

УДК.72.01

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОДОМА И ЭКОПОСЕЛЕНИЯ

Чунтонов В.С.

ООО «Экодом», г. Новосибирск

Концептуальные основы экоддома имеют «западную» родословную, связанную с нефтяным кризисом 70-х годов прошлого века. Западная модель экоддома имеет отпечаток соответствующих природных и социальных условий. Эту модель экоддома сложно непосредственно применить к российским, а тем более сибирским условиям. Необходима существенная адаптация «зарубежного концепта» к российским и сибирским условиям.

Что это за условия?

Суровый климат против умеренного климата даже в самых северных странах Европы, или южной части Канады.

Малоразвитая рыночная экономика против зрелой рыночной экономики.

Разрушенная индустриальная база строительства, большая доля ручного труда против хорошо налаженной, гибкой системы индустриализации западных стран. Индустриализации, рассчитанной и на малоэтажное строительство.

Разрыв или остановка поступательного развития индивидуального домостроения против ненарушенных традиций частного малоэтажного жилья.

Трансформированный менталитет россиян в части индивидуального домостроения.

Незрелость и крайняя неоднородность среднего класса, который вроде бы как должен быть заинтересован в экономии эксплуатационных расходов, которые являются основой для развития экоддома.

Мы не будем в этой статье приводить очередной раз «джентельменский набор» элементов или требований к зарубежному пассивному или энергоэффективному дому, а попытаемся проанализировать опыт адаптации «западного концепта» к российским и сибирским условиям.

Перечень выполненных проектных работ, которые являются основой для анализа:

Технико-экономические расчеты и эскизные проекты одноэтажного соломенного дома по заказу ООО «Сибирское поселение».

Конкурсный проект многоэтажного офисного здания по заказу ОАО «Технопарк» г. Новосибирск. Проект выполнен с учетом требований к энергоэффективным зданиям.

Конкурсный проект на малоэтажное энергоэффективное здание экономического класса по заказу фонда «РЖС».

Проект экопоселка для культурно-образовательного центра «Этномир» (3 варианта).

Концепт экоддома для культурно-образовательного центра «Этномир».

Концепт одноэтажного экоддома экономкласса. Инициативная разработка.

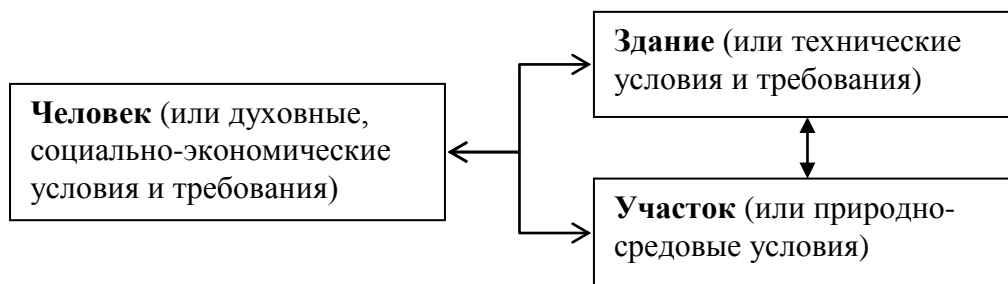
В зависимости от того как расставлены «запяты», экоддомовская система приобретает разные оттенки.

При акценте на «здании», решаем задачи энергоэффективности, ресурсоэффективности, а также конструктивной, технологической, экономической эффективности.

При ударе на «участок», сосредотачиваемся на задачах связанных с сохранением окружающей природной среды, а возможно и ее улучшении. По существу является второй объект проектной работы, а именно участок под дом – как минимальная часть природной среды.

Экодом - общие принципы проектирования

Экодом рассматриваем как систему из трех главных компонентов:



При акценте на «человеке». Решаем задачи, связанные с человеком его здоровьем. Если более широко, то с социальным статусом человека в обществе, с экономическими условиями, обеспечивающими духовные и прагматические потребности человека.

Здание Стены.

При проектировании стен в условиях Сибири весьма существенны следующие требования.

Баланс в теплоизоляции стен и окон. Традиционно считается, что чем больше приведенный коэффициент теплопередачи стен, тем лучше. На наш взгляд необходимо рассчитывать оптимальный энергобаланс в здании как энергетической системе. Учитывая естественно экономические факторы изменения разных компонентов системы здания.

Существенное увеличение теплоизоляции стен отражается на стоимости «коробки». Эффекта такое утепление может не дать, если из окон тепло будет уходить. Получим «Шубу с дырами». Необходимо находить экономический оптимум между потерей тепла через стены (перекрытия) и окна.

Компактность. Требование, которое в условиях Сибири несомненно надо стараться выполнять. Одновременно обеспечивает ресурс и энергоэффективность. Снижает количество используемых материалов. Снижает площадь поверхности, через которую уходит тепло. Необходимо обеспечивать оптимальное соотношение между объемом здания и наружной поверхностью, то есть, максимально возможный объем наименьшей поверхностью.

Мостики холода. Оболочка зданий состоит не только из стен, крыш. Перекрытий, но и охватывает грани, углы, стыки, места нарушения целостности наружной теплоизоляционной оболочки (прохождение трубопроводов, вентиляционных каналов, элементов конструкции, например, балконов). В этих местах теплопотери увеличиваются. Такие места называют мостиками холода. При тщательном проектировании и исполнении можно существенно сократить теплопотери возникающие из-за мостиков холода.

Герметизация ограждающих конструкций. В энергоэффективных домах предпочтение отдается воздухонепроницаемым оболочкам. В строительных нормах Германии этот принцип уже установлен. Тем не менее, ведется ожесточенный спор между сторонниками «дышащих» и герметичных стен.

Основной довод в пользу «дышащих» стен заключается в том, что можно обойтись без сложного вентиляционного оборудования. Довод в пользу герметичных стен сторонников этого направления следующий - воздухообмен через негерметичные швы в ограждениях изменяется в зависимости от напора ветра и температурных коле-

баний в широком диапазоне, например, при сильном напоре ветра возникают сквозняки, а при безветрии воздухообмен недостаточен. Наиболее веский довод «герметичников» заключается в том, что влага (пар) проникающий в конструкцию, способствует ее разрушению и существенно снижает теплотехнические свойства стены.

Окна.

Окна наиболее уязвимое место. Если днем через окна может быть приток солнечного тепла в помещение, то ночью тепло из дома через окна выходит. Особенно заметен отток тепла зимой.

Так как самые «навороченные» окна все равно не решают проблемы теплопотерь применительно к энергоэффективным и пассивным зданиям, то при выборе окон целесообразно руководствоваться экономическими соображениями.

При проектировании окон стоит обратить внимание на два мероприятия.

Ставни. Один из путей решения проблемы окна – это совершенствование ставень. За счет изолирования окон или части окон ставнями можно существенно сократить ночные и зимние потери тепла.

Одна из систем ставень «окно-дверь» своеобразный аналог двойной двери, только вместо одной из дверей окно в виде двери (сплошь остекленная балконная дверь). Окно открывается внутрь помещения. Собственно дверь в этой системе превращается в ставню, существенно утепленную. Общая толщина ставни 100 - 150 мм. Открывается ставня наружу, причем на 180°. Для того чтобы удобно закрывать-открывать ставни на втором этаже необходим балкон, либо ставня должна быть короткой, чтобы можно было дотянуться до ручки ставни. Действует ставня только в вечернее и ночное время или по сезонам.

Сопротивление теплопередаче окна с $R_0 = 0,5-0,8$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт (усредненное сопротивление окна) в этом случае может быть повышено до $R_0 = 3,0$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, то есть, практически, до сопротивления теплопередаче стены.

Место примыкания окна к стене. Необходимо обращать внимание на место примыкания окна к стене оно часто является мостиком холода и требует тщательного проектирования и исполнения. Площадь такого мостика холода сопоставима с площадью окна. Соответственно сопоставимы теплопотери.

Вентиляция.

Свежий воздух – это основа хорошего самочувствия и возможность соблюдения гигиенических требований к микроклимату помещений. Естественная вентиляция воздухом поступающим через неплотности не может удовлетворительно обеспечить требуемый воздухообмен, так как она зависит от природных факторов, которые непостоянны. В негерметичном здании при сильном ветре возникает сквозняк, а при безветренной погоде приток воздуха недостаточен. Такая вентиляция непригодна для энергоэффективных и пассивных зданий.

Для экодома целесообразна – индивидуальная, механическая, децентрализованная, малозатратная вентиляция с рекуперацией тепла. Например. Небольшая установка, с маленьким вентилятором, для регулируемой вытяжки воздуха из влажных помещений (ванные комнаты, туалеты и кухни) с необходимым расходом. В комнатах могут стоять рекуперативные проветриватели, например, УВРК-50 (устройство вентиляции с рекуперацией тепла) научно-производственной фирмы "Экотерм" г. Омск.

Особенности пассивной энергетики.

Пассивная энергетика в здании наиболее проста, дешева и долговечна. Поэтому на мероприятия пассивной энергетики стоит обратить пристальное внимание. В первую очередь, имеется в виду, использование солнечного тепла.

Настенный воздушный коллектор. В российских условиях не стоит использовать прямой солнечный нагрев через окна или солнечные системы на основе стены

Тромба. Существенно увеличивая их размер. Зимой и ночью через большие окна будут большие теплопотери. Целесообразно использовать отдельные воздушные коллекторы, которые лучше крепить к стене (понадобится меньше их утеплять и убирать снег). Если солнце есть (днем, весной, осенью иногда зимой), то тепло от него будет собрано. Если солнца нет (зимой, ночью), то через стандартные окна уходит гораздо меньше тепла.

Использование чердака в качестве воздушного коллектора. Для этого в конструкцию чердака необходимо внести некоторые дополнения, например, герметизировать чердак, частично утеплить. В качестве абсорбера можно использовать темную металлическую кровлю или черный нейлон, покрытый светопрозрачным шифером.

Водяные солнечные коллекторы на основе вакуумных трубок, которые могут работать даже зимой. Должны продуваться ветром, чтобы снег не задерживался на задней плоскости, к которой прикреплен коллектор. Можно использовать для горячего водоснабжения.

Аккумуляирование (солнечной) энергии в материале строительных конструкций. Прежде всего, имеется в виду аккумуляирование излишней солнечной энергии, которую можно использовать ночью. **Нецелесообразно** в этих целях использовать всевозможные специально создаваемые щебеночные, грунтовые аккумуляторы.

Конструкциями, которые одновременно могут выполнять функцию аккумулятора могут быть - массивный камин или печь, массивные стены инженерного блока, стены дома, если они обладают для этого необходимыми свойствами.

Целесообразно такого рода конструкции интегрировать в единую систему с солнечными воздушными коллекторами. С регулируемой системой вентиляторов подачи и распределения теплого воздуха от солнечного воздушного коллектора.

Вторичное или каскадное использование тепла. Например. Нагретый теплый воздух верхней зоны помещения можно использовать для подогрева грунта, по которому делается пол. В этом случае пол по грунту будет выполнять теплоинерционную функцию.

Автономная выработка электричества.

Выработка электричества на один дом является проблемой. Некоторые перспективные варианты.

Наиболее перспективный вариант – это получение электричества и тепла на основе двигателя Стирлинга (двигатель внешнего сгорания). Электричество можно выработать в малых количествах, но достаточных на один дом. Процесс может быть автоматизирован.

Получение электричества и тепла на основе пиролизных газогенераторов. Используется дешевое исходное сырье. Если установка маломощная, то ее работа сопряжена с затратой времени и физических сил хозяина, сопоставимых с протапливанием печи. Такие установки могут быть оптимальными для группы домов, в этом случае необходимы затраты на отдельное сооружение и на обслуживающий персонал.

Традиционное получение электричества на основе бензо-, дизель-, газогенераторов. Затруднено большой стоимостью исходного сырья. Маломощные генераторы, имеют, как правило, малый ресурс. Генераторы с большим ресурсом слишком дорогие для использования их в одном доме. На основе бензо-, дизель-, газогенераторов, турбин разного рода могут быть созданы микроТЭЦ, но это уже для группы домов. В этом случае встречаемся с проблемой договора между соседями и его выполнения.

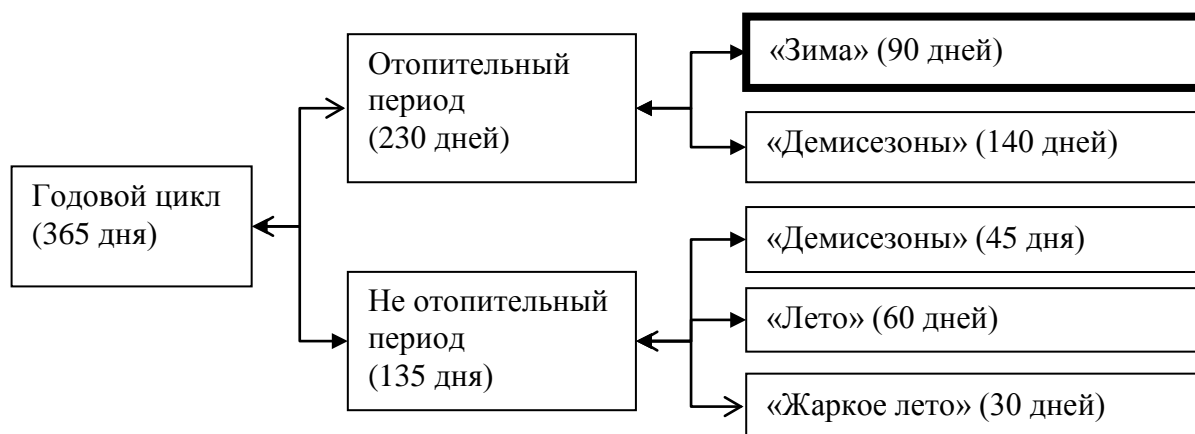
Аккумуляирование энергии в водяных аккумуляторах суточного цикла.

Водяной аккумулятор суточного цикла является своеобразным «перекрестком» для притока и оттока теплой воды. Приток тепла (теплой воды) может осуществляться от солнечного водяного коллектора, от «генератора» теплой воды (двигатель Стирлинга, тепловой насос, от иного генератора). Работа каждого из этих генераторов теплой

воды ограничена во времени. Аккумулятор теплой воды расширяет диапазон использования теплой воды например в течении суток (или нескольких суток). Теплая вода потребляется для отопления (теплый пол), гигиены (душ, ванна), хозяйственных нужд.

Сезонные мероприятия обеспечения энергоэффективности.

Мероприятия по энергоэффективности можно дифференцировать по периодам года следующим образом (для города Новосибирск).



«Зима» (90 дней). Против российской зимы (условно примем 90 дней) многие привычные для пассивных домов альтернативные способы энергоэффективности бесцельны. Поэтому. Для этих 90 дней. Все равно необходимо создавать эффективную, альтернативную, часто автономную систему энергообеспечения. Но если она создана, в доме, то эта система может обеспечить дом энергией и в менее экстремальные периоды.

«Демисезоны» (140 дней). Энергообеспечение может быть осуществлено пассивными методами. К чему собственно и надо стремиться. Особенно это актуально если в доме печное отопление. Если мы не будем «возиться» 140 дней с дровами, углем, ежедневным протапливанием, утилизацией золы, то это уже нормально.

«Лето», «Жаркое лето», «Демисезоны» (274 дня). Водяные коллекторы для водоподготовки. Могут использоваться для нагрева воды в бассейне, в качестве сброса излишков тепла в жаркое лето.

«Лето» (60 дней) и «жаркое лето» (30 дней) В целом для России солнцезащита, менее актуальное явление природы, чем защита от холода.

Три строительные системы

Для экодому остановились на следующих трех строительных системах:

Первая строительная система – монолитное строительство из фибропенобетона с заполнителем из эффективных материалов. В качестве перспективных заполнителей можно использовать «эффективный керамзит», разработан в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН г. Новосибирск. Внедряется ООО НПП «Реактор» при Институте химии твердого тела и механохимии. Особенности системы. Долговечность. Можно создавать здания второй степени огнестойкости, что очень важно в некоторых случаях (страховка, кредиты, залого).

Вторая строительная система – основной материал – дерево (брус), в качестве дополнительного утеплителя используется – эковата или минеральная вата. Особенности системы. При правильном проектировании и строительстве можно обеспечить долговечность. При проведении огнезащитных мероприятий можно создавать здания третьей степени огнестойкости. Материалы, используемые в здании после истечения срока эксплуатации легко поддаются утилизации.

Третья строительная система – биопозитивные материалы (соломенные блоки, геоклар, отходы производства (опилки, костра)) в качестве основного материала с несущим каркасом и черновой облицовки из дерева. Особенности системы – биопозитивность. Такой дом не только защищает, но и лечит. Степень огнестойкости не может быть присвоена зданию из-за того, что многие местные материалы не сертифицированы, а также не проведены официальные испытания зданий такой системы или их частей.

Естественно возможны компиляции из трех систем или из их частей, узлов.

Участок

Центр внимания у этой группы задач – участок, минимальный элемент территории, или по-иному, минимальный элемент планеты Земля. Все экологические «гадости» по отношению к планете Земля, в конечном счете, начинаются отсюда.

Ценность почвенных биоценозов.

Почвенный биоценоз – это своеобразный биосферный «перекресток», в котором интегрируются все био- и геосферы. Например, из «био» – это и растительная часть, и животная, в виде микроорганизмов (бактерии, грибки, черви, и другие организмы не только микро). Например, из «гео» - это и «лито-», и «гидро-», и «атмо-» сферы.

Почва основа растительности. А значит и кислородно-углеродного баланса в атмосфере. А значит и всех пищевых цепочек, включая питание человека.

Почвенные биоценозы превращались в пустыни в результате неестественного хозяйствования человека, живущего в определенной цивилизации. Цивилизация разрушала землю и умирала сама, разрушив основу своей жизни. На этом месте сейчас пустыни (Сахара, пустыни Месопотамии и Двуречья и т.п.).

Вывод. Если мы изымаем из оборота почву надо усилить воспроизводственный потенциал оставшейся части.

Зонирование участка. Принцип зонирования участка заимствован из книги Билл Моллисон и Рени Миа Слей «Введение в пермакультуру».

В книге дается следующее определение «пермакультуры»:

«Пермакультура - это система дизайна, цель которого состоит в организации пространства, занимаемого людьми, на основе экологически целесообразных моделей. Сам по себе этот термин является не только сокращением от слов "долговременное сельское хозяйство" (англ. permanent agriculture), но также обозначает и "долговременную культуру» ибо при отсутствии соответствующей сельскохозяйственной базы и этики землепользования культура не может существовать в течение долгого времени Пермакультура, как система дизайна, в равной степени занимается растениями, животными, строениями, а также инфраструктурой (вода, энергия и коммуникации). Тем не менее пермакультура не связана непосредственно с этими вещами, а скорее ориентирована на создание взаимосвязей между всеми компонентами природы, окружающими человека.»

На основе принципов изложенных в книге выполнена следующая схема зонирования участка.

Зона 1. Часть участка отведенная под застройку дома. Интенсивно используемая территория. Фундамент, отмостка дома, дорога надолго исключают территорию из естественного биоценоза.

Зона 2. Часть участка с интенсивным использованием под хозяйственные потребности или сооружения. Дополнительная функция участка - интенсифицировать воспроизводство почвы компенсируя изъятия почвы под фундаменты и дороги. Предлагаются два способа интенсификации, *необременительные для жильцов:*

а) создать границу между водой и сушей (пруд, не бассейн, а именно пруд) - такое мероприятие в десятки раз ускоряет естественные процессы почвообразования;

б) компостирование (минифабрика производства почвы), например, не сжигать и не вывозить опавшие листья, ветки деревьев, отходы пищи, а компостировать их преобразовывая в почву.

Зона 3. Занята "культивированными растениями", по существу - это сад внутри индивидуального участка и парк на внутриквартальном общественном участке.

Зона 4. Часть естественного леса приспособленного для прогулок, занятий спортом, отдыха. Малоизмененная "природа", например, в виде искусственных троп в лесу, велосипедных и лыжных трасс. Необходима периодическая культивация и уборка близлежащего леса.

Зона 5. Естественный лес, существующий сам по себе без вмешательства человека.

Один из принципов зонирования – не разрывать непрерывность связей между зонами 5 – 2. Территория зоны 1, если фундамент на земле, безвозвратно утеряна из системы почвообразования. Не препятствовать перемещению микроорганизмов из зоны в зону. Особенно из тех зон, где природа воспроизводится без участия человека.

Не мешать самой природе восстанавливаться. По возможности не рвать связи между естественными почвенными биоценозами и окультуренными человеком. Микроорганизмы живущие в почве должны беспрепятственно перемещаться. В основном это касается особой конструкции дорог.

Планировка экопоселения. При планировке необходимо обеспечить связь естественных и искусственных почвенных биоценозов. Наибольшие проблемы в изолировании участков друг от друга создают дороги. Во всем остальном планировочные принципы мало отличаются от традиционных планировочных работ.

Устройство дорог экопоселения. Часть дорог может быть заменена на пешеходные дороги с возможностью проезда автомобилей. Покрытие таких пешеходных дорог может быть выполнено из газонной решётки. Ячейки решеток заполняются почвой.

Такие покрытия: не нарушается водооборот; не нарушается (или нарушается, но в минимальной степени) целостность почвенного биоценоза; нет надобности специально организовывать водосток, то есть, рельеф может быть естественным; площадь дорог можно зачислить в площадь озеленения; нет летних вредоносных испарений асфальта; приятный визуальный вид;

Дорог традиционного типа, особенно при интенсивном движении не избежать. В этом случае связь между разными зонами, участками нужно обеспечивать в виде мостов (мостиков) либо своеобразных «проколов» под дорогой.

Вода и почва. Желательно оставить всю воду, выпавшую на участок. Собрать с кровли и некоторое время хранить в пруду. Снег не вывозить за пределы участка. Эффективно использовать естественные стоки для воспроизводства почвенных биоценозов.

Кроме того пруд на участке – это просто красиво.

Правда, естественные воспроизводственные процессы в водных биоценозах включаются при определенных размерах пруда, не всегда соответствующих участку. Тем не менее, при определенной инженерной помощи пруды малых размеров тоже могут функционировать.

Энергетика экопоселения

Распределенные энергетические системы. Если индивидуальные установки нескольких домов связать общей электролинией и системой автоматики, то может возникнуть коммутативный эффект и соответственно эффективность, повысится надежность всей системы, а также ее экономичность.

Гармонизация микро- и макроэнергетики. В недалеком прошлом в России был сделан крен в сторону макроэнергетики. Не стоит считать, что экодом – это «самодостаточная крепость», отгородившаяся от мира. Стоит добиваться гармонизации микро и макро. Например, при гармонизации энергетик проще обеспечить надежность, бесперебойность, снять пиковые нагрузки, наладить взаимопоставки энергии (частникам продавать излишки в общую сеть, а потом покупать из общей сети), оптимизировать стоимость оборудования.

Переработка мусора.

Существенная часть мусора может быть утилизирована на участке. Но не вся. Мусороудаление может стать рентабельным при определенной перерабатываемой массе. Мусоропереработку целесообразно организовывать на поселковом уровне.

Разрабатываются новые технологии, которые позволяют утилизировать весь мусор, практически без остатка. Более того преобразовать мусор в ценный ресурс (бензин, солярка, газ, тепло, электричество). Пример такой установки – АИСТ - производственный комплекс для утилизации отходов и получения синтетического моторного топлива, электроэнергии и тепла.

Проект АИСТ разработан в конструкторско-технологическом бизнес-инкубаторе, организованном при Томском политехническом университете, и научно-экспериментальном конструкторском бюро «Базальт» (г. Томск), при поддержке администрации Томской области и министерства экономического развития РФ.

Человек

Акцент у этой группы задач – человек, его цели, знания, то, как человек добивается результатов, что для него важно. Поэтому в этой группе сосредоточены задачи касающиеся, прежде всего, человека, но в контексте, здания и участка (природы).

Короче, этот раздел почти о смысле жизни.

Экодом и здоровье.

Традиционно этот раздел в нормативной литературе называется как «санитарно-гигиенические требования, нормы или правила. Дом, участок, поселение могут иметь разные санитарно-гигиенические характеристики как положительные, так и отрицательные. Специфика экодому заключается в том, что внимание к санитарно-гигиеническим факторам при проектировании экодому повышенное. Перечисление факторов не приводим, так как они хорошо известны профессионалам проектировщикам.

Экодом и питание.

На приусадебных участках возможно производство сельхозпродукции по интенсивным биотехнологиям. Объем производимой продукции может быть весьма большой. О биоинтенсивных технологиях выращивания продуктов см. основной раздел.

Экодом и его художественный образ.

Экодом – это, прежде всего, прагматическое явление. Причем, рассчитанное на массовое строительство, на массового потребителя. Конечно, у таких домов есть свой образ, который не вписывается в традиционную парадигму, навязанную системой образования. Конечно – это не многомиллионный «дворец», который мечтает спроектировать чуть ли не каждый архитектор.

Тем не менее, с развитием современных информационных технологий некоторая индивидуализация вполне возможна.

Вполне можно пойти по традиционному пути «коробка-декор». С одной стороны простая «коробка» с другой стороны разнообразные украшающие коробку элементы отделки. Балконы, перила, разнообразие в кровле, разнообразие в отделочных материала-

лах, цвет окон или остекления лоджий вполне могут индивидуализировать простую «коробку».

Экодом и эффективность.

У экодомовцев особое отношение к эффективности.

Эффективность – это характеристика совершенства цели. Цель структурно можно представить в виде «результата» и «средств». Результат – это то, что нам надо. Средства – это то при помощи чего мы достигнем результат. Эффективность – это достижение результата минимальными средствами. Неэффективность в этом случае, означает то, что либо результат неправильно предопределен, либо средства не те, либо средства неадекватны («стрельба из пушки по воробьям»).

Ресурсоэффективность. Минимум затраченных ресурсов максимум пользы. Например, желательно использовать минимум материалов. Однородная стена для российских условий имеет лучшие показатели, чем многослойная. Основной показатель – количество основного или основных материалов приведенных к м² или м³.

Технологическая эффективность. Минимум затраченных трудовых ресурсов, времени максимум полезного пространства или объема. В этом смысле индустриально изготовленный дом существенно эффективней дома с кустарным производством. К сожалению, индустриальная база строительства, созданная в СССР, в настоящее время практически развалена. Во многих других странах индустриализация тоже имеет место быть, но не в столь жестких рамках.

Экодом – это массовое явление. Поэтому для экодома придется вновь создавать индустриальную базу.

Конструктивная эффективность. Традиционно, со времен Витрувия и Альберти (исторически первая, сохранившаяся книга об архитектуре и соответственно исторически вторая книга об архитектуре) обозначается метафорой – «прочность».

Конструктивная эффективность на наш взгляд связана с долговечностью. При определении долговечности экодома существует два подхода.

Выбор долговечности в 50 лет ±. Очень приблизительно это средний возраст жизни семьи. В 20 лет ± люди женятся + 50 лет. Каждое поколение должно построить свой дом.

Выбор долговечности в 100 и более лет. Основной довод такого выбора – рост капитализации материальных ресурсов. Во втором случае требуется больше исходных ресурсов. Человек вкладывает средства в дом, в том числе для детей и внуков. Если за 100 лет будут созданы принципиально новые материалы, технологии, конструкции, то столетний дом покажется безнадежно устаревшим.

Информационно-технологическая эффективность. Экодом превращается в сложный информационный товар. В экодоме прорабатываются новые технологические принципы дома информационной эпохи.

Разработка и проектирование экодома связана с тотальным, многообразным просчетом разных задач, как по отдельности, так и в процессе взаимовлияния одних задач на другие.

Экодомовские решения, обойденные нашим вниманием.

Фотоэлектрические солнечные коллекторы.

Ветрогенераторы.

Тепловые насосы.

Прочие экзотические энергетические системы.

Недельные и сезонные аккумуляторы тепла.

Буферные зоны.

Пассивный дом (как независимая энергосистема).