

УДК 721.011

Халиуллин А.Р. – аспирант

E-mail: arsen88kh@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Эко-устойчивая архитектура как симбиоз энергоэффективного и адаптируемого строительства

Аннотация

Рассмотрены теоретические концепции и проектные предложения создания искусственной среды, использующие принципы экологического проектирования, ресурсосбережения и принципы динамической адаптации, трансформации подвижных и статичных компонентов архитектуры здания. Проанализированы разработанные теории устойчивого развития. Определены актуальные тенденции развития архитектурного проектирования с точки зрения экологических, экономических, социальных и иных аспектов. Предложена и рассмотрена авторская модель эко-устойчивой архитектуры – «мобильная эко-устойчивая архитектура».

Ключевые слова: экологическое проектирование, энергоэффективность, ресурсосбережение, адаптивность, трансформация, мобильная архитектура, устойчивая архитектура.

Введение

Обилие научных трудов, развитие технологий и заинтересованность высокопоставленных лиц в направлении устойчивого развития следует рассматривать как становление нового архитектурного видения – «эко устойчивой архитектуры». Начиная с 1980-х годов, когда зародилось экологическое движение и появилось понятие «устойчивое развитие», определился новый вектор эволюции общественных взглядов и, как следствие, строительной индустрии. Решение экологических проблем, включающих ресурсосбережение, гуманизованное архитектурное пространство, антропологическое влияние на состояние природы и иные аспекты, требует комплексного рассмотрения ситуации и определения тенденций реорганизации существующего состояния архитектуры.

Вопросами формирования и развития мобильной архитектуры занимались отечественные исследователи, такие как: Н.А. Сапрыкина, Д.П. Айрапетов, С.П. Заварихин, В.Ф. Колейчук, А.В. Панфилов, Е.М. Израилев, Ю.С. Лебедев, А.А. Гайдучени, Л.Ю. Анисимов и др. Среди зарубежных известны 3 научно-исследовательские группы. Группа «7» в составе К. Кикутаке, Н. Курокава, Ф. Маки, М. Отака, Н. Кавадзоэ и К. Танге. Научно-исследовательская группа по изучению мобильной архитектуры CIAM в составе: Г. Эммерих, Я. Тропман, Ф. Отто, Шульце-Филиц, Поль Меймон, И. Фридман. Группа «ARCHIGRAM», в состав которой входили У. Лоу, Р. Херсон, Д. Кромптон, Д. Грин и М. Вебб. Все они занимались вопросами адаптации, трансформации и мобильности архитектурных объектов и городской среды.

Исследованием вопросов экологии, энерго- и ресурсосбережения занимались такие ученые, как: А.Н. Тетиор, П.Н. Давиденко, Н.А. Сапрыкина, В.А. Колясников, Б.М. Полуй, В.С. Беляев, Сим Ван дер Рин, Дж. Т. Лайл, М. ДеКэй, Г.З. Браун, О.К. Афанасьева, С.А. Молодкин, Г.Н. Айдарова, Д.А. Куликов и многие др.

Мобильная эко устойчивая архитектура

«Устойчивое развитие» – это понятие без конкретного определения. Каждый видит в этом словосочетании собственное значение, оно что-то вроде универсальной идеи, идеальной концепции развития общества и в частности архитектуры. Но как бы там ни было международным сообществом в 1987 г. после доклада Комиссии ООН по

окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» (Our Common Future) было принято наиболее актуальное определение данного термина. «Устойчивое развитие» (с англ. «sustainability») – устойчивость, жизнеспособность – развитие территории на основе концепций ресурсосберегающих (энергоэффективных) и экологически чистых технологий, которые согласуются с потребностями нынешнего поколения и защищают интересы будущего, сохраняя естественную среду, а также улучшая её (рис. 1) [1].

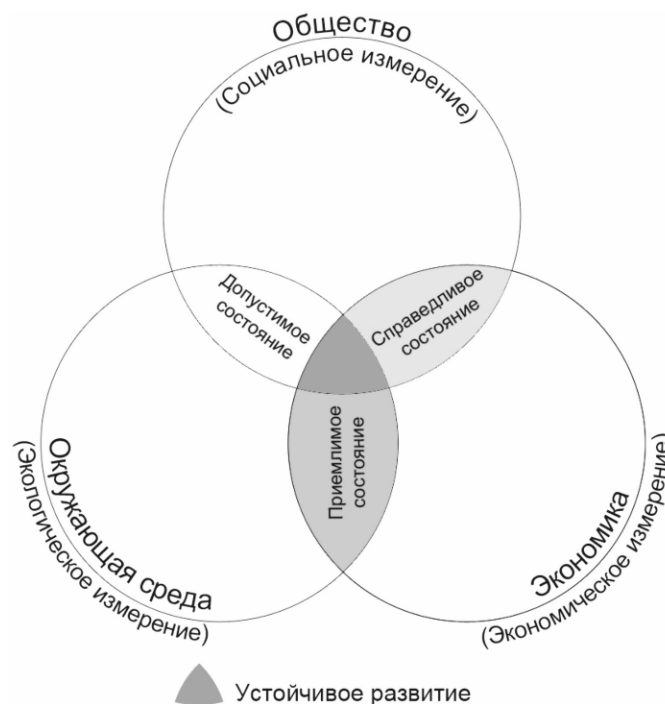


Рис. 1. Общее представление концепции, принятое в 1987 г.

Происходящие в последнее время и прогнозируемые изменения экологического, социально-экономического и особенно энергетического характера вызвали необходимость поиска новых, в том числе нетрадиционных проектных решений здания и систем его жизнеобеспечения [2]. В ходе исследования данной проблемы были выявлены основные предпосылки формирования и развития эко-устойчивой архитектуры, которые подтвердили актуальность поиска новых подходов к решению проблемы комплексного подхода к проектированию.

Экологический аспект включает следующие проблемы:

- ограниченность природных (невозобновляемых) ресурсов;
- изменение климата, влияние антропогенного фактора (сжигание ископаемого топлива);
- потребление энергии и, как следствие, загрязнение окружающей среды;
- сжигание планетарного запаса кислорода и загрязнение атмосферы;
- перекрытие рек плотинами, использование огромных территорий суши под водохранилища при строительстве ГЭС;
- проблемы сбережения пространственно-временных и территориальных ресурсов.

Природно-климатические факторы полностью определяются географическими особенностями района, где располагается архитектурный объект. Основными природно-климатическими факторами являются климат, ландшафт и геологические условия. Будучи важными факторами формирования архитектурной среды, природно-климатические условия стабильны.

Экономическими предпосылками послужили:

- теплопотери в ограждающих конструкциях и в тепловых сетях;
- нерациональность объемно-планировочных решений зданий;
- функциональное старение здания;

- нерациональный и неконтролируемый расход электроэнергии;
 - развитие социальной структуры опережает формирование адекватной архитектуры.

Социальные предпосылки:

- экологическая проблема сказывается на общем состоянии общества и является причиной заболевания населения;
 - отсутствуют необходимые условия для воспитания личности и укрепления семейных отношений;
 - смена места жительства влечет за собой разрыв добрососедских отношений, утерю дружеских связей, смену привычной социальной среды;
 - обитатель отстранен от участия в принятии средообразующих решений, результатом чего является отчужденность архитектурной среды от требований его обитателя;
 - социальная и демографическая динамика.

На основании рассмотренных предпосылок предлагается расширить существующую концепцию «устойчивого развития» и включить в нее дополнительное измерение – «мобильная» (гибкая) архитектурная среда – и выделить здоровую среду (гуманизованную среду, благоприятную для индивида) в отдельное измерение. Полученная теоретическая модель характеризуется 4 основными критериями и рассматривается как новое направление в строительстве – «мобильная эко-устойчивая архитектура» (рис. 2):

Мобильная эко-устойчивая архитектура:

- экологическая среда¹;
 - экономическая среда;
 - здоровая среда;
 - гибкая адаптируемая среда (мобильная).

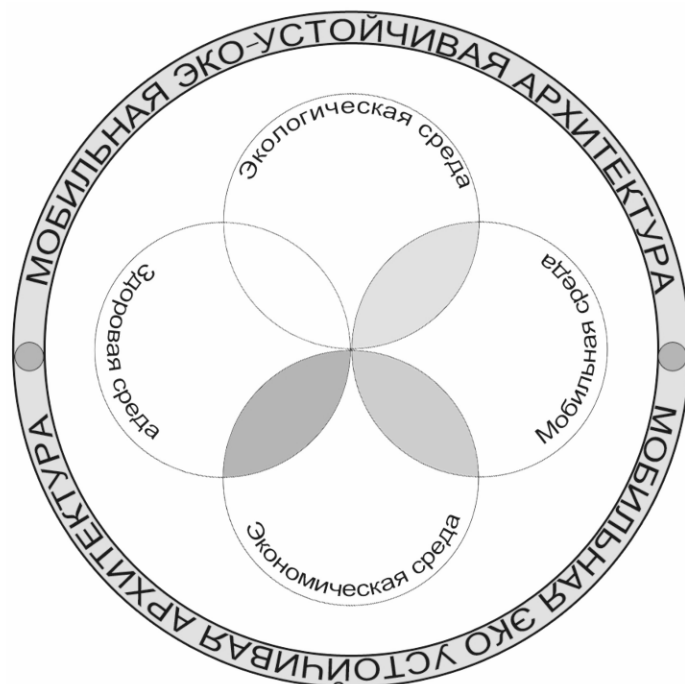


Рис. 2. Авторская модель «мобильной эко-устойчивой архитектуры»

Мобильная эко-устойчивая архитектура – это модель интегрального проектирования искусственной среды с критериями гуманности и экологичности, с инновационными технологиями сохранения энергии и сбережения ресурсов. Это ответ времени на запросы общества с перспективой на будущее.

¹ Среда – физическое, интеллектуальное, моральное и социальное окружение, в котором мы живем.

Для полного понимания структуры предлагаемой теоретической модели рассмотрим каждый блок в отдельности и остановимся на их определении.

Экологическая среда – искусственная среда, созданная человеком, которая максимально гармонирует с естественной средой, не загрязняет и сохраняет её, использует возобновляемые источники энергии и является ресурсосберегающей, снабжена малоотходными инженерными системами и оборудованием, включает экологически чистые строительные и отделочные материалы.

Экологические здания (эко-дома) – здания, которые органически вписываются в природную среду, используют экологически чистые строительные материалы, которые поддаются полному рециклингу, применяют инновационные технологии в мероприятиях по ресурсосбережению и рациональному потреблению энергоресурсов, а также предполагают отсутствие отходов жизнедеятельности. В последнее время количество экологически чистых и энергетически эффективных технологий сильно расширилось, можно выделить семь самых популярных:

1. *Пассивное здание (Passive Building)*. Здание, в котором проведены мероприятия по максимальному сбережению внутреннего энергобаланса за счет архитектурных решений (ориентация на местности, компактность, геометрия здания, эффективное утепление, зонирование, приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла).

2. *Активное здание (Active Building)*. Пассивное здание, которое производит энергии для собственного жизнеобеспечения более, чем ему необходимо. Здание, в котором предусмотрены специальные мероприятия по применению нетрадиционных возобновляемых источников энергии с технологиями «Умного дома».

3. *Биоклиматическая архитектура (Bioclimatic Architecture)*. Это одно из направлений архитектуры в стиле «hi-tech» с ярко выраженным использованием остекленных пространств. Главный принцип биоклиматической архитектуры – гармония с природой, желание приблизить человеческое жилище к природе. Его можно выразить в словах одного известного экодизайнера Уильяма МакДоно: «Я хочу сделать так, чтобы птица, залетев в офис, даже не заметила, что она уже не вне здания, а внутри него».

4. *Интеллектуальное или умное здание (Intellectual Building)*. Здание, в котором на основе применения компьютерных технологий оптимизированы процессы жизнеобеспечения.

5. *Здоровое здание (Healthy Building)*. Здание, в котором приоритетность при выборе энергосберегающих технологий имеют технические решения, одновременно способствующие улучшению микроклимата помещений и защите окружающей среды, построенные с применением экологически чистых строительных материалов.

6. *Энергоэффективное здание (Energy Efficient Building or Zero Energy Efficient Building)*. Здание, в котором эффективное использование энергоресурсов достигается за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения и не изменяют привычного образа жизни.

7. *Экологическое, жизнеподдерживающее здание (Green Sustainable Building)*. Здание с нулевым показателем отходов жизнедеятельности и строительных материалов (полный повторный цикл), с нулевым показателем энергозатрат и, как правило, вырабатывающее энергии больше, чем нужно одному зданию. Здания, которые находятся в равновесии с природой и человеком [3].

Надо отметить, что в современной архитектурной практике сложно встретить четкого разделения границ экологического проектирования, в основном идет тенденция к максимальному использованию всего спектра технологий для достижения общей цели – создание комфортных условий для жизнедеятельности человека. Очевиден и тот факт, что экология и экономика тесно связаны друг с другом. Так, без рачительного отношения к энергоресурсам показатели выбросов парниковых газов не уменьшить.

Экономическая среда – это ряд мероприятий по сбережению и экономии ресурсов как природного, так и антропогенного характера. Совершенно очевидно, что создание энергетически экономного здания невозможно без использования технологических и конструктивных решений, позволяющих решить ряд проблем, возникших в результате их

эксплуатации [4]. Энергоэффективность здания (природно-климатические, градостроительные, архитектурно-планировочные принципы формирования архитектурного пространства), улучшение тепловой эффективности ограждающих конструкций (конструктивные принципы), контроль за потреблением ресурсов (внедрение технологий «умного дома» для автоматизации процесса регуляции условий окружающей среды с целью сбережения энергоресурсов), поиск и использование альтернативных источников энергии (НВИЭ) – основные показатели экономической политики устойчивого развития. Экономия ресурсов достигается следующими мерами:

- бережное отношение и контроль за потреблением ресурсов;
- использование НВИЭ, избыток полученной энергии можно продавать в централизованную электросеть;
- сохранение полученной энергии с помощью аккумулирующих устройств, в виде газа (электролиз воды дает запасы водорода, который можно использовать для отопления, приготовления пищи и электрогенераторов с последующим его преобразованием в электроэнергию);
- повторное использование строительных материалов (заброшенные сооружения, переработанная древесина и т.д.);
- максимальное использование естественного освещения («атриумные» дома, включение в объем здания «световодов» – светопроводящие трубы);
- сбор и использование дождевой и талой воды для технических нужд и сельскохозяйственных угодий.

Качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни. Создавая экологичную и экономически сбалансированную среду обитания, нельзя забывать о самом человеке как живом биологическом организме. Для удовлетворения жизненных потребностей обитателя необходимо создать здоровую среду.

Здоровая среда – искусственная среда, гармонирующая с физиологическими, психологическими и социальными потребностями человека, семьи и общества.

Внимание архитекторов и инженеров к применению экологических принципов проектирования в архитектуре привлекает проблема создания безопасной психологической и физиологической среды, которая изолирует человека от отрицательных факторов внешнего мира.

Включение в процесс проектирования комплексных экологических систем открывает широкие перспективы позитивного влияния на социальные условия жизни путем сокращения затрат общества на энергообеспечение, улучшение экологических условий жизни за счет экономии энергоресурсов. Основными чертами этой системы являются: использование экологически чистых материалов, психосоциальная комфортность среды обитания (формирование комфортной визуальной среды), создание благоприятного микроклимата и безопасной искусственной среды, защищающей его обитателей от влияния внешних факторов (шумоизоляция, теплоизоляция, светофильтры). При этом обеспечивается сбережение потенциала невозобновляемых энергоресурсов для будущих поколений.

Рассмотренная концепция здоровой среды включает два подхода к формированию комфортного и безопасного пространства: бионический и органический. Бионический подход создает биологическую среду с соответствующим микроклиматом, а органический подход участвует в формообразовании комфортного психоэмоционального пространства. В результате синтеза пространственных и гуманных решений формируется эмоционально насыщенная, комфортная и привлекательная среда обитания, которая приветлива и экологична по отношению к человеку.

Мобильная среда – гибкая среда, способная адаптироваться и трансформироваться в зависимости от изменчивых требований и образа жизни ее владельцев, функционального назначения и меняющихся условий окружающей среды, а также моральных, физических износостойкости компонентов здания с минимумом трудозатрат. Динамический признак мобильности архитектурного объекта отражается как во внутренних процессах, так и во внешних.

А.В. Панфиловым была описана универсальная классификационная модель мобильного жилища, основанная на взаимном сочетании факторов, отвечающих за формирование его внешних и внутренних характеристик, а также предложена концепция единства мобильности, интерактивности и адаптивности с точки зрения их применения к базовым принципам построения жилища для временного пребывания [5]. В контексте настоящей статьи автор определяет мобильность в качестве способности архитектурного объекта адаптироваться, трансформироваться в процессе эксплуатации и иметь гибкую конструктивную систему (монтаж и демонтаж конструктивных элементов и инженерных сетей).

О принципах мобильности здания следует задумываться уже на этапе формирования предпроектного предложения. Л. Фридман полагает, что проектное решение адаптируемого здания должно обладать определённой гибкостью, возможностью индивидуализации еще на стадии проектирования и строительства, а также возможностью реагирования на изменение потребностей обитателя и в процессе эксплуатации.

Если при проектировании жилого дома для конкретного лица архитектор может учесть потребности своего заказчика, то в многоквартирном доме это учесть практически невозможно. Основным показателем для архитектора при разработке типовых планировочных решений является количество членов семьи, что может идти в разрез с действительными требованиями и желаниями потенциальных заказчиков, что обусловлено спецификой рода деятельности обитателей, демографией и другими признаками. Но создавать всевозможные конфигурации помещений под ожидаемые запросы будущих жильцов видится нецелесообразным из-за большого количества архитектурно-планировочных решений. Необходимо разработать новые архитектурные приемы, позволяющие собственнику проявлять творческую инициативу самостоятельно или прибегая к помощи архитектора. Для решения этой проблемы в практике жилищного строительства предлагается использовать «свободное» планировочное решение (большое открытое пространство с определенным расположением инженерных систем), которое не будет ограничивать будущих жильцов в реализации идей в соответствии со своими требованиями. Такое жилище получило название «лофт апартаменты».

В пяти пунктах к новой архитектуре Ле Корбюзье провозгласил концепцию свободного образа плана: «Опорная система несет междуэтажные перекрытия и идет до крыши. Смежные стены могут быть изготовлены любыми по желанию, при этом этаж не будет связан каким-либо образом с другим. Это осуществляется не несущими стенами, а только мембранами любой величины. Следствием этого является абсолютная свобода в образовании плана» [6].

«Живое тело» является продолжением общей системы проектирования, которое движется во времени и реагирует на происходящие ситуации. По мнению Фриденсрайха Хундертвассера, жилище – третья кожа человека, следующая за второй кожей-одеждой. Он считает, что человек должен выбирать себе жилище и организовывать его, ориентируясь на свой вкус, подобно тому, как он выбирает одежду. Так же считал и Мис ван дер Роэ, который говорил: «Мы не позволим функциям диктовать нам план. Вместо этого запроектируем пространство, приемлемое для различных функций». Архитектура должна стать отражением образа жизни его обитателя и изменяться в соответствии с его потребностями.

Стремление людей создавать здания и сооружения, изменяющиеся в соответствии с требованиями времени, лежит в основе первоначальных человеческих потребностей, это значит, что строить легко и мобильно важнее, чем строить жестко и неподвижно [7]. При всей необходимости внедрения принципов динамической адаптации в строительство, архитектура по-прежнему понимается как «застывшая музыка в камне», которой присущи прочность и долговечность, и ей порой не хватает знаний о прогрессивных способах строительства и новых возможностях техники.

Развитие идеи гибкости, динамизма, роста, адаптации в архитектуре и градостроительстве приводит к необходимости разработки новых методов проектирования динамичных структур. Появление в 50-60-е гг. большого количества футуристических, а порой фантастических проектов, объединяющихся в один принцип «clip-on» (соединять зажимом, схватывать), характеризуется дифференциацией между проектированием несущей структуры, рассчитанной на долгий срок использования и включающей весь комплекс жизнеобеспечения и коммуникации, и проектированием

смежных функциональных ячеек, трансформация и замена которых путем комбинаций дает возможность изменять объемно-пространственную структуру комплексов [7].

Использование экологических, ресурсосберегающих, мобильных принципов проектирования и создания искусственной среды обитания ведет к тенденции развития взаимоотношений архитектурных традиций и технологий, основанных на стратегии использования возобновляемых источников энергии, экологически сбалансированных систем и концепций улучшения условий жизни людей. Более точную картину процесса проектирования эко-устойчивой архитектуры демонстрируют так называемые экологические стандарты, системы сертификации. Можно выделить три наиболее популярные системы сертификации зеленого строительства: BREEM, LEED, DGNB. Основные показатели, характеризующие каждую систему, представлены в таблице.

Таблица

Сравнительная характеристика наиболее популярных систем сертификации

Система (Страна происхождения)	DGNB (Германия)	BREEAM (Великобритания)	LEED (США)
Введение	2007	1990	1998
Ключевые аспекты оценок и версий	<ul style="list-style-type: none"> - экологическое качество; - экономические качества; - социальные качества; - культурное качество; - техническое качество; - процесс качества; - качество среды. <p>DGNB для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - офисы; - существующие здания; - розничная торговля; - промышленность; - школы. 	<ul style="list-style-type: none"> - управление; - здоровье и благополучие; - энергетика; - вода; - материалы; - экология среды; - загрязнение; - транспорт; - использование земли. <p>BREEAM для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - суды; - экологические дома; - образование; - промышленность; - здравоохранение; - жилые комплексы; - офисы; - тюрьмы; - розничная торговля. 	<ul style="list-style-type: none"> - Устойчивая среда - Водосбережение - Энергетика и атмосфера - Материалы и ресурсы - Качество воздуха в помещениях - Инновации и дизайн <p>LEED для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - новое строительство; - существующие здания; - коммерческие интерьеры; - развитие района; - школа; - розничная торговля.
Уровень сертификации	<ul style="list-style-type: none"> - бронза; - серебро; - золото. 	<ul style="list-style-type: none"> - допустимый; - хорошо; - очень хорошо; - отличный; - выдающийся. 	<ul style="list-style-type: none"> - LEED сертификация; - LEED серебро; - LEED Золото; - LEED Платина.

Что касается отечественных экологических систем, то ведутся разработки национальной системы сертификации некоммерческими партнерствами, такими как: НП «СПЗС», НП «АВОК», «RuGBC» на основании вышеупомянутых зарубежных систем. Немецкий рейтинг отличается повышенным вниманием к культуре и социуму и рассматривает их как неотъемлемую часть экологии, поэтому стандарт DGNB видится как наиболее оптимальный прототип формирования национального стандарта зеленого строительства. Дополнительно ко всему система DGNB основана на немецких (DIN) и европейских (EN) нормах, а, как показывает история, немецкий стандарт (DIN), начиная с 19-го века, оказывал немалое влияние на нормы строительной системы России.

Зеленые стандарты в перспективе нацелены на крайне сложную задачу – рассмотрение проблематики экологической экономии на протяжении всего жизненного цикла здания, от проектного решения до его полной утилизации. Они рассматривают полную и безвредную утилизацию с расчетом всей энергии, затраченной в процессе проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации. Также учитываются факторы: социальные, психологические, духовные и умственные. Главная задача Зеленых Стандартов завтрашнего дня – комплексная эффективность искусственной среды обитания человека, интегрированной в естественную.

Заключение

Представленные теоретические концепции и авторская модель «мобильной экоустойчивой архитектуры» показывают, что стремление людей создавать гибкие пространства, меняющиеся в соответствии с требованиями времени, является первостепенной человеческой потребностью. Внедрение экологических принципов в понятие «мобильного» дома, основанных на прогрессивных достижениях науки и строительной техники, открывает большие перспективы для использования в архитектуре научно-технических разработок, генерирующих новые идеи, что позволит раскрыть потенциальные возможности архитектуры и наиболее полно удовлетворить потребности общества.

Список литературы

1. Евтеев С.А., Перелет Р.А. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). – М.: Прогресс, 1989. – 376 с.
2. Сапрыкина Н.А. Архитектура на грани интегрированных технологий // Жилищное строительство, 2003, № 7. – С. 14-17.
3. Табунщиков Ю.А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации // АВОК, 2005, № 4. – С. 4-8.
4. Сапрыкина Н.А. Биоклиматическая архитектура как ресурс новаторства // Известия вузов. Строительство, 2004, № 7. – С. 85-91.
5. Панфилов А.В. Эволюция, особенности развития и классификационные основы формирования мобильного жилища для временного пребывания // АМТ, 2011, № 17.
6. Conrads U. Programme und Manifest zur Architektur des 20. Jahrhunderts. – Frankfurt, Berlin: Birkhauser Verlag, 1981. – 181 S.
7. Сапрыкина Н.А. Теоретические предпосылки формирования динамической адаптации архитектурных объектов // Известия вузов. Строительство, 2003, № 7. – С. 112-119.

Khaliullin A.R. – post-graduate student

E-mail: arsen88kh@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Eco-sustainable architecture as a symbiosis of energy-efficient and adaptable building

Resume

Since the beginning of the 1980s, when the environmental movement was born, and the concept of «sustainable development», defined a new vector of the evolution of public opinion and as a consequence of the construction industry. Environmental problems, including resource conservation, humanized architectural space, anthropological impact on nature and other aspects, requires a comprehensive review of the situation and determine trends reorganize existing state architecture. This paper provides a theoretical review concept sustainable development with other point of view and to define a new direction in architecture – mobile eco sustainable architecture.

The considered theoretical concepts and author's model «mobile eco-sustainable architecture» show that people's desire to create flexible spaces that change with the times, is the primary human need. Introduction of environmental principles in the concept of «mobile» house based progressive achievements of science and construction equipment holds great promise for use in architecture of science and technology development, generating new ideas, which will allow to open potential possibilities of architecture and best meet the needs of society.

Keywords: environmental design, energy efficiency, resource conservation, adaptation, transformation, mobile architecture, sustainable architecture.

References

1. Yevteyev S.A., Perelet R.A. Our common future. World Commission on Environment and Development (WCED). – M.: Progress Publishers, 1989. – 376 p.
2. Saprykina N.A. Architecture on the edge of integrated technologies // *Jiliscnoe stroitelstvo*, 2003, № 7. – P. 14-17.
3. Tabunshikov Y.A. Building concept XXI century buildings in the heating and air conditioning // *ABOK*, 2005, № 4. – P. 4-8.
4. Saprykina N.A. Bioclimatic architecture as the resource for innovation // *News of the University. Construction*, 2004, № 7. – P. 85-91.
5. Panfilov A.V. Evolution, developmental and classification guidelines for the development of mobile homes for temporary stay // *AMIT*, 2011, № 17.
6. Conrads U. *Programme und Manifest zur Architektur des 20 Jahrhunderts*. – Frankfurt, Berlin: Birkhauser Verlag, 1981. – 181 p.
7. Saprykina N.A. Theoretical preconditions of the dynamic adaptation of architectural objects // *News of the University. Construction*, 2003, № 7. – P. 112-119.