

УДК 721.011.12

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ БИОПОЗИТИВНОСТИ

Привалова Е.Н., Сергеева А.Ю.

Институт «Академия строительства и архитектур» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181, Ennifer2000@mail.ru

Аннотация. В статье обосновывается необходимость применения биопозитивных зданий и сооружений. Сформулированы принципы и подходы биопозитивной архитектуры. Проанализирован мировой опыт по применению принципов, основанных на симбиозе современных технологий и экологии. Рассмотрены экологические направления, связанные с темой исследования. Приведена классификация биоподходов с разных аспектов архитектуры. Проанализировано соответствие биоподходов биологическим критериям живого организма.

Предмет исследования. Биопозитивность зданий и сооружений.

Материалы и методы. В ходе работы был проведен анализ литературы по теме исследования и выявлены основные принципы и подходы при проектировании биопозитивных зданий и сооружений на основе анализа мирового опыта, применены методы: дедукции, теоретического анализа и синтеза, метод аналогии.

Результаты. В ходе исследования была решена одна из основных задач архитектурной науки - выведена классификация биоподходов, сформулированы принципы, выявлена тенденция развития архитектуры в бионаправлении. Проанализирован мировой опыт проектирования зданий и сооружений, основанных на биопозитивности. Изучено воздействие на биологический, социальный, психологический, интеллектуальный и физический уровни общества. Проектирование новых или преобразование уже существующих зданий и сооружений должно основываться на использовании мероприятий, способствующих экологическому равновесию между объектом и окружающей природной средой. Анализ данных свидетельствует о том, что вопрос создания, реконструкции и преобразования объектов городской среды чрезвычайно актуален и должен изучаться специалистами разных сфер деятельности (градостроителями, архитекторами, инженерами, экологами, экономистами, социологами и т.д.).

Выводы. На современном этапе развития общества биопозитивность зданий и сооружений – необходимая мера для устойчивого развития городских территорий. Развитие городов нуждается в модификации с учетом внедрения современных биопозитивных технологий и природоохранных мероприятий. Понятие «биопозитивность» становится основной стратегией развития городов мира. И цель этой стратегии восстановить природу в городах, приблизить человека к ней, таким образом повысить уровень городской жизни. Создание и реконструкция городской застройки, основанной на биоподходах включает в себя решение широкого круга вопросов инженерно-технического, экологического и социального характера, а также должна предусматривать выполнение комплекса мероприятий по экологизации объектов и прилегающих к ним территорий. Модернизируя, восстанавливая и адаптируя объекты градостроительства к современным запросам, условиям и требованиям, можно не только улучшить качество жизни человека, но и сформировать уникальный облик населенного пункта с учетом коэволюционного развития человека и биосферы.

Ключевые слова: биопозитивность, «зеленые крыши», вертикальное озеленение, биопозитивные материалы, повышение качества жизни, экология.

ВВЕДЕНИЕ

Депрессии и неврозы, как следствие «синдрома крупных городов» которым страдают жители «каменных джунглей», а также деградация ландшафтов, загрязнение атмосферы и почвы, нарушение аэрации и температурного режима, образование свалок мусора наблюдается почти в каждом населенном пункте. Рост городов происходит в разногласии с природными устоями, постоянно загрязняя окружающую среду и нанося негативное воздействие на физическое и психическое состояние жителей города.

Вопросы связанные с дальнейшим развитием общества, впервые были рассмотрены на Конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992г. При разработке стратегии развития стран во многом они стали определяющими. Одну из главных ролей в решении данного вопроса играют инновационные технологии строительства.

Непрерывное устойчивое развитие человечества подразумевает, как сохранение и восстановление окружающей среды, в том числе снижение

пагубного влияния жизнедеятельности человека на воздух, почву, воду, флору и фауну, так и максимальное сохранение невосполнимых источников природных ресурсов.

Следовательно, система «зеленого» строительства полностью соответствует принципам развития социума. Она расширяет объемы экологически благоприятных зданий и сооружений, способствует улучшению окружающего климата и микроклимата, приводит к минимализации отходов, как в процессе строительства, так и в период эксплуатации сооружения.

Рассматривая данный вопрос непосредственно в нашей стране, можно сказать, что на данный момент большая часть городов России находится в неблагоприятной ситуации, ведь основной причиной возникновения экологических проблем являются сами города. Поэтому для решения данной проблемы необходимо рассматривать весь ряд мероприятий строительного комплекса, начиная с производства строительных материалов и заканчивая утилизацией строительных отходов после сноса объекта. Сочетание «зеленых»

стандартов и инновационных технологий способствует созданию биопозитивных сооружений, комбинирующих комфорт населения и защиту окружающей среды [1].

Цель исследования: разработка принципов формирования архитектурного пространства на основе комплексного применения биоподходов в контексте коэволюционного развития человека и биосферы.

Задачи исследования:

1. определить принципы биопозитивности;
2. провести анализ успешного мирового опыта использования принципов биопозитивности при строительстве объектов;
3. определить значение биопозитивных материалов, биопозитивных технологий, их эффективность для устойчивого развития городов будущего;
4. предложить классификацию биоподходов в различных структурных аспектах;
5. провести анализ соответствия биоподходов экологическим критериям живого организма;
6. сформулировать выводы.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемы развития городов наиболее детально раскрыты в работах доктора технических наук Тетиора А.Н. [2,3]. В его работах дается определение понятия «биопозитивность», «устойчивое развитие города», описываются принципы и приемы биопозитивного строительства, а также прогнозируется преобразования городской среды будущего.

Вопросы необходимости применения биопозитивных технологий, как основы развития устойчивой городской среды (в том числе для Республике Крым) рассмотрены в статье Сидоровой В.В. и Сорокиной Н.А. [4].

Саяпина Д.Г. и Коробий Е.Б. в своей статье [5] анализируют современную тенденцию озеленения городского пространства, ее влияние на здоровье человека, его душевное состояние и работоспособность. Рассмотрена история градостроительства и архитектуры, а именно - попытки создания экспериментальных моделей экологически эффективных зданий и городов в целом.

В работе Денисенко Е.В. [6] рассматривается взаимодействие природы и общества, как длительной перспективы развития экологической стратегии устойчивой городской среды. Приведены принципы формирования архитектурного пространства на основании комплексного применения биоподходов в контексте взаимного развития человека и природы, также рассмотрена практика применения принципов биопозитивной архитектуры и природных форм такими архитекторами как: Антонио Гауди, Фрэнк Ллойд Райт, Ле Корбюзье, Кисе Курокава, Кензо Танге, Оскар Нимейер, Фрэнк Гери, Заха Хадид, Норман

Фостер, OMA, R&Sie(n), UN Studio, MVRDV и другие.

Биопозитивность зданий и сооружений достигаемая за счет использования экологически чистых видов энергии, анализ передовых технологий изготовления различных экологически чистых или практически экологически чистых строительных материалов, усовершенствование стандартов и норм проектирования. Приведены условия биопозитивности зданий и сооружений, мероприятия для повышения уровня биопозитивности. Проанализирован вопрос о способах урбоэкологической помощи живой природе. Рассмотрен ряд решений для «возвращения» части застроенной природной среды в более естественное состояние. Изучены преимущества системы «умное» биопозитивное здание. Выведены принципы создания материалов и их использование в технике, а также приведены варианты совершенствования биопозитивных материалов и экологических конструкций достаточно подробно рассмотрено в работе Слепынина А. [7]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе проанализированы теоретические и практические материалы, касающиеся темы исследования, сделаны выводы. В процессе подбора материалов по теме публикации и анализа полученных результатов применены методы: дедукции, сравнительного анализа и теоретического синтеза, метод аналогии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Ведущим направлением по сохранению и улучшению экологической ситуации в населенных пунктах является придание биопозитивности зданиям и сооружениям. Основная задача биопозитивного объекта — это формирование благоприятной и безопасной среды для жизнедеятельности человека, а также отсутствие негативного влияния на природную среду.

Впервые термин «биопозитивность» применен доктором технических наук Тетиором А.Н.

Биопозитивность зданий и инженерных сооружений — это их способность органично вписываться в природную среду и не быть отторгаемыми экосистемами, не разрушать и не загрязнять природную среду, восстанавливать природу, быть приспособленными (биоадаптивными) для существования живой природы на наружных поверхностях зданий и внутри объемов сооружений, экономить ресурсы и не требовать для изготовления зданий невозобновляемых ресурсов, не быть преградами на путях потоков веществ и энергии, не выделять не перерабатываемых природной средой загрязнений, создавать высокое качество жизни [2].

Особенности технологических и конструктивных решений

При разработке конструктивных решений объектов для оказания благоприятного воздействия на природу необходимо:

- Минимизировать площадь занимаемой поверхности земли при строительстве;
- Использовать источники возобновляемой энергии;
- Утилизировать отходы;
- Исключить негативное воздействие на окружающую среду от эксплуатируемого объекта;
- Использовать экологически чистые материалы при строительстве объекта;
- Применять внешнее вертикальное озеленение стен и фасадов, озеленение крыш;

- Восстанавливать естественное состояние участка территории после окончания срока эксплуатации здания;

- Не создавать под поверхностью земли непроницаемых экранов, чтобы не нарушать процесс естественного испарения и движения ливневых и грунтовых вод, не препятствовать деятельности почвенных организмов.

Важнейшей задачей является сохранение почвенного покрова. Размещая здания и сооружения над и под поверхностью земли, на шельфе, под водой и на неудобьях можно решить данную проблему [8].

Примеры подземных сооружений: часть Штеделевского музея в г. Франкфурт-на-Майне (Германия), музея Иоанненум в г. Грац (Австрия), торговый комплекс «Охотный ряд» в г. Москва (Россия) (рис. 1).

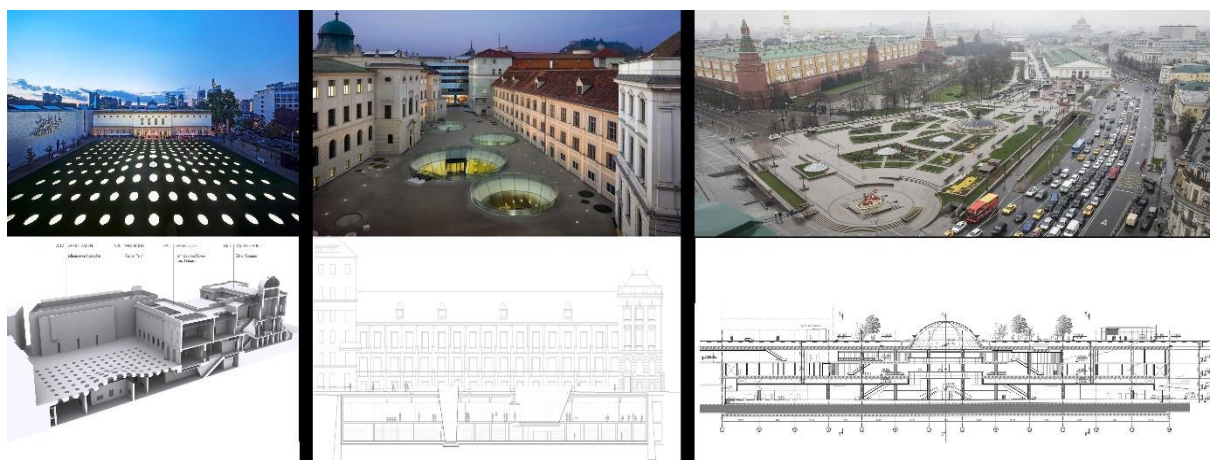


Рис. 1. Подземно – наземные сооружения: Штеделевский музей в г. Франкфурт-на-Майне (Германия) (слева); музей Иоанненум в г. Грац (Австрия) (в центре); торговый комплекс «Охотный ряд» в г. Москва (Россия), (справа).

Fig. 1. Underground - aboveground structures: Shtedel Museum in Frankfurt am Main (Germany) (left); the Ioannenum Museum in Graz (Austria) (center); shopping center "Okhotny Ryad" in Moscow (Russia), (right).

Примеры обвалованных или полузаглубленных сооружений: Edgeland Residence штат Техас (США), церковь Темппелиаукио в г.Хельсинки (Финляндия).

Примеры надземных сооружений: автономная вилла Когельхоф в Норд-Беваланде (Нидерланды); дом Toda в Хиросиме (Япония); дом Полюс (Австралия) (рис.2) [4].



Рис. 2. Надземные сооружения: автономная вилла Когельхоф в Норд-Беваланде (Нидерланды) (слева); дом Toda в Хиросиме (Япония) (в центре); дом Полюс (Австралия) (справа).

Fig. 2. Above ground structures: self-contained villa Kogelhof in Nord-Bevaland (Netherlands) (left); the Toda house in Hiroshima (Japan) (center); house Pole (Australia) (right).

Озеленение поверхностей

Минимальное условие биопозитивности объектов - возможность существования и развития на поверхности сооружения живых организмов, а также благоустройство прилегающей территории. Биопозитивными являются только те конструктивные решения, которые передают поверхности здания «некоторое подобие естественной среды обитания для растений, птиц и мелких животных».

Возможность существования и роста растений на закрепленных наклонных, вертикальных и горизонтальных поверхностях приводит к очищению от загрязнений воды и воздуха, улучшению микроклимата внутри здания, а также созданию биомассы, тепло- и звукозащиты и как следствие улучшает эстетический вид.

В 1994 г. в г. Манчестере (Англия) на конгрессе «Глобальный экологический форум - 94» рассматривались вопросы биопозитивности и выработаны подходы к решению проблемы

преобразования городской среды. Было предложено использовать архофитомелиоративные мероприятия при строительстве и реконструкции объектов.

Архофитомелиоративные мероприятия включают следующие меры:

- Вертикальное озеленение стен при помощи устройства веранд и террас, создания ампельных покрытий и навесных устройств для озеленения фасадов;
- Устройство фитомансардных этажей для устройства зимних садов внутри здания;
- Создание биопозитивных цокольных зон здания (выполнение фитоэкранизирующих покрытий стен, озеленение конструкций отмосток, цоколей и др.);
- Озеленение максимально возможных свободных участков территории и искусственных надземных территорий, создаваемых с помощью подземного пространства;
- Эксплуатация крыш путем озеленения как зон рекреации.



Рис. 3. Варианты озеленения фасадов: культурный центр Acros (Япония) (слева); резиденция Hualien (Тайвань) (в центре); школа искусств (Сингапур) (справа).

Fig. 3. Facade landscaping options: Acros Cultural Center (Japan) (left); Residence Hualien (Taiwan) (center); School of the Arts (Singapore) (right).

Целесообразно озеленять крыши зданий с плоской кровлей. Ле-Корбюзье считал сады на эксплуатируемой кровле «программным пунктом новой архитектуры». Благодаря устройству почвенного покрова, дренажного слоя и гидроизоляции озеленяемая кровля защищает

здания от теплопотерь в зимний период и от перегрева летом, улучшает микроклимат, препятствует загрязнению, уменьшает излучение вредных веществ, присущие обычным крышам при перегреве (рис. 4) [10].



Рис. 4. Варианты озеленения кровли: Наньянский технологический университет (Сингапур) (слева); Marcel Sembat High School (Франция) (в центре); ресторан Royal Beach (Крестовский остров, Санкт-Петербург) (справа).

Fig. 4. Roof landscaping options: Nanyang Technological University (Singapore) (left); Marcel Sembat High School (France) (center); Royal Beach restaurant (Krestovsky Island, St. Petersburg) (right).

По исследованиям Ле-Корбюзье эксплуатируемое покрытие каждого здания с плоской крышей следует проектировать в виде атриума, дендрария или открытой площадки, это позволит получить в каждом доме еще одну экологически чистую зону.

К биопозитивным относятся не только здания, но и берегоукрепительные сооружения, которые способствуют развитию прибрежных экосистем, подводные конструкции и шумозащитные озелененные экраны вдоль автомагистралей и т.д. [9].

Архофитомелиоративные мероприятия способствуют созданию благоприятного микроклимата в помещениях, защищают от пыли, вибрации, шума, загазованности, способствуют оздоровительному эффекту, улучшают эстетический вид, поддерживают видовое разнообразие растений, возмещают уничтоженную при строительстве биопroduкцию, и таким образом делают окружающую среду более комфортной [5].

В будущем возможно усовершенствование системы «умное здание», которое будет контролировать состояние внутренней и внешней среды через систему датчиков и при отклонении показателей стремится привести их к нормативным.

Также хочется отметить необходимость оптимизации площади проездов, пешеходных дорожек, автомобильных стоянок и дворовых площадок. Экологически благоприятными являются покрытия из штучных материалов (плитные и брусчатые из природного камня). Они сохраняют доступ воздуха и влаги к почве, благоприятно влияют на грунтовые воды и микрофлору [1].

Уровни биопозитивности

- Минимальный уровень – выращивание растений на поверхности зданий и сооружений
- Более высокий уровень подразумевает возможность существования на озелененной поверхности сооружений животных или птиц.
- Следующий уровень предусматривает получение биопroduкцию с этих площадей.

Уровень биопозитивности зданий и сооружений может быть существенно повышен путем использования биопозитивных материалов, учета требований сенсорной экологии, сокращения энергопотребления и повышения теплозащитных свойств, устройства в конструкциях здания установок для утилизации возобновимой энергии, сбора и использования дождевой воды с кровли, и т.д. [7].

Активные биопозитивные здания выполняют такие функции как:

- 1) Создавать условия для нормального существования и развития растений и животных, обитающих в данном регионе;
- 2) Создавать благоприятный микроклимат внутри помещения и комфортные условия проживания людей;

- 3) Очищать выпадающие атмосферные осадки и окружающий атмосферный воздух, воспроизводить биопroduкцию равную или большую, чем производимая на занятой территории зданием ранее [8].

Биопозитивные строительные материалы

Биопозитивные материалы – это материалы из возобновляемых природных ресурсов, требующие минимальных затрат энергии в процессе изготовления, не загрязняющие природную среду при изготовлении и эксплуатации, не оказывающие негативного действия на человека, полностью рециклируемые или разлагающиеся после выполнения функций подобно материалам живой природы. К таким материалам относятся: дерево, бамбук, тростник, солома, шерсть, кожа, войлок, пробка, коралловый песок и камни, натуральный шелк, хлопок натуральная олифа, натуральные клеи, натуральный каучук и др. Также можно отнести к биопозитивным изделия из стекла, алюминия, глины [11].

При создании биопозитивных конструкций и материалов полезно использовать принципы природы.

Существующие материалы должны совершенствоваться в направлении биопозитивности. Для этого, во-первых, необходимо применять рециклируемые материалы, сократить материалоемкость, повысить их долговечность. Во-вторых, создать абсолютно новые материалы с заданными свойствами биопозитивности, которые смогут расти, регенерироваться и подпитываться энергией самостоятельно.

Один из самых популярных строительных материалов в городах – это бетон. Существуют интересные разработки по **приданию бетону биопозитивных свойств**. Например, в Барселоне ученые политехнического института рекомендуют использовать органический бетон, способствующий развитию лишайника и мха, как альтернативу вертикальных садов не требующих поддерживающих конструкций. В составе бетона портландцемент (вяжущее вещество) было заменено фосфатом магния, который скрепляет бетон и подкисляет среду, что способствует выращиванию некоторых растений. Верхний слой бетона задерживает дождевую воду, а средний влагостойкий слой препятствует разрушению и проникновению влаги внутрь стен.

Еще одно усовершенствование бетона предоставили ученые из голландского университета Delft Technical University. Биобетон обладает свойствами самовосстановления, при помощи живущих в нем бактерий *Vacculus* трещины затягиваются. Добавленные в бетон микроорганизмы и крошечные капсулы с локтатом кальция, служат источником питания бактериям. При добавлении воды происходит химическая реакция, во время которой образуется известняк и

заполняет все микротрещины. Примером строения с использованием такого материала служит спасательная станция в Голландии на берегу озера.

К сожалению, биопозитивных материалов, способных приблизить сооружения к природным

объектам, на сегодняшний день мало, они находятся на стадии разработки и широко не применяются в строительстве [4].

Таблица 1. Природные принципы создания материалов и их использование в технике.

Table 1. Natural principles of creating materials and their use in technology.

Объект	Природные принципы	Использование природных принципов в технике
Материалы и их изготовление	Биоматериалы, не требующие затрат невозобновляемых ресурсов при изготовлении.	Новые технологии и материалы, не потребляющие невозобновимые ресурсы
	Саморазлагающиеся материалы, не загрязняющие природу.	Саморазрушающиеся (после срока эксплуатации) материалы
	Активные материалы, подпитываемые энергией и меняющие жесткость (наподобие мышц)	Создание активных материалов, воспринимающих временные нагрузки
	Композиты: сочетание пассивных и активных материалов	Композиты, сочетание пассивных и активных материалов
Конструкции	Пространственные конструкции (оболочки мембраны, сетки)	Пространственные конструкции
	Гексогональность пор, сеток	Гексогональность
	Тургор, напряжение пор	Тургор, напряжение сот,
	Торможение трещин	Торможение трещин
	Полифункциональность.	Полифункциональность.
Развитие и разложение	Рост, развитие по программе	Саморастущие сооружения
	Ремонт и изменения в процессе жизни по программе	Самозалечивание и нужные изменения по программе
	Разложение после завершения жизни с возвратом всех веществ в кругооборот	Саморазрушение с возвратом составляющих в производство или естественный кругооборот.

Использование возобновляемых источников энергии

В зависимости от источников энергии энергетические ресурсы делятся на возобновляемые, применение которых ведет к устойчивому развитию, и не возобновляемые. К возобновляемым источникам относятся: энергия ветра, солнца, фотосинтеза, приливов, волн, гидроэнергия, геотермальная энергия, процессов испарения и выпадения осадков, тепловая энергия.

Для получения возобновляемой энергии, необходимо применить установки совмещенные со зданием и сооружением. Рассмотрим примеры зданий и сооружений с установками по утилизации возобновляемых источников энергии в электричество из мировой практики (рис.5) [4].

Энергия ветра: в Бахрейском торговом центре успешно работают ветрогенераторы. Сооружение состоит из двух башен, соединенных между собой

тремя воздушными мостами с установленными на них ветрогенераторами.

Энергия солнца: Павильон Endesa в Барселоне, разработанный Институтом Передовой Архитектуры Каталонии, оборудован фотогальваническими группами по многоуровневому, угловым крышам, которые собирают максимальное количество света даже с учетом сезонности.

Геотермальная энергия: Noain City Hall в Испании, принцип действия заключается в обмене энергии здания с землей через тепловые насосы, температура внутренних помещений регулируется через сеть микротруб, установленных в полу. Таким образом, пол превращается в одну большую систему охлаждения (рис.5).

Энергия механическая: компания Pavegen Systems Ltd в Великобритании разработала тротуарную плитку и покрытие пола, вырабатывающие электроэнергию от шагов. Плиты изготовлены из полимерного бетона и переработанной резины с светодиодом в центре,

который загорается, когда кто-нибудь наступает на них [4]. Корпус плитки изготовлен из особой нержавеющей стали. При нажатии верхняя грань прогибается на 5 миллиметров, и заставляет интегрированный преобразователь генерировать

электричество. Электроэнергия может накапливаться в литиевом аккумуляторе, либо отправляться напрямую для питания освещения рекламных вывесок, витрин, автобусных остановок и т.д.



Рис. 5. Энергоэффективные здания: торговый центр в Бахрейне (слева); Павильон Endesa в Барселоне (в центре); Noain City Hall в Испании (справа).

Fig. 5. Energy efficient buildings: shopping center in Bahrain (left); Endesa Pavilion in Barcelona (center); Noain City Hall in Spain (right).

К энергосберегающим мероприятиям можно отнести: правильная ориентация по ветру, эффективные объемно-планировочные и конструктивные решения, утилизация теплоты от внутренних источников здания, использование теплоизоляции наружных стен, регуляторы и счетчики тепла, солнечные батареи на кровлях и экранах лоджий, аккумулирование энергии, при возможности – использование ветровой энергии, биогаза, подземного тепла и др.

На данный момент биопозитивные технологии дороги и требуют обширных знаний специалистов для внедрения их в городскую среду. Поэтому в основном положительный эффект можно рассмотреть на примере экономически развитых стран, которые ощущают нехватку полезных ископаемых и ориентированы на экологизацию жизни.

Формообразование и стилевые направления

Одно из условий при проектировании биопозитивных сооружений — это соблюдение визуальной экологичности. Использование пространственных конструкций (структур, мембран оболочек) как максимально приближенным к природным формам является методом решения данного вопроса. Данные конструкции визуально приятные и экономичны в расходах при строительстве объекта. Так как правильно выбранная (обтекаемая) форма объекта приводит к снижению ветровых нагрузок, при этом появляется возможность уменьшить расчетное значение несущих конструкций.

Анализируя стилевые направления и теоретические концепции XX в. можно заметить индивидуальность подходов (взглядов) на взаимодействие природы и архитектуры при помощи структурных и функциональных связей: «форма следует функции» (Л. Салливен); органичное взаимодействие архитектуры-природы-человека (А. Аалто); уникальность объекта в зависимости от его местоположения (Ф.Л. Райт); экологичность и подражание природе в архитектурном проектировании (Ле Корбюзье).

Природная составляющая стилевых направлений выражается в: органичности мотивов модерна; функциональности рационализма; мобильности функционализма; пластичности экспрессионизма; конструктивности неопластицизма (Я. Ауд.); естественности и контекстуальности органической архитектуры (Ф.Л. Райт); природной ассоциативности неоекспрессионизма (С. Калатрава, Й. Уотсон); мобильности и модульности неофункционализма; гармоничном взаимодействии элементов структурализма; естественности материалов необрутализма (А. и П. Ститсоны); модульности и трансформации метаболизма с возможностью развития и роста аналогично живому организму (К. Курокава); динамичности деконструктивизма (З.Хадид, Э. Моос, Ф. Гери); бережном отношении к природной среде (Т. Андо) и т.д.

Взаимодействия и взаимосвязи архитектуры-человека-природы основывается на принципе «функция + форма + структура», а также на принципах проектирования с использованием возобновляемых источников энергии, экологических материалов.

К современной бионаправленной архитектуре относятся: зеленая архитектура, экоархитектура; фитоморфизм, био-тек, органи-тек, био-тек, эко-тек, зооморфизм, фитоморфизм, биоурбанизм, биотектура.

На основании анализа творчества архитекторов можно разработать классификацию структурных аспектов (рис. 6) [6].

Исходя из полученных аспектов и подходов, основанных на взаимодействии с природной составляющей разработана классификация биоподходов (рис.7)

На базе выявленных структурных аспектов и соответствия им биоподходов сформулированы

принципы (рис. 8) и критерии архитектурного пространства, предложена теоретическая модель.

Принципы: экологичность, высокотехнологичность, интегрированность, природное формообразование, природное функционирование.

Согласно вышеуказанным принципам, можно провести соответствия биоподходов биологическим критериям живого организма (рис. 9). Формируя объект по принципу и подобию живого организма, появляется возможность поспособствовать взаимодействию с окружающей средой, помогая биосфере возобновлять биологические процессы, безвредно и независимо сосуществовать [6].

Структурный аспект	В чем выражено	Архитекторы
Пространственный аспект	Процесс саморазвивающегося пространства	П. Эйзенман
	Чередование масс-пространства	Д. Либескинд
	Информативность и функциональность блоб-пространства	Г. Линн
	Взаимозависимость формы-функции	Р. Роджерс
Формообразующий аспект	Масштабные пластичные скульптурные композиции	Ф. Гери
	Архитектурные «экзоскелеты»	С. Калатрава
	Абстрактная гибкая форма	З. Хадид
Контекстуальный аспект	Культурная и средовая конфигурация	Рем Колхас
	Принцип гармонии контекста и объекта	Р. Пиано
	«Живая система» объекта, биоклиматический подход, экологический и энергосберегающий принцип	К. Янг
	Изменчивость гибкость зданий как живых организмов, минимизация ущерба для природы	Н. Гримшоу
Процессуальный аспект	Программный метод проектирования	MVRDV
	Изменение порядка и гравитации	Coop Himmelb(l)au
	Прогнозирование процессов и ситуаций	П. Цумтор
	Ресурсосбережение в строгих образных решениях	Н. Фостер

Рис. 6. Классификация структурных аспектов

Fig. 6. Classification of structural aspects

1. Контекстуальный аспект - взаимодействие природного контекста и архитектуры			
1.1. зеленые насаждения			
1.2. природные, экологические материалы			
1.3. отражение природы в архитектуре			
1.4. прозрачность			
1.5. арбоархитектура			
1.6. архитектура, встроенная в природную среду: земля или скалы, воздух, вода			
1.7. влияние природных факторов на формирование объекта			
2. Пространственный аспект - (характеристики и качества природного мира в архитектуре)			
2.1. трансформация			
2.2. мобильность			
2.3. функциональность			
2.4. модульность			
2.5. цикличность			
3. Процессуальный аспект - (процессы живого организма в архитектуре)			
3.1. автономность			
3.2. автоматизация			
3.3. высокие технологии			
4. Формообразующий аспект - (метафора природных форм в архитектуре)			
4.1. интерпретация природной формы			
4.2. копирование природной формы			
4.3. имитация природного контекста			
4.4. конструктивная аналогия с живой природой			

Рис. 7. Классификация биоподходов
Fig. 7. Classification of bioapproaches

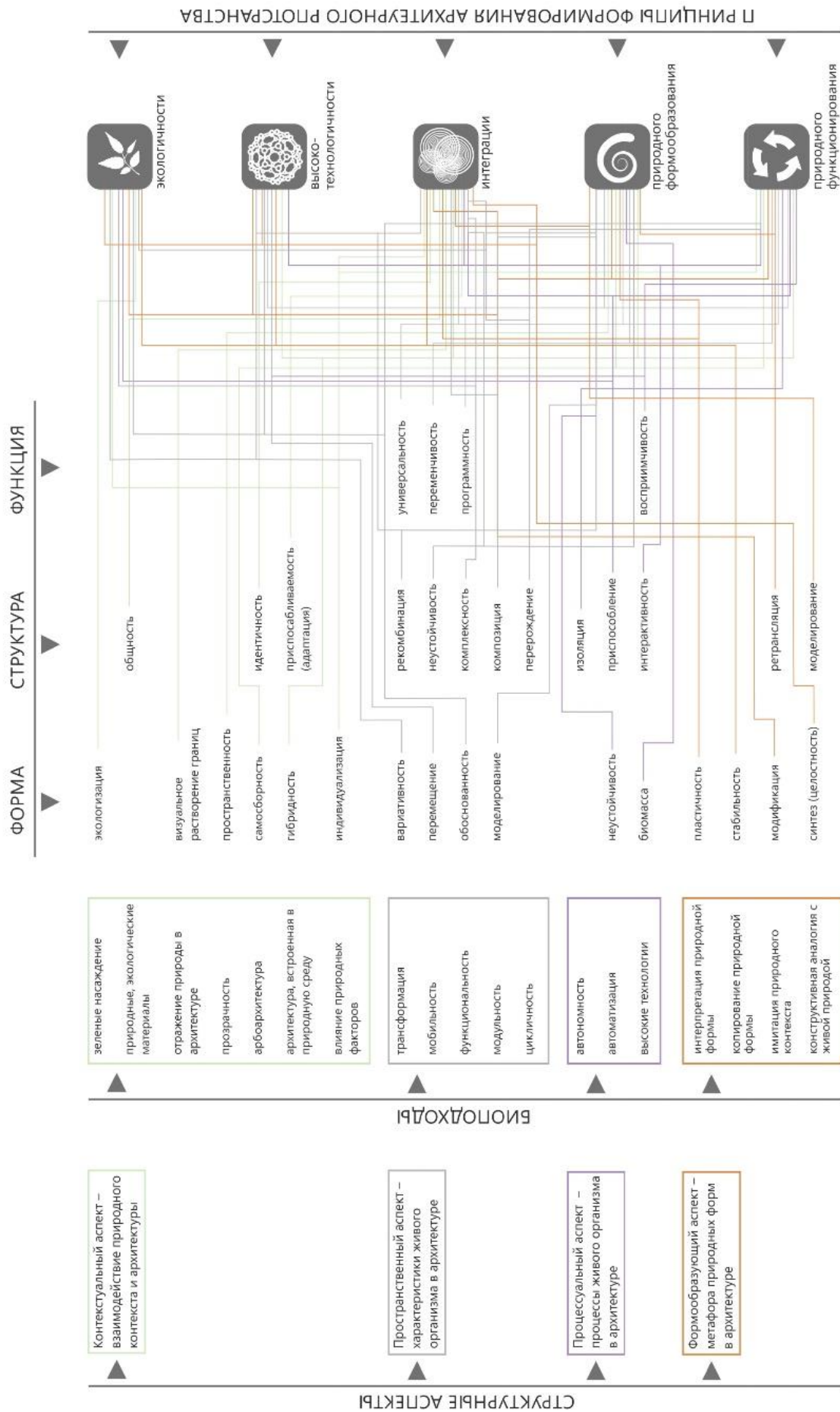


Рис. 8. Принципы формирования архитектурного пространства на основе биологов
Fig. 8. Principles of the formation of an architectural space based on bio approaches.

	Мимикрия	Метаболизм	Адаптация	Авторегуляция	Дискретность	Изменчивость	Репродукция	Наследственность	Рост и развитие	Раздражимость	Ритмичность	Самовосстановление	Пластич./энерг. обмена
ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА (КОНТЕКСТ) И АРХИТЕКТУРА													
применение зеленых насаждений	•	•			•		•		•	•		•	•
применение природных материалов	•				•		•						
отражение природы в архитектуре	•		•			•							
прозрачность	•		•			•							
арбоархитектура	•	•			•	•	•		•	•		•	•
архитектура, встроенная в природную среду	•				•		•						
влияние природных факторов на объект		•	•		•								
ХАРАКТЕРИСТИКИ И КАЧЕСТВА ПРИРОДНОГО МИРА (ЖИВОГО ОРГАНИЗМА) В АРХИТЕКТУРЕ													
трансформация				•		•	•		•		•		•
мобильность		•	•								•		•
функциональность						•		•					
модульность	•			•		•	•		•				•
цикличность		•					•				•		•
ПРОЦЕССЫ ПРИРОДНОГО МИРА (ЖИВОГО ОРГАНИЗМА) В АРХИТЕКТУРЕ													
автономность		•	•	•						•		•	•
автоматизация		•	•	•						•	•	•	
высокие технологии			•	•		•			•	•	•	•	•
МЕТАФОРА ПРИРОДНЫХ ФОРМ В АРХИТЕКТУРЕ (ОБОЛОЧКА)													
интерпретация природной формы	•				•			•					
копирование природной формы	•							•					
имитация природного контекста	•				•								
конструктивная аналогия с живой природой	•				•			•					

Рис. 9. Соответствие биоподходов биологическим критериям живого организма.
Fig. 9. Compliance of bioapproaches with biological criteria of a living organism.

Обобщая результаты, можно сказать с уверенностью, что устойчивый город будущего будет работать по принципам биопозитивности, рассмотренным в этой статье. Доказательством служат уже реализованные примеры из мирового опыта [4]. На данный момент в этом деле дальше всех продвинулись США. Уже на протяжении нескольких лет в стране работает совет по биопозитивному строительству (USGBC), который сертифицирует и дает оценку проектной документации возводимых объектов именно с точки зрения влияния их на здоровье человека и окружающую среду [1].

ВЫВОДЫ

Архитектура эволюционирует вместе с природой и человеком. Ведь объекты, спроектированные с учетом принципов экологического взаимодействия и подобия живому организму, способны приблизить их к природе. Как показал опыт бионаправленной архитектуры данная тенденция весьма значима и нуждается в дальнейшем изучении тематики и усовершенствованию ее принципов.

1. На основании анализа концепций и стилевых направлений выявлены различные подходы взаимодействия архитектуры и окружающей природной среды от частичной до полной включенности: интерпретация природных форм, экологичность, цикличность, взаимодействие с природой, использование природных материалов, возобновляемой энергии и т.д.

2. Выявлены проблемы использования биоподходов в высоко и малопродуктивных территориях, а также на ландшафтах с особым характером (район вечной мерзлоты, пустыни). Необходимо отметить проблему биопозитивности зданий в районах повышенной этажности (небоскребах) и плотной застройки, не все методы могут быть применимы в данной ситуации.

3. Исходя из проведенного анализа научной литературы можно заключить, что данная проблема актуальна и всесторонне изучается.

4. Классифицированы структурные аспекты в соответствии с различными подходами биоадаптивности: пространственные (трансформация, функциональность, мобильность, цикличность, модульность), контекстуальные (зеленые насаждения, экологически чистые материалы, отражение природы в архитектуре, арбоархитектура, прозрачность, встроенная архитектура в природную среду формирования на основании природных факторов), формообразующие (имитация природного контекста, интерпретация природной формы, повторение природной формы, аналогия с живой природой) и процессуальные аспекты (применение нанотехнологий, автоматизация, автономность).

5. Выведены принципы создания объектов, основанных на комплексном биоподходе: принцип природного формообразования, принцип

интеграции, принцип высокотехнологичности, принцип экологичности, принцип природного функционирования.

6. Проанализированы проектные особенности мировых биопозитивных зданий и сооружений.

7. Полученные результаты способствуют формулированию принципов создания биопозитивных зданий и сооружений и могут быть использованы в последующих исследованиях, экспериментальном проектировании и учебном процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серков А.И. Использование основных принципов архитектурно-строительной экологии при создании биопозитивных зданий и сооружений // Региональное развитие. Электрон. журн. 2017. № 2 (20). Режим доступа: <file:///C:/Users/USER/Downloads/ispolzovanie-osnovnyh-printsipov-arhitekturno-stroitelnoy-ekologii-pri-sozdanii-biopozitivnyh-zdaniy-i-sooruzheniy.pdf>.
2. Тетиор А.Н. Устойчивое развитие. Устойчивое проектирование и строительство. М: Природа, 1998. 450 с.
3. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. М.: Академия, 2008. 368 с.
4. Сидорова В.В., Сорокина Н.А. Биопозитивные технологии, как основа развития устойчивой городской среды // Научно-технический журнал по строительству и архитектуре. Электрон. журн. – 2018. – № 10(62).
5. Саяпина Д.Г., Коробий Е.Б. Озеленение городов: биопозитивность зданий и сооружений // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2014. – № 3. – С. 171-176.
6. Денисенко Е.В. Принципы формирования архитектурного пространства на основе биоподходов: автореф. дис. ... канд. архитектуры. Нижний Новгород, 2013. 28 с.
7. «Биопозитивность зданий и сооружений и архофитомелиорация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2013/11/26/biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i>.
8. Основы биопозитивности зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/10-52183.html>.
9. Биопозитивность зданий и сооружений и архофитомелиорация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.su/15_125393_biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i-arhofitomeliioratsiya.html.
10. Биопозитивность и архофитомелиорация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yaradom.ru/articles/23-bioozitivnye-doma/109-biopozitivnost-i-arkhofitomeliioratsiya>.

11. Биопозитивные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ndpi.kiev.ua/pages/2777>.

REFERENCES

1. Serkov A.I. Using the basic principles of architectural and construction ecology in the creation of biopositive buildings and structures // Regional development. Electron. zhurn. – 2017. – № 2(20). Access mode: file:///C:/Users/USER/Downloads/ispolzovanie-osnovnyh-printsipov-arhitekturno-stroitelnoy-ekologii-pri-sozdanii-biopozitivnyh-zdaniy-i-sooruzheniy.pdf.
2. Tetior A.N. Sustainable development. Sustainable design and construction. – M: Priroda, 1998. – 450 p.
3. Tetior A.N. Architectural and construction ecology. Moscow: Academy. – 2008. – 368 p.
4. Sidorova V.V., Sorokina N.A. Biopositive technologies as the basis for the development of a sustainable urban environment // Scientific and technical journal on construction and architecture. Electron. zhurn. – 2018. – № 10(62).
5. Sayapina D.G., Korobiy E.B. Greening cities: bio-positivity of buildings and structures // New ideas of

the new century: materials of the international scientific conference FAD TOGU. – 2014. – № 3. – Pp. 171-176.

6. Denisenko E.V. Principles of the formation of an architectural space based on biological approaches: author. dis. ... Cand. architecture. Nizhny Novgorod., 2013. 28 p.

7. "Biopositivity of buildings and structures and archophytomelioration" [Electronic resource]. – Access mode: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2013/11/26/biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i>.

8. Bases of bio-positivity of buildings and structures [Electronic resource]. – Access mode: <https://lektsii.org/10-52183.html>.

9. Biopositivity of buildings and structures and archophytomelioration [Electronic resource]. – Access mode: https://studopedia.su/15_125393_biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i-arhofitomelioratsiya.html.

10. Biopositivity and archophytomelioration [Electronic resource]. – Access mode: <https://yaradom.ru/articles/23-bioozitivnye-doma/109-biopozitivnost-i-arkhofitomelioratsiya>.

11. Biopositive materials [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ndpi.kiev.ua/pages/2777>.

PRINCIPLES AND APPROACHES IN BIOPOSITIVE ARCHITECTURE - SYMBIOSIS OF MODERN TECHNOLOGIES AND METHODS OF ADAPTING BUILDINGS WITH NATURE

Sergeeva A.Yu., Privalova E. N.

Academy of Construction and Architecture "V. I. Vernadsky Crimean Federal University"
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Street, 181
Ennifer2000@mail.ru

Annotation. The article substantiates the need for the use of biopositive buildings and structures. The principles and approaches of biopositive architecture are formulated. The world experience in applying the principles based on the symbiosis of modern technologies and ecology is analyzed. The ecological directions related to the research topic are considered. The classification of biological approaches from different aspects of architecture is presented. The correspondence of biological approaches to biological criteria of a living organism has been analyzed.

The subject of the study. Biopositivity of buildings and structures.

Materials and methods. In the course of the work, an analysis of the literature on the research topic was carried out and the basic principles and approaches in the design of biopositive buildings and structures were identified based on the analysis of world experience, the following methods were applied: deduction, theoretical analysis and synthesis, the method of analogy.

Results. In the course of the study, one of the main tasks of architectural science was solved - a classification of biological approaches was derived, principles were formulated, and a tendency in the development of architecture in the bio-direction was revealed. The world experience in the design of buildings and structures based on bio-positivity is analyzed. The impact on the biological, social, psychological, intellectual and physical levels of society has been studied. The design of new or the transformation of existing buildings and structures should be based on the use of measures that contribute to the ecological balance between the object and the environment. Analysis of the data indicates that the issue of creating, reconstructing and transforming objects of the urban environment is extremely relevant and should be studied by specialists in various fields of activity (urban planners, architects, engineers, ecologists, economists, sociologists, etc.).

Conclusions. At the present stage of development of society, the bio-positivity of buildings and structures is a necessary measure for the sustainable development of urban areas. Urban development needs to be modified taking into account the introduction of modern bio-positive technologies and environmental protection measures. The concept of "bio-positivity" is becoming the main strategy for the development of cities in the world. And the goal of this strategy is to restore nature in cities, to bring people closer to it, thus increasing the level of urban life. The creation and reconstruction of urban development based on biological approaches includes the solution of a wide range of engineering, environmental and social issues, and should also provide for the implementation of a set of measures for the greening of facilities and adjacent territories. By modernizing, restoring and adapting urban planning objects to modern needs, conditions and requirements, it is possible not only to improve the quality of human life, but also to form a unique appearance of a settlement, taking into account the co-evolutionary development of man and the biosphere.

Key words: bio-positivity, "green roofs", vertical gardening, bio-positive materials, improving the quality of life, ecology.