

УДК: 72.03

DOI: 10.52409/20731523_2023_1_129

EDN: OXPFTY



Реконструкция объемно-планировочных параметров школ с использованием принципов и приемов биофильной архитектуры

В.Н. Куприянов¹, Илизар Т. Мирсаяпов¹, А.Г. Хабибулина¹, А.М. Хабибулина²

¹Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

²Архитектурная студия ООО «ОФИС ДЕ», г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* Актуальность исследования обусловлена тем, что более 7 тысяч школ в России нуждаются в капитальном ремонте и запущена масштабная государственная программа капитального ремонта школ на 2022-2026 годы. На ближайшие годы у архитекторов и проектировщиков расширяется возможность создать качественную среду обучения. Это можно осуществить не только за счет устранения физического износа объектов и доведения их характеристик до соответствия действующим требованиям и нормам, но и путем модернизации с использованием принципов «зеленой», биоклиматической и биофильной архитектуры, которые способствуют улучшению здоровья и благополучию людей. Целью исследования является апробация метода оценки зданий школ, основанного на использовании объемно-планировочных параметров объектов, с учетом принципов и приемов биофильной архитектуры. Задачи исследования: провести оценку типовых проектов школ советского периода с учётом современных стандартов экологического строительства, требований биоклиматической комфортности и биофилических принципов, используя объемно-планировочные параметры, указанные в проектных архитектурно-строительных чертежах; рассмотреть данный метод в качестве первичного шага для диагностики потенциальных биофильных свойств зданий, визуальной связи с внешней средой; произвести критический анализ и предоставить рекомендации по использованию данного метода оценки при реконструкции школьных зданий.

Результат. Исследование отечественного и зарубежного опыта по созданию биофильного учебного пространства показали, что предварительный анализ объемно-планировочных параметров зданий школ, может быть использован для диагностики потенциальных биофильных свойств объектов, таких как эффективность использования дневного освещения, естественной вентиляции, визуальной связи с внешней средой. Исследование критически анализирует планы, фасады и разрезы типовых проектов советских школ 1960-1970-х гг. исходя из современных стандартов сертификации зданий и принципов биоклиматической, биофилической архитектуры.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитекторов и проектировщиков состоит в том, что предложенный метод позволяет на основе объемно-планировочных параметров зданий, указанных в проектной документации, без натурного обследования дать быструю первичную оценку потенциальных биофильных свойств объекта при разработке проектов реконструкции школ.

Ключевые слова: биофильная архитектура, биоклиматическое проектирование, архитектурно-строительная экспертиза, реконструкция школ.

Для цитирования: Куприянов В.Н., Мирсаяпов Илизар Т., Хабибулина А.Г., Хабибулина А.М. Реконструкция объемно-планировочных параметров школ с использованием принципов и приемов биофильной архитектуры // Известия КГАСУ. 2023. № 1 (63), с.129-144, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_129, EDN: OXPFTY

Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using the principles and techniques of biophilic architecture

V.N. Kupriyanov¹, Ilizar T. Mirsayapov¹, A.G. Khabibulina¹, A.M. Khabibulina²

¹ Kazan State University of Architecture and Engineering

Kazan, Russian Federation

² Architectural Studio LLC «OFFICE DE», Kazan, Russian Federation

Abstract. *Problem statement.* The relevance of the study is due to the fact that more than 7 thousand schools in Russia are in need of major repairs and a large-scale state program of major repairs of schools for 2022-2026 has been launched. For the coming years architects and designers have an increasing opportunity to create quality learning environment. This can be done not only by eliminating the physical deterioration of facilities and bringing their characteristics to meet current requirements and standards, but also by modernizing using the principles of "green", bioclimatic and biophilic architecture, which contribute to improving the health and well-being of people. The aim of the study is to approve the method of evaluation of school buildings, based on the use of space-planning parameters of objects, taking into account the principles and techniques of biophilic architecture. Objectives of the study: to evaluate typical projects of schools of the Soviet period, taking into account modern standards of ecological construction, requirements of bioclimatic comfort and biophilic principles, using space-planning parameters specified in the design architectural and construction drawings; consider this method as the primary step for the diagnosis of potential biophilic properties of buildings, visual connection with the environment; make a critical analysis and provide recommendations for the use of this method of assessment

Results. The study of Russian and foreign experience in creating biophilic learning spaces showed that preliminary analysis of volumetric and planning parameters of school buildings, can be used to diagnose the potential biophilic properties of objects, such as the efficiency of daylighting, natural ventilation, visual connection with the outside environment. The study critically analyzes the plans, facades, and cuts of typical Soviet school projects from the 1960s-1970s based on contemporary building certification standards and principles of bioclimatic, biophilic architecture.

Conclusions. The significance of the obtained results for architects and designers is that the proposed method makes it possible to give a quick initial assessment of the potential biophilic properties of an object during the development of school reconstruction projects on the basis of the volume-planning parameters of buildings specified in the project documentation without a full-scale survey.

The Keywords: biophilic architecture, bioclimatic design, architectural and construction expertise, school reconstruction.

For citation: Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar T., Khabibulina A.G., Khabibulina A.M. Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using the principles and techniques of biophilic architecture // News KSUAE. 2023. № 1 (63), p. 129-144, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_129, EDN: OXPFTY:

1. Введение

Дети в среднем проводят более трети своего дня в школе, где большая часть их учебной деятельности происходит в помещениях. В России более 7 тысяч школ нуждаются в капитальном ремонте¹. Чтобы обеспечить качественную среду обучения, отвечающую текущим и будущим потребностям в России запущена масштабная государственная программа капитального ремонта школ на 2022-2026 годы [1]. На первом этапе в период 2022-2023 гг. по программе капремонта будут отремонтированы 2065 школ в 80 регионах. К 2026 году планируется отремонтировать 7300 школ. На ближайшие годы у архитекторов и проектировщиков расширяется возможность создать качественную среду обучения. Решение данной задачи можно осуществить не только за счет устранения физического износа объектов и доведения их характеристик до соответствия действующим требованиям и нормам, но и путем модернизации с использованием принципов «зеленой», биоклиматической и биофильной архитектуры, которые влияют на физическое самочувствие и академическую успеваемость учащихся. Окружающая обстановка в учебном заведении также влияет на эмоциональное, интеллектуальное и культурное развитие детей [2-4]. Проведенные исследования демонстрируют, что успеваемость в классах с биофильным интерьером увеличилась на 20-25 %, улучшились результаты тестирования, уровень внимания и посещаемости учеников [5].

Взаимоотношение людей с природой в архитектуре, её присутствие и влияние на человека в пространстве здания, получают различную оценку в научных исследованиях [6-10]. Оценка биофильного пространства обычно фокусируется на двух основных аспектах: воздействии людей на природу и возможных результатах с точки зрения комфорта человека. Исследования подтверждают, что общение человека с природой в помещении и естественной среде способствуют снятию стресса и восстановлению внимания. В свою очередь, практические руководства по созданию биофильного пространства, опыт позитивного взаимодействия между людьми и природой разделяют на три широкие категории: прямой, косвенный (репрезентативный) и обобщенный. Биофильные здания выходят за рамки концепции объединения внутреннего и наружного пространств, поскольку внешняя среда не всегда может восприниматься позитивно. Например, городской шум, близость оживленных дорог или промышленных зон и т.п. рассматриваются как отрицательные внешние факторы при создании биофильного пространства. Понятие опыта связи людей с естественной средой фокусируется на ее непосредственном благоприятном, физическом воздействии на них, когда они наблюдают, обоняют или слушают природу. К примеру, в образовательном учреждении виды из окон кабинетов позволяют лицезреть учащимся меняющееся небо, растительность и окружающую внешнюю экосистему, что способствуют усилению привязанности к месту нахождения.

Исследователи выделяют следующие принципы, формирующие внутреннее биофильное пространство здания [5, 7]:

- принятие проектного решения, направленного на интеграцию природной среды и человека;
- развитие чувства единения, гармонии с природой и ответственности перед природным сообществом;
- поддержание эмоциональной тяги людей к естественной среде обитания;
- использование эволюционного опыта адаптации человека к природной среде, для физического и морального оздоровления;
- установление перманентного, устойчивого контакта человека с природой.

На начальной стадии принятия проектных решений по созданию биофильного пространства в учебном заведении, рассматриваются преимущества или барьеры архитектурных характеристик здания на соответствия базовым биофильным принципам. На следующем этапе, весомым дополнением при разработке рекомендаций по биофильному проектированию, является посещение объекта и опросы учащихся и

¹ Более семи тысяч школ в России требуют капитального ремонта. URL: <https://rg.ru/2021/08/13/bolee-semi-tysiach-shkol-v-rossii-trebuiut-kapitalnogo-remonta.html> (дата обращения: 01.01.2023).

школьного персонала (далее потребителей).

Немногие рекомендации по биофильному проектированию определяют объёмно-планировочные характеристики зданий, способствующих эффективному восприятию природы. Исследователи зачастую описывают некоторые природные факторы, которые необходимо использовать в здании, обсуждают манипулирование интенсивностью света, его рассеиванием и тенями, не связывая эти эмпирические качества с архитектурными данными [8-10]. Не акцентируя внимания на измеряемые параметры, архитекторы используют шаблонные решения и полагаются на оценку эффектов биофильного пространства в процессе функционирования объекта. На сегодняшний день предлагаются различные методы по созданию биофильного пространства. Существуют исследования, в которых для выявления связи между объектом и городским ландшафтом используются спутниковые или картографические данные, но их внимание ограничивается лишь влиянием внешней среды [11, 12]. В исследованиях, ориентированных на анкетирование, предлагаются результаты основанные исключительно на субъективном восприятии контакта с природой участников опроса, их самооценка [13, 14]. Анализируя полученную информацию от респондентов, исследователи фокусируются на изменении частных параметров внутри здания, таких как цвет стен, внутренняя отделка, виды на окружающую среду и т.д. Таким образом, данный метод не позволяет предоставить объективные показатели количества и качества «природы», обеспечиваемые искусственной средой.

Существуют исследования учебных заведений, включающие посещение объекта, учитывающие архитектурные характеристики здания (размеры, ориентацию) и осуществляющие мониторинг микроклимата помещений (температура, освещение, уровень шума), которые дополняются субъективными оценками потребителей и наблюдателей. Хотя исследования могут не иметь прямого отношения к изучению воздействия природы на потребителей, они предоставляют данные, которые могут раскрыть определенные аспекты для формирования биофильного пространства [15]. Тем не менее, эти методы могут быть трудоемкими и отнимать много времени, а доступ к учебной среде может быть затруднен из-за нежелательного вмешательства в образовательный процесс.

Отметим зарубежные стандарты сертификации зданий WELL Building Standard² и Living Building Challenge³ в которые включены критерии описывающие архитектурные характеристики и параметры, направленные на создание комфортного пространства внутри зданий и сооружений, соответствующие биофильным принципам. Некоторые требования указанных стандартов, например, регламентируют архитектурные решения оконных проемов в регулярно занятом помещении, обеспечивающих людям тепловую, обонятельную и слуховую связь с внешней средой. Хотя этих требований может быть недостаточно для определения того, стимулирует ли архитектура здания развитию глубокой и значимой привязанности к природе, отмеченные параметры являются основой любого проекта и могут использоваться при анализе на соответствие биофильным принципам на ранних стадиях оценки объекта.

Принципы биоклиматического подхода к проектированию также могут дать представление об объёмно-планировочных параметрах здания, влияющих на восприятие природы. Определенные количественные рекомендации и эмпирические правила, присутствующие в литературе по биоклиматическому проектированию, информируют людей о восприятии некоторых природных факторов (дневной свет, изменчивость температуры и т.д.), хотя биоклиматический дизайн не всегда биофильный, а биофильный дизайн не всегда биоклиматический. Опираясь на ресурсы окружающей среды, труды по биоклиматической тематике могут повысить осведомленность проектировщиков и, в конечном счете, потребителей о природных факторах и процессах, влияющих на здоровье и благополучие [16, 17].

² WELL Building Institute. WELL, v2 pilot - The next version of the WELL Building Standard. <https://v2.wellcertified.com/v2.2/en/overview> (дата обращения: 01.01.2023).

³ https://living-future.org/wp-content/uploads/2022/08/LBC-4_0_v14_2_compressed.pdf (дата обращения: 01.01.2023).

Руководства по критериям сертификации зданий и принципам биоклиматической и биофильной архитектуры дают разнообразные представления об объёмно-планировочных характеристиках объектов, способствующих восприятию окружающей среды. В то время как литература по биофильному дизайну обычно описывает природные особенности, которые способствуют непосредственному восприятию природы, руководства по биоклиматическому проектированию и стандарты сертификации часто включают измеримые параметры, которые могут быть использованы при оценке биофильного потенциала объекта.

В статье рассматривается метод архитектурной оценки реконструируемых школ в качестве первичного шага для понимания потенциальных биофильных свойств зданий перед принятием конечных решений при разработке проектной документации. Преимущество метода заключается в быстрой и эффективной, дистанционной оценке объекта на основе анализа существующей архитектурно-строительной документации.

Предлагаемый метод заключается в использовании объёмно-планировочных параметров объекта для анализа и выявления критериев, позволяющих организовать биофильное учебное пространство. Исследование демонстрирует, что основные характеристики зданий, размерные показатели планов, фасадов и разрезов позволяют проектировщикам определить параметры необходимые для гармоничной интеграции природной среды в пространство реконструируемых школ. Анализ объекта по чертежам позволяет представить графические и числовые параметры концепции реконструкции здания с учетом требований экологических стандартов и принципов биоклиматического, биофильного проектирования [18-20]. Представленный метод оценки, на основе показателей геометрических характеристик здания, такие как конфигурация, пропорции, размеры помещений и оконных проёмов, позволяет дать предварительное заключение на предмет потенциальных возможностей внесения изменений с учетом принципов биофильной архитектуры. Руководствуясь полученными данными, проектировщики, архитекторы и дизайнеры создадут условия, позволяющие учащимся почувствовать себя ближе к естественной среде обитания, способствующей позитивному визуальному, обонятельному или слуховому восприятию природы.

Предлагаемый метод содействует процессу принятия решений по реконструкции и модернизации существующего фонда различных школьных зданий в России, понимание состояния с учетом современных нормативных требований, принципов биоклиматической и биофильной архитектуры.

Авторами, для апробации метода выбраны типовые проекты общеобразовательных школ массового применения советского периода с различными широко распространёнными объёмно-планировочными и конструктивными решениями 1960-1970-х гг.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в России реализуется государственная программа капитального ремонта школ и соответственно у архитекторов и проектировщиков расширяется возможность создать качественную среду обучения с использованием принципов «зеленой», биоклиматической и биофильной архитектуры, способствующей улучшению здоровья и благополучию людей.

Цель исследования: апробация метода оценки зданий школ, основанного на использовании объёмно-планировочных параметров объектов, с учетом принципов и приемов биофильной архитектуры.

Задачи исследования:


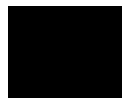

- провести оценку типовых проектов школ советского периода с учётом современных стандартов экологического строительства, требований биоклиматической комфортности и биофилических принципов, используя объёмно-планировочные параметры, указанные в проектных архитектурно-строительных чертежах;
- рассмотреть данный метод в качестве первичного шага для диагностики потенциальных биофильных свойств зданий таких как: эффективность использования дневного освещения, естественной вентиляции, визуальной связи с внешней средой;
- произвести критический анализ и предоставить рекомендации по использованию данного метода оценки при реконструкции школьных зданий.

2. Материалы и методы

Был применен упрощенный метод оценки зданий реконструируемых общеобразовательных школ, основанный на геометрических характеристиках зданий, на соответствие современным биофильным, биоклиматическим рекомендациям и сертификационным требованиям, в которых наиболее остро стоят вопросы естественного освещения, температурного режима, качества воздуха и акустики. Для исследования были выбраны типовые проекты общеобразовательных школ массового применения советского периода с разными широко распространёнными объемно-планировочными и конструктивными решениями 1960-1970-х гг. (табл. 1).⁴

Таблица 1

Основные характеристики исследуемых типовых проектов
школьных зданий советского периода⁵

Номер типового проекта	Схема плана	Год утверждения	Вместимость, уч./ Кол-во классов	Конструктивное решение стен	Габаритные размеры в осях, м	Строительный объем здания, м ³	Площадь застройки, м ²	Полезная площадь, м ²	Площадь окон, м ²
2С-02-8		1964	1000/24	бескаркасное, кирпичное	66 x 53,2	17743	2110	4038	1102
222-1-126		1970	1176/30	каркасное, панельное	79,1x69	24322	3150	5916	1598
221-1-179		1973	624/16	бескаркасное, панельное	75,2x44,88	12917	1714	3212	920

В большинстве современных отечественных проектов общеобразовательных учреждений заимствована модель учебного пространства советского периода, основанная на унификации архитектурных и инженерных решений. При разработке типовых проектов советских школ учитывалась необходимость увеличения полезной площади, что вело к уменьшению общественных пространств и зон для проведения дополнительных занятий. Данная концепция превалирует и сегодня в отечественной практике проектировании школ [21].

Типовой проект № 2С-02-8 (далее т.п. № 2С-02-8) разработан в соответствии с требованиями СНиП П-Л.4-62. Композиционная схема здания линейная, состоящая из двух параллельных корпусов – 2-х этажного общешкольного со стороны главного входа и 3-х этажного учебного корпуса соединённых 2-х этажным переходом, включающим помещения для учебы, администрации и вестибюль. Размер оконных проемов по фасаду – 2100 x 2400 мм, простенок/шаг – 770 мм. Учебные и общешкольные помещения освещены одинаково. Спортивный зал шириной 12 м, имеет двухстороннее освещение окнами размером 5900 x 4800 мм и 2100 x 4300 мм. Оконные проемы лестничных клеток заполнены стеклоблоками. Конструктивное решение – бескаркасное здание со стенами из пористого кирпича. Покрытия и перекрытия – плиты сборные железобетонные многопустотные. Решение кровли – совмещенная, невентилируемая, рулонная.

⁴ Руководство по рациональному использованию школьных зданий, построенных по проектам прошлых лет / ЦНИИЭП учебных зданий. М.: Стройиздат, 1979. 31 с.

Рекомендации по реконструкции и модернизации существующего фонда школьных зданий в соответствии с современными педагогическими требованиями. М.: Москомархитектура, 1997. 24 с.

⁵ Научно-технические, методические и проектные рекомендации по энергоснабжению в школьных зданиях России. Том 2. Архитектурно-планировочные и энергосберегающие решения реконструируемых типовых школьных зданий. Госстрой России. 2001. 46 с.

Типовой проект № 222-1-126 (далее т.п. № 222-1-126) соответствует требованиям СНиП П-Л.4-62. Представляет собой периметральное здание с одним 2-х этажным общешкольным блоком, двух 3-х этажных учебных корпусов и двух одноэтажных переходов соединяющие блоки по первому этажу, в которых расположены вестибюли с гардеробами. Остекление фасадов ленточное с импостами шириной 600 мм, закрывающими колонны каркаса. Размеры основных оконных проёмов 5400 x 2100 мм в шестиметровом пролёте и 2400 x 2100 мм в трехметровом. Отличительной особенностью данного проекта является наличие внутреннего двора, что обуславливает формирование внешнего и внутреннего фасадов. Со стороны внешнего фасада расположены классы, лаборатории, столовая, спортивный и актовый залы. Рекреации, лестницы, переходы, гардеробы и вестибюли обращены во внутренний двор. По проекту, здание каркасное с навесными керамзитобетонными панелями, покрытия и перекрытия – плиты сборные железобетонные многопустотные. Кровля – совмещенная, невентилируемая, рулонная, утепленная керамзитобетонным гравием.

Типовой проект № 221-1-179 (далее т.п. № 221-1-179) разработан в соответствии с требованиями СНиП П-65-73. Композиционная схема здания линейная, П-образная, состоящая из 3-х этажного блока со стороны главного фасада с учебными классами и 2-х примыкающих параллельных одноэтажных блоков с общешкольными помещениями. Ширина блоков 12 м. Сплошное ленточное остекление размером 6000 x 2000 мм чередуется импостами шириной 780 мм, прикрывающими внутренние несущие стены. Несущий остов здания – однослойные стеновые панели из ячеистого бетона и сборные железобетонные многопустотные плиты. Кровля – совмещенная, невентилируемая, рулонная с засыпным утеплителем.

Основой анализа по выявлению потенциальных биофильных свойств типовых проектов школ, является оценка влияния особенностей объёмно-планировочных параметров с учетом совокупных показателей в помещениях, таких как дневной свет, воздух, запахи, звуки, шумы, наружные виды и растительность. Предоставление разнообразных биофильных возможностей, повышает комфорт и стимулирует различные положительные эмоции и позитивные физические ощущения (табл. 2).

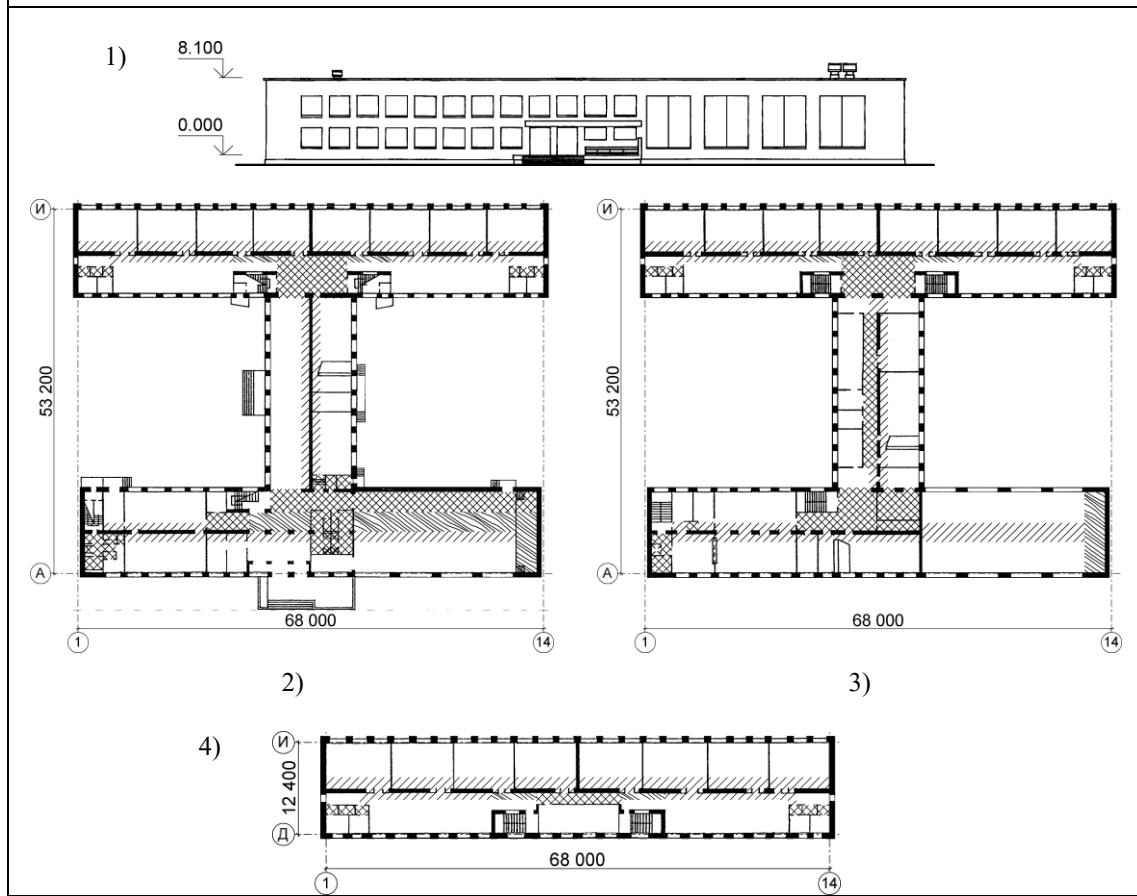
Таблица 2

Краткие критерии диагностики биофильных характеристик объектов
и соответствующий тип характеристик и контактов потребителей

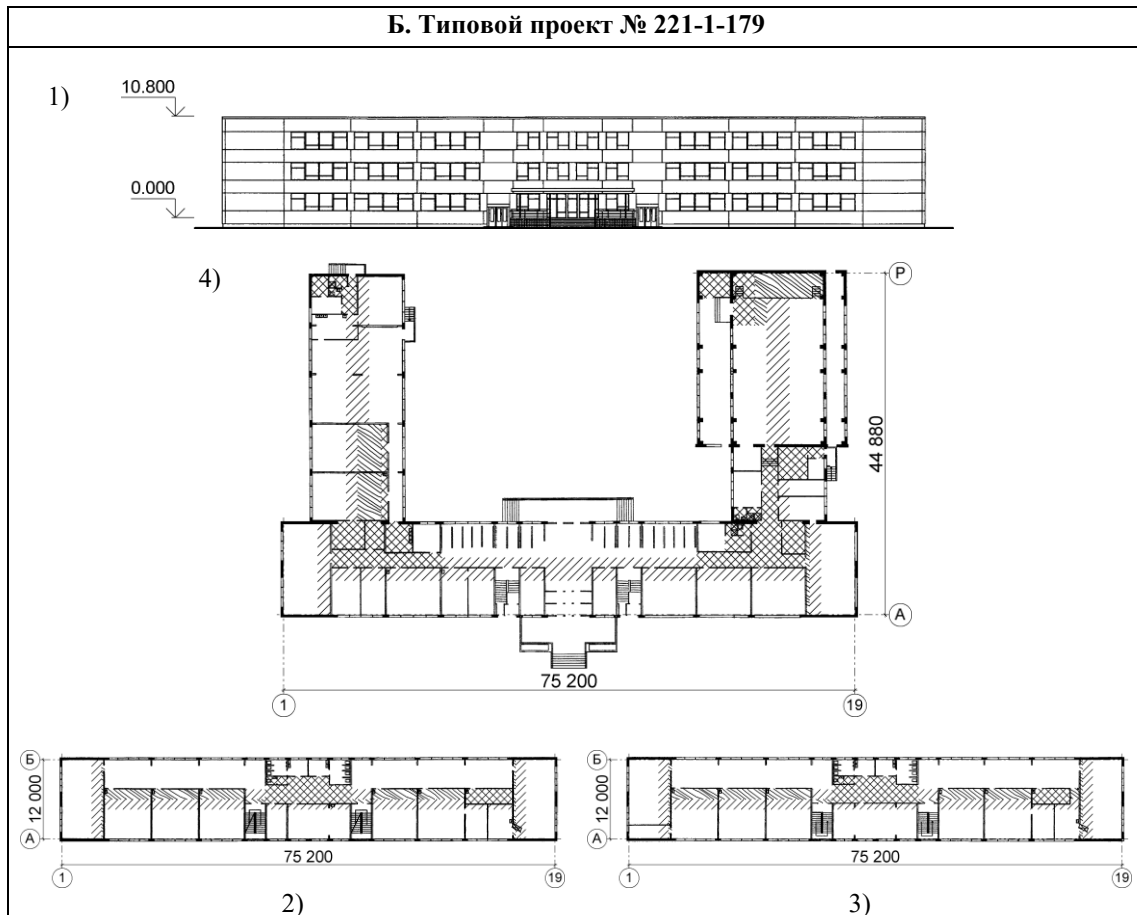
Критерии диагностики	Природа				Связь			
	Солнце	Воздух	Вода	Растения	Наружные виды	Соприкосновение	Запах	Звуки
Габариты здания	х	х			х	х	х	х
Глубина здания	х	х			х	х	х	х
Пропорции внутренних пространств	х	х			х	х	х	х
Высота потолков	х	х			х			
Окна в регулярно занимаемых помещениях	х	х	х	х	х	х	х	х
Размеры проемов (остекленных, открытых)	х	х	х	х	х	х	х	х
Высота подоконников	х			х	х			

Чертежи трех типовых проектов были проанализированы при помощи программы ArchiCad (v. 23.0 7000, разработчик Graphisoft SE). В программе были произведены обмеры планов, фасадов и разрезов объектов для получения значений, таких как соотношение площади пола к оконным проёмам (рис. 1). Затем эти данные сравнивались с пороговыми значениями, согласно биофильным, биоклиматическим рекомендациям и сертификационным требованиям. Этот анализ способствует выявить проблемные зоны при реконструкции и модернизации существующего фонда школьных зданий в соответствии с современными эксплуатационными требованиями.

А. Типовой проект № 2С-02-8



Б. Типовой проект № 221-1-179



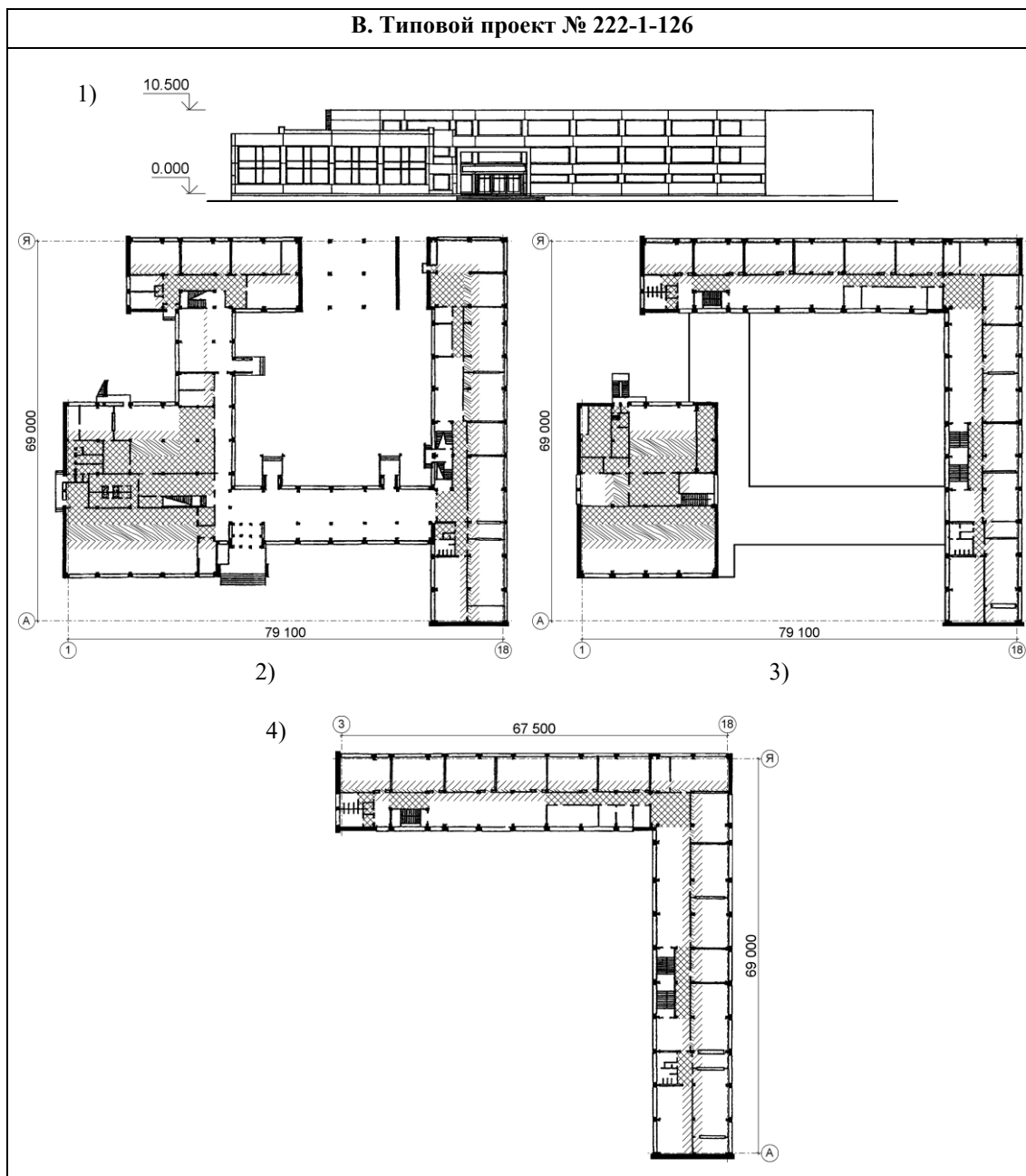


Рис. 1. Типовые проекты общеобразовательных школ: А – типовой проект № 2С-02-8, Б – типовой проект № 221-1-179, В – типовой проект № 222-1-126. 1 – схема главного фасада, 2 – план 1-го этажа, 3 – план 2-го этажа, 4 – план 3-го этажа. Зоны поверхности пола полезной площади, удаленные от наружной стены с оконными проемами:

– свыше 4,5 м;
 – свыше 6 м.
 – площади без естественного освещения
 (иллюстрация авторов)

Fig. 1. Typical projects of secondary schools: А – typical project No 2С-02-8, Б – typical project No 221-1-179, В – typical project No 222-1-126. 1 – scheme of the main facade, 2 – plan of the 1st floor, 3 – plan of the 2nd floor, 4 – plan of the 3rd floor. Areas of the floor surface of the usable area away from the outer wall with window openings:

– over 4.5 m;
 – over 6 m.
 – areas without natural light
 (Illustration by the authors)

Использование объективных критериев и измерений выявило относительные различия между исследуемыми типовыми проектами советских школ 1960-1970-х гг., с

точки зрения потенциальных биофизических качеств и соответствующих проблем для комфортного пребывания потребителей. Анализ пропорций здания и помещений, а также оконного остекления и проемов выявил возможные проблемы.

3. Результаты и обсуждение

Однотипные классные кабинеты в исследуемых типовых проектах имеют разные показатели дневного освещения, естественной вентиляции и возможность обзора наружных видов. Высота потолка классов и других учебных помещений во всех представленных проектах составляет около 3 м, что соответствует нормативным требованиям своего времени СНиП П-Л.4-62 (п. 3.2) и СНиП П-65-73 (п. 3.4), являются типичной для советских школ 1960-1970-х гг. Типичная высота глаз детей начальных классов, сидящих за партой, приближается к одному метру. Высота подоконников, в классах трех типовых проектов, варьируется от 0,7 м до 0,8 м (рис. 2), что достаточно для визуального восприятия внешней среды.

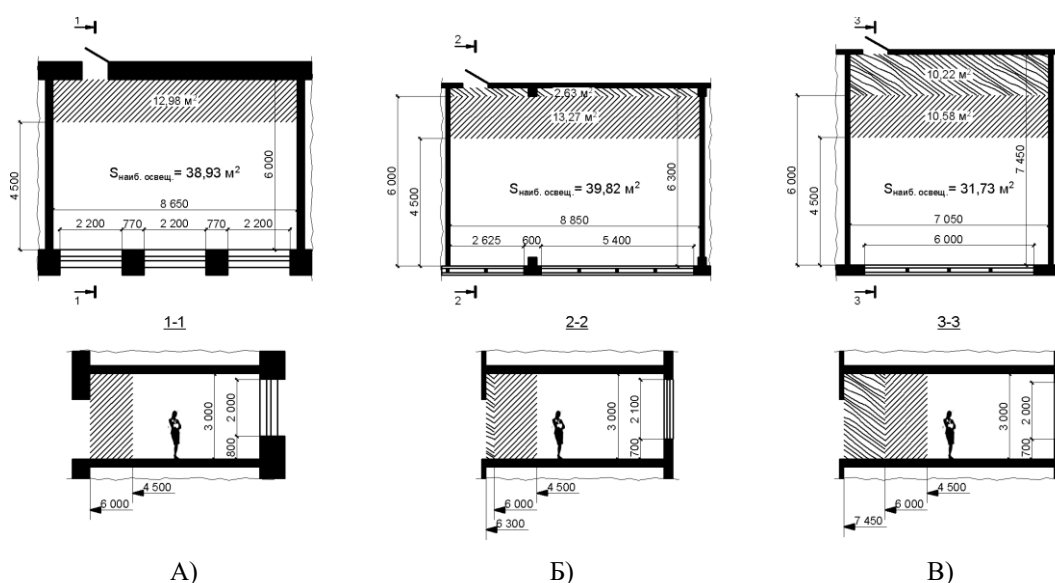


Рис. 2. Классные помещения: А – типовой проект № 2С-02-8, Б – типовой проект № 222-1-126, В – типовой проект № 221-1-179. Зоны поверхности пола, удаленные от наружной стены с оконными проемами:





 – свыше 4,5 м;  – свыше 6 м
(иллюстрация авторов)

Fig. 2. Classrooms: А – typical project No 2С-02-8, Б – typical project No 222-1-126, В – typical project No 221-1-179. Areas of the floor surface away from the exterior wall with window openings:

 – over 4.5 m;  – over 6 m
(Illustration by the authors)

Исходя из биоклиматических рекомендаций в классах т.п. № 2С-02-8 самая большая зона, освещаемая естественным светом и позволяющая более активно осуществлять визуальный контакт с внешней средой (75,0 %), в т.п. № 221-1-179 наиболее низкие показатели (60,4 %) (табл. 3). Но в т.п. № 221-1-179 данный показатель отчасти компенсируется приемлемым световым коэффициентом (1:4,4). В классах исследуемых типовых проектах, частично освещенная зона составляет от 20,1 до 25 %. В классном кабинете т.п. № 221-1-179 самый высокий показатель удаленности зоны пола от окна на расстояние более 6 м (19,5 %). Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10, во время занятий потребуются постоянно освещать данную зону искусственным светом, что является негативным показателем в том числе с точки зрения экономии электроэнергии.

Классные кабинеты, удлинённые и менее глубокие, представляют собой потенциал для увеличения мультисенсорных впечатлений от внешней среды, при условии, что окна

занимают всю длину фасада. Положительным примером может служить т.п. № 222-1-126 в котором соотношение пропорций класса составляет 1,4 и при этом наилучший световой коэффициент (1:3,3). Напротив, более глубокие относительно длины классы, как, например в т.п. № 221-1-179 (соотношение 0,9), могут вести к неравенству учеников, так как сидящие у окон, имеют больше возможностей для восприятия внешней среды, чем дети, сидящие в задней части помещения.

Рассматривая исходные измеримые параметры классных кабинетов, такие как план, высота, пропорции помещения на соответствие биофильным и биоклиматическим рекомендациям, классы в т.п. № 2С-02-8 и № 222-1-126 имеют более высокий потенциал, чем т.п. № 221-1-179.

Таблица 3

Сравнительные показатели исследуемых типовых проектов

Типовые проекты школ	Классный кабинет				Показатели поверхности пола в зависимости удаления от наружной стены с оконными проемами или требующие подсветки, %					
	Площадь помещения, м ²	Площадь оконного проёма, м ²	Световой коэффициент	Соотношение сторон длина / глубина	Учебные помещения			Общешкольные помещения		
					4,5 м	4,5-6 м	> 6 м*	4,5 м	4,5-9 м	> 9 м**
№ 2С-02-8	51,9	13,2	1:3,9	1,4	75,0	25	–	53,2	20,9	19,2
№ 222-1-126	55,8	16,9	1:3,3	1,4	71,4	23,8	4,7	50,1	12,5	29,5
№ 221-1-179	52,5	12	1:4,4	0,9	60,4	20,1	19,5	65,6	15,7	16,1

Примечание:

* Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10 во время занятий необходима постоянная подсветка искусственным светом.

** Согласно зарубежным стандартам ASHRAE, IES, USGBC (LEED), Living Building Challenge, WELL Building Standard при эксплуатации необходима постоянная подсветка искусственным светом.

Высота потолка общешкольных помещений во всех представленных проектах составляет около 3 м, кроме спортивно-гимнастических залов (около 6 м). Зоны с наибольшим средним показателем освещённости естественным светом и позволяющим потребителям наблюдать наружные виды представлены в т.п. № 221-1-179 (65,6 %) с наименьшим в т.п. № 222-1-126 (50,1 %). В общешкольных помещениях показатели частично освещённой зоны варьируют от 15,7 до 20,9 %. Самый высокий усреднённый показатель удаленности зоны пола от окна или требующий постоянной подсветки при эксплуатации общешкольных площадей наблюдается в т.п. № № 222-1-126 (29,5 %). В большей степени это связано с недостаточным, исходя из биофильных принципов, освещением в двухэтажном блоке, совмещающим библиотеку, актовый, обеденный, актовые залы и подсобные помещения. При принятии проектных решений реконструкции школ, исходя из данных показателей, перепланировка общешкольных площадей потребует индивидуального подхода.

Потенциальные проблемы для реализации биофильных принципов в проекте реконструкции школ возможно идентифицировать при выявлении регулярно занятых площадей, удалённых от оконных проемов и требующих постоянной подсветки при эксплуатации, свыше 6 м в учебных и 9 м в общешкольных помещениях. При этом необходимо учитывать световые коэффициенты помещений. Собранные количественные данные способствуют диагностике потенциальных биоклиматических качеств зданий. Систематизация полученных результатов и сопоставление их с пороговыми значениями, рекомендованными системами сертификации зданий позволят создать в образовательном учреждении биофильные пространства, обеспечивающие комфортную связь с внешней

средой.

Объёмно-планировочные решения здания могут выявить проблемы и возможности для биофильных связей с внешней средой. В узких зданиях легче обеспечить хорошее освещение и циркуляцию свежего воздуха внутри помещений чем в широких строениях [22]. Расположение парт учащихся в удалении от окон в широких помещениях, может ограничить доступ к окружающему виду, естественному свету и естественному движению воздуха.

Размеры планов и разрезов здания в архитектурно-строительных чертежах позволяют определить степень проникновения дневного света в помещения, одного из важных атрибутов создания связи с внешней средой. В России, для обеспечения нормативных уровней инсоляции, естественного и искусственного освещения, необходимо учитывать требования СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (далее СанПиН). В соответствии с требованиями СанПиН к естественному освещению в общеобразовательных учреждениях отношение площади остекления к площади пола (световой коэффициент) должно быть не менее 1:6; если глубина учебного помещения превышает 6 м, требуется организация подсвечивания с правой стороны, высотой не менее 2,2 м от уровня пола. В биоклиматической литературе наиболее освещенная зона в здании обычно соответствует ширине 4,5 м вглубь помещения, по периметру от наружной стены с оконными проемами. Следующие 4,5-9 м образуют частично освещенную зону. В зоне, отдаленной от фасада более 9 м, при эксплуатации необходима постоянная подсветка искусственным светом [23]. В соответствии с критериями стандарта WELL Building Standard, менее 70 % площади пола должны находиться на расстоянии от наружной стены в пределах 6 м и менее 30 % площади пола должны отстоять на 7 м.

В интерьере высокие окна и потолки кроме эстетической привлекательности способствуют большему проникновению дневного света внутрь помещения. Кроме этого, в учебных заведениях с высоким потолком возможно организовать перепады по высоте, которые являются атрибутом биофильного дизайна, построенном на комплиментарных контрастах. Изменяя структуру дневного света, многоуровневые потолки могут вызывать ощущения высокого и низкого, открытого и закрытого, что влияет на тепловые и слуховые ощущения в помещениях. Однако в учебных классах должны превалировать высокие потолки [24]. Следует учитывать, что, согласно российским нормативным требованиям, высота учебных помещений в чистоте должна быть не менее 3 м. Высота горизонтальных коммуникаций в учебных зданиях допустима не менее 2,6 м.⁶

Наличие окон в регулярно используемых помещениях, возможно, является самым простым и важным показателем контакта потребителей с внешней средой. Окна являются ключевым элементом при проектировании биофильных зданий для создания благоприятной, комфортной среды внутри объекта. Интенсивность естественного освещения помещения напрямую влияет на здоровье, позитивный настрой, активность и успеваемость учащихся [25]. Характеристики остекления влияют на степень потери тепла, при отсутствии солнечного излучения ночью и зимой и на перегрев из-за прямого солнечного излучения летом. Недостаток естественной вентиляции может привести к перегреву и загрязнению воздуха в помещении.

Некоторые приёмы биофильного дизайна обращены к визуальным ощущениям, другие подчеркивают важность сенсорной изменчивости и не визуальных связей с природой. Нерациональное использование оконных проёмов ограничивают биофилические качества пространства, поскольку они исключают тепловой, обонятельный и слуховой обмен с внешней средой. Отсутствие разнообразных сенсорных впечатлений может привести к скучной и неудовлетворительной обстановке, что в конечном итоге негативно сказывается на здоровье, настроении и эффективности выполнения поставленных задач перед учащимися. В тоже время чрезмерная сенсорная стимуляция может отвлекать учеников и негативно влиять на их концентрацию.

Высота окон определяет степень проникновения естественного света вглубь

⁶ СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

интерьера здания. Чем выше размещение окна от уровня пола, тем более равномерно распределение дневного света и глубже его проникновение в помещение. Как правило, дневной свет проникает в помещение на глубину, примерно в 1,5-2 раза превышающую высоту окна. Кроме того, высота подоконников влияет на поле обзора внешней среды. Поле зрения меняется в зависимости от глубины здания, и учащиеся, сидящие дальше от наружной стены с окнами, будут иметь более ограниченный вид на небо и, возможно, будут меньше подвержены воздействию меланопического света, который является индикатором циркадного ритма (циклических колебаний интенсивности всевозможных биологических процессов), обеспечиваемого солнцем. Например, при разработке раздела «Дизайн циркадного освещения» проектной документации, учет критериев WELL Building Standard (США) позволяет обеспечить снижение нарушений циркадного ритма, повлиять на улучшение качества сна, показатели эмоционального состояния и активности людей⁷.

Ориентация окон по сторонам света также является важным фактором биофильного дизайна в здании, поскольку она может влиять на количество естественного света и наружных видов, доступных потребителям. Например, окна, выходящие на юг, могут обеспечивать достаточное количество солнечного света в течение всего дня, в то время как окна, выходящие на север, могут получать меньше прямого солнечного света, но открывать более комфортный визуальный контакт с природой и другими элементами внешнего мира. Кроме того, расположение окон может влиять на качество воздуха в помещении и энергоэффективность, что является ключевыми аспектами биофильного пространства.

Размеры оконных проёмов могут служить индикатором потенциальных проблем и возможностей для использования дневного света и естественной вентиляции до посещения объектов и проведения более детального анализа школ с явными недостатками при реконструкции.

Наружные виды и панорама за окном, расстояние обзора, количество слоев обзора, качество ландшафта или элементов и композиция представляют собой ключевые элементы биофильного дизайна, поскольку они информируют потребителей о местоположении, времени и погоде. Например, с биоклиматической точки зрения, размещение деревьев ближе к фасаду снижает поступление солнечного света летом и позволяет зимнему солнцу проникать во внутренние помещения, когда листья опадают. С точки зрения биофилии, это позволяет детям ощутить сезонные ритмы роста и изменения растительности. Явные сезонные изменения ландшафта особенно характерны в холодном климате. Динамичные изменения, связанные с сезоном, такие как траектория пути солнца, характер ветра и циклы цветения растений влияют на контакт потребителей с природой и поэтому требуют тщательной интерпретации объемно-планировочных характеристик зданий.

Эффективность метода оценки диагностики потенциальных биоклиматических качеств здания на основе геометрических характеристик, выбранных из проектной документации, заключается в доступности и простоте его использования. Предлагаемый метод позволяет архитекторам быстро оценить большую выборку зданий и выявить те из них, которые имеют ограниченную связь с природной средой (например, дневное освещение, естественную вентиляцию и наружные виды, включая уличную растительность). Исследования показали, что количественная информация, содержащаяся в проектных чертежах, позволяет провести относительное сравнение выборки школ ориентируясь на нормативные требования и биофильные критерии. Это позволит архитекторам и проектировщикам без посещения объекта определить, какие параметры ниже рекомендуемых пороговых значений, а какие помещения или характеристики требуют более детального натурного исследования и корректировки с использованием инструментов оценки после введения объекта в эксплуатацию. Во время осмотра здания могут быть внесены корректировки с учетом выявленных индивидуальных особенностей и проблем, приняты дополнительные биофильные проектировочные решения.

⁷ Методическое руководство по проектированию динамического освещения общественных зданий. Минстрой России, ФАУ «ФЦС». Дата актуализации: 01.01.2021. 99 с.

Проектным группам, для получения репрезентативного результата необходимо выйти за рамки простых количественных показателей и активней использовать междисциплинарный подход. Например, сочетание архитектурной практики с дисциплиной экологическая психология, поможет дополнить проекты качественными показателями, относящиеся к восприятию природы, такими как символические отсылки, осознание и понимание людьми природных процессов. Предложенный метод также позволяет определить дополнительные связи между внутренним и внешним пространством учебных заведений используя в том числе принципы биофильной архитектуры. Например, выявить возможности озеленения прилегающей к школе территории.

Таким образом, представленный метод оценки не исключает дополненные способы диагностики позволяющие дать более полную информацию об объекте.

Данный метод архитектурной оценки реконструируемых школ предлагается в качестве первичного шага для понимания потенциальных биофильных свойств зданий перед принятием конечных решений при разработки проектной документации. Представленные компоненты являются дополнительными инструментами в проектировании, и для достижения эффективных результатов необходимо сочетать их с личным опытом, знаниями о современных исследованиях, тенденциях и актуальными нормативными требованиями касающиеся биофильного проектирования.

4. Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Предложенный метод, основанный на использовании объемно-планировочных параметров, указанных в проектных архитектурно-строительных чертежах, позволяет провести оценку школ, опираясь на стандарты экологического строительства, требования биоклиматической комфортности и биофилические принципы, для выявления проблем, препятствующих поддержанию связи человека с природой.
2. Метод архитектурной оценки реконструируемых школ предлагается в качестве первичного шага для диагностики потенциальных биофильных свойств зданий, таких как эффективность использования дневного освещения, естественной вентиляции, визуальной связи с внешней средой.
3. Преимущество данного метода заключается в быстроте, отсутствие необходимости натурного обследования объекта и понятности его использования.
4. Данная работа может послужить основой апробации метода архитектурной оценки, на основе объемно-планировочных параметров для диагностики потенциальных биофильных свойств гражданских зданий различного назначения.

Список литературы/ References

1. Новая школа. Программа капитального ремонта школ. URL: <http://novayashkola.tilda.ws> (дата обращения: 01.01.2023). [New school. The program of major repairs of schools. URL: <http://novayashkola.tilda.ws> (reference date: 01.01.2023)].
2. Galimullina A., Korotkova S. Adapting the architecture of school buildings in the context of humanizing the environment // IOP conference series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 890. 012008. DOI: 10.1088/1757-899X/890/1/012008.
3. Садыкова Л.Р., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Архитектурные принципы организации сенсорно-стимулирующих пространств дошкольных учреждений // Архитектура и современные информационные технологии. 2021. № 2 (55). С. 320–336 [Sadykova L.R., Akhtyamov I.I., Akhtyamova R.Kh. Architectural principles of sensorial stimulating spaces design for children's preschool institutions // Architecture and modern information technologies. 2021. No 2 (55). P. 320–336. DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-320-336].
4. Вафина Д.А., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Современные тенденции проектирования детских лагерей // Архитектон: известия вузов. 2022. № 4 (80) [Vafina D.A., Akhtyamov I.I., Akhtyamova R.Kh. Modern trends in the design of children's camps // Architecton: proceedings of higher education. 2022. No 4 (80). DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-9].

5. Бутабекова А.С. Принципы биофильного дизайна в организации комфортного пространства // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 3. С. 95–99. [Butabekova A.S. Principles of Biophilic Design in the Organization of a Comfortable Space // Urban Construction and Architecture. 2022. Vol. 12, No 3. P. 95–99. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.13.].
6. Ryan C.O., Browning W.D., Clancy J.O., Andrews S.L., Kallianpurkar N.B. Biophilic design patterns: Emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment // Archnet-IJAR. 2014. No 8 (2). P. 62–76. DOI: 10.26687/archnet-ijar.v8i2.436.
7. Hanc M., McAndrew C., Ucci M. Conceptual approaches to wellbeing in buildings: a scoping review // Building Research & Information. 2018. No 47 (6). P. 767–783. DOI: 10.1080/09613218.2018.1513695.
8. Kellert S.R. Nature by design: The practice of biophilic design. Yale University Press. 2018. 232 p.
9. McGee B., Park N.-K., Portillo M., Bosch S., Swisher M. DIY biophilia: Development of the biophilic interior design matrix as a design tool // Journal of Interior Design. 2019. No 44 (4). P. 201–221. DOI: 10.1111/joid.12159.
10. Aristizabal S., Byun K., Porter P., Clements N., Campanella C., Li, L., ... Bauer B. Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being // Journal of Environmental Psychology. 2021. Vol. 77. DOI: 10.1016/j.jenvp.2021.101682.
11. Hodson C.B., Sander H.A. Green urban landscapes and school-level academic performance // Landscape and Urban Planning. 2017. Vol. 160. P. 16–27. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.11.011.
12. Kweon B.-S., Ellis C.D., Lee J., Jacobs K. The link between school environments and student academic performance // Urban Forestry & Urban Greening. 2017. Vol. 23. P. 35–43. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.02.002.
13. Collado S., Corraliza J.A., Staats H., Ruiz M. Effect of frequency and mode of contact with nature on children's self-reported ecological behaviors // Journal of Environmental Psychology. 2015. Vol. 41. P. 65–73. DOI: 10.1016/j.jenvp.2014.11.001.
14. Cochran Hameen E., Ken-Opurum B., Son Y.J. (2020). Protocol for post occupancy evaluation in schools to improve indoor environmental quality and energy efficiency // Sustainability. 2020. No 12 (9). 3712. DOI: 10.3390/su12093712.
15. Васильева С.Ю., Липанова Л.Л. Гигиеническая оценка микроклимата в учебных комнатах общеобразовательной школы и факторов, его определяющих // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: материалы VII Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов. Екатеринбург: УГМУ. 2022. С. 645–650 [Vasilyeva S.Yu., Lipanova L.L. Hygienic evaluation of school classrooms microclimate conditions and its determinants // Topical issues of modern medical science and healthcare: materials of the VII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students. Ekaterinburg: USMU. 2022. P. 645–650].
16. DeKay M., Brown G.Z. Sun, wind & light: Architectural design strategies (3rd ed.). Hoboken: Wiley. 2014. 432 p.
17. Elaouzy Y., El Fadar A. Impact of key bioclimatic design strategies on buildings' performance in dominant climates worldwide // Energy for Sustainable Development. 2022. Vol. 68. P. 532–549. DOI: 10.1016/j.esd.2022.05.006.
18. Гимадиева Л.Ш. «Зеленые стандарты» на практике (на примере Республики Татарстан) // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 2337–2348 [Gimadieva L.S. «Green standards» in practice (the example of the Republic of Tatarstan) // Scientific Journal of KubSAU. 2014. No 101. P. 2337–2348].
19. Низамиева Э.Р. Возможность адаптации «зеленых» стандартов к российской проектной деятельности // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 4 (87). С. 36–43 [Nizamieva Eh.R. Possibilities of «green» standards` adaptation to Russian design activities // Bulletin of Civil Engineers. 2021. No 4 (87). P. 36–43. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-4-36-43].

20. Сухинина Е.А. Экологические стандарты для образовательных учреждений – создание безопасной и здоровой среды // Энергосбережение. 2021. № 4. С. 34–41 [Sukhinina E.A. Ecological standards for educational institutions – creating a safe and healthy environment // Energoberezheniye. 2021. No 4. P. 34–41].
21. Хазиахметова Е.В., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Принципы организации архитектурного пространства школы на основе педагогической методики Реджио Эмилия // Архитектура и современные информационные технологии. 2019. № 3 (48). С. 148–163 [Khaziakhmetova E.V., Akhtiamov I.I., Akhtiamova R.Kh. Principles of Forming of Architectural Space of School on the Basis of Reggio Emilia Pedagogical Methodology // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. No. 3 (48). P. 148–163].
22. Grondzik W.T., Kwok A.G. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. Wiley. 2019. 1920 p.
23. Vázquez N.G., Felipe M.L., Pereira F.O.R., Kuhnen A. Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views // Building and Environment. 2019. Vol. 152. P. 59–73. DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.01.049.
24. Vartanian O., Navarrete G., Chatterjee A., Fich L.B., Gonzalez-Mora J.L., Leder H., Modroño C., Nadal M., Rostrup N., Skov M. Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. Journal of Environmental Psychology. 2015. Vol. 41. P. 10–18. DOI: 10.1016/j.jenvp.2014.11.006.
25. Matusiak B.S., Klöckner C.A. How we evaluate the view out through the window // Architectural Science Review. 2016. No 59 (3). P. 203–211. DOI: 10.1080/00038628.2015.1032879.

Информация об авторах

Куприянов Валерий Николаевич, докт. техн. наук, профессор, член-корр. РААСН, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

Email: kuprivan@kgasu.ru

Мирсаяпов Илизар Талгатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

Email: mirsayapov1@mail.ru

Хабибулина Альбина Гомеровна, кандидат экономических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.

E-mail: albgomer@mail.ru

Хабибулина Аделя Маратовна, архитектор, Архитектурная студия ООО «ОФИС ДЕ», г. Казань, Российская Федерация.

E-mail: adelya0514@mail.ru

Information about the authors

Valery N. Kupriyanov, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the RAACS, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Email: kuprivan@kgasu.ru

Ilizar T. Mirsayapov, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Albina G. Khabibulina, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russian Federation.

E-mail: albgomer@mail.ru

Adelya M. Khabibulina, architect, Architectural Studio LLC «OFFICE DE», Kazan, Russian Federation.

E-mail: adelya0514@mail.ru