

Д. В. Солин, Е. В. Иванкина

ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛЬЯ

Аннотация: В последнее время “зеленое” строительство становится необходимым и перспективным направлением современного девелопмента, не только за счет снижения расходов во время эксплуатации для владельцев объекта и конечных потребителей, но и во время строительства для непосредственных участников процесса - девелоперов. “Зеленые” стандарты устанавливают требования экологически устойчивого бизнеса. Они способствуют созданию “зеленых” технологий, товаров и услуг для жизнеспособного бизнеса независимо от его содержания, расположения, типа и размера. “Зеленый” бизнес не оказывает отрицательного влияния на глобальную или локальную окружающую среду, местное сообщество, общество и экономику в целом. В данной статье мы постараемся разобрать ключевые факторы, которые напрямую влияют на уменьшение стоимости строительства объектов, которые будут использоваться для проживания, а не для коммерческих целей. Ниже приведены основные тезисы, которые подтверждают утверждение о том, что строительство энергоэффективных и экологически чистых жилых зданий может быть выгодно на стадии строительства, а не только эксплуатации. Современная наука и инновационные технологии позволяют удешевить весь жизненный цикл “зеленого” дома, начиная с производства экологически чистых материалов, заканчивая “умным” управлением объектом недвижимости с последующей сертификацией. В данной статье рассмотрены некоторые тезисы, которые помогают понять лишь некоторые из аспектов, способных сократить бюджет строительства.

Ключевые слова: Зеленое, Строительство, Инновации, Стандарты, Технологии, Стоимость, Массовое производство, Влияние на экологию, Альтернативные источники энергии, Материалы.

Экологическое строительство жилых зданий дает преимущества не только на этапе эксплуатации, но и на этапе проектирования и строительства. В данной статье мы постараемся разобрать ключевые факторы, которые напрямую влияют на уменьшение стоимости строительства объектов, которые будут использоваться для проживания, а не для коммерческих целей.

Ниже приведены основные тезисы, которые подтверждают утверждение о том, что строительство энергоэффективных и экологически чистых жилых зданий может быть выгодно на стадии строительства, а не только эксплуатации.

Ни для кого не секрет, что в России девелоперы жилья платят за подключение к коммуникациям - при проектировании ресурсоэффективного здания снижается потребление электричества, тепла и воды и соответственно стоимость подключения и прокладки коммуникаций до начала строительства.

Ведь не требует доказательства тот факт, что жилое здание, которое потребляет гораздо меньшее количество электроэнергии, воды и тепла, потребует и

значительно меньшего количества мощностей, которое требуется при подключении объекта к сетям или строительстве собственных мощностей, если речь идет об объектах, которые строятся в чистом поле.

Инновационные материалы (прежде всего теплоизоляция) позволяет снизить толщину стен по сравнению с традиционной кирпичной кладкой. Соответственно увеличивается полезная площадь здания внутри фиксированных внешних габаритов.

Фактор увеличения площади как нельзя лучше подходит для компаний, которые ведут строительство жилых объектов. Ведь при формировании плана продаж считается каждый квадратный метр полезной площади при строительстве будущего здания.

В последнее время наблюдался значительный подъем в производстве экологических материалов. В настоящее время сформулированы и применяются критерии LCA (Life Cycle Assessment – Оценка жизненного цикла продукции) на основе стандарта ISO 14024.

Сегодня тестирование и сертификация экологических материалов осуществляется на основе

международных стандартов ISO, принципов организации GEN, применения EPD (Environmental Product Declaration – Декларация экологичности продукции). В России этот процесс возглавили участники RuGBC – группа “ЭкоСтандарт” и Санкт-Петербургский Экологический союз. Они создали собственную программу сертификации, основанную на стандарте ISO. Экологический союз вошел в состав GEN (The Global Ecolabelling Network), в одну из крупнейших в мире ассоциаций, которая специализируется на популяризации и развитии экомаркировки продуктов и услуг¹.

Экомаркировка “Листок жизни”, разработанная Экологическим союзом в соответствии со стандартами ISO 14024 – единственная российская экологическая маркировка, признанная GEN.

Процедура оценки строительных материалов на получение экомаркировки “Листок жизни” включает не только оценку экологичности самого продукта, но и сырья, из которого он производится, упаковки, способов его транспортировки к конечному потребителю, а также особенности утилизации.

Среди крупнейших игроков рынка производства экологических материалов можно назвать Bayer, Dow, BASF.

Важную роль в развитии рынка экологических материалов играет четкая классификация производимой продукции, сокращение энергозатрат, обновление сегментов рынка.

Ранее на рынке изоляционных материалов традиционно доминировала продукция для теплоизоляции на основе минеральной ваты. Со временем перечень экологических изоляционных материалов расширился. У европейского делового сообщества вызывает озабоченность тот факт, что Россия пока отстает от других стран в использовании экологических материалов, в частности, полиуритана. Отдельные экологические материалы производятся в России, а также поставляются из-за рубежа. В планах использование более совершенных изоляционных материалов, таких как MLIs, выпускаемых фирмами Dirk, BASF и Bayer. Они не применялись в России до настоящего

времени. В одном из крупнейших химико-фармацевтических концернов Bayer, о котором уже шла речь выше, организована Программа “Эко-коммерческое строительство”, реализуемая в рамках глобальной климатической программы. Программа предназначена для профессиональных участников рынка недвижимости и предлагает инновационные решения, которые позволяют снизить выбросы CO₂ за счет сокращения потребления энергии. Эко-коммерческая строительная программа – это сеть экспертов, предоставляющих решения для энергоэффективных экологических экономических проектов по строительству коммерческих и общественных зданий: от зданий с низким потреблением энергии и пассивных зданий до зданий с нулевым энергетическим балансом.

Большое внимание при производстве экологических материалов уделяется низкой энергоемкости на стадии производства, незначительному уровню загрязнения окружающей среды, стопроцентной утилизации, использованию только природных материалов в производстве. Новые экологические материалы находят свое применение в конструкциях перегородок, подвесных потолков, дверей, а также фасадов зданий.

Стоит упомянуть о новых экологических строительных конструкциях (SIP - структурированные изоляционные панели и ЛСТК² - легкие стальные конструкции), которые позволяют сократить время монтажа здания, т.е. снизить затраты на СМР.

Технология SIP³ (Structural Insulated panels systems), что в переводе означает Структурные Изоляционные Панели (СИП), изобретена в США в 1950 году корпорацией «Доу Кемикл». В корпорации ученые обратили внимание, что соединение двух материалов имеющих разные физические свойства дают новый материал, имеющий совершенно иные возможности, как по прочности, так и по тепло и звукоизоляции. Прочность панели определяет ориентированная стружечная плита и закладной каркас из бруса. За тепло и звукоизоляцию отвечает пенополистирол.

² <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%A1%D0%A2%D0%9A>

³ <http://www.tehnologiasip.ru/>

¹ http://www.ecounion.ru/doc/Green_City_08-09.2013.pdf

Путем склеивания этих материалов под давлением на свет появился композитный материал, который назвали SIP (СИП). Вскоре этот материал стал широко применяться по всему миру.

По международным нормам этой технологии присвоен высший класс энергоэффективности Energy Star⁴. Толщина стены 150мм из такой панели заменяет кирпичную кладку толщиной 1500 мм. При сборке панели на фундаменте это экономит массу времени. Никакой дополнительной обработки деталей на строительной площадке не требуется. Дом собирается за очень короткое время. Важнейшими свойствами материала является его прочность, легкость и высокая теплоизоляция. Экологическая чистота СИП подтверждена всеми необходимыми сертификатами. Как пенополистирол, так и вся сэндвич-панель не включают в себя и не выделяют в атмосферу формальдегид, фенол, толуилендиизоцианат, бутанол, этилацетат и другие вредные вещества – именно поэтому их используют для строительства в том числе социальных и медицинских учреждений.

Легкие стальные тонкостенные конструкции (сокращенно ЛСТК) – это технология проектирования и строительства на основе стального каркаса с использованием термопрофилей и профилей общего назначения. ЛСТК используется как при строительстве несущих конструкций, так и при строительстве межкомнатных и межэтажных перекрытий.

Данная технология была разработана в 50-х годах 20 столетия в Канаде. Основной причиной появления данной технологии явилась необходимость в возведении большого количества малоэтажных домов для среднего класса соответствующих климатическим условиям страны. Технология ЛСТК довольно быстро приобрела характер массового применения, уменьшив (а в пригородах и городах и вовсе исключив) использование каркасов из дерева, из-за их высокой стоимости, подверженности гниению и воздействию насекомых – вредителей. Но основным фактором для развития ЛСТК все же явилось возможность промышленного, массового производства стальных профилей и до-

ступность материала. На современном этапе развития данная технология приобретает все большее распространение в мире из-за низкой стоимости дома из ЛСТК и его прочности. В России на данный момент эта технология не приобрела массовости из-за недостатков законодательства и коррумпированности чиновников, вследствие чего, старые, и менее экономичные технологии (деревянный каркас, кирпич, бетон) до сих пор занимают до 95% строительного рынка.

На современном строительном рынке можно наблюдать аналогичные технологии в сфере навесных фасадов, которые сокращают нагрузку на фундамент, т.е. снижают его массу и стоимость. Экологическое строительство также приветствует использование местных ресурсов (прежде всего - строительных материалов) - это позволяет снизить расходы строительства на логистику и транспортировку.

Одна из серьезных статей бюджета строительства любого объекта - это доставка, транспортировка и хранение строительных и отделочных материалов. “Зеленое” строительство не просто учитывает влияние на экологию процесса строительства здания, а также всех аспектов, которые задействованы в реализации проекта, включая производство материалов, транспортировку и многое другое.

Невозможно представить новые “зеленые технологии” без упоминания о повторном применении материалов, переработанных вторичных материалов, включая использование строительного мусора прямо на площадке (а не вывоз на свалку), сдача отсортированного мусора на переработку сокращают строительные расходы.

Инновационные и “традиционные” добавки в бетон позволяют снизить расход цемента в строительных конструкциях и получить дополнительные характеристики по теплоизоляции - пено и газобетон, шлак, древесная щепа, измельченная конопля. Некоторые натуральные изоляционные материалы дешевле синтетических - эковата, прессованная солома, лен, торф, шерсть.

⁴ Энергоэффективные здания. Табунщиков Ю.А., Бродяч М.М., Шилкин Н.В., Москва: АВОК-ПРЕСС, 2003.

Многие девелоперы жилой недвижимостью уже давно озаботились задачей создания собственных производственных мощностей, которые смогут обеспечить качественными и недорогими экологически чистыми материалами их строительные площадки.

Важным фактором в современном подходе к строительству являются системы энергомоделирования и в целом BIM - building information modeling⁵, которое позволяет на этапе проектирования протестировать потребление ресурсов (электричество, тепло, холод) зданием, увидеть и исправить слабые места в проекте и получить ориентиры для сравнения реального потребления построенного здания и полученную экономию.

Информационное моделирование здания - это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Однако все эти факторы учитываются в системах сертификации, так называемых, зеленых стандартах (например BREEAM), которые оценивают управление (менеджмент) проектирования и строительства. При грамотном управлении проектом можно получить значительную экономию.

Зеленые стандарты оценивают различные типы и виды недвижимости, в основном коммерческой. Но есть специальные версии для жилой недвижимости. BREEAM работает с многоквартирными жилыми домами. Есть специальная версия, написанная для малоэтажного строительства - Code for Sustainable Home (CSH) - Нормативы для жизнеспособных (экологически устойчивых) домов. CSH - это действующий с 2006 года национальный стандарт правительства

Великобритании, нацеленный на поддержку непрерывного улучшения экологической устойчивости и жизнеспособности жилых домов. BRE Global (разработчик и оператор стандарта BREEAM) выступает в качестве консультанта при разработке и развитии технической составляющей стандарта и управляет его практическим применением, Стандарт дополняет систему обязательных Сертификатов энергетических показателей (EPC), внедренных в рамках Европейской директивы по энергоэффективности зданий (EPBD). Сейчас без Сертификата EPC нельзя продать или сдать в аренду жилое помещение.

Стандарт CSH оценивает жилые дома по 9 категориям: (в скобках для каждой категории указаны наличие обязательных критериев для сертификации (М), общее количество возможных баллов и весовой коэффициент этой категории в общей оценке)⁶

- Энергия и выбросы CO₂ (М 29 36,4%)
- Вода (М 6 9,0%)
- Материалы (М 24 7,2%)
- Поверхностные стоки (М 4 2,2%)
- Мусор (М 7 6,4%)
- Загрязнение (4 2,8%)
- Здоровье и благополучие людей (М 12 14,0%)
- Менеджмент (9 10,0%)
- Экология (9 12,0%)

В качестве наиболее значимых выделены категории энергоэффективность, микроклимат внутри дома и экологические аспекты. По итоговому баллу оценки определяется уровень сертификации жилого дома - от 1 до 6. Сертификация проводится дважды - на этапе проектной документации и после завершения строительства. Интересно, что сейчас все новые дома в Великобритании должны иметь уровень не ниже 3 и некоторые муниципалитеты требуют наличия сертификата при выдаче разрешительной документации. Правительство страны установило амбициозное требование к девелоперам о соответствии к 2016 году всего муниципального жилья самому высокому уровню 6. Такие жилые дома будут иметь нулевой среднегодовой выброс углекислого газа в атмосферу. Организация

⁵ Green Building. Guidebook for Sustainable Architecture. Bauer Michael, Mösle Peter, Schwarz Michael. Springer. 2009. p.37

⁶ <http://www.future-artillery.com/Media/1000027/16203.pdf>

BRE Global не только является исследовательским институтом и разработчиком стандарта BREEAM, но и создала выставочную площадку для демонстрации лучших образцов малоэтажных экологических зданий, которые проектировали и строили ведущие архитекторы, инженеры и производители Великобритании. В них воплощены новейшие методы строительства и более 200 инновационных и перспективных технологий: производство вне строительной площадки, использование возобновляемых материалов и энергии, применение технологий с низким выбросом углекислого газа, установка новейших технологических систем, устройств и датчиков. Главная задача такой выставки - обеспечение практичности и доступности зеленых технологий.

С 2005 года BRE Innovation Park является своеобразной ВДНХ для экологического строительства и технологий Великобритании.

BRE (Building Research Establishment, Организация по исследованию строительства) - общественный фонд, разработавший и продвигающий международную систему экологической сертификации BREEAM.

Инновационный парк включает восемь самых экологичных жилых домов и медицинский центр будущего, объединенные ландшафтным дизайном. Строительство домов было профинансировано компаниями, которые являются лидерами в области технологий, проектирования и строительства - дома именуются по названиям этих компаний. Все здания парка имеют минимальное воздействие на окружающую среду, низкий выброс CO₂ и замечательные потребительские качества.

- ecoTech Organics House - пример массового панельного производства домов, планировка которых может изменяться под индивидуальные потребности жильцов от студии до пятикомнатной квартиры; построен за 14 дней
- Hanson EcoHouse - построен из обычных строительных материалов (кирпич), экологичность достигнута высокой точностью инновационных технологий строительства - большая тепловая масса, натуральная вентиляция, солнечный нагреватель и тепловой насос, сбор дождевой воды

- Kingspan Lighthouse - обшитый деревом герметичный дом со сверхвысокой изоляцией и комфортом пребывания (Уровень 6 по Нормативу экологически устойчивых домов); применяются пять источников альтернативной энергии
- Natural House - простой, низко технологичный и легко возводимый дом с малым выбросом углерода
- Osborne House - недорогой высококачественный экологичный дом для массового производства
- Renewable House - применение возобновляемых материалов (пенька, шерсть, дерево) позволяет строить практичные и доступные дома с низкими углеродными выбросами
- Stewart Milne Sigma Home - проживая в нем, дом тестировала реальная семья

The Barratt Green House был первым домом Инновационного парка BRE Global, созданным массовым застройщиком, специализирующимся на малоэтажном доступном жилье. Дом спроектирован компанией Gaunt Francis Architects. В 2007 году общественным голосованием издания «Mail on Sunday» проект победил в архитектурном конкурсе «Дом будущего». После постройки дом был объектом двухгодичных исследований в области проектирования, строительства и материалов.

Основные экологические характеристики здания:

- Высший (6) уровень согласно британского Норматива экологически устойчивых домов (Code for Sustainable Homes)
- Нулевой выброс CO₂ усредненный за год
- Солнечные панели полностью удовлетворяют потребности дома в электричестве
- Нагревание воды от солнечной батареи
- Сбор дождевой воды для сантехнических нужд
- Большая термальная масса (газобетонные стены и перекрытия) снижает потребности в кондиционировании
- Дневной свет проникает на всю глубину дома
- Оконные ставни оптимизируют нагревание солнцем и дают дополнительный изоляционный эффект

- Механическая вентиляционная система с рекуперацией тепла
- Адаптируемые под изменяемые потребности внутренние планировки

Выставка *Blaue Lagune*, расположенная к югу от Вены, имеет официальное название «Центр готовых домов». Самая большая и представительная в Европе, «Голубая Лагуна» представляет 85 образцово-показательных домов и специальные демонстрационные зоны по темам «Модульные подвалы», «Сады и ландшафты», «Энергия и технологии» и «Мир гаражей». Ежегодно выставку посещают около 220 тысяч человек.

Главным масштабным европейским ежегодным событием является форум и выставка по экологическому строительству *EcoBuild* в Лондоне. Совет по экологическому строительству *RuGBC* третий год организует посещение этой выставки российской делегацией. Сейчас обсуждаются планы о внесении «русского вопроса» в официальную программу *EcoBuild 2012*. На этой выставке можно посмотреть воочию и потрогать руками все новейшие зеленые технологии и практические примеры их реализации. Основными сферами применения экологических технологий для малоэтажного и индивидуального строительства являются 3 области возобновляемых источников энергии: солнечная энергия, альтернативная микро-генерация и тепловые насосы. Существуют и другие сферы, но они или пока экзотические (энергия волн, мини- гидроэлектростанции), или менее применимы в малоэтажном строительстве (ветрогенераторы).

Солнечная энергия используется в двух видах - солнечные панели и фотоэлектрические элементы.

Солнечные панели поглощают энергию солнца для производства горячей воды, которая после нагрева хранится в баках и используется для бытовых целей или обогрева помещений. Панели и бак либо разъединены (в сплит-системах), либо расположены рядом друг с другом на крыше. Сами панели могут быть двух видов - вакуумные трубки или плоские пластины. Первые более эффективны в средней полосе России, пластины выгодны в сол-

нечном климате. Стоят оба вида приблизительно одинаково, но пластины более дороги в ремонте и при замене.

Фотогальванические панели конвертируют солнечную энергию (точнее излучение) в электричество. Постоянный ток низкого напряжения от множества солнечных элементов суммируется и инвертируется в переменный ток для бытового потребления. Эффективность фотоэлементов составляет сейчас порядка 30%, а производительность сильно зависит от ряда факторов: времени дня и сезона, освещенности, затенения, угла наклона, ориентации, температуры.

Действие тепловых насосов построено на том, что на глубине нескольких метров от поверхности земли температура круглогодично остается постоянной (+12 C). Упрощенно, тепловой насос работает аналогично бытовому холодильнику, но наоборот - превращает электрическую энергию в тепловую, используя низкопотенциальную энергию земли. Полученная энергия передается хладагенту, который в компрессоре повышает свою температуру. В теплообменнике хладагент передает свою энергию нагреваемой воде или системе отопления здания. Тепловой насос производит в 3-4 раза больше энергии, чем затрачивается на обеспечение его работы, и этот «излишек» берется из окружающей нас среды (из земли или воздуха, за счет разности температур).

Альтернативная (или микро-генерация) - это производство энергии, подходящей для непосредственного применения в бытовых условиях. Двойная генерация - это производство в одном процессе тепла и электричества. Тригенерация - это еще и получение холода из излишков тепла этого процесса. Помимо традиционного природного газа для альтернативной генерации может использоваться газ биометан, полученный при переработке органического сырья или отходов. Дополнительно, источником возобновляемой энергии может служить биомасса - древесина, отходы, водород, спирт.

Европейский Союз поставил себе цель к 2020 году довести долю энергии из альтернативных возобновляемых источников до 20%. Однако, развитие альтерна-

тивной энергетики и достижение таких целей невозможно без поддержки государства. В настоящее время в более чем 50 странах применяется политика Feed-in Tariff (FIT). Она заключается в гарантированной покупке государством электричества, произведенного из альтернативных источников, в том числе от частных производителей, по тарифам, стимулирующим применение возобновляемых технологий. В дополнение к этому, в Великобритании в конце 2011 года вводится система финансирования Renewable Heat Incentive (RHI), работающая аналогично - владельцы домов, установившие системы альтернативного теплоснабжения, получают денежную компенсацию и дотацию за используемые горячую воду и тепло собственного возобновляемого производства. Эти выплаты позволяют сократить период окупаемости вложенных средств до приемлемых 5-10 лет. Правительство Великобритании установило на данный момент тарифы, позволяющие получать собственникам доходность на свои инвестиции в альтернативную домашнюю энергетику в районе 12% годовых по системе RHI и порядка 5-8% по FIT⁷.

Таким образом, “зеленые” стандарты устанавливают требования экологически устойчивого бизнеса. Они способствуют созданию “зеленых” технологий, товаров и услуг для жизнеспособного бизнеса независимо от его содержания, расположения, типа и размера. “Зеленый” бизнес не оказывает отрицательного влияния на глобальную или локальную окружающую среду, местное сообщество, общество и экономику в целом. Целый ряд негосударственных организаций создали собственные стандарты, нормы, кодексы и рейтинговые системы, которые позволяют правительственным регуляторам, игрокам строительного рынка и потребителям использовать принципы экологического строительства. В более чем 30 странах разработаны национальные зеленые стандарты, некоторые из этих систем сертификации стали международными. Следование требованиям международных экологических стандартов BREEAM, LEED и DGNB как руководству при проектировании (даже без последующей сертификации здания по этим стандартам) может вызвать НЕ удорожание здания, а дать серьезную экономию в нескольких важных аспектах.

Библиография

1. Alternative Energy Systems in Building Design. Gevorkian Peter. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2009
2. Be a successful Green Builder. Woodson R. Dodge. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2009
3. Green Building. Guidebook for Sustainable Architecture. Bauer Michael, Mösle Peter, Schwarz Michael. Springer. 2009
4. The Green House: New Directions. Alanna Stang. 2010
5. Бобылев С. Н., Гирусов Э. В., Перелет Р. А. Экономика устойчивого развития. Учебное пособие. Изд-во Ступени, Москва, 2004.
6. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. — С.: БХВ-Петербург, 2011
7. Энергоэффективные здания. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В., Москва: АВОК-ПРЕСС, 2003. 100 с.

⁷ <http://www.future-artillery.com/Media/1000027/16203.pdf>

References (transliterated)

1. Alternative Energy Systems in Building Design. Gevorkian Peter. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2009
2. Be a successful Green Builder. Woodson R. Dodge. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2009
3. Green Building. Guidebook for Sustainable Architecture. Bauer Michael, Mösle Peter, Schwarz Michael. Springer. 2009
4. The Green House: New Directions. Alanna Stang. 2010
5. Bobylev S. N., Girusov E. V., Perelet R. A. Ekonomika ustoichivogo razvitiya. Uchebnoe posobie. Izd-vo Stupeni, Moskva, 2004.
6. Gabriel' I., Ladener Kh. Rekonstruktsiya zdaniy po standartam energoeffektivnogo doma. — S.: BKhV-Peterburg, 2011
7. Energoeffektivnye zdaniya. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M., Shilkin N.V., Moskva: AVOK-PRESS, 2003. 100 s.