

УДК 72.01

*САЛМИНА ОЛЬГА ЕВГЕНЬЕВНА, аспирант,
salmina.ole@gmail.com
БЫСТРОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА, докт. фил. наук, профессор,
taby27@yandex.ru
Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19*

ГЕНЕЗИС УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ: ОТ ПАССИВНОГО ДОМА К АКТИВНОМУ ДОМУ*

В статье на основе систематизации эмпирического материала выделяются четыре уровня развития объектов устойчивой архитектуры сообразно времени появления и степени влияния на архитектурную форму. Преодолевается получившее распространение отождествление устойчивой архитектуры с совокупностью технологических характеристик объектов. Дается характеристика пассивных домов как начальной по времени появления формы реализации концепции устойчивой архитектуры, определяются отличительные черты систем умного дома, рассматриваются характеристики автономных зданий. В заключительной части анализируются активные дома как наиболее современный тип объектов устойчивой архитектуры. В ходе этой работы авторы упорядочивают информацию о технологических и инженерных параметрах зданий, а также проводят анализ влияния «устойчивых» стандартов и свойств на архитектурную форму и ее эстетико-художественные достоинства.

Ключевые слова: устойчивая архитектура; устойчивое развитие; активный дом; пассивный дом; умный дом; энергоэффективный дом; энергоэффективность; выразительность архитектуры.

*OL'GA E. SALMINA, Research Assistant,
salmina.ole@gmail.com
TAT'YANA YU. BYSTROVA, DSc, Professor,
taby27@yandex.ru
Ural Federal University,
19, Mira Str., 620002, Ekaterinburg, Russia*

GENESIS OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE: FROM PASSIVE TO ACTIVE HOUSE

The paper presents four levels of sustainable architectural objects based on systematization of empirical material according to their time of appearance and impact on the architectural style. The identification of sustainable architecture with technological characteristics of objects is eliminated. Passive houses are considered as the initial form of the implementation of the sustainable architecture concept, the distinctive features of smart house systems are shown, the characteristics of self-contained buildings are identified. In the final part, the active house is analyzed as the most modern type of objects of sustainable architecture. Information about technological and engineering parameters of buildings is systemized in this paper, and the im-

* Исследование поддержано программой 211 Правительства Российской Федерации, соглашение № 02.А03.21.0006.

pact of stable standards and properties on the architectural style and its aesthetic and art advantages is shown.

Keywords: sustainable architecture; sustainable development; active house; passive house; smart house; energy efficient house; energy efficient house; architectural expressiveness.

В мировой практике достигнуты большие успехи в плане учета принципов устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности в практической архитектурной деятельности и на уровне проектирования новых идей. Сейчас можно говорить о расширении понятийного аппарата экоустойчивой архитектуры, об эволюции устойчивой архитектуры и трансформации объектов, созданных по принципам устойчивости.

Сразу заметим, что далеко не всегда использование совокупности технологий обеспечивает выход архитектуры на качественно новый уровень формирования. Отсюда цель данной статьи: проследить эволюцию устойчивой архитектуры от пассивного дома к активному с точки зрения удержания или приобретения выразительных средств и композиционных приемов, присущих этому виду проектирования. Иначе говоря, речь пойдет не о совершенствовании технологий энергоэффективности самих по себе, но об их влиянии на архитектурную форму. Эмпирический сбор материала по теме показывает, что это влияние проще проследить на архитектуре общественных зданий. В ряде случаев экспериментальные постройки относятся к типу жилых домов – как более востребованных. Однако только усиление архитектурной выразительности может привести и приводит к тому, что покупателями устойчивой архитектуры оказываются крупные компании или муниципалитеты.

Во многих источниках понятия «активный дом», «пассивный дом», «умный дом», «энергоэффективный дом», как правило, используются рядом. На деле, как это показано в статье, они демонстрируют эволюцию технологий и проектных подходов. Сегодня можно говорить о расширении понятийного аппарата и, соответственно, проектного инструментария устойчивой архитектуры. Достигший больших масштабов в середине прошлого века экологический кризис заставил мировую общественность искать различные пути выхода из создавшейся ситуации. Современный экологический кризис – результат нарушения системного равновесия между человеческим обществом и природой [1]. Ответом на вызовы экологического характера становится концепция устойчивости, принятая в конце 1980-х гг.

Исторически первым практическим выражением стандартов и принципов устойчивой архитектуры стали **пассивные дома**, сберегающие большой процент энергии, поступающей извне, и экономно распоряжающиеся природными ресурсами. Концепция сформирована в 1988 г. В. Файстом (W. Feist) из Дармштадта (ФРГ) и Б. Адамсоном (B. Adamson) из Лунда (Швеция). Она предусматривала отсутствие у дома необходимости в активном отоплении [2]. Снижение потребляемой энергии возможно благодаря уменьшению теплопотерь здания. Пассивные дома стремятся к тому, чтобы быть полностью независимой энергосистемой, не требующей расходов энергии на поддержание температуры, создания микроклимата и вентиляцию помещений. Дополнительная энергия генерируется путем использования альтернативных источни-

ков энергии и посредством установок возобновляемой энергии. На первый взгляд, это чисто инженерная задача. Но в процессе компьютерного моделирования энергетического баланса здания исследователи пришли к идее пересмотра свойств строительных конструкций – отсюда не так далеко и до чисто архитектурных изменений.

Первый пассивный дом, возведенный в 1991 г. в Германии в г. Дармштадте (архитекторы Хельмут Ботт, Риддер, Вестмайер), – это не общественный, а жилой дом, рассчитанный на четыре семьи. С архитектурной точки зрения он не имеет никаких отличительных признаков от своих более традиционных собратьев. Это стандартное модернистское сооружение, не имеющее, собственно говоря, никаких выразительных черт (рис. 1) и своим ритмическим членением и небольшими балконами напоминающее коттедж на советской турбазе 1970-х гг. Однако его глубина достаточно необычна для подобных построек и подтверждает сведущему зрителю повышенные возможности сохранения тепла.



Рис. 1. Пассивный дом. Дармштад, ФРГ, 1990 г. Арх. Х. Ботт, Риддер, Вестмайер (<http://zema.su/sites/default/files/photo/5/1kranichsteinsuedseiterschnee2005febr0011472.jpg> (дата обращения: 26.12.2015))

Вопреки невыразительному решению, у здания есть другие достоинства. Оно «нуждается в столь малом количестве тепла, что можно было бы действительно отказаться от отдельной системы отопления: расход на отопление составляет меньше 1 л жидкого топлива в год на 1 кв. м отапливаемой площади» [3, с. 34].

На данный момент в Европе построено уже около десяти тысяч пассивных домов. Примечательно, что по этой технологии строятся не только загородные особняки, но и городские многоэтажные здания. Одними из самых известных примеров пассивных зданий являются особняки в г. Ульме в Германии, возведенные в 2000 г., и эксперимент с переоборудованием студенческого общежития в пассивный дом в Вуппертале. Каждая из европейских стран практикует строительство домов по пассивной технологии. Появляются целые экодеревни, состоящие из пассивных домов, например, в Дании,

Финляндии, Чехии. В ряде случаев архитекторы используют яркие цветовые решения (например, многоквартирный пассивный дом в Ардаггере (Ardagger), Австрия, арх. бюро Pirehal and Porre; пассивный дом близ церкви Св. Якоба, Франкфурт, ФРГ), реже – меняют конфигурацию фасада. В целом выразительных архитектурных решений достаточно мало; архитектура пассивных домов выглядит как бы стоящей в стороне от тенденций начала XXI в., когда переосмысление модернистской традиции происходит на новом витке [4, с. 168]. Выразительность не продиктована технологическими изменениями, связанными с особенностями пассивного дома и, в общем-то, никак не связана с ними. Уверены, что во многом такой аскетизм форм диктуется увлеченностью архитекторов реализацией новых задач, с одной стороны, и соображениями экономии – с другой.

Применительно к российской действительности важно отметить, что строительство пассивных домов возможно лишь в определенных регионах. Принимая во внимание просторы и климатические особенности нашей страны, сложно соблюсти «пассивные» стандарты. Встречаются материалы, содержащие дополнительную классификацию строений на основе энергоэффективности, разделяющей здания на дома с ультранизким потреблением, с низким потреблением и с пониженным потреблением энергии [5].

Возникшая необходимость контроля энергопотребления здания и автоматической регуляции этого процесса привела к появлению систем **умного дома**. Создание систем управления энергией для умных домов получило распространение в 2012 г., благодаря разработкам компании Panasonic. Подобные системы позволяют связать все оборудование и технические устройства, имеющиеся в доме, в единую сеть, организовав отображение информации о работе солнечных батарей, расходе электричества, газа и воды. При этом работа бытовых приборов контролируется автоматически. Можно сказать, что умный дом – это соединение двух «эко»: экологии и экономии. Такие дома превосходят желания хозяев, следят за исправностью ведения домашнего хозяйства и уменьшают затраты на энергию, горячую воду, отопление и негативное влияние на окружающую среду.

Другой формой развития идеи пассивного дома являются **автономные здания**¹, строящиеся независимо от инфраструктуры, коммунальных услуг, таких как электрические и газовые сети, муниципальные системы водоснабжения, системы очистки сточных вод, ливневые стоки, услуги связи, а в некоторых случаях дороги общего пользования. Автономные здания по минимуму воздействуют на окружающую среду, они более безопасны (скажем, во время стихийных или военных действий) и требуют меньших затрат на обслуживание. На сегодняшний день полная автономия здания реализуема лишь в концептах. Это связано с недоступностью и сложностью технологий претворения в жизнь подобных проектов. Вопрос о возможности достижения состояния полной автономии от окружающей среды в условиях современного мегаполи-

¹ Автономный дом – здание, которое разработано и построено так, чтобы оно могло функционировать независимо от внешней инфраструктуры. Помимо снижения влияния на окружающую среду, преимуществом является более высокий уровень безопасности и значительное снижение стоимости обслуживания // Зеленая энциклопедия. URL: <http://greenevolution.ru/enc/wiki/avtonomnoe-zdanie/>

са остается открытым, поскольку обитателям такого дома придется ко всему прочему изменить свой привычный образ и стиль жизни и ориентироваться по большей части на экономию электроэнергии.

Одним из самых известных в России примеров автономного дома можно назвать амбициозный проект биоклиматического здания с автономной системой жизнеобеспечения А. Ремизова, являющегося членом правления Союза архитекторов России (САР), председателем Совета САР по экоустойчивой архитектуре и «Совета по «зеленому» строительству». За проект авторы получили первую премию на конкурсе Radical Innovation in Hospitality в 2011 г., а потом премию Green Planet Architects Award (рис. 2). В нем отчетливо присутствует биоморфизм как установка архитекторов на создание структуры, подобной структурам живого [6]. Достижение синтеза технологического, эстетико-художественного, экологического начал приводит к возникновению достаточно самобытной архитектурной формы, становящейся (помимо прочего) визуальным знаком, четко отражающим программные установки создателей.

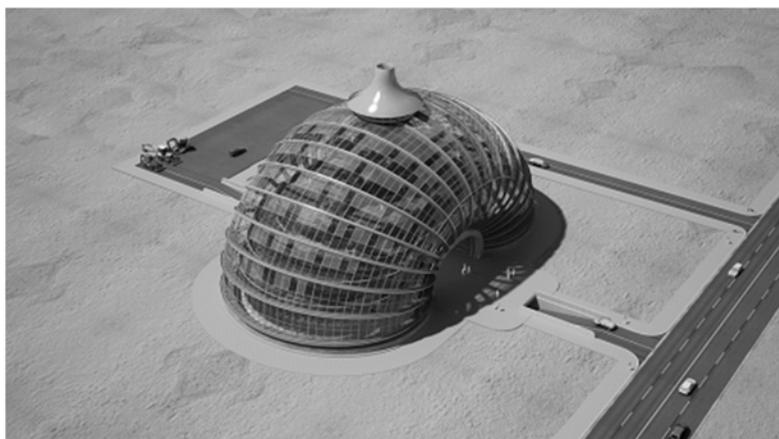
а*б*

Рис. 2. Проект «Ковчег». 2011. Арх. А. Ремизов (<http://remistudio.ru/ru/pages/52.htm> (дата обращения: 24.11.2015));
а – вид снаружи; *б* – вид изнутри

Наиболее известными проектами в мировом масштабе являются разработки некоммерческой международной неправительственной организации, созданной Жаком Фреско, The Venus Project (рис. 3). Предварительно отметим факт сотрудничества Ж. Фреско с одним из лидеров реализации концепции устойчивого развития Р. Медоуз. The Venus Project – существующая на протяжении более чем 40 лет международная неправительственная некоммерческая организация, занимающаяся этими вопросами, чья штаб-квартира находится в г. Венусе (США). Представленный Ж. Фреско проект предусматривает различные варианты переселения большого количества людей в водное пространство (предлагаются варианты городов, находящихся и на поверхности воды, и на дне водоемов). Такие компактные по формам и композиционно-целостные «плавающие города», поражающие своим масштабом, по замыслу создателей, будут использовать ресурсы океана, энергию ветра, волн и солнца для обеспечения функционирования всех компонентов комплекса. Морские поселения, по замыслу Ж. Фреско, будут управляться из космоса с помощью компьютерных систем, связанных с сетью Интернет [7].

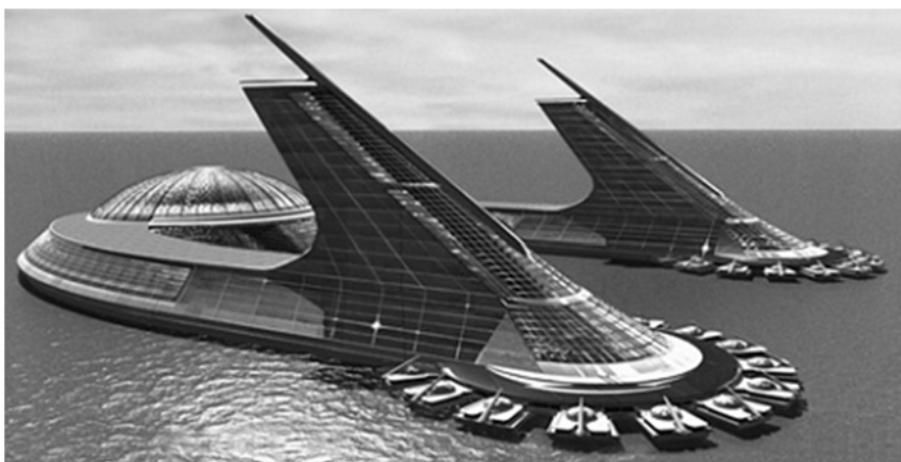


Рис. 3. Города в открытом море. Арх. Ж. Фреско (<https://www.thevenusproject.com/ru/technology/cities-in-the-sea> (дата обращения: 8.12.2015))

Здесь видно то же стремление к синтезу конструктивного, эстетического и экологического начал, что и в проекте А. Ремизова. Застекленная часть фасада обеспечивает проникновение естественного света. В свою очередь, он позволяет расти зелени внутри здания. Рассекатели ветра снижают нагрузку на остекление, становясь узнаваемыми маркерами проекта.

Реальное строительство автономных домов ведётся с учётом местоположения и климатических особенностей. Альтернативные источники электроэнергии с аккумуляторными батареями, собственная канализация, теплоснабжение, регулирование приточной вентиляции и множество других конструктивных особенностей автономного дома требуют в некоторой степени нестандартного конструктива и постоянных экспериментов, обслуживания и дополнительных расходов [8].

Следующей ступенью развития архитектуры, ориентированной на принципы устойчивости, являются **активные дома**, производящие энергии больше, чем требуется для собственного обслуживания. Такие дома называют «зданиями положительного энергобаланса» или «домом с плюсом». Сама идея создания активных домов появилась еще в 1990-е гг. Первое здание, производящее энергию, построено в Дании. Такие дома как минимум экономят энергию, на сэкономленной энергии могут работать электроприборы, она может использоваться для отопления и зарядки различных приборов, вплоть до электромобиля. И это только первичный уровень использования сэкономленной энергии. В 2014 г. в Норвегии построен дом, производящий в два раза больше энергии, чем требуется для его жизнеобеспечения (рис. 4). Пилотный проект создан исследовательским центром Zero Emission Building (ZEB) и архитектурной фирмой Snohetta [9].



Рис. 4. Активный дом. Норвегия, 2014 г. Арх. К. Эдвардс (<http://ee24.ru/norway/news/norvezhscy-postroili-zhiloj-dom-proizvodyashhij-v-2-raza-bolshe-potreblyaemoj-energii/> (дата обращения: 24.11.2015))

Дом имеет наклонную крышу, позволяющую солнечному свету максимально освещать помещения в течение всего дня. Внутри здания создан просторный атриум, решающий задачи распределения света и пространства. Электричество в доме производится из возобновляемых источников энергии, таких как солнечные батареи. Излишки тепла подогревают внешний бассейн, расположенный на территории размером около двухсот квадратных метров, и подпитывают электромобиль. Как видим, технологическое совершенство предлагаемого решения влияет не только на формообразование и эстетику (наклонная прозрачная крыша), но и обоснованное появление новых элементов дома (бассейн, гараж).

Вторым уровнем использования «излишков» энергии является ее перевод в центральную сеть, что экономически выгодно, поскольку за пользование избыточной энергией государство в большинстве стран предоставляет вла-

дельцам активных домов денежное вознаграждение. Таким образом, дом становится источником дохода, а не затрат, поэтому его можно назвать активным. Пример тому Международный торговый центр в Бахрейне, ставший первым крупным зданием с установленными на нем ветряными турбинами (рис. 5). В 2008 г. во время завершения строительства между двумя 50-этажными небоскребами разместили три турбины. Комплекс находится на берегу моря, где постоянно дует ветер, усиливающийся между высотками. Это позволяет 30-метровым турбинам вырабатывать за год примерно гигаватт-час электроэнергии, что покрывает десятую часть потребности здания [10]. Они же – в силу своей «явленности» в архитектурном решении – становятся оригинальным динамическим элементом здания.



Рис. 5. Международный торговый центр, ОАЭ, 2008 г. Арх. бюро Atkins (<http://www.liveinternet.ru/users/4085298/post289873657/> (дата обращения: 24.11.2015))

Отметим, что такие конструктивные элементы, как турбины, вентиляторы, солнечные батареи, становятся уже не просто технической необходимостью, они обретают свою выразительность в эстетическом плане. Подобные объекты занимают свое место в композиционной целостности проекта, несут свою функцию и уравнивают визуальный контекст архитектурной среды, делая ее более привлекательной для человеческого взора и более гармоничной для восприятия. Простое расположение солнечных батарей на крыше здания представляется не только не рациональным, но и композиционно неоправданным. В пример можно привести одно из самых больших зданий с применением солнечных батарей на фасаде и крыше административного корпуса в г. Дэчжоу провинции Шаньдун в Китае, построенное в 2009 г. (рис. 6). Внешне фасад напоминает солнце с расходящимися лучами, поскольку прообразом для создателей служила форма солнечных часов. Солнечные панели, облицовывающие фасад, помогают экономить на 30 % больше энергии, чем предполагает национальный стандарт.

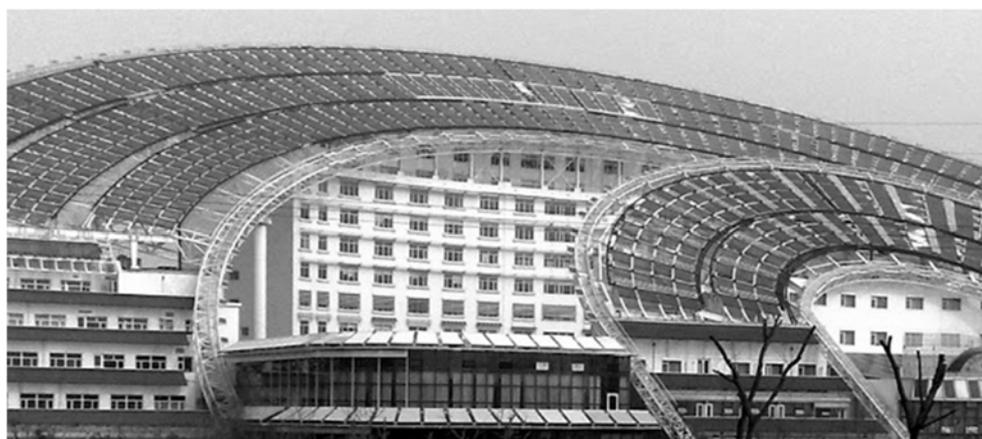


Рис. 6. Административный корпус, Дэчжоу. КНР, 2009 г. Арх. Himin Solar Energy (http://alternativa999.blogspot.ru/2010/05/blog-post_24.html (дата обращения: 8.12.2015))

Выделенные нами уровни развития устойчивой архитектуры освещены с позиции инженерных и технологических параметров. Однако использование достижений науки в архитектурных проектах на фоне освоения естественных ландшафтов и природы формирует и эстетико-художественные достоинства новой архитектуры.

Обобщая характеристики устойчивой архитектуры на разных уровнях развития за исключением сугубо архитектурных средств выразительности в единую систему, представим материал в виде таблицы, наглядно демонстрирующей увеличение числа технических характеристик в зависимости от типа строения.

Распределение характеристик относительно различных типов зданий

Типы зданий/ Характеристики	Пассивные дома	Умные дома	Автономные дома	Активные дома
Малое потребление энергии (около 10 % от удельной энергии на единицу объёма, потребляемой большинством современных зданий)	+	+	+	+
Энергоэффективность (измеряется через совокупность конкретных показателей. Это не постоянная величина, изменяется в зависимости от региона)	+	+	+	+
Минимально возможные теплотери здания, минимальный теплообмен с окружающей средой за счёт высококачественной теплоизоляции	+	+	+	+

Продолжение таблицы

Типы зданий/ Характеристики	Пассивные дома	Умные дома	Автономные дома	Активные дома
Автоматическая система вентиляции с рекуперацией тепла ² и система кондиционирования	+	+	+	+
Герметичность конструкции дома	+	+	+	+
Отсутствие регулярного (активного) отопления	+	+	+	+
Рациональная архитектура, выбор формы дома, энергетически оптимальная ориентация дома по сторонам света и розе ветров, наиболее приемлемое расположение буферных зон	+	+	+	+
Максимальное использование солнечной радиации, энергии земли, тепла, воды	+	+	+	+
Экоматериалы	+	+	+	+
Качественные и квалифицированно установленные элементы строения	+	+	+	+
Строгое соблюдение технологии строительства	+	+	+	+
Система, обеспечивающая безопасность, ресурсосбережение и комфорт для всех пользователей (По заранее выбранным алгоритмам система распознает ситуации, происходящие в доме, и заданным образом на них реагирует)		+	+	+
Независимость от инфраструктуры, коммунальных услуг, электрических и газовых сетей, муниципальных систем водоснабжения, систем очистки сточных вод, ливневых стоков, услуг связи и в некоторых случаях даже дорог общего пользования			+	
Положительный энергобаланс, излишки энергии могут быть переданы в центральную сеть				+

² Рекуператор – это противоточный тепловой обменник, который использует тепловую энергию отработанного воздуха для нагрева входящего свежего воздуха. Воздух выходит из дома и поступает в него не через обычный вентиляционный путь, а через подземный воздухопровод, снабжённый рекуператором.

Окончание таблицы

Типы зданий/ Характеристики	Пассив- ные дома	Умные дома	Автоном- ные дома	Актив- ные дома
Использование параметров местности, ландшафта и среды (климат: световой режим, влажность, скорость и направление ветра; рельеф; состав воздуха: обнаружение в нем химических веществ)				+
Вентиляция по гибриднему принципу ³				+

Концепция устойчивого развития является многоаспектной программой, и закономерно, что устойчивость в области архитектуры и строительства трансформируется в систему, учитывающую интересы социальной политики и населения. Подобные архитектурные решения помогают достижению устойчивого развития России [11], а именно:

– обеспечению в обществе принципов социальной справедливости и высокого качества жизни на основе согласования и поддержания баланса интересов всех граждан;

– укреплению личной ответственности каждого члена общества за благосостояние своей семьи;

– развитию среднего класса, повышению активности трудоспособных слоев населения с одновременной адресной защитой социально уязвимых слоев и т. д.

Достижение задач посредством архитектурных решений позволит превратить общество в устойчивую, сбалансированную и вместе с тем развивающуюся систему.

В статье представлен генезис объектов устойчивой архитектуры, насчитывающий четыре этапа своего развития. Исследование генезиса позволяет ставить и осмысливать вопросы о включении современных технологических средств в создаваемые архитектурные решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поляков, В.И. Экзамен на «Homo sapiens» (От экологии и макроэкологии... к МИРУ) / В.И. Поляков. – Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2004. – 494 с.
2. Файст, В. Основные положения по проектированию пассивных домов : пер. с нем. / В. Файст ; под ред. А.Е. Елохова. – М. : Изд-во АСВ, 2008. – 144 с.
3. Елохов, А.Е. Общие принципы проектирования и строительства пассивного дома / А.Е. Елохов // Стройпрофиль. – 2010. – № 2/1. – С. 34–35.
4. Быстрова, Т.Ю. От модернизма к неорационализму: творческие концепции архитекторов XX–XXI вв. / Т.Ю. Быстрова. – Екатеринбург : Вебстер, 2013. – 288 с.
5. Пассивный дом: миф или реальность. – Условия доступа : <http://energoeffekt.info/build/articles/passivnyy-dom-mif-ili-realnost> (дата обращения: 08.12.2015).

³ Вентиляция по гибриднему принципу – летом воздух забирается кондиционерами с теневой стороны, а в холодное время года – с солнечной и/или наиболее теплой.

6. *Фьюмара, Л.* Введение в принципы органической архитектуры / Л. Фьюмара, Е. Горбик. – Условия доступа : https://goetheanum.org/fileadmin/_migrated/content_uploads/Prinzipy_Org_Arx.pdf (дата обращения: 30.09.2014).
7. *Фреско, Ж.* Морские города. Проект Венера / Ж. Фреско. – Условия доступа : www.youtube.com (дата обращения: 17.03.2015).
8. *Автономное здание* // Википедия. – Условия доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Автономное_здание (дата обращения: 01.12.2015).
9. *Норвежцы построили жилой дом, производящий в два раза больше потребляемой энергии.* – Условия доступа : <http://ee24.ru/norway/news/norvezhcy-postroili-zhiloi-dom-proizvodyashhij-v-2-raza-bolshe-potrebyaemoj-energii/> (дата обращения: 24.11.2015).
10. *Международный торговый центр в Бахрейне.* – Условия доступа : <http://www.liveinternet.ru/users/4085298/post289873657/> (дата обращения: 24.11.2015).
11. *Основные положения стратегии устойчивого развития России* / под ред. А.М. Шелехова. – М., 2002. – 161 с.

REFERENCES

1. *Polyakov V.I.* Ekzamen na 'Homo sapiens' (Ot ekologii i makroekologii... k miru) [Test on 'Homo sapiens' (From ecology and macroecology... to the world)]. Saransk : Ogarev Mordovia State University Publ., 2004. 494 p. (rus)
2. *Feist W.* Osnovnyye polozheniya po proyektirovaniyu passivnykh domov [Gestaltung-sgrundlagen Passivhäuser]. Moscow : ASV Publ., 2008. 144 p. (transl. from Germ.)
3. *Elokhov A.E.* Obshchie printsipy proektirovaniya i stroitel'stva passivnogo doma [General design and construction principles of passive house]. *StroiPROfil*. 2010. No. 2/1. Pp. 34–35. (rus)
4. *Bystrova T.Yu.* Ot modernizma k neoratsionalizmu: tvorcheskie kontseptsii arkhitektorov XX–XXI vv. [From modernism to neo-Rationalism: creative concept architects in the 20th–21st centuries]. Ekaterinburg : Vebster Publ., 2013. 288 p. (rus)
5. *Passivnyi dom: mif ili real'nost'* [Passive house: myth or reality]. Available at: <http://energoeffekt.info/build/articles/passivnyy-dom-mif-ili-realnost/> Last visited in Dec. 2015 (rus)
6. *F'yumara L., Gorbik E.* Vvedenie v printsipy organicheskoi arkhitektury [Introduction to the principles of organic architecture]. Available at: https://goetheanum.org/fileadmin/_migrated/content_uploads/Prinzipy_Org_Arx.pdf Last visited in Sept. 2014. (rus)
7. *Fresco J.* Morskie goroda. Proekt Venera [Cities in the sea (The Venus project)]. Available at: www.youtube.com Last visited in March 2015.
8. *Avtonomnoe zdanie* [Stand-alone building]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автономное_здание Last visited in Dec. 2015 (rus)
9. *Norvezhtsy postroili zhiloi dom, proizvodnyashchii v dva raza bol'she potrebyaemoi energii* [The Norwegians built a house that produces twice more energy consumption]. Available at: <http://ee24.ru/norway/news/norvezhcy-postroili-zhiloi-dom-proizvodyashhij-v-2-raza-bolshe-potrebyaemoj-energii/> Last visited in Nov. 2015 (rus)
10. *Mezhdunarodnyj torgovyy centr v Bahrejne* [The International Trade Centre in Bahrain]. Available at: www.liveinternet.ru/users/4085298/post289873657/ Last visited in Nov. 2015 (rus)
11. *Shelehov A.M.* Osnovnye polozheniya strategii ustoichivogo razvitiya Rossii [The policy of sustainable development in Russia]. Moscow, 2002. 161 p. (rus)