

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ЮЖНО- УРАЛЬСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Цель — создание комфортного жилья для населения, отвечающего современным требованиям экологии, архитектуры, экономного энергопотребления и здорового образа жизни. Это является стратегией развития любого государства. Ведущие страны мира добились значительных результатов в этом направлении. В условиях экономических санкций, Россия не сможет воспользоваться научными достижениями зарубежных стран. Кроме того, наша страна имеет свои климатические особенности, поэтому это стратегическое направление развития должно реализовываться самостоятельно.

Основные задачи — проект должен пройти несколько этапов развития. На первом этапе должны быть проведены все необходимые научные исследования. На втором этапе эти научные исследования должны найти свои инженерные решения. На третьем этапе должна быть создана индустрия по производству таких поселений.

Цифровизация конструкторско-проектных работ в современных условиях заставляет создавать проектные системы для решения этих задач. Условия для создания таких проектных систем имеются, поскольку существуют хорошо отработанные, но разрозненные САЕ системы для ландшафтного дизайна, архитектуры, дизайна интерьера, проектирования зданий и сооружений, разработки инженерных коммуникаций по энергетике, вентиляции, водоснабжению и канализации, климатизации зданий. Задача заключается в объединение их в единую проектную систему для решения задачи.

Методологию создания такой системы следует разрабатывать на основе существующего отечественного и мирового опыта проектирования энергоэффективных зданий и сооружений. Она должна базироваться на разрешении противоречивых требований различных систем друг к другу и быть привязаны к специфическим требованиям региона.

Сформулированы основные требования к экологическому поселению, а также предложена структура системы автоматизированного проектирования (САПР) на основе существующих САЕ систем. Авторы проекта считают это очень важным начальным этапом развития проекта

Ключевые слова: энергоэффективный дом, пассивный дом, умный дом, экологический поселок, источники бесперебойного питания, ветроэнергетическая установка, тепловые насосы, солнечные батареи, ландшафтный дизайн.

DEVELOPMENT OF A DESIGN SYSTEM FOR ENERGY-EFFICIENT RESIDENTIAL COMPLEXES FOR ECOLOGICAL SETTLEMENTS IN THE SOUTH URAL ZONE OF RUSSIA

The goal is to create comfortable housing for the population that meets the modern requirements of ecology, architecture, economical energy consumption and a healthy lifestyle. This is the development strategy of any state. The leading countries of the world have achieved significant results in this direction. Under the conditions of economic sanctions, Russia will not be able to take advantage of the scientific achievements of foreign countries. In addition, our country has its own climatic features, so this strategic direction of development should be implemented independently.

Main tasks-the project must go through several stages of development. At the first stage, all the necessary scientific research should be carried out. At the second stage, these scientific studies should find their own engineering solutions. At the third stage, an industry for the production of such settlements should be created.

The digitalization of design work in modern conditions makes it necessary to create design systems to solve these problems. Conditions for the creation of such design systems are available, since there are well-developed, but disparate CAE systems for landscape design, architecture, interior design, design of buildings and structures, development of engineering communications for energy, ventilation, water supply and sewerage, and building climate control. The task is to combine them into a single design system to solve the problem.

The methodology for creating such a system should be developed on the basis of existing domestic and international experience in designing energy-efficient buildings and structures. It should be based on the resolution of conflicting requirements of different systems to each other and be tied to the specific requirements of the region.

The basic requirements for an ecological settlement are formulated, and the structure of a computer-aided design (CAD) system based on existing SAE systems is proposed. The authors of the project consider this a very important initial stage in the development of the project.

Keywords: *energy-efficient house, passive house, smart house, ecological village, uninterrupted power supply, wind power plant, heat pumps, solar panels, landscape design.*

Идея создания гармоничной и комфортной среды обитания развивалась в течение многих столетий развития человеческого общества. Она отражала культуру, науку, уровень развития технологий, социальный статус. На всех этапах развития лучшие интеллектуальные силы были привлечены для решения этой проблемы. Последние научные достижения и выдающиеся культурные ценности использовались для создания архитектурных шедевров. Каждая эпоха вносит свой вклад в развитие этой диалектической спирали под названием гармоничная среда обитания. Какие же тенденции вносит в этот процесс современное постиндустриальное общество? Среди многих противоречивых

направлений развития отметим наиболее ярко выраженные.

Применение новейших технологических достижений. Здесь следует иметь в виду разработку новых материалов по прочности, теплоизоляции, эстетическому виду. Большой вклад внесла энергетическая индустрия по созданию экологически чистых и энергоэффективных источников электрической и тепловой энергии. Необходимо отметить достижения в области накопления энергии на базе водородных технологий и топливных элементов, использования геотермальной энергии земли.

Последние достижения в области ландшафтной архитектуры и дизайна интерьера.

Здесь уместно применение термина «гармоничная среда обитания», которая подразумевает максимально комфортные условия с точки зрения бытовых условий внутри помещения и эстетическое наслаждение внешней средой вокруг жилища.

Система «умный дом». Здесь имеется в виду автоматизация и компьютеризация всех функций, которыми должна обладать гармоничная среда обитания. Это интернет вещей, контроль и учет электрических, тепловых и водных ресурсов, безопасность, информационные технологии.

Развитие транспортной инфраструктуры, включая наземные, водные и воздушные индивидуальные средства передвижения. Это позволяет вынести среду обитания на некоторое расстояние от мегаполисов, осуществив вековую мечту человека приблизиться к природе.

Массовость. Если совсем недавно гармоничные условия проживания могли позволить себе только узкие слои элитной части общества, то сегодня это желание, и, главное, возможность имеют достаточно большое количество населения, которое составляет, так называемый, средний класс.

Следует иметь в виду, что климатические зоны Земли накладывают свою специфику на развитие выше названных тенденций. Зона Южного Урала по очень многим параметрам подходит для создания экологически чистых поселений. Она имеет ярко выраженные все четыре годовых сезона: лето, осень, зиму и весну. На территории региона находится горная гряда Уральских гор. Только на территории Челябинской области расположены около двух тысяч озер, оставшихся после ледникового периода. Лесной массив содержит хвойные, лиственные и смешанные зоны лесонасаждений, имеются лесостепные и степные районы. При создании экоселений следует учитывать эту богатую и редкую природную особенность.

К большому сожалению, следует отметить негативную тенденцию при построении поселков, которая существует сегодня на территории Российской Федерации вообще, и Южно-Уральском регионе в частности. В основу создания коттеджных поселков, включая элитные, как правило, ложится коммерческий принцип получения максимальной прибыли при минимальных затратах. Схема таких строек достаточно проста. Под строительство выделяется выкупленный или арендованный на длительный срок у местной администрации земельный участок. Довольно часто он освобождается от лесного массива,

что нарушает экологию и эстетику этой местности. Далее этот участок делится на участки под застройку. Схема застройки может быть разной. Как правило, это индивидуальное строительство исходя из финансовых возможностей застройщика. К строительству может быть привлечено одно или несколько профессиональных строительных организаций. Это лучший вариант, но эти фирмы реализуют два, максимум четыре типовых проекта, без особого учета индивидуальных требований будущего домовладельца. При этом тратятся очень большие финансовые вложения, но основная цель создания гармоничного жилья с комфортным интерьером и эстетичным наружным ландшафтом не достигается. Такая ситуация является типичной не только для Южного Урала [1-13].

Основная причина этой негативной тенденции заключается в том, что проблема, содержащая множество противоречивых требований, решается не комплексно. Известно, что решение многокритериальной задачи, даже для одного технического устройства, является достаточно сложной. Следует себе представить противоречия, которые надо преодолеть, для создания гармоничной среды обитания.

Ученые Южно-Уральского государственного университета в течение ряда лет работают над этой проблемой. Рабочая группа объединяет специалистов трех факультетов: архитектурного факультета, отвечающего за планировочную часть проекта и ландшафтную архитектуру, энергетического факультета, который решает задачу электро-, тепло- и водообеспечения, высшей школы электроники и компьютерных наук, которая отвечает за вопросы компьютеризации всех функций поселения.

Научные и технические результаты проекта будут отражены в ряде публикаций. Данная статья посвящена концептуальным вопросам разработки системы проектирования энергоэффективных жилых комплексов для экологических поселений Южно-Уральской зоны России.

Требования, предъявляемые к экологически чистому поселению и энергоэффективному дому. Перед проектом стоит задача по созданию гармоничной среды обитания для человека. Одно из первых противоречий, с которым столкнулись авторы проекта, заключается в следующем: разные люди предъявляют разные и, порой противоречивые требования, к своему комфортному жилью. То, что приемлемо для одного домовладельца, не удовлетворяет требованиям другого.

Особенно это явно проявляется для дизайна интерьера. Следуя принципу создания гармоничного жилья, невозможно идти по пути принуждения к типовым решениям. Исходя из этого, необходимо создавать гибкую проектную систему для всех функций дома: архитектурных, энергетических и компьютерных. Проектирование дома под индивидуальные требования должно включать в себя сквозную систему автоматизированного проектирования всей конструкторской документации, необходимой для постройки здания. При этом не должно возникать противоречий между, например, конструкцией помещения и электрической проводкой кабеля с размещением токоприёмников. В настоящее время существуют современные проектные САД системы в архитектуре, строительстве и энергетике. Для данного проекта их необходимо объединить в единую систему автоматизированного проектирования (САПР). Термин автоматизированное проектирование применен не случайно. В данной системе, по крайней мере, на начальном этапе будет много звеньев в технологической цепи, где решение будет принимать конструктор. Такой подход позволит создать гибкую проектную систему под индивидуальные требования. Технологический уровень «Индустрии 4.0» позволяет реализовать такой подход. Эти тенденции мы можем наблюдать, например, в автомобильной промышленности, когда заказчик может формировать свои индивидуальные требования к будущему автомобилю, а роботизированное производство реализует этот план.

Гибкая проектная система, учитывающая индивидуальные пожелания к будущему жилищу, не исключает общие требования, которые отражают тенденции создания экопоселения. Сформулируем эти требования с учетом особенностей Южно-Уральской климатической зоны.

Требования к экопоселению. Формирование общих требований начнем с определения количества человек, проживающих в доме. Молодое поколение предпочитает жить отдельно от родителей. Но это на начальном этапе формирования семьи. По мере взросления и воспитания детей возникает все большая необходимость в тесном контакте со старшими родителями. У родителей среднего звена возникает необходимость и обязанность заботы о старшем поколении. Исходя из этого, в самом общем случае, строение должно объединить под одной крышей три поколения. Это примерно 8-9 человек различного возраста. Желание иметь свое

отдельное жилье реализуется очень просто: Семьи должны иметь полную автономию в едином строении, то есть, свою необходимую инфраструктуру: кухню, спальни, гостиную, коммуникации. Необходимое общение между семьями осуществляется за счет дизайна интерьера внутри и снаружи здания.

Экопоселение должно состоять из участков, которые будут превращены в родовые поместья проживающих семей и их потомков в тесной гармонии с природой, экологическим земледелием и автономными экологическими домами.

Для создания природной системы, способной к само регуляции требуется участок площадью не менее 1 гектара под один участок (рис.1).

Учитывая требования ландшафтной архитектуры и экологии, вместо традиционно забора по периметру участка высаживается живая изгородь, которая защитит участок от шума, водной и ветровой эрозии, создавая благоприятный микроклимат для всего участка.



Рис.1. Пример экопоселения в зоне Южного Урала

Важным элементом агробиоценоза и эстетического восприятия окружающей среды является сад с плодовыми насаждениями. Под эту территорию необходимо запланировать 10-20 соток.

Под огород, который остался традицией для Южно-Уральской зоны и на котором будут возделываться однолетние и многолетние культуры, необходимо запланировать 5-10 соток.

На приусадебном участке в 1 га, для создания благоприятного для большинства растений микроклимата, необходимо предусмотреть водоем с водным зеркалом 4-6 соток и глубиной 1,5- 3 метра. При данных размерах может образоваться устойчивая водная экосистема с растениями, рыбами и птицами, практически не требующая ухода. Водоем увеличивает влажность воздуха, что способ-

ствуется лучшему росту растений и предотвращает их выгорание в засуху, а при весенних заморозках существенно уменьшает осыпание цветов, привлекает птиц и животных. Он

улучшает эстетичный вид участка и также используется для орошения сельскохозяйственных культур, разведения рыб.

Требования к энергоэффективному дому.

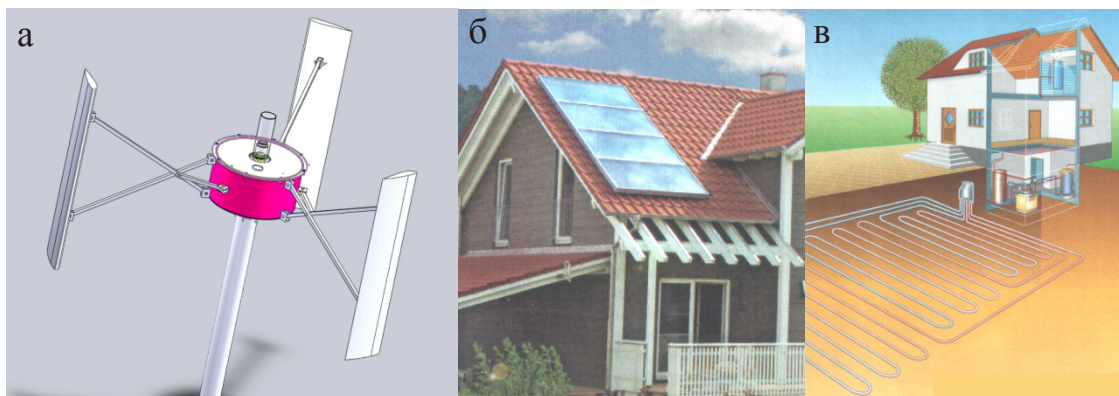


Рис.2. Источники энерго и теплоснабжения для энергоэффективного дома:
а – ветроэнергетическая установка; б – солнечные батареи; в – система теплообеспечения

Дом должен быть с низким потреблением необходимых ресурсов, удовлетворять требованиям архитектуры и комфорта [14-22]. В нем должно быть предусмотрено использование следующих систем (рис.2).

1. Экологических систем энергетического самообеспечения. Для энергетического самообеспечения планируется применить:

- ветроэнергетическую установку, которая размещается на некотором удалении от дома исходя из требований ландшафтной архитектуры, с учетом требований разумного энергоэффективного потребления мощность ветроустановки должна составить порядка 10 кВт;

- солнечные батареи, наиболее приемлемый вариант их размещения солнечных панелей – это само здание (крыша, стены), но для упрощения обслуживания, особенно в зимний период, следует рассмотреть возможность их расположения на участке, ориентировочная мощность солнечной микроэлектростанции должна составлять 5-10 кВт;

- накопитель электроэнергии из аккумуляторных батарей должен иметь емкость, рассчитанную на полное автономное энергообеспечение дома в течение суток, при этом следует рассмотреть возможность применения для накопителя топливных элементов на основе использования метанола;

- резервная дизель-генераторная установка необходима только для аварийных ситуаций прерывания электроснабжения, постоянная работа ее в зоне экопоселения крайне нежелательна, она может работать на том же метаноле, расчетная мощность ее составляет 10 кВт.

Все источники включаются в систему бесперебойного электропитания [23-26].

2. Обеспечение водными ресурсами осуществляется за счет скважины, подача воды – при помощи электронасоса, для водообеспечения должна иметься накопительная емкость.

3. Обеспечение тепловой энергией должно соответствовать концепции пассивного дома (15 кВт-час/м² в год для своего функционирования (отопления и охлаждения), при этом источником тепловой энергии является тепловые насосы, использующие геотермальную тепловую энергию (в зависимости от ландшафта они могут иметь горизонтальное или вертикальное исполнение).

Энергоэффективный дом должен быть оснащен системами накопления тепловой энергии:

- наличие массивных аккумулирующих элементов внутри помещений для обеспечения приема, сохранения и отдачи энергии в местах, куда попадают прямые солнечные лучи от низкого зимнего солнца, массивными аккумулирующими элементами в этом случае должны служить стены из полнотелого кирпича или бетона;

- использование тромб-стен, которые предназначены для улавливания и аккумулирования солнечного излучения, используемого для нагревания воздуха внутри отапливаемого здания, при этом циркуляция воздуха в пространстве между остеклением и лучепоглощающей поверхностью – естественная, воздух из каждого помещения выходит через отверстие в нижней части стены, проходит между стеной и остеклением наверх, и уже нагретый воздух возвращается в помещение через отверстия в верхней части теплоаккумулирующей стены.

- планирование неглубоких помещений, в

которых низкое зимнее солнце попадало бы на заднюю массивную (желательно темную) стену, прогревая ее;

- массивные элементы внутри здания (простенки, внутренние части утепленных наружных стен) также способствуют пассивному накоплению в здании ночного холода в летний зной;

- улавливание аккумулирующими элементами энергии «внутренних источников тепла» (бытовых приборов, тела человека, лампочек, компьютеров и т.п.);

- качественная наружная теплоизоляция внешней оболочки здания: полное утепление всех сторон здания: фундамент, стены, крыша и т.д., что означает использование материалов, теплопроводность которых должна превышать $0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, а теплопроводность окон и других светопрозрачных конструкций не должна превышать $1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$;

- качественный теплоизоляционный материал: его коэффициент теплопроводности, уровень паронепроницаемости и теплоотражающих свойств, необходимая толщина слоя утеплителя;

- качество нанесения теплоизоляции: отсутствие щелей между ее частями, деталями, стыками, фугами, швами; отсутствие мостиков тепла (проверяется термографированием, при помощи тепловизора);

- максимально возможная герметичность (воздухонепроницаемость) внешней оболочки здания.

Требования к фасаду:

- отсутствие частей, через которые тепло покидало бы здание, на его северной стороне;

- расположение с юга максимального количества прозрачных конструкций, которые пропускали бы глубоко в здание лучи низкого зимнего солнца;

- окна и другие прозрачные конструкции должны располагаться на фасаде в таком соотношении: 70-80% всех окон с южной стороны, 20-30% с восточной, 0-10% с западной и полное их отсутствие с северной.

4. Вентиляция должна обеспечивать комфортную среду во все сезоны года, рекуперацию тепловой энергии между холодными и нагретыми помещениями.

5. Освещение. В проекте предусмотрено использование естественного освещения и экономичных светильников. Система «умный свет» должна составить основу внутреннего освещения.

6. Система биологической переработки отходов. Это очень важная система для экоселения, и она должна строиться на основе последних биотехнологических достижений

7. Компьютерная система умный дом, которая должна обеспечить рациональное и энергоэкономное использование тепла, электричества, воды, света, а также обеспечивать функции безопасности, информационного обеспечения и интернета вещей.

Ландшафтно-планировочные требования к проекту:

- правильная ориентация здания по сторонам света;

- ветрозащита северной глухой стороны здания, закрытость этой стороны: зеленые насаждения, лес, другое здание и т.п.;

- открытость объема здания с юга, отсутствии затенения южного фасада.

Объемно-планировочные требования:

- максимальная компактность здания, что предполагает соотношение площади ограждающих конструкций и всего объема здания, при этом чем меньше площадь ограждающих конструкций по отношению к полезной площади здания, тем оно компактнее;

- зонирование, то есть разделение на буферные и жилые зоны;

- расположение вспомогательных помещений с севера в качестве буферных зон;

- расположение жилой зоны на юго-востоке;

- расположение зимних садов с южной стороны;

- наличие наружной летней солнцезащиты в виде выступающих архитектурных элементов: карнизов, балконов, террас, затеняющих светопрозрачные конструкции и не дающих попадать лучам высокого летнего солнца в здание.

Дом должен вписаться в окружающий ландшафт участка и быть частью экосистемы, а не являться самоцелью.

В доме должен быть предусмотрен гараж под 3 машины, возможно его размещение в объеме здания.

В ландшафтную архитектуру должна входить поляна для игр. Она служит детям и взрослым для подвижных игр, а также для общения с друзьями, животными и птицам на свежем воздухе. Для поляны выделяется минимум 1 сотка.

Перечисленные требования носят противоречивый характер. Кроме этого, как было отмечено, проектная система должна быть максимально гибкой, чтобы учесть индивидуальные требования. Исходя из этого, комплексное решение задач, стоящих перед разработчиками экоселения невозможно без создания САПР с включением всех новейших САЕ систем проектирования. (рис.3)

Начало проекта должно включать в себя



Рис.3. Функциональная схема САПР по разработке конструкторской документации для экопоселений

ландшафтную архитектуру. Для разработки ландшафтной архитектуры необходимо применить САЕ системы трехмерного проектирования с элементами дополненной реальности.

Для разработки проекта здания с внутренним интерьером необходимо применить последние разработки по созданию САЕ архитектуры зданий и сооружений. Эти проектные системы должны содержать расчет теплотер, вентиляции, естественного и искусственного освещения.

Электрообеспечения осуществляется за счет комплектации: ветроэнергетической установки, солнечных панелей, резервного дизель генератора, накопителя энергии. Для разработки документации на электро и теплоснабжение необходимо использовать специализированные проектные САД системы, например, ELCAD. САПР по энергообеспечению используется после создания дизайна интерьера дома.

САПР должна включать в себя автоматизацию и компьютеризацию по созданию «умного дома». Система умного дома формируется на заключительном этапе проекта после

разработки КД на строение и КД на энергообеспечение. В зависимости от определенных функций она, из уже разработанных комплектующих компонентов, обеспечивает компьютеризацию освещения, вентиляции, теплообеспечения, кондиционирования, охраны.

Заключение

В результате исследования показаны основные противоречия, которые возникают при индивидуальном строительстве. Они заключаются в том, что при значительных финансовых затратах существующие коттеджные поселки не удовлетворяют требованиям гармоничного комфортного жилья. Основная причина сложившейся не только на Южном Урале ситуации заключается в том, что не существует единой сквозной проектной системы, которая комплексно решила бы все противоречия. В статье предложена структура такой системы. Она объединяет уже известные и отработанные САЕ системы в единую САПР. Данная САПР строится для построения экопоселений на базе энергоэффективных домов для Южно-Уральского региона.

Литература

1. Гилман Р. Экодережни и устойчивые поселения // <http://www.ecology.md/section.php?section=ecoset&id=4>.
2. История экопоселения Большой Камень // http://www.ecobs.ru/index.files/site/ist.files/ist_b.html.
3. Кантеров И. Утопия в духе «нью-эйдж»// НГ-Религии, 02.07.2008 // http://religion.ng.ru/problems/2008-07-02/7_new-age.html.
4. Кирбятёв В. Немного об экопоселениях – или «Добро пожаловать в Будущее!» // <http://www.eco-vinogradovka.ru/sokr-poselenia-4.htm>.
5. Кулясов И. Инициативы создания экопоселений // <http://mirmer.ru/prorgarms/region/item/156-iniciativy-sozdaniya-ekoposelenii.78> И.Кулясов. Экологические поселения России как новая форма устойчивых сельских поселений. Полный текст статьи см.: <http://kukuika.ru/stati/yekoposelenija-1.html>. Аналитический обзор экологических поселений России (версия 14-06-12) 53 © ЦИРКОН. 2012.

6. Кулясов И. Экологические поселения России как новая форма устойчивых сельских поселений // <http://kukuika.ru/stati/yekoposelenija-1.html>.
7. Кулясова А. Экономосферное поселение «Тиберкуль»: в поисках альтернативного образа жизни // Экопоселения в России и США. Труды ЦНСИ. Вып. 10 / Под ред. М.Соколова. СПб.: ЦНСИ, 2004. // <http://www.cisr.ru/Kulyasova.html>.
8. Кулясова А., Кулясов И. Экопоселения в России // <http://www.ecolife.ru/video/5317/>.
9. Лазутин Ф. Этапы юридического оформления экопоселения «Ковчег» как населённого пункта // <http://www.eco-nomos.ru/2011/04/lazutin-info/>.
10. Марковкин И. Экопоселения России // <http://www.wakeup.ru/articles/7/253/>.
11. Метелкин Н. Пермакультура, как образец обеспечения устойчивого развития сельских населенных пунктов на примере экодережни «Crystal Waters», Австралия // http://www.lubinka.ru/article/pr_eko_pos/perma_kl.htm.
12. Неведомская Л. Экология сознания // <http://www.poleznoeznanie.ru/211.htm>.
13. Нево-Эковиль. Общественное Объединение Центр Экологических Инициатив «НЕВОЭКОВИЛЬ» (краткая информация) // <http://www.ecology.md/section.php?section=ecoset&id=14>.
14. Сайт Глобальной сети Экопоселений - Global Ecovillage Network (GEN) // <http://gen.ecovillage.org>.
15. Ресин В. И. Эффективные методы управления энергосбережением в строительстве // Архитектура и строительство Москвы. 2003. Т.508-509. № 2-3.– С. 7-13.
16. Solar PV Could Be Standard in New European Buildings by 2020.
17. Spain requires new buildings use solar power.
18. «Пассивный дом в Киеве» в базе данных Института пассивного дома в Дармштадте.
19. Алексей Щукин. От дома-термоса к дому-концепту. «Эксперт» №13.– (796) (02 апр 2012). Дата обращения 2 ноября 2012. Архивировано 5 ноября 2012 года.
20. Town and County Planning Association (TCPA) and David Lock (2007a) Eco-Towns: Scoping Report – Helping to Deliver a Step Change in the Quality and Availability of Homes for the People of England. London: TCPA.
21. Town and County Planning Association (2007b) Best Practice in urban Extensions and New Settlements. London: TCPA.
22. Town and Country Planning Association (2007c) Press Release: TCPA lays the foundations for government backed programme of eco-towns. London: TCPA.
23. Vukotic, L. (2008) An Assessment of Building Structural Elements Lifecycle Embodied Energy and CO2 Emissions, Unpublished Research.
24. S. A. Gandzha, "Optimal design of brushless axial gap electric machines for low power windmills," Design World (engineering solution for product manufactures), no. 1, 2012. [Online]. Available: www.designworldonline.com.
25. Gandzha, S., Aminov, D., Kosimov, B. Development of engineering method for calculation of magnetic systems for brushless motors based on finite element method. 019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2019.
26. Gandzha, S., Aminov, D., Kiessh, I., Kosimov, B. Application of Digital Twins Technology for Analysis of Brushless Electric Machines with Axial Magnetic Flux. Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018.
27. Gandzha, S., Belonozhko, A. Development of Electrical Energy Storage Device Using Direct-Acting Fuel Cells Based on Methanol. Proceedings - 2018 International Ural Conference on Green Energy, UralCon 2018.– P. 248-252.
28. Gandzha, S. The application of the double-fed alternator for the solving of the wind power problems. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 3(BOOK 4) .– P. 321-328.
29. Gandzha, S. Proposals for the design of high-speed electric machines. 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 – Proceedings.

References

1. Gilman R. Eco-villages and sustainable settlements // <http://www.ecology.md/section.php?section=ecoset&id=4>

2. History of the Big Stone ecovillage // http://www.ecobs.ru/index.files/site/ist.files/ist_b.html.
3. Kanterov I. Utopia in the spirit of “New age” // NG-Religion, 02.07.2008 // http://religion.ng.ru/problems/2008-07-02/7_new-age.html.
4. Kirbyat'ev V. A little about eco-settlements-or “Welcome to the Future!” // <http://www.eco-vinogradovka.ru/sokr-poselenia-4.htm>.
5. Kulyasov I. Initiatives for creating eco-settlements. <http://mirmir.ru/prorgarms/region/item/156-iniciativy-sozdaniya-ekoposelenii>. 78 AND.Kolesov. Ecological settlements of Russia as a new form of sustainable rural settlements. For the full text of the article, see: <http://kukuika.ru/stati/yekoposelenija-1.html>. Analytical review of ecological settlements in Russia (version 14-06-12) 53 © ZIRCON 2012.
6. Kulyasov I. Ecological settlements of Russia as a new form of sustainable rural settlements // <http://kukuika.ru/stati/yekoposelenija-1.html>.
7. Kulyasova A. Ekonosfernoe settlement “Tiberkul”: in search of an alternative way of life // Ecovillages in Russia and the United States. The works of CISR. Issue 10 / Edited by M. Sokolov. St. Petersburg: TSNSI, 2004. // <http://www.cisr.ru/Kulyasova.html>.
8. Kulyasova A., Kulyasov I. Ecovillages in Russia // <http://www.ecolife.ru/video/5317/>.
9. Lazutin F. Stages of legal registration of the Ark ecovillage as a locality // <http://www.eco-nomos.ru/2011/04/lazutin-info/>.
10. Markovkin I. Ecovillages of Russia // <http://www.wakeup.ru/articles/7/253/>.
11. Metelkin N. Permaculture as an example of ensuring sustainable development of rural settlements on the example of the eco-village “Crystal Waters”, Australia // http://www.lubinka.ru/article/pr_eko_pos/perma_kl.htm
12. http://www.lubinka.ru/article/pr_eko_pos/perma_kl.htm 12. Nevedomskaya L. Ecology of consciousness // <http://www.poleznoeznanie.ru/211.htm>.
13. Nebo-Ecoville. Public Association Center for Environmental Initiatives “NEVOEKOVIL”(brief information) // <http://www.ecology.md/section.php?section=ecoset&id=14>.
14. Website of the Global Ecovillage Network-Global Ecovillage Network (GEN) // <http://gen.ecovillage.org>.
15. Resin V. I. Effective methods of energy saving management in construction // Architecture and construction of Moscow. 2003. Vol. 508-509. No. 2-3. – P. 7-13.
16. Solar photovoltaic panels May become the standard in New European Buildings by 2020
17. Spain requires new buildings to use solar energy.
18. “Passive house in Kiev” in the database of the Institute of Passive House in Darmstadt.
19. Alexey Shchukin. From the thermos house to the concept house. “Expert” No. 13 (796) (02 Apr 2012). Accessed November 2. 2012. Archived from the original on November 5.– 2012.
20. Town and County Planning Association (TCPA) and David Lock (2007a) Eco-Towns: Scoping Report – Helping to Deliver a Step Change in the Quality and Availability of Homes for the People of England. London: TCPA.
21. Vukotic, L. (2008) An Assessment of Building Structural Elements Lifecycle Embodied Energy and CO2 Emissions, Unpublished Research.
22. S. A. Gandzha, “Optimal design of brushless axial gap electric machines for low power windmills,” Design World (engineering solution for product manufactures), no. 1, 2012. [Online]. Available: www.designworldonline.com.
23. Gandzha, S., Aminov, D., Kosimov, B. Development of engineering method for calculation of magnetic systems for brushless motors based on finite element method. 019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2019.
24. Gandzha, S., Aminov, D., Kiessh, I., Kosimov, B. Application of Digital Twins Technology for Analysis of Brushless Electric Machines with Axial Magnetic Flux. Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018.
25. Gandzha, S., Belonozhko, A. Development of Electrical Energy Storage Device Using Direct-Acting Fuel Cells Based on Methanol. Proceedings - 2018 International Ural Conference on Green Energy, UralCon 2018.– P. 248-252
26. Gandzha, S. The application of the double-fed alternator for the solving of the wind power problems. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 3 (BOOK 4) .– P. 321-328

27. Gandzha, S. Proposals for the design of high-speed electric machines. 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016. – Proceedings

Ганджа С.А.,

заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники», Энергетический факультет, Политехнический институт, Южно-Уральский Государственный Университет, г. Челябинск, Россия, e-mail: gandzhasa@susu.ru

Gandzha S. A.,

head of Department “Theoretical Foundations of Electrical Engineering”, Faculty of Power Engineering, Polytechnic Institute, South Ural State University, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: gandzhasa@susu.ru

Шабиев С.Г.,

декан Архитектурного факультета, доктор архитектуры, профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия E-mail: shabievsg@susu.ru

Shabiev S. G.,

dean of the faculty of Architecture, doctor of architecture, professor, South Ural state University, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: shabievsg@susu.ru
