danilina N. Place and time in the architecture of university campuses. *Project Baikal*. 2023; 20(77):104-111. DOI: 10.51461/issn.2309-3072/77.2200 (rus).
3. Popov A.V., Potapova P.A. Designing university campuses in the aspect of sustainable development. *Ecology of Urbanized Territories*. 2020; 4:146-156. DOI: 10.24412/1816-1863-2020-4-146-156 (rus).
4. Gvozdikova T.A. Modern trends in education and architecture of a modern school. *Bulletin of Modern Research*. 2018; 12.15(27):79-82. (rus).
5. Tica L. Architecture of schools — striving for the future. *Architecture and Construction of Russia*. 2019; 2(230): 86-91. (rus).
6. Issa M.H., Attalla M., Rankin J.H., Christian A.J. Energy consumption in conventional, energy-retrofitted and green LEED Toronto schools. *Construction Management and Economics*. 2011; 29(4):383-395. DOI: 10.1080/01446193.2011.552511
7. Rashdi W.S.S.W.M., Embi M.R. Analysing optimum building form in relation to lower cooling load. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2016; 222:782-790. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.161
8. Anand P., Deb C., Alur R. A simplified tool for building layout design based on thermal comfort simulations. *Frontiers of Architectural Research*. 2017; 6:218-230. DOI: 10.1016/j.foar.2017.03.001
9. Rubtsova M.V., Semenova E.E. Consideration of the influence of the shape of the building on its energy efficiency. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Sea*. 2021; 2(36):10-15. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-10-15 (rus).
10. Shakhova N.V., Kashinskaya T.S., Kamaltynova E.M. Prevalence of bronchial asthma and allergic diseases among children. *Allergology and Immunology in Pediatrics*. 2022; 2:5-12. DOI: 10.53529/2500-1175-2022-2-5-12(rus).
11. Samarin O.D., Klochko A.K. Solving problems of non-stationary heat transfer, energy saving and climate control systems. *Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation*. Moscow, Publishing House MISI-MGSU, 2022; 93. (rus).
12. Samarin O.D., Klochko A.K. *Numerical and approximate methods in problems of building thermophysics and climatology*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2021; 96. (rus).
13. Rokotyanskaya L.O., Yaraya T.A., Borodina A.V. Socio-pedagogical support of the educational process of students with disabilities and disabilities. *Special Education : Material XIII International Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg, 2017; 227-230. (rus).
14. Bulatova P.A., Klochko A.R. The influence of “healthy” architecture on children’s development. *Sustainable Development of Territories : collection of reports of the International Scientific and Practical Conference, Moscow*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2018; 153-154. (rus).

15. Semenova E.I., Klochko A.R. “Green” architecture of modern schools. *Sustainable Development of Territories : collection of Reports of the International Scientific and Practical Conference. Moscow, May 16, 2018*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2018; 177-178. (rus).
16. Blinder Yu.V., Goloverov V.T. Principles of designing the spatial structure of school buildings. *Creativity and Modernity*. 2018; 3(7):22-32. (rus).
17. Gnezdilova S.A., Mitroshina D.N. Formation of a health-saving environment in professional inclusive education. *Almanac of Scientific Works of Young Scientists of ITMO University*. 2017; 6:52-5. (rus).
18. Irshidat Majdi Sami. *Formation of the System of Buildings of Secondary Schools in Jordan, Taking Into Account the Education of Children with Physical Disabilities : diss. ... Candidate of Architecture*. Moscow, 2004; 172. (rus).
19. Klochko A.R., Topaeva P.A. Modern trends in architectural design of inclusive schools. *Construction: Science and Education*. 2021; 11(3):23-40. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.2.20 (rus).
20. Goryunova L.V., Khamzakh S.H. General factors influencing the processes of formation and implementation of inclusive education : monograph. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2020; 69-4:66-70. (rus).

About the author: **Asmik R. Klochko** — Ph.D. in architecture, Associate Professor of the Department of Architecture; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 705985, ORCID: 0000-0002-1348-7335, Scopus: 57200113610; e-mail: KlochkoAR@mgsu.ru.