

Татьяна Эрнст, кандидат архитектуры, член Национального Союза Архитекторов Украины, соучредитель Совета по Зеленому Строительству в Украине (UaGBC), член редакционной коллегии журнала «ЭКОИнформ», руководитель арх.мастерской по проектированию пассивных и энергосберегающих экододомов «Архитектура и Экология».

Архитектурные принципы проектирования пассивных экододомов. Примеры реализованных проектов пассивных и энергосберегающих домов в Украине и Пост-Советском пространстве.

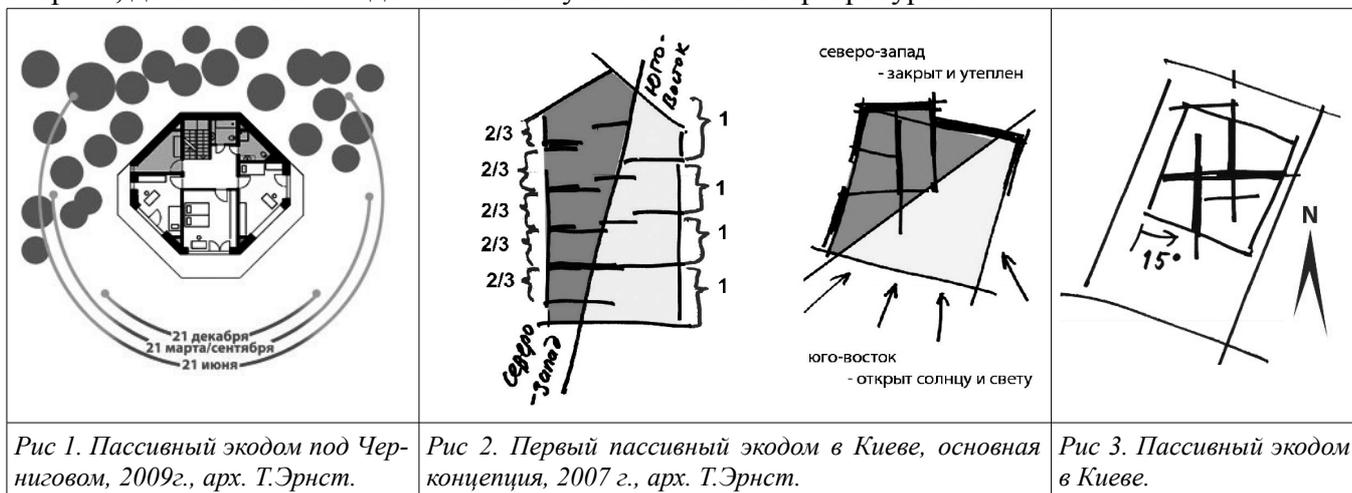
«Правильный» современный жилой дом должен экономить энергию, быть комфортным для проживания, поддерживать здоровье своих жильцов и, в идеале, не загрязнять окружающую среду в процессе эксплуатации, а также последующей утилизации отдельных его составляющих. Архитектурная концепция такого пассивного экододом базируется на комплексном воплощении в жизнь принципов: комфорт + здоровье + экономия.

Комфорт означает — удобство планировки, функциональность зонирования и рациональность потоков движения, наличие постоянной зрительной связи с окружающим миром через большое южное остекление, применение качественных строительных и отделочных материалов, а также соответствие инженерных решений общей архитектурно-инженерной концепции.

Здоровье — это создание экододом, в котором минимизируется количество выбросов в атмосферу (как во время эксплуатации здания, так и во время производства и утилизации его компонентов), а также создание здорового микроклимата в самом помещении. Достигается это с помощью использования экологически чистых природных материалов во внутренней отделке дома и излучающей системы отопления/охлаждения, а также благодаря постоянному притоку свежего воздуха и хорошей инсоляции помещений. При этом и система отопления, вентиляции и натуральные диффузно-открытые материалы во внутренней отделке и обстановке дома обеспечивают постоянное поддержание в доме здоровой 50% влажности, отсутствие эмиссий во внутреннее пространство и комфортность проживания.

Экономия же происходит прежде всего за счет применения архитектурно-планировочных принципов пассивной архитектуры. Именно благодаря им расход энергии на эксплуатацию дома уменьшается на 70-80% от обычного. В понимании Института пассивного дома в Дармштадте, пассивным называется дом, которому необходимо на отопление не более 15 кВт·ч/м² в год, который является полностью герметичным, имеет качественное утепление всей внешней оболочки здания, пользуется системой вентиляции с рекуперацией, и прежде всего — его архитектура проектируется особым образом и направлена на пассивный энергообмен дома с окружающей его природной средой.

Таким образом, значительная экономия природных ресурсов и средств на эксплуатацию здания, а частично даже экономия на инвестиционных средствах, происходит именно за счет правильного архитектурно-инженерного решения. При этом, следует понимать, что инженерия пассивных экододомов может основываться как на обычных, так и на альтернативных источниках энергии, давая тем самым дополнительную экономию энергоресурсов.



- Наличие массивных частей (для обеспечения аккумуляции) в местах, куда попадают прямые солнечные лучи от низкого зимнего солнца (возможно использование тромб-стен).
- Использование подземных каналов для пассивного пред подогрева (и пред охлаждения) воздуха и/или воды.
- Наличие приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией.

За счет вышеперечисленных приемов пассивным способом экономится уже до 80% энергии на эксплуатацию здания. Дополнительная энергия может экономиться активно: с помощью соответствующего инженерного оборудования, работающего от альтернативных источников энергии (тепла земли и солнца, силы ветров и т.п.). Это: солнечные коллекторы, солнечные батареи, тепловые насосы, грунтовые теплообменники, ветрогенераторы и т. п.

Рассмотрим вышесказанные принципы на **примере конкретных домов**, построенных в Украине и СНГ.

Первый пассивный экодом в постсоветском пространстве проектировался в 2004-2006 годах и был возведен в 2007-2008 годах в Киеве, на участке размером в 2,5 сотки. За счет перепадов уровней, минимизации площади лестницы, и регуляции высот помещений в зависимости от потребностей (см. рис. 2), удалось спроектировать очень **компактное** здание, общим объемом всего 960 м³ и площадью помещений 328,5 м².

В плане здание — чистый квадрат со стороной 9,2 метра, и ориентацией по сторонам крошечного участка. В тоже время внутренняя планировка здания и конек простой двухскатной кровли развернут на 15 градусов и **сориентирован по сторонам света** (см. рис. 3). Таким образом 22 м² солнечных коллекторов, расположенных на южной стороне крыши с 45-градусным наклоном, круглогодично дают максимальный КПД.

Здание строго разделяется на **зоны**. Все жилые помещения расположены в высоких и просторных пространствах на юге и юго-востоке здания. Вспомогательные же являются буферной зоной, защищающей здание от северного холода и западного перегрева (см. рис. 4, а также подобные планировки других пассивных экодомов: рис.5 и 6). На север и запад здание почти глухое — тут нет окон. 80% всего остекления направлено на юг и юго-восток. Почти сплошное остекление южной стены здания позволяет впустить дом большое количество тепла лучей низкого зимнего солнца. А наличие массивных внутренних конструкций — дают возможность хорошо аккумулировать это тепло, а также помогают созданию уравновешенного здорового климата в помещении. Стены и перекрытия здания выполнены из **массивных материалов** (полнотелый кирпич и бетон), которые имеют наибольшую плотность, а следовательно могут накапливать тепло (от солнечных лучей зимой) и ночной холод (летом), и постепенно отдавать эту энергию в помещение — сглаживая перепады температур снаружи и тем самым делая микроклимат в помещении более комфортным и здоровым для человека.

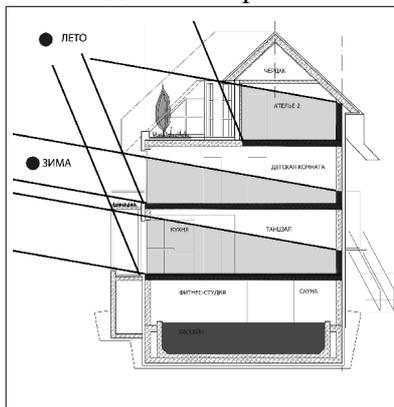


Рис 7. Пассивный экодом в Киеве, 2007 г., арх. Т.Эрнст.

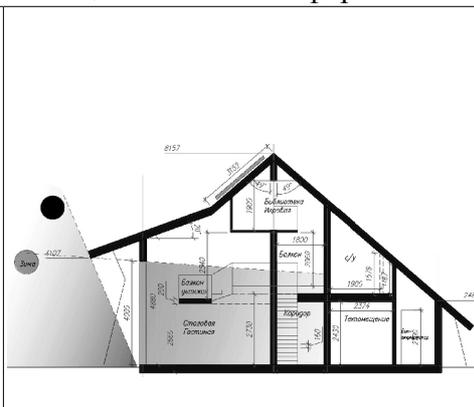


Рис 8. Пассивный экодом в Симферополе, разрез, 2012 г., арх. Т.Эрнст.

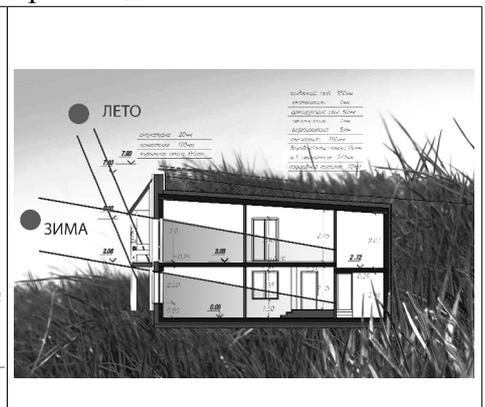


Рис 9. Энергосберегающий экодом в с. Михайловка под Каневом, разрез.

Конечно, эти материалы хорошо передают тепло и имеют высокий коэффициент теплопередачи. По-этому, для создания комфортного внутреннего пространства и отсутствия «высасывания тепла» из тела человека, а также для обеспечения энергосберегающей способности здания, весь дом снаружи как в «шубу» «одет» в самый долговечный, полностью паронепроницаемый, **герметичный слой утеплителя**: вспененное стекло. Стены покрыты слоем пеностекла в 240 мм. Для предотвращения образования тепловых мостов отсутствуют какие-либо пробивание этой

«шубы» несущими конструкциями (стропилами, балками, плитами перекрытия, балконами, лоджиями, террасами и другими элементами). Так, террасы, расположенные с юга, просто «приставлены» к дому и имеют свою собственную отдельную несущую конструкцию. По террасам «вырастает» вверх небольшой сад: его зелень разрастается на каждый этаж дома. Террасы являются также и пассивной защитой от летнего перегрева здания (см. рис. 7, а также примеры пассивного отопления и солнцезащиты в других пассивных экодомух: рис.8, 9, 10, 11).

Теплоизоляция, выполненная **без тепловых мостов**, защищает здание от разрушения в следствии перемещения «точки росы» в середину стены и выпадения конденсата в местах значительного перепада температур, то-есть: от образования грибков, плесени и трещин в конструкциях.

Но прежде всего массивные и герметичные стены, защищенные снаружи достаточным слоем теплоизоляции — благоприятно отражаются на внутреннем климате здания, аккумулируя тепло и сохраняя его внутри здания, они помогают поддерживать здоровую и комфортную для человека среду, без появления грибков, без мокрых стен и постоянного «высасывания» тепла из тела человека.

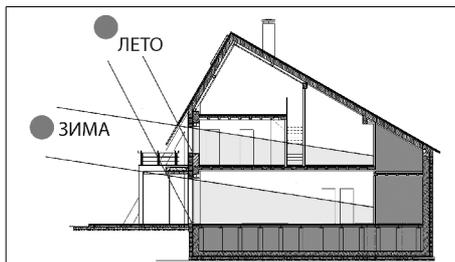


Рис 10. Пассивный экодом в Василькове, разрез, 2009 г., Т.Эрнст.

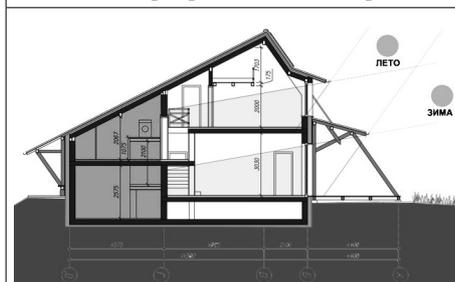


Рис 11. Типовой пассивный экодом, разрез, арх. Т.Эрнст.

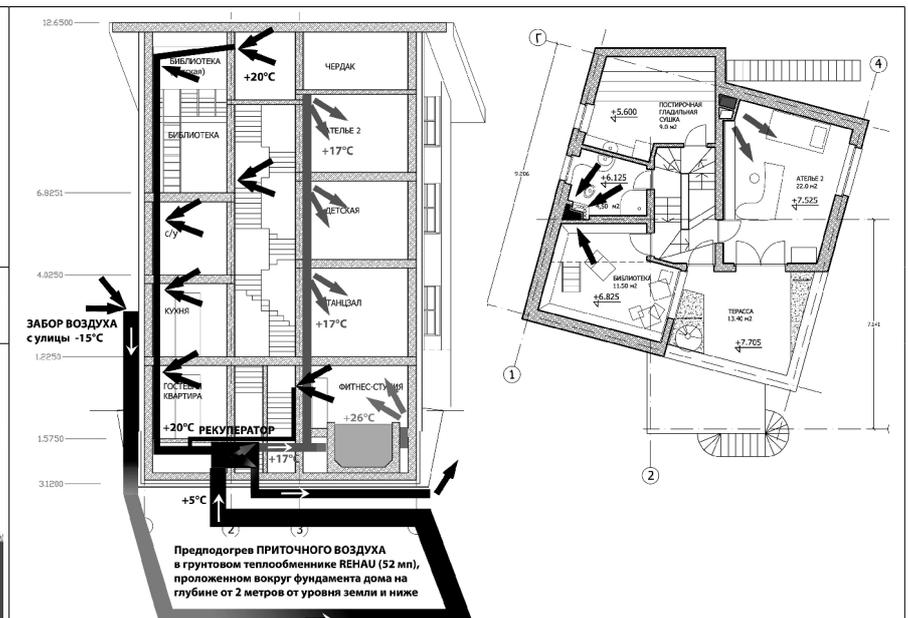


Рис 12. Схема системы контролируемой приточно-вытяжной вентиляции в пассивном экодоме в г.Киеве, 2007 г., арх. Т.Эрнст.

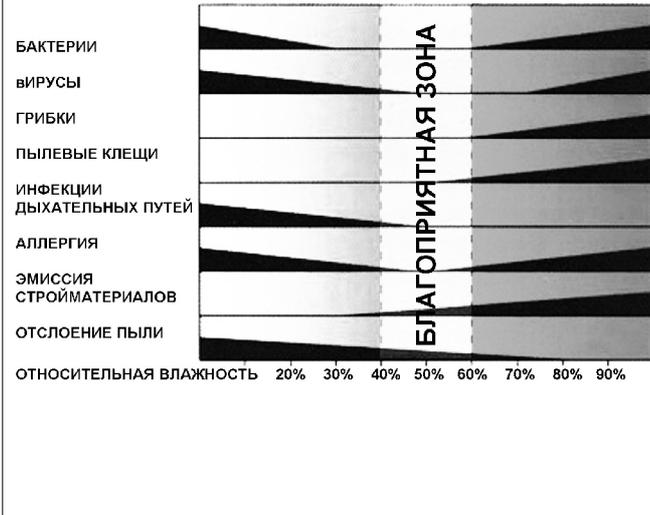
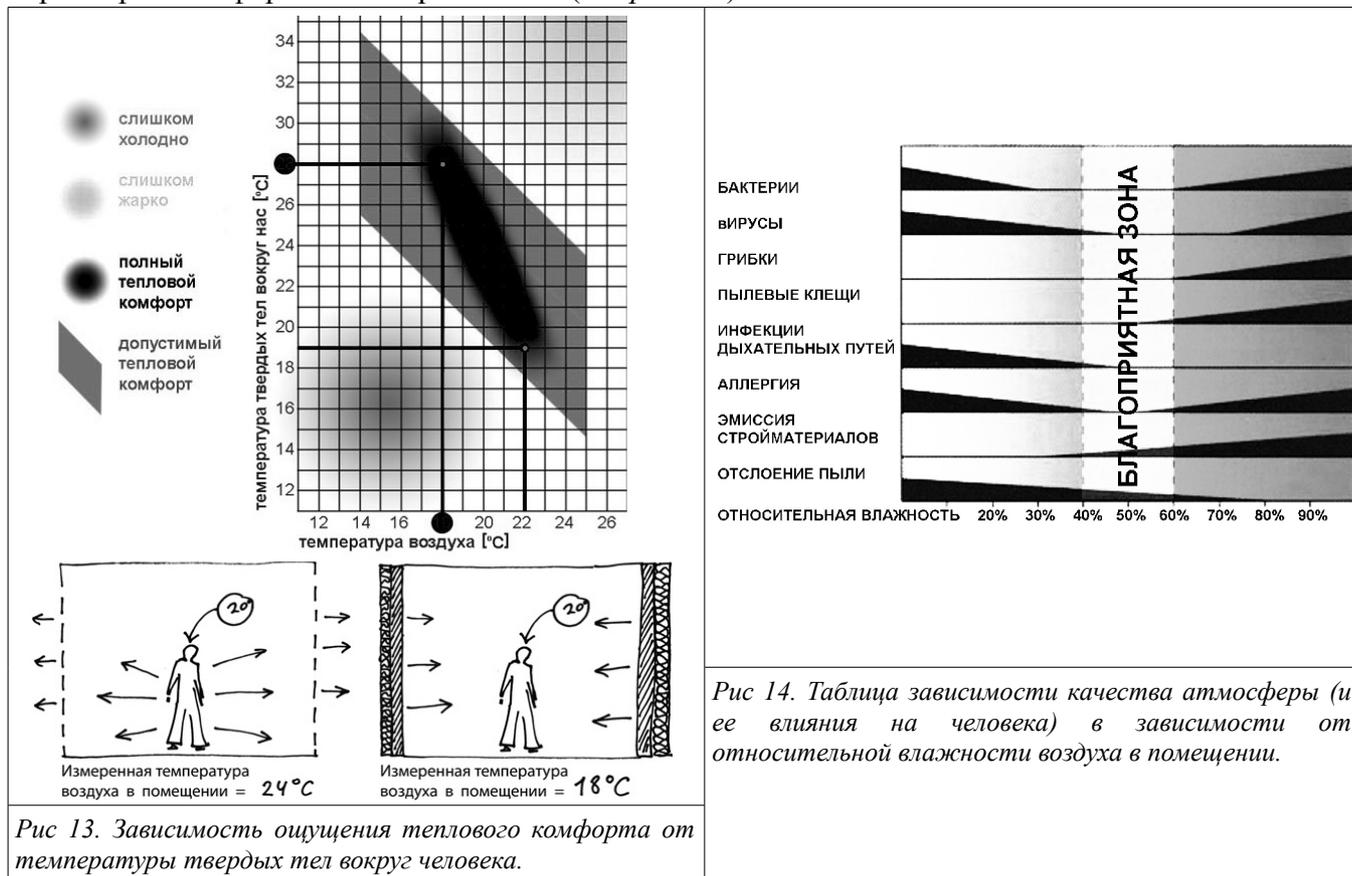
На слое 100 мм пеностекла стоит монолитная ж/б фундаментная подушка, обеспечивая тем самым непрерывный переход утеплителя от фундамента к стенам. Без мостиков тепла выполнено и утепление крыши. Для этого конструкция крыши запроектирована двойной. Первые (несущие) стропила опираются на несущие стены и заканчивают на мауэрлате, не пробивая наружного утепления стен. Между ними укладывается утеплитель толщиной 220 мм (экструдированный пенополистирол). Сверху несущих стропил находится дополнительный слой утеплителя 60 мм, на который ложится уже вторые «дублирующие» стропила, являющиеся несущими для покрытия кровли: натуральной черепицы. Второй слой утеплителя без зазоров и пробиваний соприкасается с утеплителем стен, образуя полностью герметичный стык.

Все здание имеет **герметичную оболочку** и требует постоянной качественной **вентиляции**. Система контролируемой вентиляции имеет два стояка: приточный и вытяжной (см. рис. 12). Первый поставляет свежий воздух в жилые помещения, второй удаляет использованный из вспомогательных (кухни, с/у, кладовые) — сетка воздухопроводов имеет минимальную длину при максимальном КПД. Оба стояка связаны с техпомещением в подвале, в котором находится вентиустановка с рекуператором. Рекуперация обеспечивает возврат энергии — то есть передачу ее из использованного воздуха назад приходящему. Таким образом экономится энергия и обеспечивается постоянный приток свежего, комфортного, пред подогретого зимой и пред охлажденного летом воздуха, без возникновения сквозняков. Не замерзание рекуператора зимой обеспечивается с помощью задействования в системе грунтового теплообменника, расположенного под землей по периметру вокруг всего фундамента здания на глубине -2 м.

Свежий воздух, пройдя зимой (при -10°C на улице) по грунтовому теплообменнику вентиляционной системы заходит в дом уже с температурой $+10^{\circ}\text{C}$. После прохождения рекуператора, температура воздуха пассивным способом поднимается уже до $+17^{\circ}\text{C}$. Таким образом какое-либо дополнительное подогревание воздуха оказывается не нужным — свежий воздух поступает в дом пред подогретым исключительно только пассивным способом, даруя тем самым значительную экономию энергоресурсов.

Отопление и охлаждение (кондиционирование) в здании происходит с помощью **излучающих тепло/холод поверхностей** стен. В отличие от конвекционных систем (радиаторы, конвекторы, кондиционеры и т. п.), излучающая система не пересушивает и не перегревает воздух зимой, а также не переохлаждает его летом. Тепло передается человеку на расстоянии, с помощью лучей, что является гораздо более «натуральным» способом обогрева (наиболее близким к обогреву природным источником тепла — солнцем). Человек, прежде всего, ощущает не температуру воздуха вокруг себя, а температуру поверхности твердых тел, и при излучении тепла вертикальными поверхностями стен напрямую вертикально-расположенному телу, обеспечивается максимальная комфортность ощущений. Воздух же при таком отоплении не перегревается, а остается на уровне самой здоровой для человеческих легких температуры: $+18^{\circ}\text{C}$ (см. рис. 13). Также и охлаждение с помощью излучающих поверхностей стен обеспечивает создание здоровой и комфортной атмосферы в помещении в летнюю жару.

Трубы излучающей системы отопления/охлаждения прокладываются прямо на кирпичные стены в слой глиняной штукатурки, которая обеспечивает «дыхание» **отделочного слоя** стен. По глиняной штукатурке наклеиваются диффузионно-открытые бумажные обои под покраску. Пол во всем здании тоже отделан диффузионно-открытыми материалами: натуральным линолеумом и деревянным паркетом под масло-воском. Уже нескольких сантиметров диффузионно-открытого покрытия во внутренней отделке достаточно для получения эффекта «дыхания стен», когда лишние «точечные» выбросы влаги в помещении (приняли душ или варите суп...) «воспринимаются» отделкой внутренних поверхностей. Втягиваются в нее. И, когда влажность в помещении снова падает, из внутренних поверхностей стен, пола и потолка в воздух помещения снова возвращается влага, что особо важно в отопительный период. Таким образом, отделка ограждающих поверхностей диффузионно-открытыми материалами помогает поддержанию здоровой 50% относительной влажности воздуха в помещении, что является основным параметром комфортного микроклимата (см. рис. 14).



Тепло- и холодоснабжение этого здания основывается на использовании глубинного теплового насоса и солнечных коллекторов. Солнечные коллекторы нагревают летом и зимой воду в бассейне, а также бак-аккумулятор на 1000 литров (см. рис. 15). Только когда их мощности не хватает, включается в работу и инверторный тепловой насос, догревая аккумулятор до заданной температуры. Летом тепловой насос работает в пассивном режиме на охлаждение здания.

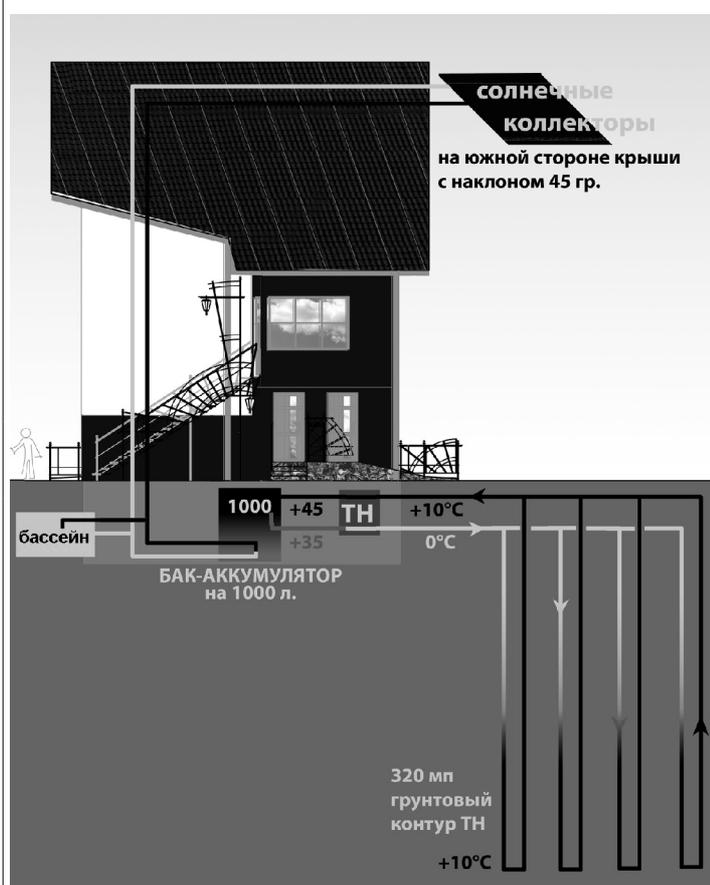


Рис 15. Система тепло- и холодоснабжения в пассивном экодоме в г.Киеве, 2007 г., арх. Т.Эрнст.



Рис 16. Пассивный экодом в Симферополе, внешний вид, 2012 г., арх. Т.Эрнст.

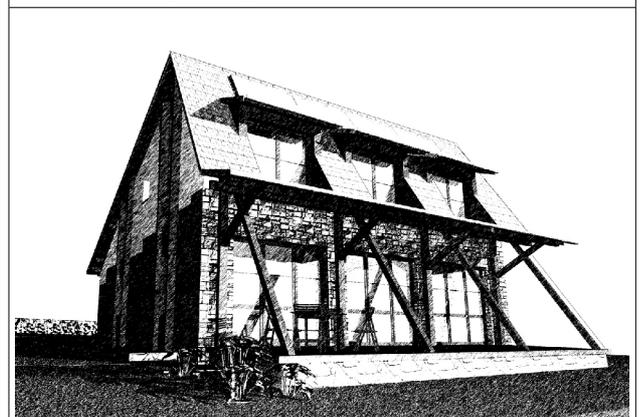


Рис 17. Типовой пассивный экодом, внешний вид, арх. Т.Эрнст (построен в г.Ровно, в с.Ясногородка, в Борисполе, в Эстонии).

Еще раз следует подчеркнуть, что комфортность и благотворность климата в пассивном экодоме обеспечивается за счет поддержания **постоянной здоровой влажности** воздуха (в диапазоне от 40% до 60%) и **НЕ постоянной температуры воздуха**, которая обязательно должна меняться в зависимости от наружной температуры (и может колебаться в течении года в диапазоне от +18°C до +30°C!). Этот пункт очень важен. В противном случае человек будет жить как в теплице, в полностью искусственных условиях «космического корабля» — без так необходимых человеку изменений и связи с окружающей средой!

Так, зимой, комфортной и здоровой температурой воздуха в помещении является температура на уровне +18°C, в переходный период +20°C, ближе к лету — уже +24°C, а в летний зной при +38°C на улице — воздух и в помещении должен быть тоже выше (во избежание резкого перепада от горячего к холодному!) — и его температура может подниматься вплоть до +30°C. При этом, следует понимать, что речь идет именно о здоровой для человека температуре **воздуха**, а **комфорт** проживания достигается за счет изменения температур **твердых тел** вокруг человека (другими словами — «темперирования стен»). Так, зимой, стены в экодоме излучают тепло на уровне +36 — +28°C, в переходный период +26°C, а летом — уже только +22°C. Таким образом достигается комфорт ощущений и здоровая атмосфера в пассивном экодоме:

Летом, при температуре воздуха +30°, но холодных стенах +22°C (которые на расстоянии «высасывают» из человека излишки тепла) — человеку прохладно и приятно, не смотря на достаточно высокую температуру воздуха. То же происходит и зимой, ведь температура воздуха не является основополагающей в ощущении теплового комфорта: поэтому при +18°C (постоянно свежего!) воздуха в помещении, но постоянных +34°C, которые излучаются стенами вокруг

человека, ощущения прекрасные, человеку тепло, а воздух, которым он дышит, остается достаточно влажным и прохладным (то есть здоровым для легких человека!).

Именно поэтому пассивный экодом — это **НЕ теплица!** Человек живет в нем **НЕ в искусственной атмосфере**, а в действительно максимально приближенной к натуральному природному климату, замечая и ощущая собственным телом изменения, происходящие в окружающей его природной среде.

Пассивный экодом — это экономный, комфортный и в то же время здоровый (как для самого человека, так и для его природного окружения) дом. Это правильно спроектированный и зонированный дом с массивными ограждающими конструкциям, дом — хорошо утепленный снаружи, с большим южным остеклением и буферными зонами с севера, герметичный, а также имеющий внутреннюю отделку из природных материалов, приточно-вытяжную вентиляцию и излучающую систему охлаждения/отопления.