

Секция 1.

**Общие вопросы малоэтажного домостроения.
Принципы ресурсосберегающего проектирования**

СИСТЕМА РЕСУРСОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ, УСТОЙЧИВАЯ В УСЛОВИЯХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АТАК И ПРИРОДНЫХ КАТАКЛИЗМОВ

Велицко В.В.

ООО «ОЦР Технологии», г. Москва

В статье подняты вопросы ресурсной и энергетической безопасности в условиях роста числа природных катастроф и инфраструктурных терактов. Данная проблематика, исследуемая автором с 2012 г. с акцентом применительно к террористической угрозе для критической ресурсоснабжающей инфраструктуры России и всеми силами игнорирующаяся российскими органами исполнительной власти, находит подтверждение в докладе Национального Разведывательного совета США (NIC) [1], определяющего основные угрозы: экстремальные климатические явления, кибератаки и терроризм. К недостаткам доклада NIC можно отнести недостаточное внимание к инфраструктурным рискам, в особенности – к угрозе инфраструктуре не атак хакеров, а именно применения против неё террористами роботизированных атак, обеспечивающих организацию блэкаутов в отопительный сезон, инициацию управляемых экологических катастроф в виде искусственных пожаров в засушливый период в зонах прохождения линейной ресурсоснабжающей инфраструктуры, а также иных способов как высокотехнологичного, так и низкотехнологичного инновационного воздействия на болевые точки инфраструктуры, выявленными новыми путями, способные долговременно вывести из строя всю инфраструктуру от электросетей и магистральных газопроводов до систем канализации и внутридомовой вентиляции включительно. К чести западных специалистов в области безопасности следует отнести проявляющееся у них некоторое внимание к вопросу искусственных блэкаутов и организации роботизированных террористических армий, что находит отражение в ряде профильных мероприятий, проводящихся в последнее время.

Указанная проблематика получила двойственную реакцию со стороны государственных органов России: с одной стороны, такие министерства и ведомства, как Ростехнадзор, Министерство энергетики РФ [2; 3], Министерство по чрезвычайным ситуациям РФ, правительства Крыма и г. Севастополь подтвердили актуальность поднятых вопросов. С другой стороны – не проявили абсолютно никакого интереса по поднятым проблемам инфраструктурной уязвимости, что является достаточно симптоматичной ситуацией для современной ситуации в России, а их ответы – копируют пародийную миниатюру Райкина А.И. про поставку насосов из фильма «Люди и манекены».

В этой связи задача данной работы состоит в продолжении очерчивания круга рисков и возможностей их парирования путём многовекторной модернизации инфраструктуры, понимание которых происходит куда медленней, чем появляются и развиваются сами риски, создавая угрозу катастроф нового генезиса. Также в работе отмечены некоторые уязвимости, не нашедшие, по мнению автора, достаточного освещения профильными специалистами. Численное же моделирование вероятностей разрушения или иного приведения в негодность такой инфраструктуры и их последствий, в особенности с учётом возможных совместных событий, таких как, например, экстремальные природные явления, вызывающие нарушения электроснабжения или искусственные блэкауты террористического характера, например происходящие еженедельно или чаще, сопряжённая с ними вероятность выхода из строя по выработке ресурса систем управления и защиты (СУЗ) реакторов атомных электростанций (АЭС) [4, с.167] или

рост вероятности катастроф на опасных производственных объектах, наложение таких аварий на самую холодную пятидневку, разморозку систем теплоснабжения и критический рост электрической нагрузки на отопление в коммунальном секторе, в настоящее время будут выведены за рамки данной работы. Это делается не по причине неактуальности такого моделирования, а в связи с большим объёмом расчётов и широким спектром взаимовлияющих аспектов, для построения взаимодействия которых может быть привлечена модель акторов [5] или аналогичная ей система, описывающая многовекторное взаимодействие субъектов и объектов, непрерывно изменяющих свои роли с субъекта на объект и обратно. Отметим, что даже более простые модели, описывающие сценарии развития аварий в менее сложных системах – на АЭС, т.к. здесь АЭС уже являются подсистемой приведённого случая, наталкиваются на сложности вычисления [6, с.13–28].

В связи с тем, что на государственном уровне пока отсутствует понимание вышеуказанных рисков, надежда на наличие господдержки при решении данных вопросов равна нулю. В результате необходимо найти такие способы защиты с использованием самоокупающихся систем локальной генерации ресурсов, таких как электроэнергия, тепло, техническая и питьевая вода, а также обеспечения функций удаления и переработки отходов, таких как канализационные стоки и биodeградирующая составляющая твёрдых бытовых отходов (ТБО), что позволит снизить вероятность возникновения эпидемий при чрезвычайных ситуациях (ЧС) различного характера. Данный ресурсно-функциональный подход нацелен на поиск решений создания коммунальных систем максимальной степени надёжности при различных ЧС, позволяющих окупаться не только за счёт снижения процента вероятной гибели населения или уменьшения ущерба, причиняемого здоровью населения при ЧС, а также за счёт снижения вероятности такой ЧС [7, с.12], сохранения населённых пунктов в пригодном для проживания состоянии, а также за счёт снижения себестоимости обеспечения функционирования жилья до момента возникновения ЧС. Основным требованием к таким системам будет их экономическая эффективность, позволяющая внедрять данные решения потребителям самостоятельно, в отсутствие целевых госпрограмм, преодолевая искусственные препоны, возводимые т.н. «естественными монополиями» и их лоббистами, рискующими потерять значительную часть своих доходов при внедрении рассматриваемых решений по повышению ресурсной безопасности.

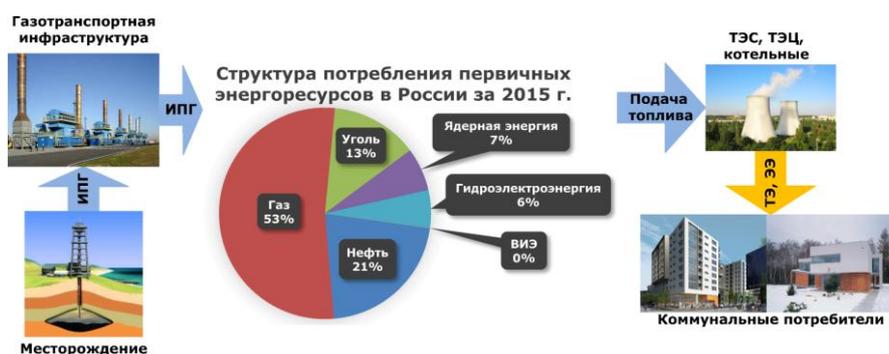


Рис. 1. Функционирование систем транспорта горючего, тепло,- и электроснабжения потребителей в нормальном режиме до возникновения ЧС (ТЭ – тепловая энергия; ЭЭ – электроэнергия. Потребление первичных энергоресурсов по данным [8, с.40]).

В современном мире задача локальной генерации электроэнергии, тепла и других ресурсов переходит из плоскости экономики, сохранения природы и уменьшения углеродного следа в плоскость выживания как населения, так и государства, сохране-

ния конкурентоспособности экономики в условиях растущего числа природных катаклизмов, техногенных аварий, квалифицированных терактов, а также их разнообразных комбинаций, которые можно представить в нашем сложном, полностью зависящем от инфраструктуры, мире (рис. 1.).

Рост числа ЧС различного характера способен привести к инфраструктурному коллапсу в части блэкаутов, размораживания систем теплоснабжения и вымораживания потребителей тепла, а также долговременного прекращения трубопроводной подачи топлива (ископаемого природного газа (ИПГ), нефти и нефтепродуктов) в условиях управляемых экологических катастроф. В этом ключе рассмотрим возможность и целесообразность локальной генерации у потребителей таких производных ресурсов, как тепло, электроэнергия с использованием местных видов ископаемых горючих и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также выработку технической воды для обеспечения работы канализации и воды питьевого качества для прочих нужд.

Уязвимость систем ресурсоснабжения их потребителей (рис. 2.) обусловлена тем, что последние десятилетия постоянно увеличивается число экстремальных природных явлений, а также внутренняя напряженность в обществе, усугубляемая ростом числа экстремистских движений и их сторонников. Особенную опасность представляет терроризм, получающий новую техническую базу (роботы, аддитивные технологии, машинный интеллект, системы распознавания образов, телеуправление с использованием Интернет и других сетей) для создания инновационных средств разрушения, ранее доступных только ведущим промышленным странам.



Рис. 2. Факторы, способные прекратить ресурсоснабжение коммунальных потребителей.

К средствам целенаправленного разрушения инфраструктуры можно отнести подрывы опор ЛЭП, искусственные замыкания воздушных ЛЭП и открытых выводов трансформаторных подстанций (ТП) с напряжением от 110 кВ и выше [9, 10], целенаправленные поджоги лесных массивов, сухостоя, торфяников в пожароопасные периоды, для чего могут быть использованы доступные на гражданском рынке телеуправляемые или роботизированные платформы (мультикоптеры и иные беспилотные летательные аппараты (БПЛА)) [13]. И если подрывы опор ЛЭП и прочей сетевой инфраструктуры внутри страны могут быть эффективно предотвращены за счёт возможности отслеживания незаконного оборота взрывчатых веществ и, зачастую, незначительного ущерба от локального разрушения инфраструктурного элемента, то рациональная защита от БПЛА, разбрасывающих, например, пирофорные элементы или оснащенных лазерами – отсутствует [10; 13]. Это требует решения задачи надёжности работы инфраструктуры с использованием технических и организационных инструментов, отсутствующих в самой защищаемой системе.

Как видим, поражение ключевых объектов ресурсоснабжающей инфраструктуры, таких как компрессорные станции (КС), газоперекачивающие агрегаты (ГПА), тепловые электростанции (ТЭС), ТП, котельные, и т.п., а также линейной инфраструктуры (линии электропередачи (ЛЭП), газопроводы, нефтепроводы, продуктопроводы, системы водоснабжения и водоотведения), позволяет полностью вывести из строя производственные предприятия, нанести значительный ущерб населённым пунктам, в особенности – мегаполисам, лишить бюджет основных экспортных поступлений от продажи ИПГ и нефти. Эти новые угрозы накладываются на то, что Россия – самая холодная страна мира со среднегодовой температурой – 5 °С, имеет развитую высокоцентрализованную ресурсоснабжающую инфраструктуру, обеспечивающую функционирование коммунальных и промышленных потребителей, а также экспортную поставку энерго-ресурсов. При этом вся инфраструктура, расположенная на территории страны, практически никак не защищена и может быть не только случайно повреждена, но и неизбежно разрушена за счёт естественных природных процессов – таяния вечномёрзлых грунтов. Также инфраструктура уязвима к целенаправленным атакам, позволяющим гарантированно, на долгий период, вывести её из строя с использованием доступных и полностью легальных, до момента их применения, средств. Это, но уже с новыми предпосылками подтверждает мнение академика Мелентьева Л.А. о целесообразности сооружения сети малых ТЭЦ вместо ввода их мощных аналогов [11].



Рис. 3. Зона вечной мерзлоты на территории азиатской части России с трассами прохождения магистральной газотранспортной и нефтетранспортной инфраструктур по данным [13, с.19].

Необходимо помнить, что основная часть газопроводов пересекает границу многолетнемёрзлых пород (рис. 3.) с небольшой мощностью слоя, таяние которых идёт достаточно активно. Наиболее опасные изменения профиля поверхности происходят в наиболее льдонасыщенных зонах оттаивания таких пород, что приводит к росту числа инфраструктурных аварий: «Ежегодно на нефте- и газопроводах в Западной Сибири происходит около 35 тысяч аварий, из них 21% – вследствие деформаций и механических воздействий.» [12]. При этом отметим, что не каждая просадка грунта, приводя-

щая к деформации газопровода, приводит к аварии, т.е. общее число точек потребного ремонта значительно превышает число в 7350 аварий в год, т.к. требуется принимать превентивные меры по недопущению перехода предельной деформации трубопровода в аварию» [13, с.18].

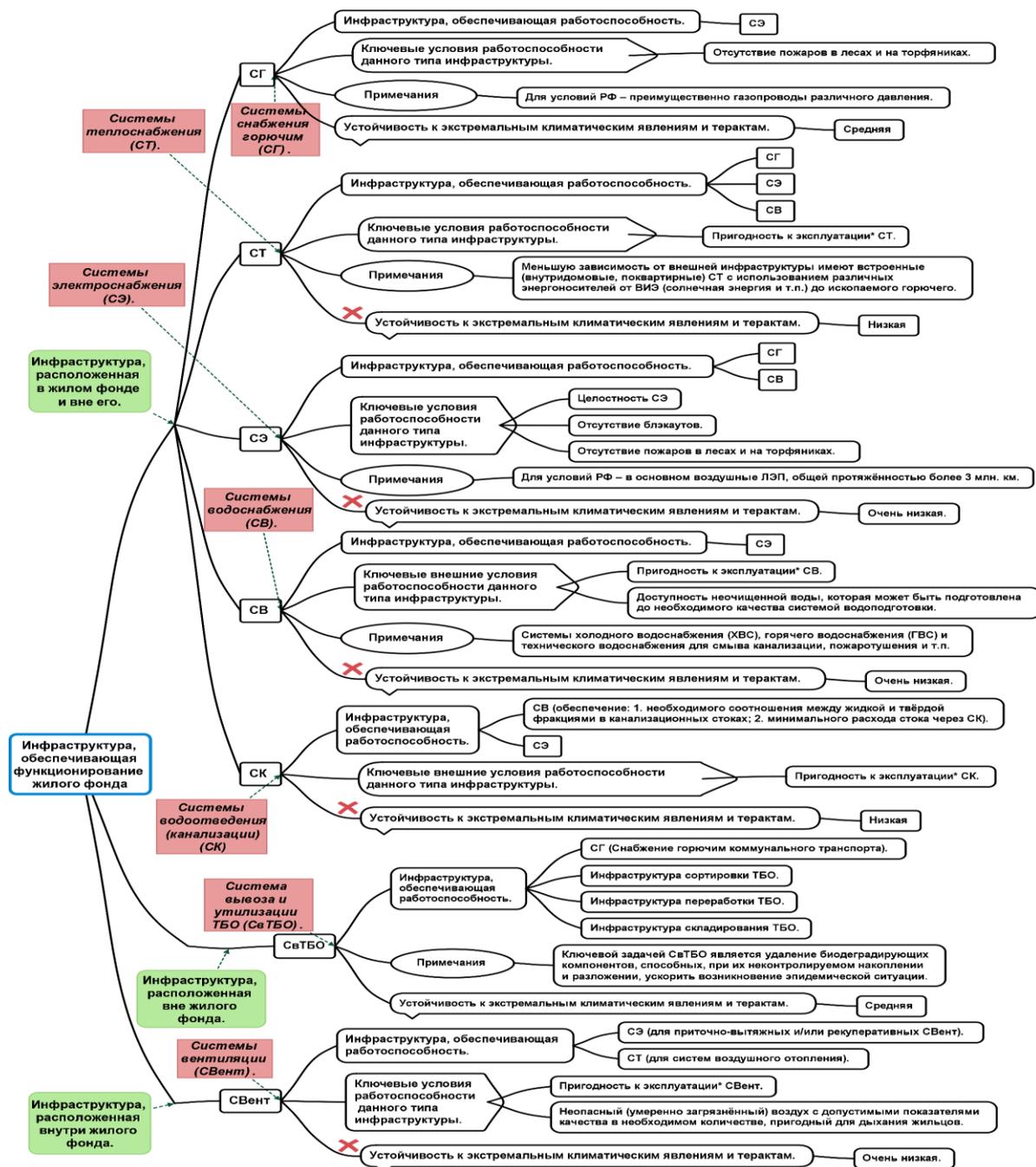


Рис. 4. Ресурсоснабжающая и функциональная инфраструктура (РСФИ), обеспечивающая пригодность для проживания населённого пункта (* включает в себя безопасность для потребителя и целостность системы ресурсоснабжения).

Инфраструктура, определяющая жизнеспособность населённого пункта

Для определения ключевых элементов инфраструктуры, защиту которых целесообразно осуществлять с учётом как их важности для безопасности населения, так и скорости возврата инвестиций в их защиту, необходимо классифицировать их по месту

расположения (вне здания / населённого пункта и/или на расположенную внутри их), а также по зависимости от наличия внешних ресурсов (рис. 4).

Системам РСФИ (рис. 4) угрожает зависимость от ненадёжной инфраструктуры, расположенной вне жилых зданий, которая может быть легко приведена в негодность природными явлениями или террористами. В этой связи повышение надёжности инфраструктуры можно вести двумя путями, не отменяющими один другой:

- Развитием Умных сетей (Smart Grid) (УС), при этом не только электрических УС, но и тепловых УС [14], УС водоснабжения и канализации (УСВК) [15; 16] и, в пределе – УС снабжения горючим (УСГ), интегрирующих в себя различные системы производства квалифицированных видов горючего (метан, синтетическая нефть и т.п.) с использованием доступных ресурсов в виде местных видов сырья (древесина, торф ТБО, сланцы, биогаз, газ мусорных свалок и т.п.), например с использованием метангидратной технологии очистки, складирования и потребления горючего – метана [17].

- Развитием внутридомовой инфраструктуры, использующей в качестве основных или резервных видов первичных ресурсов те ресурсы, которые есть здесь и сейчас: ВИЭ, низкосортные местные горючие, ТБО, канализационные стоки [14–16].

Для определения путей защиты инфраструктуры рассмотрим примеры возникновения каскадных аварий во взаимосвязанных системах, которые могут привести к обрушению их работоспособности по «эффекту домино».

Риски и алгоритмы развития каскадных аварий на РСФИ

Учитывая, что даже добыча, переработка, транспорт и распределение горючих, таких как ИПГ, нефтепродукты, а также сырой нефти и иных энергоносителей требуют как минимум наличия электроэнергии и целостности трубопроводных инфраструктур, даже эти ресурсы являются производными ресурсами, требующими для обеспечения своего производства, безопасного хранения и своевременного потребления как минимум гарантированного электроснабжения [18]. В свою очередь система электроснабжения также зависит от наличия горючего, водоснабжения, целостности электросетевого хозяйства и отсутствия критической перегрузки, требующей срабатывания быстродействующей (АЧР-1) и низкоскоростной (АЧР-2) подсистем системы автоматической частотной разгрузки (АЧР) электросетей.

В свою очередь работоспособность электросетей обеспечивается не только, как показано выше, наличием топлива и воды (также являющейся производным ресурсом [18]), но и, например, в отопительный сезон, стабильностью работы системы теплоснабжения коммунальных потребителей. Стоит только прекратить подачу тепла, как показывает практика, незамедлительно в массовом порядке включаются бытовые электроотопительные приборы и электробойлеры, что приводит к перегрузке электросетей и блэкауту, сопутствующему прекращению теплоснабжения и усугубляющему восстановление систем тепло- и электроснабжения. Параллельно потребители начинают сливать теплоноситель, компенсируя отсутствие ГВС и ХВС. Пример одного из вариантов нарушения работоспособности по «эффекту домино» взаимосвязанных систем ресурсоснабжения показан на (рис. 5).

Аналогичные блок-схемы или деревья событий [20, с.94–102], характеризующие процессы деструкции систем ресурсоснабжения, могут быть построены и для других случаев, спусковым крючком в которых будут являться прекращение подачи горючего, преимущественно ИПГ, ХВС, атаки на компьютерные сети, основное и вспомогательное оборудование систем ресурсоснабжения, например, с использованием червей, аналогичных Stuxnet. Также свой вклад в каскадное прекращение работоспособности ресурсоснабжающих систем могут внести, например, фундаментальные уязвимости в системах внутридомовой вентиляции или коммунального водоотведения, способные привести населённые пункты с высокоцентрализованными системами ресурсоснабже-

ния в непригодное для проживания состояние.

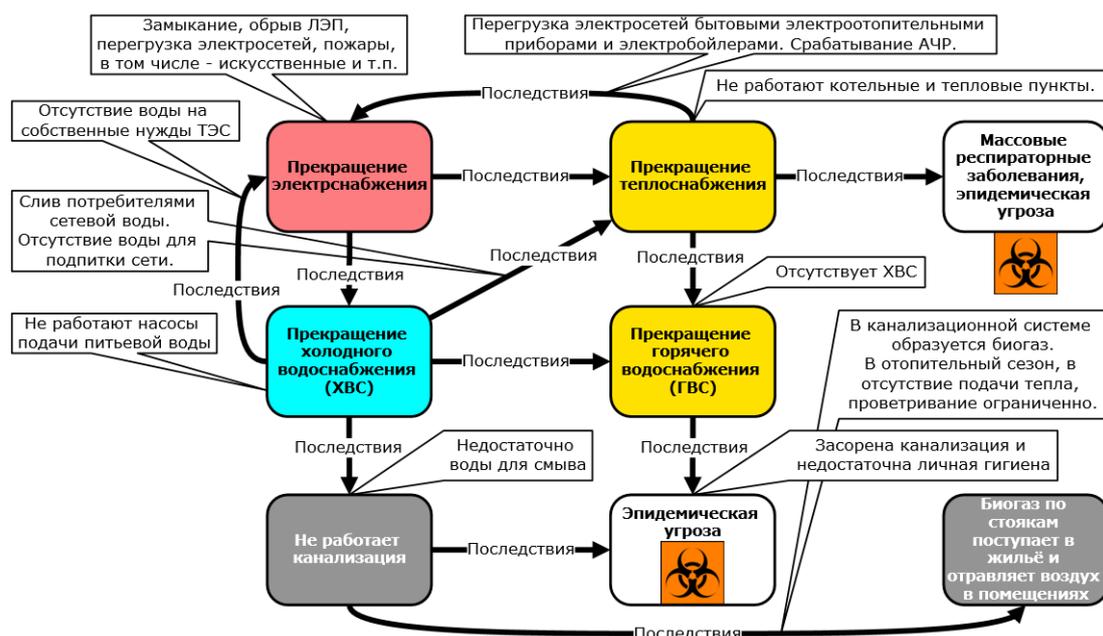


Рис. 5. Причинно-следственные связи в «эффекте домино» при прекращении электроснабжения населённого пункта [9; 19, с.32; 18, с.420–424].

Направления защиты инфраструктуры, обеспечивающей функционирование населённых пунктов

Указанные ниже направления реконструкции инфраструктуры, являются ответом на известный русский вопрос «что делать», при условии, что не «если», а именно «когда» крупные города России, с не реконструированными системами ресурсоснабжения окажутся полностью без электроснабжения, подачи ИПГ, воды и с размороженными системами отопления. Это, конечно же, невозможно и умогнительно, как подтвердили бы некоторые прогнозы ещё несколько лет назад даже жители Украины или в середине 1980-х – жители Нагорного Карабаха, если бы кто-то попытался спрогнозировать реализовавшееся будущее данных регионов.

Теплоснабжение. СТ обеспечивает сохранение жизни населения в случае ЧС, наступающих при отрицательных температурах окружающего воздуха. Все остальные её функции (ГВС, температура в (многоквартирном доме) МКД в соответствии со СНиП) – вторичны. Для работы устойчивой СТ необходимо наличие непосредственно в МКД и/или в виде отдельного блока, расположенного внутри квартала:

- Теплогенераторов, таких как двухтопливные котлы ИПГ / жидкое горючее. Необходимы котлы твёрдого топлива (желательно с подсветкой резервным горючим), позволяющие сжигать ТБО, зелёные насаждения, мебель и половые доски, т.к. они всегда сжигаются при отсутствии горючего, что подтвердила практика постсоветских республик в периоды экономических кризисов и войн. Обязательно наличие солнечных коллекторов вакуумного или плоского типа, позволяющих не разморозить СТ при полном отсутствии любого горючего.

- Хранилищ резервного горючего: мазутохранилищ подземного типа или, что менее предпочтительно в связи с пожарной опасностью и риском расхищения или реквизирувания при ЧС – хранилищ дизтоплива. Также возможно использование хранилищ сжиженного нефтяного газа (СНГ), применение которых проверено в крупных населённых пунктах с отсутствием магистрального газоснабжения. Целесообразно соз-

дать склады твёрдого горючего – ТБО и спиленных с период ЧС зелёных насаждений.

- Энергоаккумуляторов. В роли таких аккумуляторов энергии могут выступать подземные хранилища горячей воды, подогреваемые солнечными коллекторами на протяжении внеотопительного сезона.

- Систем автоматики, позволяющих с максимальной экономностью и равномерностью распределять тепло между потребителями с учётом доступных запасов горючего и тепла в энергоаккумуляторах.

- Энергосберегающих систем транспорта энергоносителя, например электроприводных насосов с частотным регулированием, позволяющих транспортировать теплоноситель с минимальным потребным напором и максимальных теплосъёмом при исключении размораживания обратного трубопровода.

Электроснабжение. Ключевой функцией СЭ является обеспечение гарантированной работы СТ в отопительный сезон. СЭ должна включать в себя:

- Электрогенераторы нескольких типов: резервный дизельный / бензиновый генератор; фотоэлементы (ветрогенератор для районов, где он может быть эффективен) и основной электрогенератор, способный работать с использованием доступного твёрдого или жидкого горючего или ВИЭ. Такой электрогенератор с необходимой для ЖКХ мощностью от сотен ватт до нескольких десятков киловатт может работать на основе циклов Стирлинга, Ренкина с использованием воды или органического рабочего тела (ОЦР), цикла Калины. Также может использоваться иное оборудование, например жидкостно-вакуумная энергоустановка (ЖВЭУ), базирующаяся на жидкостно-вакуумном цикле (ЖВ-цикле), обеспечивающим принудительное вскипание в вакууме энергоносителя, например горячей воды [15; 16].

- Инверторы и источники бесперебойного питания (ИБП). В случае использования энергоисточников, вырабатывающих электроэнергию, по частоте, напряжению и типу тока отличающуюся от сетевой электроэнергии необходимо использовать инверторы и ИБП, позволяющие подключать снятые с автотранспорта аккумуляторы. Суммарная ёмкость таких разнородных аккумуляторов может составлять тысячи А•Ч, т.к. при продолжительной ЧС автопарк без горючего окажется бесполезен.

- Выделенную систему электроснабжения СТ с возможностью полного отключения от неё всех иных потребителей, таких квартиры, лифты, освещение.

Канализация. Для гарантированной работы СК требуется исключение накопления твёрдой фракции стоков (кал, пищевые отходы, примеси и т.п. вплоть до ТБО, которые не смогут выносить из МКД некоторые ослабшие жильцы) в коленах канализационных трубопроводов и в местах, с пониженной скоростью потока. В случае прекращения при ЧС централизованного водоснабжения, жильцы будут производить экономный смыв, в связи с чем канализация будет засорена, а разлагающиеся отходы отравят биогазом жильё, продавливая ими гидрозатворы СК. Для этого требуется:

- Наличие ёмкостей для хранения дождевой, талой воды или воды из растопленного снега.

- Возможность переключения существующих систем ХВС / ГВС на подачу только дождевой / талой воды непригодной для питья, но которую можно использовать для канализационного смыва.

- Оснастить систему водоснабжения самовсасывающими насосами, способными транспортировать воду вплоть до последних этажей зданий с учётом роста отложений в трубах от недостаточно очищенной воды. Установить локальную систему механической очистки и коагуляции органики в дождевой / талой воде.

Водоснабжение. Качественное отдельное локальное самокупающееся ХВС и ГВС питьевого качества выполнить практически невозможно в связи с его не окупаемостью в ситуации отсутствия ЧС. В этой связи потребители такое специализированное

оборудование не будут устанавливать. Такая система может быть интегрирована в комплексную систему ресурсоснабжения потребителя, производя техническую / питьевую воду в качестве побочного продукта при выработке электроэнергии и/или тепла. Отметим, что именно трубопроводное ХВС не является приоритетным, т.к. показал опыт крупных аварий и войн, необходимый минимум воды питьевого качества может доставляться автотранспортом или с использованием мускульной тяги. Прочие требования к системе водоснабжения, в частности – обеспечение технического водоснабжения, указаны в части «Канализация».

Системы внутридомовой вентиляции. Существующие вытяжные СВент внутридомовой вентиляции, установленные в подавляющей части устаревшего жилого фонда, не отвечают требованиям энергобезопасности в условиях прекращения или ограничения отопления, т.к. имея высокие кратности воздухообмена, в среднем превышающие 1-но кратный воздухообмен для всей квартиры, требуют для подогрева приточного воздуха более 50% тепла, потребляемого на отопление МКД при отсутствии рекуперации тепла отходящего воздуха. В условиях ЧС, когда будет прекращено централизованное газоснабжение и ГВС, как минимум потребность в воздухообмене в размере 90 Нм³/ч для кухни с газовой плитой и 25...50 Нм³/ч для санузла (СНиП 2.08.01-89) становится избыточными, в несколько раз сокращая время до разморозки системы теплоснабжения МКД в связи с израсходованием доступного горючего.

Переработка ТБО. ТБО являются как источником опасности, т.к. в тёплое время года могут разлагаться в местах накопления, служа питательной средой для насекомых и грызунов, что показывает опыт гражданских войн в Сомали, экс-Югославии или на юго-востоке Украины. С другой стороны, биodeградирующие компоненты ТБО – прекрасный источник энергии для работы биогазовых установок, что является ещё одним аргументом за внедрение биогазовых установок до момента наступления ЧС. Получаемый из коммунальных стоков субстрат хоть и не будет являться оптимальным, с точки зрения его чистоты, решением для выращивания пищевых продуктов, но в условиях вероятного голода при длительной ЧС, частичное покрытие потребностей жильцов будет важнее, чем вред от его использования.

Выводы

В наступающем будущем, в котором к экстремальным природным условиям прибавятся растущая мода на терроризм, как средство воздействия на закостенелые и своекорыстные государственные институты, атаки ориентированные на разрушение инфраструктуры и природных экосистем с использованием БПЛА и других видов роботов, производимых по аддитивным технологиям на любом домашнем 3D-принтере, обладающих совершенными автономными системами распознавания образов, позиционирования и коммуникации, основывающихся на современных смартфонах, может не найтись места не только существующей инфраструктуре, но даже и Умным сетям, в том виде, в котором их сейчас представляют и внедряют. Рассмотренный взгляд на безопасность требует массового введения широкого спектра систем ресурсоснабжения, способных функционировать, требуя минимум обслуживания, в условиях ЧС различного характера и разрыва инфраструктурных связей в масштабе региона или города, сохраняя жизнь людей в МКД. Такие системы, при их производстве на территории России могут не только послужить средством сохранения её населения, производственного и экономического потенциала, но и явятся драйвером роста промышленного производства, стимулятором развития малого бизнеса и побочно улучшат экологическую ситуацию в стране [14].

Литература

1. Global Trends Paradox of Progress // National Intelligence Council, January 2017, 235 p.

2. Письмо Ростехнадзора от 28 января 2016 г., исх. №10-00-09/127 в адрес ООО «ОЦР Технологии», 1 с.
3. Письмо Министерства энергетики России от 24 февраля 2016 г., исх. №10-436 в адрес ООО «ОЦР Технологии», 2 с.
4. Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС // М.: Энергоатомиздат, 1992, 240 с.
5. Hewitt C., Bishop P., Steiger R. Session 8 Formalisms for Artificial Intelligence A Universal Modular ACTOR Formalism for Artificial Intelligence // Advance Papers of the Conference, Stanford Research Institute, 1973, Vol.3, p.235–245
6. Буторин С.Л., Шульман Г.С., Шульман С.Г. Методы анализа безопасности АЭС при технологических авариях // М.: Машиностроение, 2012, 436 с.
7. Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко И.Н., Письменный Е.Н., Зенюк А.Ю., Литвинский Л.Л. Вероятностный анализ безопасности атомных станций // Киев: НТТУ КПИ, 2000, 568 с.
8. BP Statistical Review of World Energy June 2016 // BP, 2016, 46 p.
9. Велицко В.В. Надёжность обеспечения ресурсами системы теплоснабжения – условие выживания городов России // Проза.Ру, Свидетельство о публикации №215071501025, URL: <http://www.proza.ru/2015/07/15/1025> (дата обращения: 15 июля 2015).
10. Велицко В.В., Прохоров А.И. ТРИЗ в инфраструктурной безопасности // М.: Материалы VII конференции «ТРИЗ: практика применения и проблемы развития», 20–21 ноября 2015, С.39–49.
11. Комбинированные парогазовые энергоустановки. Сборник статей под редакцией Сазонова Н.И. // М., Л.: Госэнергоиздат, 1962, 292 с.
12. В России климат изменяется быстрее, чем в среднем на планете // ICTSD, 08 января 2016 г., URL: <http://ru.ictsd.org/node/96385> (дата обращения: 01 февраля 2016 г.)
13. Велицко В.В. Тепла нет, но не дрожите или грамотный капремонт вместо благих пожеланий // Коммунальщик, №9, 2016, С.11–28
14. Велицко В.В. Умные сети или бездумное централизованное ресурсоснабжение // Коммунальщик, №3, 2016, С.16–25.
15. Велицко В.В. Обеспечение гарантированного водоснабжения в чрезвычайных ситуациях // Вода Magazine, №5, 2016. С.24–29.
16. Велицко В.В. Вакуумная переработка промышленных стоков с использованием низкопотенциального тепла // Сантехника Отопление Кондиционирование, №5, 2016, С.36–40
17. Велицко В.В. Одностадийное получение сжиженного и сжатого метана из биогаза и газа мусорных свалок для использования в качестве моторного топлива // М.: Материалы XVIII Международной конференции «Экологическое образование и просвещение для устойчивого развития: РИО + 20», Секция 5: «Образование в области использования энергопотенциала биологических отходов», 27–28 июня 2012 г.
18. Велицко В.В. Ресурсосберегающая инфраструктура как условие сохранения населённых пунктов в условиях природных катаклизмов и террористических угроз // Новосибирск: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Энерго– и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий», Институт теплофизики СО РАН, 24–26.03.2015, с.419–428.
19. Велицко В.В. Тепло – жизнь города, а его отсутствие... // Коммунальщик, №9, 2015, С.30–37.
20. Александровская Л.Н., Аронов И.З., Елизаров А.И., Исламов Р.Т., Розова О.Д., Цырков А.В. Статистические методы анализа безопасности сложных технических систем // М.: Логос, 2001, 232 с.

АВТОНОМНЫЙ ДОМ (АВТОДОМ)

Захаров К.П.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск*

Всем нам известна аббревиатура ЖКХ, и все мы пользуемся жилищно-коммунальными услугами, кто-то в большей степени - это жители многоквартирных домов, а кто - то в меньшей - это жители частного сектора. Многие слышали недовольства, высказываемые в адрес ЖКХ, а кто и сам сталкивался с проблемами обеспечения жилищно-коммунального хозяйства, которые, как правило, возникают из-за поломки старого оборудования, так как меняют такое оборудование только после его выхода из строя, либо выходит из строя из-за отсутствия обслуживания. И, конечно же, многие недовольны ценами на их услуги. Но мало кто задумывается о том, чтобы отказаться от их услуг или минимизировать потребность в их услугах, и лишь единицы частично или полностью отказываются от услуг ЖКХ и это люди частного сектора, так как в многоквартирных домах можно только минимизировать потребление ресурсов жилищно-коммунального хозяйства. В конце сравним ЖКХ с моими предложениями в главном вопросе, который, как правило, всех волнует. Все решения с частичным или полным отказом от ЖКХ связаны с малоэтажными домами. Основная идея в том чтобы дом был полностью автономным. Назовем такой дом **Автодом** (Автономный дом). Что я подразумеваю под этим понятием, или плюсы такого дома:

1. Комфортность – под этим словом я понимаю создание оптимальных параметров микроклимата.
2. Экологичность – строительство и обустройство дома из экологически чистых материалов, а так же использование оборудования у которого отсутствуют вредные выбросы.
3. Автономность (Независимость, самостоятельность) – та самая независимость от ЖКХ.
4. Автоматизация – наличие оборудования для создания комфортного проживания человека в таком доме. Каждый плюс такого дома взаимосвязан с остальными плюсами, так что рассматривать каждый плюс отдельно мы не будем. Рассмотрим каждый период года отдельно, что нам необходимо сделать, чтобы плюсы оставались вне зависимости от времени года.



Рис. 1. Пример автономного дома [3].



Рис. 2. Пример автономного дома [4].

Холодный период:

Основная нагрузка будет направлена на отопление, чтобы снизить затраты энергии на отопление у дома должна быть высокая аккумулирующая теплоспособность. Для этого необходимо чтобы ограждающие конструкции были утеплены и при этом не громоздки.

Расположение дома (ориентация по сторонам света) должно быть оптимальным, так как не исключается использование солнечной энергии, соответственно площадь поверхности, на которой будет установлено оборудование для получения солнечной энергии, должна быть направлена в ту сторону, где дольше стоит солнце в зимний период. Так же еще надо учесть направление дома относительно ветра. Опираясь на эти факторы нужно выбрать оптимальное расположение.

Вырабатываться электроэнергия будет с помощью ветровых мельниц и солнечных батарей, так же дополнительную электроэнергию можно вырабатывать при наличии спортзала в доме, а именно, установив тренажеры в виде беговой дорожки и (или) велотренажер, который будет вырабатывать энергию при тренировке человека на нем. Так же излишки электроэнергии будут аккумулироваться в аккумуляторах.

Оборудование, с помощью которого будет обеспечиваться микроклимат:

- Тепловой насос (водяное отопление)
- Солнечные коллекторы (водяное отопление)
- Электродкотел (водяное отопление)
- Калориферы электрические (воздушное отопление)
- Газовый котел, работающий на био газе (при наличии компостной ямы, из которой будет черпаться биогаз.)

Воду в доме будем черпать из скважины.

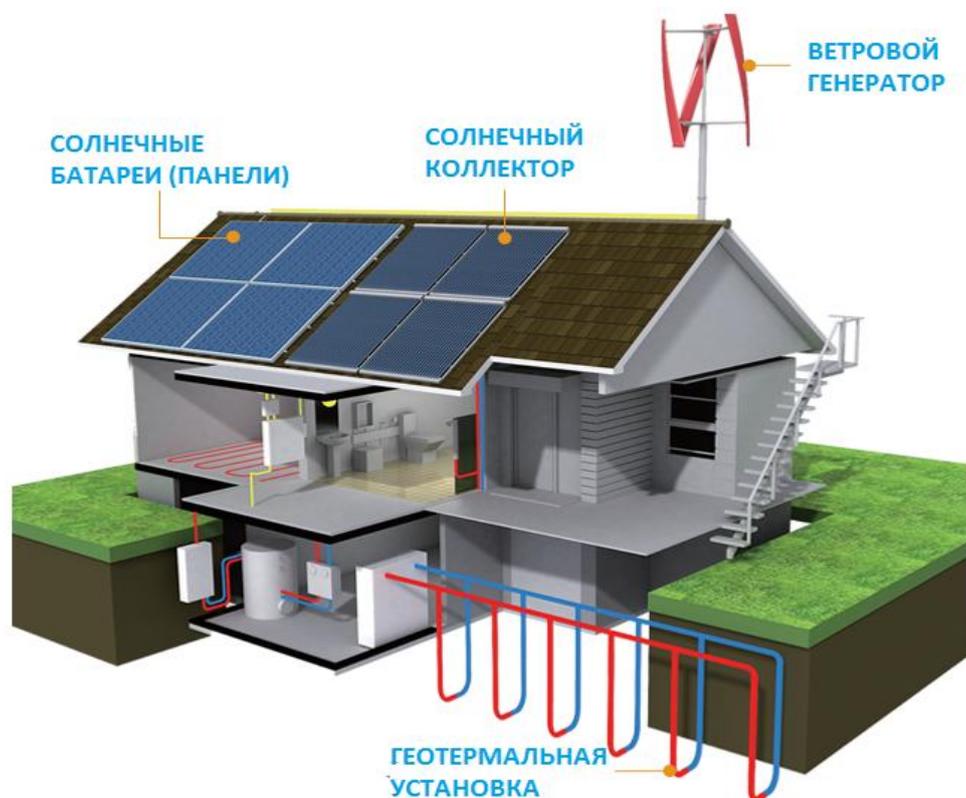


Рис. 3. Принцип оборудования инженерными системами [5].

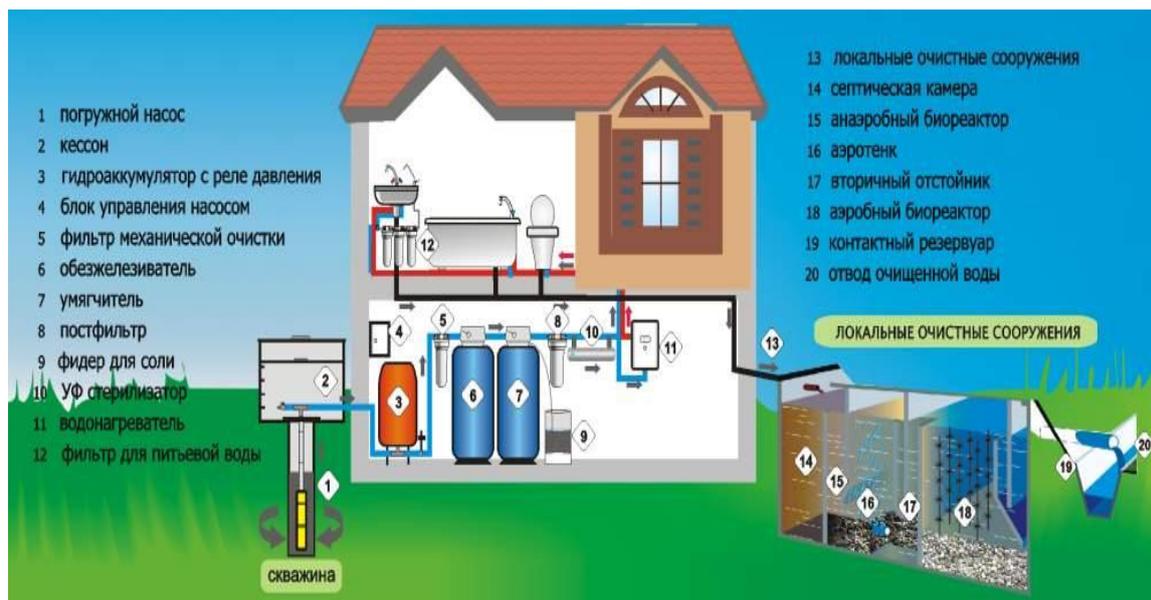


Рис. 4. Принцип работы водозабора и водоотведения [6].

Теплый период:

Все оборудование то же, что и в холодный период. Появляется дополнительно оборудование, работающее на холод, либо изначально стоит универсальное оборудование. Также в этот период появляются дополнительные приоритеты: - солнцестояние будет максимальным, и при наличии оборудования, которое будет черпать электроэнергию с помощью солнца, всю эту электроэнергию не удастся потратить; в связи с этим необходимо установить аккумуляторы электроэнергии, чтобы накапливать эту энергию и использовать ее потом как резервную - накапливать ливневую воду в баках и использовать ее в дальнейшем в виде технической воды для огорода, либо в общедомовых нуждах.

Вывод:

Как известно всем, сейчас достаточно хороший ассортимент оборудования, и без проблем его можно приобрести. Но встает один главный вопрос перед нами. Как многие уже успели догадаться, это финансовый вопрос. Скажите вы: зачем это все делать, деньги такие большие платить, когда можно общими ресурсами пользоваться. Пользуясь общими ресурсами, вы будете платить деньги за них, так сказать абонентскую плату, и тут надо задуматься, а сколько я буду платить в год за свой дом. И может все-таки проще окажется, если установить необходимый набор оборудования, которое окупится в дальнейшем. И не известно сколько будут стоить коммунальные услуги в дальнейшем и в каком виде они будут. Так что платить вечно и, как правило, чем дальше, тем больше, либо потратиться один раз и жить спокойно. Решать вам.

Литература

1. Тюменцев А.Г. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Улан-Удэ: «Изд-во ВСГТУ», 2000.
2. Огородников И.А. Экодом в Сибири. – Новосибирск, 2000.
3. <http://1sipdom.ru/karkasnyj-dom/stroitelstvo-ekodoma.html>
4. <http://www.sbras.info/articles/science/dom-po-zakonu-ekosistemy>
5. <http://ruslanbelov.ru/raznoe/alternativnye-istochniki-energii-dlya-doma/>
6. <http://alfatep.ru/article/nasosy/vodosnabzhenie-doma/>

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ В AUTODESK REVIT

Козлов И.М.

Творческая мастерская Козлова, г. Новосибирск

Для реализации процесса информационного моделирования зданий (BIM) существует ряд программных продуктов [1]. Все они обладают определенными преимуществами и недостатками. Одна из таких программ — Autodesk Revit. Ее сильной стороной является возможность работы в единой среде и в одной модели специалистам всех смежных разделов: архитектурных, конструктивных и инженерных. Это позволяет в процессе расстановки оборудования в объеме, увидеть возможные пересечения и устранить их еще на стадии проекта. В программу заложены некоторые специализированные инструменты анализа: расчет отделки, армирования, расходов воды, воздуха, освещенности, электрического тока, потребляемых мощностей.

Слабой стороной программы является недостаточно развитая система поддержки плоскостных принципиальных и функциональных схем, используемых при проектировании инженерных систем.

Для исключения этого недостатка необходимо выработать методику использования заложенных в программу средств повышающих уровень автоматизации при работе со схемами в Autodesk Revit.

Плоскостные, принципиальные и функциональные схемы существенно отличаются от тех, что можно получить встроенными средствами в отсутствие привязки к реальному положению компонентов в пространстве.

Схемы можно создавать имеющимися средствами графики [2]. Более того, к компонентам схем, отображающих оборудование, можно добавить информационные параметры и получать спецификацию непосредственно со схемы.

Проблема заключается в том, что представления оборудования в объеме и на схеме получаются не связанные между собой. Это приводит к тому, что любые изменения в системе (удаление, добавление, изменение типа оборудования) необходимо выполнять дважды: в объеме и в схеме.

Кроме этого, для отдельных компонентов схем нет встроенного механизма обмена параметрами, так как это сделано для объемных элементов. Наиболее ярким примером является сбор электрических нагрузок с оборудования и передача информации по цепи между электрическими шкафами вплоть до вводного устройства.

Решение поставленной задачи может быть достигнуто благодаря применению встроенных средств программирования. Это может быть программа-дополнение, макрос или программа, разработанная в графическом интерфейсе автоматизированного программирования Dymato.

Для апробации разработанных алгоритмов программной связи было создано семейство графического представления силового распределительного электрического щита. Семейство является параметрическим: графическое представление его (число нагрузок, вид аппаратов защиты) зависит от значений параметров.

Часть параметров служит для ввода исходных данных, часть параметров вычисляется по формулам на основе введенных данных. В частности, определяется суммарная активная, реактивная мощности, ток и коэффициент мощности ($\cos\varphi$).

Электрические щиты могут соединяться последовательно, образуя сеть распределения энергии. В этом случае результаты расчета одного семейства должны быть

указаны в качестве исходных данных другого семейства. С целью автоматизации этого процесса и исключению ошибок, связанных с человеческим фактором, был написан макрос, осуществляющий перенос данных между семействами.

Циклически перебирая все имеющиеся в модели экземпляры семейства щита, макрос сопоставляет обозначение щита с именем нагрузки. В случае совпадения, в нагрузку записываются выходные параметры щита, а в семейство щита прописывается кабель подключения и обозначение фаз.

Таким образом, используя встроенный программный интерфейс, удалось исключить часть ручного труда при переносе данных между компонентами принципиальных и функциональных схем.

С помощью макросов можно осуществлять связь между компонентами схемы и их дубликатами в объеме модели с реальной геометрией.

Рассмотренный подход, хотя и не устраняет недостатки программы полностью, но позволяет их компенсировать как минимум на уровне контроля за корректностью введенной информации.

Литература

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование. — М: ДМК Пресс, 2011. — 392с.
2. Козлов И.М. Информационная модель системы автоматизации индивидуального жилого дома // Доклад на форуме «Городские технологии» 27 апреля 2016 года, г. Новосибирск.

СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОДОМ

Огородников И.А.

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН,
г. Новосибирск*

Анализ состояния цивилизации, проведенный в 80-х годах прошлого века специальной комиссией ООН по окружающей среде и развитию, выявил глобальные проблемы, требующие решения [1]. Итогом проделанной работы стала конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио де Жанейро, главным документом которой стала программа «Повестка дня на 21 век» [2,3]. Влияние человека на ухудшение состояния окружающей среды – одна из основных проблем [4]. Значительную роль в этом процессе играют населенные пункты. Поэтому в 1996 году была принята специальная программа по населенным пунктам «Повестка дня Хабитат» [5]. В программе отмечается, что жилой сектор является значительным фактором ухудшения окружающей среды.

Эффективным решением для изменения негативной тенденции в положительную сторону является перевод жилого сектора на энергоэффективные и экологичные технологии.

Для России таким решением может быть массовое строительство энергоэффективного экологического индивидуального жилья.

Состояние проблемы.

Индивидуальное жилищное строительство в России интенсивно развивается [6] и этот процесс можно использовать для улучшения экологической обстановки в населенных пунктах. Это может стать одним из механизмов практической реализации части программ «Повестка дня на 21 век» и «Повестка дня Хабитат» в России. Для каждого региона есть оптимальные параметры дома, которые определены природно-климатическими условиями. На базе современных отечественных технологий можно уже сейчас проектировать и строить энергоактивные дома, которые не только вырабатывают больше энергии, чем потребляют, но и формируют положительный экологический след. В работах [7,8,9,10] предложен подход, основы технологических и технических решений по строительству такого типа индивидуального жилья. Строительство подобных домов еще не носит массовый характер, но они уже начинают строиться в разных странах. В России, расположенной в четырех климатических зонах включая самую холодную на планете, где живет достаточно много людей и которую предстоит заселить это особенно важно. Не менее важно решение этой проблемы и в засушливых зонах, включая аридные. Опыт подобного строительства и технологическая база в России уже начинает формироваться [11,12].

Для массового строительства нужны центры для демонстрации экотехнологий по строительству домов и поселений с функциями обучения. Целесообразно их строить при университетах для подготовки специалистов нового типа [13].

Основными элементами подхода к строительству домов и поселений нового уклада должны стать: применение передовых архитектурно-планировочных решений и методов проектирования, автономное жизнеобеспечение, построенное на возобновляемых источниках энергии и энергосберегающих технологиях, социальная самодостаточность, наличие информационно-коммуникационных средств связи, экологически эффективные строительные материалы из местного сырья, произведенные на месте строительства и экологически эффективные методы утилизации отходов, преобразующие отходы жизнедеятельности в полезные для почвы продукты.

Проектный подход и тенденции.

Проект «Современный экодом» предлагается как один из путей реализации этого направления. Он будет элементом экологического развития России и формирования образа современного энергоактивного экономического экологичного дома. Такие дома, которые часто называются «экодом» – основа формирования энергонезависимых и безотходных и экологически эффективных поселков адекватных местным климатическим условиям и мировым стандартам.

Цели:

- содействие в организации и развитии инновационной саморазвивающейся индустрии малоэтажного строительства,
- научно-техническая и организационная поддержка строительства учебно-демонстрационных домов, построенных по передовым технологиям,
- выработка рекомендаций для обеспечения информацией специалистов и населения по малоэтажному энергоэффективному ресурсосберегающему экологическому домостроению.

Задачи:

- выявление лучших инновационных разработок, содействие в продвижении их в массовое строительство,
- создание постоянно пополняющегося информационного фонда лучших инновационных разработок для массового строительства,
- создание системы повышения квалификации для подрядчиков и застройщиков,
- создание групп, ответственных за строительство пилотных экодомов,
- строительство демонстрационных экодомов,
- подготовка консультантов, сопровождающих строительство экодомов,
- информационная поддержка проекта.

Основой для проекта являются тенденции в малоэтажном жилищном строительстве. На (рис. 1) приведен график ввода индивидуального жилья в России с момента принятия программы «Жилище» до настоящего времени.

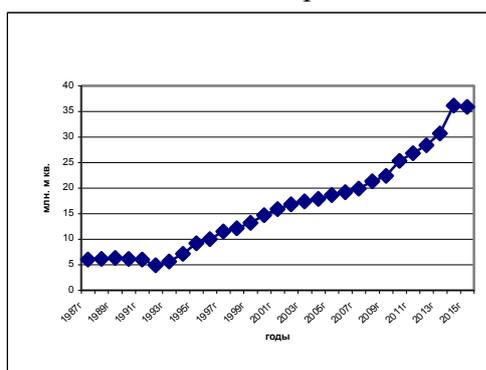


Рис. 1. – Ввод индивидуального жилья в России.

Такой рост индивидуального строительства - выбор граждан России, и главная задача государства помочь с помощью технической политики и методов стимулирования застройщиков и частного бизнеса. Поддержка может быть осуществлена в рамках решения институциональных вопросов и созданием сети экодомов-учебников при университетах в субъектах РФ.

Выигрыш государства – повышение качества жизни людей, существенная экономия энергоресурсов, увеличение производства экологических продуктов питания. Это соответствует цели государства в области повышения энергоэффективности экономики и использования природоподобных технологий, повышения здоровья населения.

Стоимость демонстрационных домов несколько выше типового строительства, но на каждый вложенный в демонстрационный дом государством рубль население вложит значительно больше в свои дома. При правильной государственной технической политике эти средства одновременно будут вложены и в решение экологических проблем населенных пунктов, и в инновационное развитие строительного комплекса, ориентированного на энергоэффективное экологическое малоэтажное строительство. Стоимость демонстрационных домов составит не более 0,2% от денежных средств, вложенных населением в строительство индивидуальных домов в год.

Более 90% вводимого индивидуального жилья в России осуществляется методом «самостроя». Поэтому сейчас качество производства работ в индивидуальном строительстве формируется непрофессиональными предпочтениями будущих жильцов, а это формирует фактическую техническую политику государства. В будущем это приведет к аналогичным проблемам, которые возникли в ЖКХ из-за технической политики строительства жилья, принятой в 60-х годах прошлого века.

Необходимо пересмотреть концепцию строительства современных домов и поселений. Для создания комфортных условий проживания уже давно не обязательны дорогостоящие централизованные системы теплообеспечения, очистные сооружения, мусорные свалки, а также мощные линии электропередач. Готово к использованию много отечественных технологий [11,12]. Даже без централизованного газоснабжения можно обойтись. Достаточно минимальной инфраструктуры - холодной воды, нормативного электричества и дорог.

Сэкономленные деньги можно пустить на освоение новых участков, а также на стимулирование заказчиков и застройщиков на инновационное строительство.

Вся недостающая инфраструктура может быть основана на инновационных автономных системах жизнеобеспечения: поселковых, кластерных или индивидуальных для каждого дома в соответствии с выбором заказчиков, основанного на новых знаниях.

Автономные инженерные системы обеспечивают и большую независимость поселений от централизованных источников ресурсов, а значит большую их устойчивость в быстроменяющихся внешних условиях, что особенно важно в России с ее значительными территориями.

Развитие технологий энергоэффективного (а значит экономичного) экологического (а значит ресурсосберегающего) жилья – мировая тенденция.

Для формирования образа дома можно использовать складывающуюся классификацию домов, опираясь на два показателя: энергоэффективность и экологичность.

Таблица 1. Классификация индивидуальных домов

Энергоэффективность	Класс дома	Экологичность
Удовлетворяет существующим нормам теплопотребления, использует внешние невозобновляемые источники энергии	Нормативный	Органические бытовые отходы и стоки утилизируются в границах своего участка, твердые бытовые отходы вывозятся на свалку
Не потребляет энергию из внешних централизованных энергосетей, используются автономные системы энергоснабжения на возобновляемых источниках энергии	Энергопассивный	Органические отходы, ил из очистной системы перерабатываются в удобрения и используются для развития почвенных биоценозов на участке, стоки очищаются и дренируются в почву, твердые отходы подготавливаются для вторичного использования
Энергоактивный, автономные системы энергоснабжения которого используют возобновляемые источники энергии, вырабатывают больше энергии, чем необходимо для собственного жизнеобеспечения и передают излишки энергии во внешнюю энергосеть	Экодом	Органические отходы, ил из очистной системы перерабатываются в удобрения и используются для развития почвенных биоценозов на участке, поверхностные ливневые и очищенные бытовые стоки накапливаются в биопруде и вторично используются для технических нужд, твердые отходы подготавливаются для вторичного использования

Каждая климатическая зона предъявляет свои требования к инженерным системам домов и поселков. Рассмотрим это влияние на примере самого холодного региона. Сибирь часто сравнивают с Канадой и Финляндией и рекомендуют применять канадские, финские, немецкие технологии строительства домов.

Для того, чтобы понять как правильно их применять, какие дома надо строить в Сибири, чтобы они были доступны основной части жителей, необходимо сравнить: климатические и инфраструктурные условия, влияющие на технологии строительства.

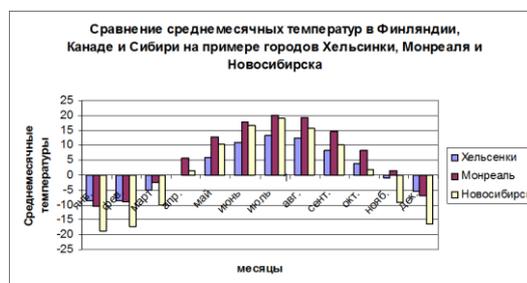


Рис. 2. Сравнение среднемесячных температур в Хельсинки, Монреале, Новосибирске.

Из диаграммы видно, в каких условиях живут в Сибири. Есть и в Канаде, и в Финляндии местности с таким же климатом, как, например, в Новосибирске, но в Канаде в них живут около 2% населения или около 1 млн., в Финляндии 3,7%, т.е. 200 тыс. человек. В Сибири в этих суровых условиях живет 23 млн. человек.

Применяемые строительные технологии зависят от климатических условий и от технической стратегии, выбранной государством.

В Канаде государство обеспечило доступную газификацию основной части жилого сектора для отопления более 20 лет назад. Климатические условия и масштабная газификация определили тип ограждающих конструкций для массового жилья: легкие герметичные каркасные дома с эффективным утеплителем. Наличие газа позволило унифицировать отопительную систему и применить непрерывное, автоматически регулируемое отопление, обеспечивающее постоянную температуру в доме. Поэтому отсутствие тепловой инерции не является определяющим фактором. Подобная ситуация характерна для южных регионов России, в том числе Крыма.

Наличие в стене канадского дома пароизоляционных пленок, требует применения принудительной вентиляции.

Унификация, облегченные конструкции, инженерная подготовка площадок застройки за счет государства существенно снизили капитальные затраты в строительстве для частного застройщика. Поэтому Канада по праву является мировым лидером в решении жилищной проблемы для основной части населения страны.

Сибирь и Дальний Восток остаются белым пятном на карте газификации России. В последнее десятилетие государством были предприняты значительные усилия по развитию газификации, но в городах Сибирского федерального округа уровень газификации составляет менее 5% процентов, а в сельской местности - только 1,7%. В Алтайском крае уровень газификации приближается к 8%.

В России пока нет такой внятной, как в Канаде, технической политики государства по обеспечению энергией развивающегося индивидуального жилищного строительства и рекомендуемого типа домов, что для Сибири особенно важно.

Чтобы ее сформулировать, необходимо определить какие дома надо строить в Сибири. Здесь требования задаются не желаниями и возможностями строителей, а природно-климатическими условиями и расстояниями, характерными для Сибири.

В Сибири вынуждены использовать в основном автономное отопление периодического действия. Поэтому дома должны обладать необходимой тепловой инерцией и накапливать тепло. Чтобы получить сопоставимые с канадскими домами эксплуатационные характеристики, надо сибирский дом сделать в два раза теплее, а чтобы строить энергоактивные дома - не менее, чем в три раза.

Кроме этого, необходимо особо уделять внимание автономности, использованию местных ресурсов, экологичности и энергоэффективности во всех ее аспектах. Целесообразно широко использовать инновационные минитехнологии производства строительных материалов из местного сырья и провести унификацию строительства. Наиболее подходят для этого информационного моделирования (BIM-технологии) [12].

Такой подход уже сейчас приводит к уменьшению стоимости индивидуального жилья и эксплуатационных расходов при высоком качестве и комфортности жизни. Применение высоко эффективных минитехнологий снижает трудовые и денежные затраты и будет фактором, приводящим к повышению конкурентоспособности экологически ориентированного домостроения.

Приемы строительства экодому не являются необычными. Они широко применяются на практике. Комплексное их применение в правильной конфигурации обеспечит новое качество дома. Солнечная архитектура предполагает расположение дома на участке, обеспечивающее максимальную его освещенность. Южный фасад должен быть открыт солнцу для максимального использования солнечной энергии пассивными и активными солнечными системами экодому. Расположение обязательных элементов: септика, накопительного биопруда и биоплощадки для переработки органики также желательно располагать на солнечных местах. В южных регионах задача обратная: защита от перегрева, но технические приемы ее решения аналогичны. Теплоэффективность конструкций, не увеличивающая стоимость строительства, позволяет решать эту задачу.

Экономические аспекты и технические особенности.

Чтобы население страны наращивало капитализацию, надо избавить его от лишних затрат. Дом – это одна из крупных статей расхода семьи. Поэтому дом должен служить долго. Основа дома – фундамент, поэтому он должен удовлетворять следующим критериям:

- долговечность более 100 лет,
- применимость для любых грунтов,
- простота изготовления,
- экологичность,
- экономичность,
- сейсмостойчивость.

Этим критериям удовлетворяют много конструкций, но хорошо утепленный фундамент в виде плиты со встроенной системой отопления – один из наиболее надежных и универсальных. Он является базой для размещения инженерных систем экодому. Строительство фундаментной плиты занимает 10-15 дней, но экономит время и деньги при дальнейшем строительстве. Плита дешевле приблизительно на 30%, чем подвальный этаж (не считая отделочных работ) и позволяет проектировать любую планировку внутреннего объема. В жарком климате позволяет использовать ее для охлаждения летом.

Для строительства экодому можно применять любые материалы и конструкции, которые удовлетворяют критериям:

- долговечность более 100 лет,
- сопротивление теплопередаче R не меньше,
- экологичность,
- широкое применение местных материалов,
- экономичность.

Одним из наиболее эффективных и технологичных является монолитное строительство с предварительной сборкой каркаса. Каркас технологический или конструкционный – один из основных подходов строительства экодому. Вначале собирается каркас и возводится крыша. Это позволяет вести всепогодное строительство, распараллеливать работы, сокращая сроки строительства, что для Сибири очень важно. Для обеспечения необходимой энергоэффективности окна необходимо оснастить задвижными утепленными ставнями с R не менее 3. Сочетание каркаса с монолитными технологиями обеспечивает более эффективные решения.

Выбор конкретного материала и технологии возведения стен зависят от местных условий. Важно, чтобы стена удовлетворяла указанным критериям, при этом технологическая схема строительства также является классической.

При необходимости для увеличения тепловой инерции экодому в дополнение к массиву пола в доме строится массивная стена (раньше эту роль выполняла массивная русская печь).

Инженерные системы экодому - это тепло, чистая вода, свежий воздух, освещение – все, что создает комфорт для людей.

Инженерные системы экодому - это удобрение, чистые для окружающей экосистемы бытовые стоки, снижение объемов использования невозобновимого топлива, уменьшение вредных выбросов.

Главные критерии, которым должны удовлетворять инженерные системы:

- автономность,
- использование альтернативных источников энергии,
- энергоэффективность,
- экологичность,
- экономичность.

Система теплообеспечения экодому – гибридная, состоящая из нескольких компонентов, обеспечивающая основное отопление и горячее водоснабжение экодому. Традиционные источники тепла и альтернативные источники – источники периодического действия, поэтому обязательным элементом экодому является система аккумуляции тепла. Экодом является герметичной системой, поэтому должен быть оснащен принудительной вентиляцией с рекуперацией тепла.

Система обогрева состоит из:

- воздушного солнечного коллектора, размещенного на южном фасаде экодому,
- вакуумного солнечного водяного коллектора,
- водяного бака-аккумулятора,
- котла на биотопливе.

Водяной бак-аккумулятор обеспечивает стабильность теплообеспечения экодому при минимальной частоте топочных циклов и осуществляет взаимодействие всех нагревательных устройств в единой автоматизированной системе (отопление и горячее водоснабжение).

При наличии постоянного централизованного электроснабжения автономная система может не использоваться или использоваться в урезанном виде как система бесперебойного питания.

В базовой комплектации экодом оснащён системой солнечных батарей, обеспечивающей автономное бесперебойное электроснабжение экодому: освещение, работу холодильника, систему связи, систему отопления и систему управления экодомом. Она состоит из солнечных батарей, контроллера, обеспечивающего зарядку аккумуляторной батареи, и инвертора, преобразующего постоянный ток в переменный. Дополнительным элементом является котел с двигателем внешнего сгорания, компенсирующий недостаток выработки энергии солнечной системой в зимние месяцы и пасмурные дни.

Вся система работает в автоматическом режиме. Освещение экодому осуществляется только светодиодными светильниками.

Обязательными элементами переработки стоков и органических отходов являются септик, оснащенный устройством обеззараживания очищенных сточных вод, биоботанический пруд, площадка для компостирования (или вермикультурная технология) твердых органических отходов. В септике экодому применяется анаэробная и аэробная обработка стоков. Если грунтовые воды близко к поверхности, то необходимо применять герметичные баки, исключающие проникновение бытовых стоков в грунтовые воды. Бактерицидная обработка очищенных стоков облучением ультрафиолетом или озонированием, аэрация перед сбросом в накопительный пруд осуществляется автоматически.

Для обеспечения качества дома на всех стадиях проектирования и строительства необходимо осуществлять определение его энергетических и экологических характеристик.

Энергетическая часть паспорта:

- теплотехнические расчеты узлов ограждающих конструкций с целью определения тепловых потерь и распределения температур на внутренних поверхностях,
- расчеты влажностного состояния ограждающих конструкций, рекуперации тепла вентиляционного воздуха,
- расчеты систем рекуперации тепла вентиляционного воздуха,
- инструментальные теплотехнические обследования здания, включая тепловизионные обследования,
- состав систем энергообеспечения,
- состав систем, обеспечивающих экономию энергии,
- определение теплового баланса здания, составление энергетического паспорта,
- присвоение класса дома по энергоэффективности.

Экологическая часть паспорта:

- определение санитарно-гигиенических и экологических параметров состояния качества среды в доме и на приусадебном земельном участке,
- определение параметров микроклимата в помещениях дома (температура, влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление, инфракрасное тепловое излучение),
- состав систем обеспечивающих качество среды в доме и их характеристики,
- состав систем обеспечивающих качество переработки и утилизации стоков и органических отходов,
- определение параметров естественной и искусственной освещенности,
- определение параметров воздушной среды,
- определение параметров воды,
- определение плодородия почвы на земельном участке,
- присвоение класса дома по экологичности.

Группа автономных экодому получает дополнительную устойчивость за счет объединения отдельных систем. К ним относятся системы:

- электрогенерации,
- теплогенерации,
- водоснабжения и канализации,
- общий пруд.

Объединение систем имеет преимущества: снижается удельная мощность отдельных установок систем жизнеобеспечения. Это относится к водоснабжению и канализации. В больших установках повышается качество подготовки питьевой воды и обработки стоков.

Для группы домов можно вводить централизованное теплоснабжение: автономность с одного дома переводить на автономность группы домов. В группе домов появляется возможность организовать общую систему раздельного сбора и накопления вторичного сырья из бытового мусора, производства удобрения из органических отходов. Продажа вторичного сырья снижает эксплуатационные затраты.

Есть два характерных типа экопоселка: рассредоточенный и поселок плотной застройки. Первый больше подходит для поселения из индивидуальных крестьянских, фермерских и казацких хозяйств в сельской местности, расположенных на больших земельных участках далеко друг от друга. Второй тип для существующих сельских поселений, пригородных поселков, районов индивидуальной застройки в городах.

В поселках первого типа из-за больших расстояний между домами акцент смещается на строительство полностью автономных экодомов с внутренними системами жизнеобеспечения и утилизации. Общей будет система дорог и целесообразно сделать общей информационно-коммуникационную систему.

Второй тип экопоселков, состоящих из экодомов, будет иметь много общих инженерных коммуникаций. Поселки этого типа могут сильно отличаться по наполнению производственной, торговой, офисной и иной инфраструктурой, но жилой и коммунальный секторы, вне зависимости от расположения и назначения, будут иметь много общих черт.

В экопоселке городского типа может быть снижена автономность в каждом доме и перенесена на уровень поселка. В первую очередь это относится к энергообеспечению. Есть много типов малых установок, вырабатывающих тепло и электричество. В отсутствие газоснабжения одной из перспективных систем является станция на водугольном топливе благодаря высокой эффективности и экологичности сжигания угля - самого распространенного вида топлива.

Дополнительные элементы инженерной инфраструктуры:

- теплица, совмещенная с системой переработки и очистки сточных вод,
- минипроизводство стройматериалов на базе отходов энергоблока,
- мусоросжигающее и мусороперерабатывающее производства вторичного сырья из твердых отходов.

Такая инженерная инфраструктура делает экопоселок энергонезависимым и безотходным.

Выводы.

Учитывая, что малоэтажное строительство является значимым механизмом решения жилищной проблемы в России, на долю которой приходится более 50% вводимого жилья, затрагивающей интересы большей части общества, необходимо серьезно переработать и принять его новую концепцию и сделать индивидуальные дома объектом регулирования закона и важным элементом технической политики государства.

Литература

1. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. – Москва, изд-во "Прогресс". 1989. 448 С.
2. Повестка дня на 21 век, ООН, Рио-де-Жанейро, 1992г. 300 С.
3. В.А. Коптюг. Конференция ООН по окружающей среде и развитию. (Рио-де-Жанейро, 1992г.) Информационный обзор, СО РАН, 1992.
4. На пути к устойчивому развитию России», Бюллетень Института устойчивого развития Общественной палаты РФ, No 61, 2012. [<http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bulletins/B-61.pdf>]
5. Повестка дня Хабитат, ООН, Стамбул, 1996, 250 С.

6. Российский статистический ежегодник. Выпуски с 2003 по 2015 гг.
7. Огородников И.А. Если строить, то экодом // ЭКО. –Новосибирск. –1992. –№6.С–С. 35.
8. Огородников И. А., Макарова О. Н., Дубынина Е. С. Экодом в Сибири. – Новосибирск: ИСАР-Сибирь, 2001. – 86 С.
9. Малюга А.А., Огородников И.А. Экологическое домостроение. Огород экодому. ГПНТБ СО РАН, ИТ, Ин-т земледелия и химизации сельского хоз-ва СО РАСХН. 2001. – 152 С. – (Сер. Экология. Вып.69).
10. Огородников И.А., Григорьев В.А. Экологическое домостроение. Проблемы экологизации городов в Мире, России, Сибири. ГПНТБ СО РАН, 2001. –152 С. –(Сер. Экология. Вып.63).
11. Сибирский дом 21 века [сетевой ресурс] - <http://www.itp.nsc.ru/ecodom/>.
12. Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием, Новосибирск, 24 – 26 марта 2015 г. – Новосибирск: Институт теплофизики СО РАН, 2015. – 501 С., [Сетевой ресурс] - http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2015
13. Огородников И.А. Экологическое жилье и окружающая среда. Научные исследования студентов // Организация научных исследований студентов и школьников в области экологии.– Новосибирск: НГУ, 2000. – С. 89.

КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МАЛОЭТАЖНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Осеев К.А., Шкаруба В.М.

г. Новосибирск

Не будем доказывать преимущества малоэтажного домостроения – они очевидны. Во всем мире всегда и везде, люди стремились иметь собственное жилище. Будь это чум, юрта, изба или замок, особняк, коттедж, наконец – просто дом. Человек, имеющий собственный дом, имеет и собственные привычки, взгляды - свой образ жизни.

Живущий в общем доме живёт навязанным ему образом, ограничен набором и объемом получаемых жизненных благ и находится под постоянной угрозой их частичного или полного лишения.

Когда же эти дома начинают скучиваться в мегаполисы – качество и продолжительность жизни убывают пропорционально их увеличению.

Думается, что большинство людей всё-таки предпочло бы жить по другому, если бы у них была такая возможность.

В чём препятствия на пути такой жизни, иначе говоря - на пути индивидуального малоэтажного строительства?

Главное, на наш взгляд, - в отсутствии его внятной концепции. Как следствие - на малоэтажное строительство переносятся принципы и методы многоэтажного. Это и одинаковые материалы, и приёмы строительства, и стремление подключить индивидуальные дома к общим коммуникациям, и многое другое. Отдельные попытки изменить ситуацию: деревянные дома В. Касаткина, "дома из соломы" С. Симкина, проекты С. Сибирякова и т.д. погоды не делают и, к тому же, наталкиваются на мощное сопротивление "Стройиндустрии".

Нами, начиная с 2002 г., ведётся разработка таких концепций. Они представлялись на выставках "Стройсиб 2004-2006", "Север России-2004" (большая Золотая медаль), "Север России-2005", "Золотая капитель-2005, 2007" (диплом выставки), "Коттедж-2008, 2010".

Сначала общие замечания. Достичь желаемого энергосберегающего эффекта в малоэтажном строительстве можно тремя различными способами или их комбинацией. Это: 1). форма здания, 2). его конструкция, 3). применение прогрессивных технических систем обеспечения жизнедеятельности. Мы не будем касаться третьей составляющей, она второстепенна, а поговорим о первых двух.

С библейских времен в архитектуре и строительстве господствуют параллелепипеды, перпендикулярные плоскости, масса ребер и прямых углов. Конструкции в виде этажерок со множеством шарниров требуют дополнительного усиления и утепления и всё равно, в случаях стихийных бедствий: землетрясения, ураганы - складываются как карточные домики и становятся могилами своих обитателей.

Попытка придать дому иную форму: цилиндр, шар, эллипсоид и т.д., - это не более чем фантазии отдельных архитекторов, которых вопросы экономии энергии занимали в последнюю очередь, хотя ясно, что шар, по сравнению с другими телами одинакового объема имеет наименьшую тепловыделяющую поверхность. Наиболее удачным в этом плане, на наш взгляд, был собственный дом архитектора К.Мельникова из двух, врезанных друг в друга цилиндров, построенный в Москве в 1927-1929 гг.

Наибольшее число таких упражнений пришлось на 60-е годы прошлого века, когда западные, да и наши, архитекторы проектировали дома из пластика. Не будем говорить, что эти дома сомнительны с точки зрения экологии.

Не будем говорить о том, каковы эти дома с точки зрения экологии.

Из новаций на эту тему, - в 2009 г. архитектор В. Гребнев выдвинул идею дома-яйца. Один такой дом он уже построил в Подмоскowie, нечто подобное выстроено у

нас в Затоне. В прошлом году подобный демонстрационный дом выстроен на Сибирской ярмарке рядом с Экспоцентром.

Главный недостаток таких зданий то, что каждое из них проектируется и строится индивидуально и не может применяться для массовой застройки.

Теперь о конструкциях зданий. Почти все они предполагают совмещение несущих и ограждающих функций. Но это несовместимо в принципе. Увеличение несущей способности (плотности) материала: кирпич, бетон и т.п., уменьшает его теплоизолирующие свойства и наоборот. Тогда как разделение этих функций позволяет наиболее полно использовать возможности материалов, применяемых для каждой из них.

Действия современных производителей теплоизоляции (льноволокно, эковата и т.д.), предлагающих строить традиционные здания из кирпича или бетона, а потом наносить на их стены свой утеплитель, вызваны, очевидно, лишь желанием продвинуть хоть каким-то образом свою продукцию на рынок.

В противовес вышесказанному нами выдвинуты три концепции малоэтажного энергосберегающего домостроения, сочетающие традиционные и инновационные приемы строительства:

КОНЦЕПЦИЯ I (патент № 54599 от 15.12.2005 г.)

Модульный ряд малоэтажных зданий в форме треугольной призмы с закруглёнными углами (сердцевидная форма). Они собираются из панелей полной заводской готовности. Панели имеют деревянный каркас, обшивку из фанеры и лёгкий наполнитель-утеплитель (пенополиуретан, мин. вата и т.п.). В этих зданиях используется всего два типоразмера панелей: плоские - 6,92x1,02x0,24 м. (с окнами и без) и криволинейные - R= 1,36 м., L = 2,04 м., толщина 0,24 м. Вес панелей 120-150 кг. Запатентованные конструктивные особенности обеспечивают надёжное соединение панелей между собой и быстрый монтаж-демонтаж.

Нами разработана технология изготовления панелей в специальной оснастке – кондукторах, что позволит выдержать их точные размеры с допусками в 1-2 мм.

Ось призмы может быть ориентирована как горизонтально, так и вертикально.

КОНЦЕПЦИЯ II (патент № 62623 от 23.08.2006 г.)

Здания традиционной формы, отличающиеся тем, что они имеют силовое ядро из обычных стройматериалов: кирпича, "сибита", ж/бетона, в котором размещаются служебные помещения и технические системы, и жилые «крылья» из панелей вышеописанной конструкции, но иных типоразмеров. Ядро может иметь форму куба, параллелепипеда, 3-х или 6-ти гранной призмы или цилиндра. Оно также может состоять из стандартных 40-футовых контейнеров, которые в заводских условиях оснащаются всем необходимым оборудованием. В них же укладывается комплект панелей и в таком виде они транспортируются к месту сборки, например в районы Севера, где они могут стать основным типом жилья для вахтовых посёлков, взамен «бочек» и балков.

В этих зданиях используются панели двух типоразмеров: 3,06x2,0x0,24 м. для стен, пола и потолка и 3,06x1,0x0,24 м. - для размещения окон и дверей.

В обеих конструкциях несущие функции панелей выполняют их боковые и внутренние ребра, в связи с чем, ограждающие плоскости могут быть выполнены из низкосортной фанеры, толщиной 3-4 мм., в отличие от панелей, изготавливаемых по немецкой или канадской технологиям, которые обшиваются 12 мм. ДСП.

КОНЦЕПЦИЯ III (патент № 98028 от 01.04.2010 г.)

Здания с несущим рамным каркасом и стенами из газо- или полимербетонных блоков, либо из любого сыпучего или волокнистого утеплителя, прессованного в блоки или упакованного в контейнеры, которые выкладываются внутри каркаса. По такой схеме могут строиться 1-3-этажные дома.

Летом 2011 г., совместно с ООО "Силикон", нами был построен одноэтажный дачный домик в садоводческом обществе "Зорька", пос. Раздольное, по указанной схеме, со стенами из ячеистых бетонных блоков "Силикон».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЙ

Палкин О.П.

ООО "ГосСтройСмета-Алтай", г. Барнаул

Тема определения стоимости работ время от времени поднимается структурами, определяющими порядок и методику ценообразования в России. За последние два года структура подразделений, отвечающих за ценообразование, кардинально изменилась. Длительное время определяющие ценообразование в строительном секторе структуры «Госстрой» и «Федеральный центр по ценообразованию», расформированы. Произошли радикальные изменения. Заменены не только подразделения, но люди и, как следствие, изменились подходы к ценообразованию. Территориальные расценки, вместе со всеми сопутствующими региональными структурами, планируется упразднить. Начала создаваться единая сметно-нормативная база Российской Федерации, с соответствующей индексацией по регионам.

На сегодняшний день предложен новый порядок разработки и утверждения сметных нормативов. Разработчиками этот новый порядок был подготовлен, но на сегодня Минюстом он отклонен, и будет дорабатываться.

В настоящее время не существует никаких классификаторов, определяющих сметную стоимость, ни ресурсной базы проектно-строительных работ, ни собственно расценок отдельных видов работ.

Официально технологию BIM вводят для использования при конкурсах на выполнение государственных заказов, но не в широкой практике. Использование технологии BIM определяется только проектными организациями по их усмотрению или по требованию заказчика. Поэтому в практику технология BIM входит медленно, так как для внедрения требует финансовых вложений и серьезной переподготовки кадров. Кому технология нужна, кому нет, каждый для себя решает сам. Пока нет конкретных государственных приказов по его всеобщему внедрению и применению.

Если 5 лет назад технология BIM рассматривалась как какая-то сказка, 2 года назад стали считать, что пока еще не выявлены все возможности технологии BIM, то сегодня, кто понял ее преимущество, уверенно ее применяет. Эта технология удобна, наглядна и эффективна.

Проектирование в технологии BIM сокращает дистанцию между эскизом и рабочей документацией. Проект становится понятным даже на стадии набросков, а учитывая простоту корректировки элементов проекта, исключается подавляющее большинство ошибок на самой ранней стадии проектирования. Наглядность, которую обеспечивает объемное проектирование, как раз и позволяет принять принципиальные решения по объекту практически еще на нулевой стадии, когда заказчик еще и сам до конца не решил, что ему нужно. При этом, как раз на этой самой ранней стадии в автоматическом режиме формируется фактическая стоимость строительных работ.

Подсчитать экономический эффект от применения технологии BIM, в этой ситуации, задача некорректная. Это так же, как сравнивать самолет и гужевую повозку. Задача вроде одна, но пути ее решения настолько различны, что сравнение становится не имеет смысла. Но становится очевидным, что чем дальше мы планируем продвигаться в усложнении объекта проектирования, тем сильнее видна разница между самолетом и повозкой. То есть, чем сложнее и насыщеннее проект, тем преимущества технологии BIM становятся очевиднее.

Например, проверка сметы объемом на тысячи позиций вручную и в электронном виде с применением BIM технологий. В первом случае необходимо вручную пересчитать все объемы работ, потом проверить правильность применения расценок, коэффициентов и индексации. Во втором случае, самое сложное это положить каждую страничку сметы в сканер. И все цифры, которые были на листе, становятся данными, которые легко и быстро обрабатываются компьютером. На выходе мы формируем нужный нам вид уже проверенного документа. Это может быть сравнительная ведомость первоначальной сметы и акта приёмки выполненных работ, которая составляется на основании сметы, где по всем позициям указывается объём выполненных за отчётный период работ, ведомость перерасхода по любой статье затрат.

Такие возможности обеспечивают простое и легкое решение задач полного управления строительством. Учитывая наглядность и скорость, с которой в данной технологии исключаются обнаруженные ошибки, преимущества технологии BIM становятся очевидны. А при ресурсном методе определения стоимости работ технология BIM вообще незаменима.

Говоря проще, технология BIM - это конструктор, которым мы моделируем задачу и сразу же получаем ответы по всем параметрам. Причем задача, может быть самой неожиданной. Например: сколько "маржи" получают инвесторы, вложившие в объект средства в разной валюте, по какому-то определенному курсу, с учетом изменения этого самого курса и различным уровнем инфляции по каждой из участвующих в данных инвестициях валют. И ответы на эти вопросы, требующие при обычном проектировании сложной работы высококвалифицированного специалиста, видны еще на стадии эскизного проекта, когда еще даже не подписаны договора.

И это одна из большого числа возможностей, предоставляемых технологией BIM.

ОБ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПАХ, ЛЕЖАЩИХ В ОСНОВЕ BIM

Талапов В.В.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, Новосибирск, Россия

Работа посвящена анализу основных принципов, лежащих в основе технологии BIM информационного моделирования зданий и вытекающих из общей теории моделирования. Рассматриваются особенности применения этих принципов для объектов строительства: единая модель, прагматизм и согласованное моделирование. Также рассматриваются различия между технологией BIM и распространенной в машиностроении концепцией PLM.

Технология BIM – это принципиально новый подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую составляющую, к управлению окружающей нас рукотворной средой обитания [1,2]. BIM – это то, что определит, и уже определяет, направление развития мировой проектно-строительной отрасли на несколько десятилетий вперед.

Но подход к работе со строительными объектами через информационную модель имеет свои основополагающие принципы и правила, которые необходимо четко представлять и которыми необходимо руководствоваться для дальнейшей успешной работы.

Достаточно подробный анализ различных подходов к определению информационного моделирования содержится в книге одного из основоположников BIM Чарльза Истмэна с коллегами [1].

Здесь мы приведем одно из наиболее употребляемых определений BIM.

Информационное моделирование зданий (от английского Building Informational Modeling), сокращенно BIM – это *процесс*, в результате которого формируется *информационная модель здания* (от английского Building Informational Model), также получившая аббревиатуру BIM [3].

Информационная модель здания (BIM) – это предназначенная для решения конкретных задач и пригодная для компьютерной обработки структурированная информация о проектируемом, существующем или даже утраченном строительном объекте, при этом:

- 1) нужным образом скоординированная, согласованная и взаимосвязанная,
- 2) имеющая геометрическую привязку,
- 3) пригодная для расчётов и количественного анализа,
- 4) допускающая необходимые обновления [3].

Отметим, что такое определение в наибольшей степени соответствует сегодняшнему подходу к концепции BIM многих разработчиков компьютерных средств проектирования и работы со строительными объектами.

Таким образом, согласно определению, на каждой стадии процесса информационного моделирования мы имеем некую результирующую информационную модель, которая отражает объём обработанной на этот момент информации о здании.

Из этого определения также следует, что исчерпывающей информационной модели здания не существует в принципе, поскольку мы всегда можем дополнить имеющуюся на какой-то момент времени модель новой информацией.

Процесс информационного моделирования, как всякое осуществляемое человеком действие, на каждом своем этапе решает какие-то поставленные перед его исполнителями задачи. А формируемая информационная модель здания каждый раз является результатом решения этих задач.

Изучение вопросов моделирования – это предмет исследования *теории моделирования*, которая является составной частью *общей теории систем* [4-6]. При этом в упомянутых теориях под *моделью* обычно понимается объект-заместитель для объекта-оригинала, обеспечивающий изучение определенных свойств последнего, а сама теория моделирования изучает средства и методы такого замещения.

Конечно, при использовании ВМ можно руководствоваться общими принципами и правилами из теории моделирования. Однако область применения ВМ – объекты строительства, которые имеют определенную специфику. Поэтому разработка и использование технологии информационного моделирования зданий требует уточнения основополагающих принципов теории моделирования применительно к объектам строительства.

Среди основных особенностей информационного моделирования зданий необходимо выделить следующие, связанные со спецификой строительной деятельности:

1. Модель строительного объекта чаще всего создается тогда, когда самого сооружения еще нет. Например, в процессе проектирования, когда модель на определенное время фактически становится виртуальным объектом-оригиналом, но при этом она является своеобразной копией настоящего здания, которое появится в будущем. Таким образом, на начальной (проектно-строительной) стадии информационная модель здания – это обязательный элемент, ведущий к построению самого здания, это основной результат рабочего процесса, а объектом-заместителем модель становится намного позже, когда здание уже построено. Если же говорить о памятниках архитектуры, то на момент моделирования их может уже не быть [10].

2. Строительно-технологические процессы и их моделирование могут быть весьма протяженны во времени. Например, период вывода АЭС из эксплуатации может длиться 70 лет. За такой период вряд ли возможно говорить о модели как о некоем завершенном продукте, здесь на первое место выходят процесс и методика моделирования.

3. Специфика строительных объектов такова, что они довольно часто могут практически одновременно проектироваться, строиться и эксплуатироваться.

Последние две из перечисленных особенностей также хорошо объясняют, почему в строительстве не применимы в полной мере технологии, методики и программные средства, успешно отработанные в машиностроении. В частности, они объясняют, почему ВМ – это не PLM [7], хотя эти два подхода к проектированию, изготовлению и эксплуатации изделий имеют общую идейную основу.

Теперь вернемся к теории моделирования. Она выделяет два подхода к синтезу итоговой модели: классический и системный.

Классический подход заключается в том, что изучаемый объект разделяется на подсистемы, которые самостоятельно моделируются, а затем суммируются в общую модель. Такой подход полностью соответствует принципу «от простого к сложному» и хорошо применим для сравнительно простых моделей, в которых возможно разделение и взаимно независимое рассмотрение отдельных сторон функционирования объекта.

Системный подход предполагает начало общего моделирования на основе исходных данных и ограничений, накладываемых на систему сверху или появляющихся из возможностей её реализации, а также вытекающих из основной цели её функционирования. В совокупности это формулирует исходные требования к

модели, на основании которых уже формируются общие виды подсистем и элементов и осуществляется их выбор на основе появляющихся критериев. Затем каждая подсистема может моделироваться отдельно, но уже в рамках сформированной синтезированной модели.

Подход к работе со зданиями через их информационное моделирование предполагает прежде всего *сбор, хранение и комплексную обработку* всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый комплекс.

Правильное определение этих взаимосвязей, а также точная классификация, хорошо продуманное и организованное структурирование, актуальность и достоверность используемых данных, удобные и эффективные инструменты доступа и работы с имеющейся информацией (интерфейс управления данными), возможность передавать эту информацию или результаты её анализа для дальнейшего использования во внешние системы – вот основные составляющие, характеризующие информационное моделирование зданий и определяющие его дальнейший успех.

Надо также отметить, что возрастающий объём технической работы, выполняемой компьютером при использовании ВМ, носит теперь принципиально иной характер - человеку самому с таким всё возрастающим объёмом в условиях постоянно сокращающегося времени, выделяемого на проектирование, уже не справиться.

Любой строитель со стажем может рассказать много случаев из своей практики, когда на стройплощадке долбят стены или переваривают воздуховоды, чтобы исправить ошибки проектировщиков, которые по разным разделам привыкли работать независимо друг от друга. Такие переделки, являющиеся результатом «классического подхода» без должной согласованности отдельных разделов проекта, имеют совершенно конкретную цену, которая даже при скромных подсчетах может составлять 5-10% от итоговой стоимости объекта.

Такие проблемы, как и вообще все вопросы, связанные с синтетическим осмыслением строительного объекта (расчеты нагрузок, спецификации, сметы, изготовление конструкций, графики поставок материалов и строительства и т.п.), решает ВМ.

Таким образом, в современных условиях всё возрастающей сложности строительных объектов системный подход является основным в реализации комплексного информационного моделирования. Применительно к ВМ его можно сформулировать как принцип *единой информационной модели*, выполненной на основе *полной и согласованной* информации по объекту.

Как это часто бывает на ранней стадии развития новых подходов в работе, вокруг принципа единой модели существует много домыслов и непониманий, основные из которых подробно рассмотрены в работе [8], но это не мешает принципу работать.

Теперь рассмотрим еще один фундаментальный элемент, лежащий в основе любого моделирования - *принцип прагматизма*, согласно которому каждый раз надо моделировать ровно столько, сколько требуется для решения поставленной задачи.

Казалось бы, это самый простой принцип – не делать ничего лишнего. Более того, когда один человек работает над одним проектом, он подсознательно старается именно так и поступать. Но даже здесь появляются варианты исполнения.

Например, один человек может сразу взять пилу и пилить дрова, а другой, более опытный, сначала наточит пилу, а уже потом станет пилить дрова, и в результате напилит больше. Применительно к ВМ сказанное проявляется в том, что в первом

случае можно сразу погрузиться в моделирование здания, создавая необходимые элементы по мере их «потребления», но есть также вариант сначала хорошо продумать процесс и создать многопараметрические библиотечные элементы, а уже потом с их помощью быстро «собрать» модель. То есть, говоря терминологией шахмат, в случае ВІМ, «многоходовка» может оказаться гораздо эффективнее прямолинейной «одноходовки».

Подобная проблема проявляется в ещё большей степени, когда над одним проектом работает много исполнителей, и она усиливается, когда возникает много центров управления или принятия решений. В частности, когда задача распределяется по смежникам.

Тогда узко понимаемый «прагматизм» одного участника процесса моделирования может вступать в противоречие с «прагматизмом» другого и в каких-то случаях даже достигать уровня «профессионального эгоизма». Но чаще всего причина противоречий среди исполнителей заключается в том, что одни узкие специалисты просто не видят (не знают) проблем, которые возникают у других узких специалистов, также работающих над общим проектом. В результате то, что кажется рациональным для решения частной задачи моделирования, для всего процесса может стать совершенно негодным и потребовать многочисленных переделок с потерей дополнительного времени и ресурсов.

Конечно, бороться с такими явлениями можно и нужно. Да и средство давно известно – единое управление моделированием, то есть классический принцип единоначалия, и согласование методов (правил, объемов) моделирования между всеми исполнителями.

Другими словами, принцип прагматизма в ВІМ приводит нас к пониманию необходимости единого (согласованного) подхода к работе над проектом, то есть к принципу *согласованного моделирования*.

В качестве характерных признаков согласованного моделирования в рамках организации можно в первую очередь выделить:

1. Наличие у проекта ВІМ-менеджеров и ВІМ-координаторов, в функции которых как раз и входит согласование процесса моделирования. При этом они должны работать в тесном контакте с ГИПами и ГАПами, деятельность которых также должна тесно координироваться уже в рамках процесса проектирования.

2. Наличие общих правил по информационному моделированию. Эти правила естественно называть ВІМ-регламентом, хотя некоторые, следуя моде, называют их стандартами организации. Здесь важна суть – наработанные правила и спецификации существенно облегчают процесс информационного моделирования. Однако надо помнить, что чрезмерное регламентирование (забюрокрачивание) процесса ВІМ, попытки описать в инструкциях «все случаи жизни» могут только вредить делу [9].

3. Любой проект начинается с составления общего плана моделирования, уточнения структуры единой модели, требований по детализации, обмену информацией между исполнителями, распределением рабочих, управляющих и контрольных функций, определения способов проверки и устранения коллизий, конкретизации правил хранения информации и т.п. Другими словами, осуществляется конкретизация общих правил ВІМ-регламента для каждого нового проекта.

Таким образом, чем сложнее проект, тем «выше» уровень принятия решения о «прагматизме» тех или иных видов работ, который затем «спускается» конкретным исполнителям.

Но у всякой медали две стороны: часто возникает ситуация, когда какая-то информация из модели одним специалистам нужна, а другим нет. В этом случае

освобождение от "лишней" информации - это также важный, но уже чисто технический вопрос, имеющий много вариантов решений.

Подведем итог вышеизложенного – в основе успешного использования технологии BIM обязательно должны лежать три принципа:

1. Принцип единой модели
2. Принцип прагматизма
3. Принцип согласованного моделирования

Литература

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K.. BIM Handbook. Second edition. – NJ: Wiley, 2011. – 626 С.
2. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий – М.: ДМК – пресс, 2011. – 391 С.
3. Талапов В.В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий – М.: ДМК-пресс, 2015. – 410 С.
4. Советов, Б.Я., Яковлев, С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 С.
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 400 С.
6. Кельтон В. Имитационное моделирование. – 3-е изд.: пер. с англ. – СПб.: Питер, 2007. – 847 С.
7. Левин Д.Я., Малюх В.Н., Ушаков Д.М. Энциклопедия PLM. – Новосибирск: ЛЕДАС, 2008. – 450 С.
8. Талапов В.В. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения. // Технологии строительства. 2016. – № 1–2 (111–112). – С. 74-80.
9. Куликова С.О., Талапов В.В. Проблема формализации процессов и учёт возраста организации. //САПР и графика. 2015. – №11. – С. 6–9.
10. Талапов, В.В. О некоторых закономерностях и особенностях информационного моделирования памятников архитектуры // Международный электронный научно-образовательный журнал "АМИТ" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/talapov/abstract.php>

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЭКОДОМОСТРОЕНИИ

Чунтонов В. С.

ООО «Экодом-проект», Новосибирск

О терминах

Ресурсы – средство для достижения желаемых результатов. **Эффективность** – достижение желаемых результатов минимальными средствами, в данном случае минимальными ресурсами.

Желаемый результат – может быть разным у отдельных людей, у сообществ людей. В нашем случае желаемый результат – это достойное жизнеобеспечение. Для нас интересны три аспекта жизнеобеспечения: экопоселение, экодом, экопитание. В поселении реализуется социальная сторона жизнеобеспечения людей. Жилье – основной элемент жизнеобеспечения семьи, которая является природно-социальным явлением. Питание – физиологический акт для восполнения запаса энергии и реализации процессов роста и развития организма.

Конкретность ресурсов. Ресурсы это всегда чьи-то ресурсы – ресурсы конкретных «Имярек». С точки зрения экодомостроения интересны следующие ситуации: 1. Ресурсы отдельной семьи или части семьи, заинтересованной в строительстве экодому. 2. Объединенные или частично объединенные ресурсы коллективного строительства экоселения или какой-либо части поселения. 3. Ресурсы малой или средней фирмы, для которой экодом и экоселение - бизнес.

Два типа ресурсов. Ресурсы берутся (иногда отбираются) из среды. Среда двойственна – социальная и природная. Соответственно ресурсы изыскиваются либо в природной, либо в социальной среде. Соответственно и ресурсы могут быть либо природные, либо социальные.

Типы взаимодействия со средой. Отношения со средой конкретного «Имярек», могут складываться по-разному, возможны, как минимум, 8 теоретических ситуаций (табл. 1). Понятно, что жизнь гораздо сложнее.

Таблица 1. Типы взаимодействия с природной и социальной средой.

	Нейтрально* для природной среды (0)	Позитивно для социальной среды (+)	Негативно для природной среды (-)	Негативно для социальной среды (-)
Позитивно для «Имярек» (+)	(+0)	(+ +)	(+ -) «Имярек» агрессор по отношению к природе	(+ -) «Имярек» агрессор по отношению к социуму
	Идеальные результаты, к которым стоит стремиться		Ситуации обычной нашей жизни	
Негативно для «Имярек» (-)	(-0) Природа агрессор по отношению к «Имярек»	(- +) Социум агрессор по отношению к «Имярек»	(- -)	(- -)
	Ситуации обычной нашей жизни		Деградации всех систем	

* - положительный «желаемый результат» у природы сложно представить. В природе господствует гомеостаз, а не достижение положительного желаемого результата.

Баланс ресурсов разного рода

В процессе эволюций и революций социально-природной системы возникают своеобразные социально-природные ресурсные полуфабрикаты разного рода. Приведу, возможно, не полный и не совсем систематизированный, перечень ресурсных полуфабрикатов задействованных в экодомостроении.

Финансовый ресурс - несомненно, важный ресурс.

Ресурсы участка под застройку. Это то, с чего начинается экодом.

Продукты питания. Подозрение в том, что алчность и жадность некоторых производителей продуктов питания приводит к тому, что люди, которые заботятся о своем здоровье, начинают приходить к мысли: «А не произвести ли мне самому, хотя бы часть, продуктов питания».

Строительные материалы. «Из чего лучше построить дом?» - это наиболее часто задаваемый мне вопрос. Он на самом деле важен.

Источники энергии (энергоносители). «Чем отапливать дом?» - это второй вопрос по частоте задаваемых мне вопросов.

Строительно-инфраструктурные ресурсы жизнеобеспечения. Само здание. Сложный ресурс и наиболее затратный при создании экодому.

Инженерно-инфраструктурные ресурсы жизнеобеспечения в виде инженерных подсистем здания.

Аграрно-инфраструктурные ресурсы жизнеобеспечения. Почва, растения, теплицы разного рода, зимние демисезонные, вегетарий, удобрения.

Трудовые ресурсы. Кто и как будет строить, и обустраивать, особенно при ограниченных финансовых ресурсах.

Интеллектуальные ресурсы. Менее всего затратная часть, но по важности весьма существенна. Своеобразная «генетическая матрица», по которой создается экодом. После завершения работ в «генетике» экодому уже трудно что-либо исправить.

Ресурсный дисбаланс приводит к неэффективности всей экодомовской системы.

Например. Озабоченность покупателей на Западе дорогими энергоносителями понятна. Понятен и крен к созданию всевозможной инженерной инфраструктуры, которая экономит энергоресурсы. Понятно и желание создать всевозможные пассивные, активные, солнечные и иные энергоэффективные дома. Например, для Германии создание машин – это не дорогой ресурс, они умеют это делать. За счет недорогого, для них, ресурса инженерных машин они экономят дорогие, опять же для них, энергоносители. В России иная ситуация. Машины мы не умеем делать. Покупать за валюту, по завышенному курсу, всевозможное инженерное оборудование, для того чтобы сэкономить не так уж и дорогие, для нас, энергоносители - довольно странное занятие.

В экодомовской тематике крен использования ресурсов делается на жизнеобеспечении в процессе взаимодействия человека и природы, на эффективность этого взаимодействия.

Благоприятные природные данные. Свежий воздух. Солнце. Свой земельный участок, по которому можно пройти босиком. Наличие поблизости леса, реки, озера, моря. Отсутствие городского шума, а иногда и назойливого многоквартирного соседства.

Возможность улучшить свой рацион питания за счет выращивания продуктов на своем участке или закупить у проверенных соседей.

Биопозитивность материалов используемых при строительстве дома, которые не вредят здоровью.

Поддержание и даже улучшение плодородия участка. Бережное отношение к самому участку в виде биологической очистки стоков и переработке мусора.

Финансовые ресурсы

Возьмем следующие градации финансовых ресурсов. Основания для типологии изложены в другой статье, посвященной типологической теме дома.

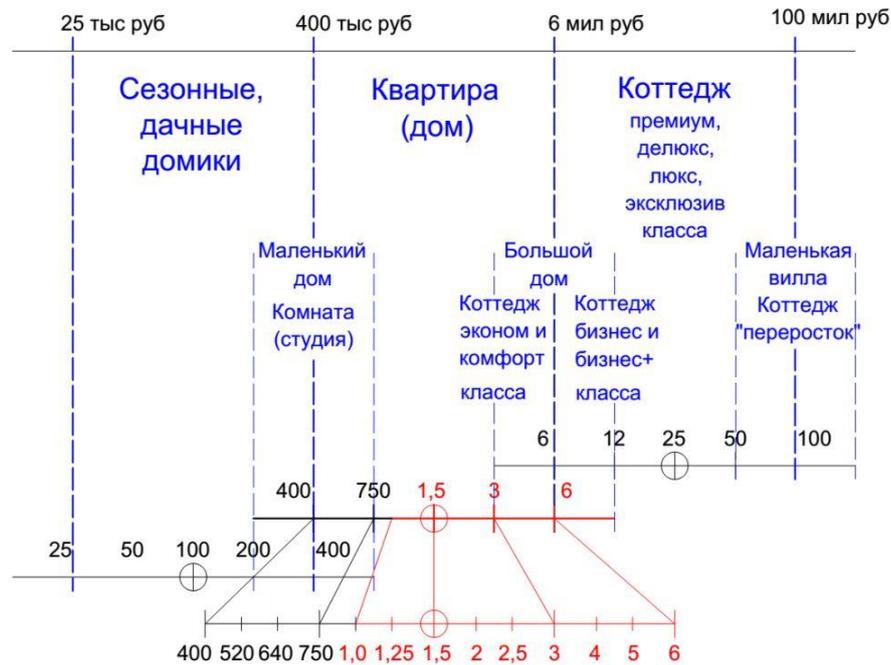


Рис. 1. Финансово-ресурсные типы жилья.

Каждый финансово-ресурсный тип – это увеличение ресурсных возможностей и желаемых результатов, причем рост желаний часто опережают возможности. У каждого финансово-ресурсного типа есть своя специфическая ресурсоэффективность. При росте финансовых ресурсов, которые могут быть затрачены на дом, происходит смещение задач в сторону выражения имиджа владельца дома. Экодомовской тематике более всего соответствует диапазон финансовых ресурсов от 1 до 6 мил. руб.

Ресурсоэффективность на этапе выбора участка

Участок под экодом как часть природной среды. Желательно, чтобы участок соседствовал с лесом или лесополосой. Желательно хвойный лес, но возможны и иные варианты. Лучше соседство с большим бором или лесным массивом.

Наличие деревьев на участке. Быстрорастущие деревья, например, осинник, можно использовать для небольших сооружений на участке. Валежник можно использоваться для закладки в грядки для переработки микроорганизмами в полноценную почву.

Соседство с морем, озером, прудом, рекой, ручьем. Наличие массива воды несколько меняет микроклимат прилегающей территории в сторону улучшения для человека. Кроме того – это купание, лодки, рыбалка и т.п.

Участков около воды и леса, участков с красивыми видами на природу, на лес, поля, реку море не так много, то есть – это ограниченный ресурс, а любой ограниченный ресурс всегда растет в цене.

Участок под экодом, как часть социальной среды. Расстояние от города в дальнейшем «аукается» на ресурсе времени. Доступность города общественным транспортом. Доступность остановок общественного транспорта. Наличие, близость, доступность школы, магазинов, сбербанка, больницы, их размер. Собственный автомобиль

иногда бывает в ремонте, особенно если учитывать минимальный финансовый диапазон по экодомовской тематике. Отсутствие личного и общественного транспорта приводит к излишней трате ресурсов, времени, денег, а иногда и здоровья.

Дорога. Желателен асфальт, часть дороги может быть укатанной щебенкой. От участка до выезда на приемлемую дорогу по «грунтовке» не более 300 м. Хороших дорог в окружении российских городов крайне мало. Строить их весьма дорого. То есть, это ограниченный ресурс, означает только то, что участок с хорошей транспортной доступностью будет расти в цене.

Наличие электричества, или несложная процедура подключения. Наличие воды, хозяйственной или питьевой. Или возможность пробурить скважину, глубина желательна не более 40 м. Желательно, чтобы эти ресурсы уже были на участке. Если их нет, то это означает, дополнительные траты времени, денег, которые иногда уже не вернутся. Например. Вы построили электролинию к участку. Чаще всего, она потом передается в собственность энергообслуживающей организации. Люди, которые впоследствии будут подключены к этой линии, вам ничем не будут обязаны. То есть, построив электролинию, вы просто сделаете доброе дело.

По юридическому статусу желательна земля поселений. В всевозможных ДНТ, СНТ, зимняя чистка дорог, ремонт дорог, обслуживание электролиний, оплата административного аппарата и т.п. Все это забота членов товарищества.

Строительные материалы как ресурс

По аналогии с понятием «технологический уровень» приведу типы строительных материалов по их материально-технологическому уровню (табл.2), всего 4 исторических уровня. Пятый подраздел – это не совсем уровень, а попытка угадать тенденции и особенности нового технологического уровня строительных материалов.

Таблица 2. Технологические уровни строительных материалов/

№ п.п.	Тип материалов	Примеры материалов	Время возникновения
1	Природные строительные материалы.	Дерево-кругляк, глина, песок, земля, соломка и т.п.	С момента возникновения самого человека
2	Кустарно произведенные строительные материалы.	Кирпич, известь, гипс.	2-3 тысячелетие до нашей эры
3	Индустриальные строительные материалы.	Цемент, металл, бетон, железобетон, стекло, кирпич.	С середины 19 века.
4	Эффективные (пост индустриальные) строительные материалы	Пеноматериалы, теплоизоляция, листовые материалы, паро, гидро, ветро защитные материалы, пленки, сетки, мастики и др.	С середины 20 века.
	Перспективные (инновационные) строительные материалы.		Материалы 21 века.

Природные строительные материалы - минимально преобразованное исходное сырье. В основном - это придание нужной формы: формование, пиление, строгание, смешивание, плетение и т.п. Строительные материалы производятся под конкретный объект, в процессе строительства.

Кустарно произведенные строительные материалы. Используется технология обжига в кустарных печах. Мелкосерийное производство строительных материалов.

Индустриальные строительные материалы. Кустарный обжиг меняется на устойчивый, высокопроизводительный процесс обжига. Существенная трансформация исходного сырья на основе высокотемпературных технологий. Массовое производство строительных материалов, которые ранее производились кустарно.

Эффективные (постиндустриальные) строительные материалы. Изобретаются и производятся материалы, которые дешевле, которые устраняют недостатки материалов индустриальной эпохи.

Перспективные (инновационные) строительные материалы. Пока нельзя сказать, что уже появились строительные материалы, которые выведут строительную отрасль на новый уровень эволюции. Можно выделить две тенденции. Продолжается процесс увеличения эффективности материалов предыдущих эпох. Возникает интеллектуальный базис перехода в иную строительную парадигму. Что представляют строительные материалы следующего поколения пока не понятно. Большие надежды возлагаются: на 3D-печать, на материалы, в основе которых углерод, на наномодификаторы, на вакуум содержащие материалы, материалы с управляемыми свойствами. В большинстве случаев применение этих инноваций относится к самым передовым отраслям - авиация, космос, военная отрасль.

Заинтересованные в экодомостроении «Имяреки» возвращаются к строительно-материальным началам, то есть к использованию естественно-природных строительных материалов. Минимизируется использование энергоемких строительных материалов (бетон, металл, цемент). Расширяется диапазон использования постиндустриальных строительных материалов.

Некоторые постиндустриальные материалы эффективны с точки зрения затрат финансовых ресурсов, но крайне неэффективны с точки зрения ресурсов здоровья человека. Алчность и жадность некоторых производителей материалов, приводит к тому, что опасные свойства материалов просто замалчиваются, они их, конечно, не скрывают, даже есть сертификаты, но «критический мелкий шрифт» в куче всевозможных текстов и сведений часто трудно заметить.

Энергетические ресурсы

Сравним стоимость первичных источников энергии между собой и тенденции их роста во времени с целью оптимизации энергетической системы экоддома (рис. 2). Разные энергоносители позволяют обеспечить разный комфорт микроклимата экоддома и трудозатраты на создание и обслуживание энергетической системы экоддома.

Магистральный газ. Рост цены за 9 лет – 132%. Территория Сибири мало газифицирована. По-видимому, ситуация с газификацией со временем будет меняться в сторону большего уровня газификации. На данный момент газификацию предлагают выполнить на паевых началах, либо вообще за счет жителей той или иной территории. Если в поселении много домов с большой площадью, то на это стоит идти. Если дом маленький, то надо посчитать стоит ли инвестировать в газовую трубу, тем более, что в последствии она не будет вашей собственностью.

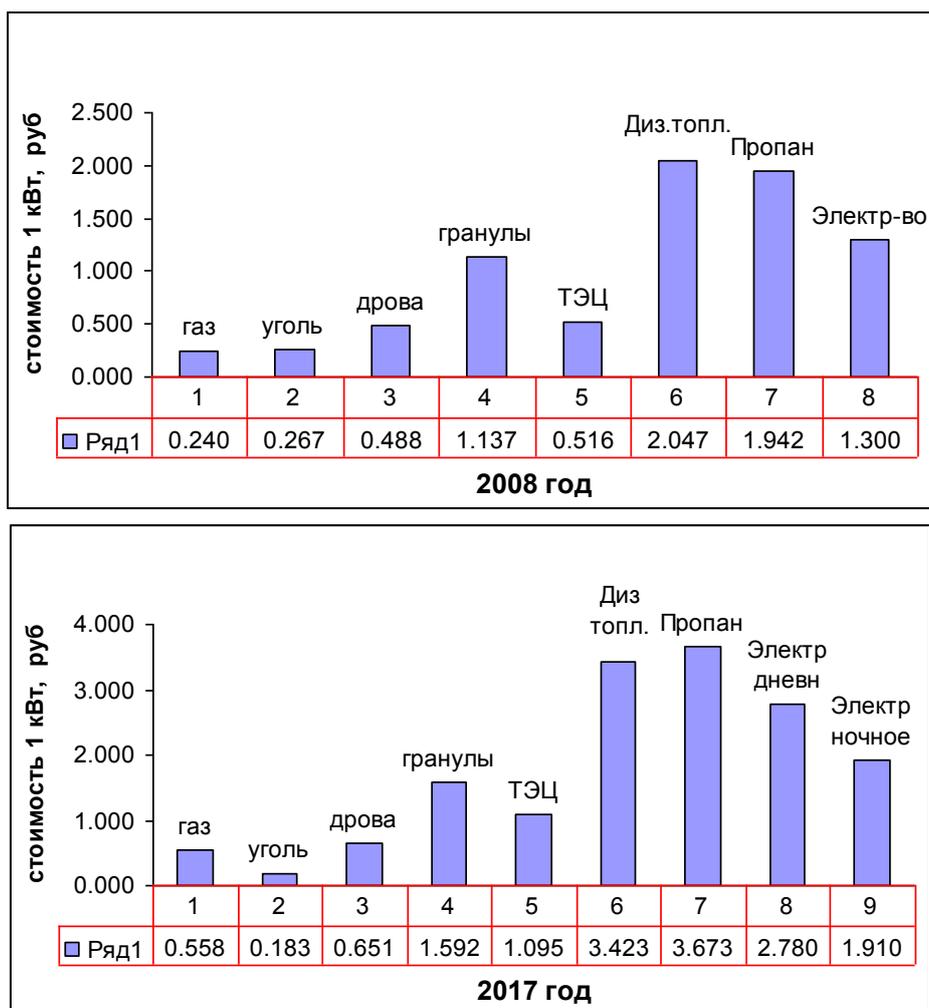


Рис. 2. Сравнение стоимости первичных источников энергии.

Уголь. Нет роста цены за 9 лет. Отпугивает трудоемкость, запах, грязь, осадок сажи на земле из трубы, особенно это видно зимой.

Дрова. Рост цены за 9 лет – 33 %. Благоприятно рассматриваются только как топливо для камина. Необходимость двойной топки печей отпугивает от применения этого дешевого источника энергии.

Гранулы. Рост цены за 9 лет – 40 %. Необременительность обслуживания, возможность автоматизации выдвигают этот источник энергии в лидеры среднего ценового диапазона. Сдерживающий фактор – довольно большая стоимость самой отопительной системы (котла, бункера для пеллет).

Тепло, покупаемое у государства. Рост цены за 9 лет – 112 %. Участков с возможностью подключения к центральным тепловым сетям очень мало.

Дизтопливо и сжиженный газ в баллонах. Рост цены за 9 лет – 67 и 89 % соответственно. Дорогой источник энергии. Баллонный газ годится, пожалуй, только для приготовления пищи, если нет центрального электричества.

Электрическая энергия. Рост цены за 9 лет – 86 %. Наиболее качественный вид энергии, который можно легко преобразовать в менее качественные виды энергии. Причем, инженерное обеспечение одно из самых дешевых. При хорошем утеплении здания вполне подходит для комфортного энергообеспечения.

Альтернативную энергетику стоит внедрять тогда, когда нет возможности использовать традиционные источники энергии, особенно это касается электроэнергетики.

При наличии 1,5 и 3,0 млн. руб. на строительство экодому можно применить только часть наиболее дешевых инженерных систем, которые работают от альтернативных энергоносителей (солнце, ветер, и т.п.).

При наличии 6,0 млн. руб. на строительство экодому можно выделить на альтернативные энергосистемы в пределах 1,0 – 1,5 млн. руб. Если не возникнет желания увеличить площадь за счет сокращения трат на альтернативные системы энергообеспечения.

Строительно-инфраструктурная ресурсоэффективность

на примере двух проектов

Общие особенности компоновки, компактности и планировки. Двойной тамбур, теплый и холодный. Теплица интегрирована в дом, то есть размещается в общем тепловом контуре, отапливается единой энергетической системой дома, но в отдельном помещении дома. Гараж выделен в отдельное сооружение. Гараж, как часть дома, снижает энергоэффективность дома и увеличивает затраты на утепление.

Сауна внутри дома. На разогрев промерзшей отдельно стоящей сауны уходит 2-3 часа протапливания (ресурс времени), с соответствующим количеством энергии на прогрев промерзших стен, впоследствии энергия на разогрев стен безвозвратно теряется (энергетические и финансовые потери). Кроме того, отдельно стоящее сооружение тоже увеличивает ресурсные затраты. Внутри дома сауну можно разогреть за 15 минут. Практически все тепло остается в доме, если влажность в сауне не слишком большая. Как правило, влажность воздуха в сауне меньше чем влажность воздуха в доме.

Кладовые, холодные и теплые. Множество хозяйственных вещей не обязательно хранить в дорогих мебельных гарнитурах. Погреб, совмещенный с ледником, – простое долговечное сооружение. Для того, чтобы хранить довольно большое количество запасов, не обязательно покупать полупромышленный холодильник.

Отказ от подвального этажа. Подземные сооружения обходятся дороже, чем надземные здания, а функциональные свойства подземных сооружений не велики.

Особенности проекта 1. Семья средних лет из 4 человек, с возможностью роста. Финансовые ресурсы на экодом и другие строения на участке – 8 – 10 млн. руб. Основной дом - одноэтажное здание, 250 м², гараж, навес, вегетарий с отапливаемой частью.

Одноэтажное здание такой величины не может быть компактным, но это желание заказчика. Одноэтажные здания рекомендовано делать не более 100 – 120 м². При большей площади для увеличения компактности делают здания в несколько этажей.

Плоская эксплуатируемая кровля, с размещенным на ней инженерным оборудованием, которое работает от солнечного источника энергии.

Особенности проекта 2. Семья из 2 человек пенсионного возраста. Финансовые ресурсы на экодом и другие строения на участке – 1,5 – 2 млн. руб. Здание с одним жилым этажом и одним надземным техническим полуэтажом; дом находится на участке с рельефом. Двухскатная холодная кровля с возможностью превращения ее в мансардный этаж. Строительство растянуто во времени, притом, что один жилой этаж вводится единовременно и в дальнейшем не участвует в строительных делах.

Общая площадь – жилого этажа – 65 м². Впоследствии может быть добавлено 23 м² в техническом полуэтаже и 48 м² в мансардном этаже. То есть в законченном виде – 130 – 140 м². Кроме того, предусмотрены летние помещения – веранда, терраса.

На (рис. 3) выделены схемы, примененные в проектах 1 и 2.



Рис. 3. Рекомендуемые схемы компоновки экодома.

Конструкция

И в том и в другом проекте увеличено тепловое сопротивление ограждающих конструкций. Энергоноситель - пеллеты (в первом проекте) и электричество (во втором проекте). То есть, выбран средний ценовой диапазон энергоносителей, позволяющих необременительно обслуживать, автоматизировать и гибко подстраивать энергетическую систему экодома под меняющиеся потребительские и климатические ситуации.

Особенности проекта 1. Стены. Двойной каркас промежутков между каркасами заполняется соломой, которая прессуется непосредственно в стене. Ветроизоляция выполнена из МДФ с герметизацией швов. Наружная облицовка фиброцементный сайдинг. Пароизоляция - 100 мм сложного глиняного раствора, одновременно выполняет функцию обеспечения тепловой инерции и участвует в регулировке влажности в помещении. Финишное покрытие – в виде глиняной штукатурки.

Перекрытие - сдвоенные балки (две доски на ребро, соединенные между собой перемычками). Низ и верх балок обшит ОСП 12 и 18 мм. Промежутки между балками заполнены сечкой соломы. Защита против грызунов, муравьев – металлическая сетка в тех местах, где можно подобраться к цокольному перекрытию, бой стекла, бура.

Фундамент – винтовые сваи. Ростверк – из бревна лиственницы.

Кровля - плоская эксплуатируемая (газон).

Особенности проекта 2. Стены. Стойки Ларсена. Обшивка – доска 25-ка, обрезная. Заполнение – смесь вермикулита, опилок, цемента, антисептирующих добавок, молотого стекла (в нижней части стены). В качестве пароизоляции используется фольматкань (стеклоткань, покрытая алюминиевой фольгой), одновременно выполняет функцию теплоотражателя. Лицевая облицовка – гипсокартон. В качестве ветро-, дождезащиты, а также для увеличения пожарозащиты, используется тоже фольматкань. Между стеной и фольмотканью – воздушная прослойка. По фольмоткани впоследствии монтируется плитка цементно-песчаная, армированная сеткой, тонкая (10 - 15 мм).

Перекрытия по балкам-фермам. Межферменное пространство заполнено тем же утеплителем что и для стен. «Пирог» перекрытия почти такой же, как и для стен.

Кровля – двухскатная с возможностью ее дальнейшего утепления.

Фундамент – столбчатый, на глубину промерзания, с предварительным усилением основания столба цементным раствором, щебнем и бетонной подушкой, в которую вмонтируется и на которую опирается металлический столб, заполненный песчаным бетоном. По столбам ростверк из бруса лиственных пород.

Окна

Проект 1. Применены в основном не открывающиеся окна. На террасу ведут окна-двери, которые на зимний период закрываются дверями-ставнями.

Проект 2. Не открывающиеся окна оборудованы утепленными ставнями. Окна-двери также оборудованы ставнями. Часть ставень, особенно на северной стене, могут закрываться на весь зимний сезон. Ставни южной стороны дома скомбинированы с солнечным воздушным коллектором. При открывании ставень площадь остекления удваивается. При работающих в демисезоны ставнях-коллекторах площадь, через которую в дом поступает тепло от солнца, учетверяется.

Инженерное оборудование отопления и горячего водоснабжения

Проект 1. Источник энергии пеллеты. Соответственно пеллетный котел, который дает тепло для отопления и горячего водоснабжения. Разводка тепла по помещениям при помощи системы - теплый пол. Система регулирования теплового климата, зависящая от погоды и разных потребительских ситуаций.

Из-за того, что дом расположен в сельской местности, с выделенной мощностью в 5 кВт и возможностью перебоев в подаче электричества, пеллетный котел дополнен системой генерации электроэнергии, которая работает от двигателя внешнего сгорания, разработанного С. Г. Бурдиным.

Приготовление пищи – электрическая печь и иные электроприборы, а также традиционная хлебная печь.

Проект 2. Электрическое отопление на ночном тарифе. На дом выделено 15 кВт мощности, можно и больше, но за дополнительную плату. Тепловой аккумулятор заряжается ночью. Тэны вставлены непосредственно в тепловой аккумулятор. Кроме того тепловой аккумулятор может нагреваться от камина с водяной рубашкой.

Камин выполняет несколько функций: а) основную декоративную функцию, б) резервную функцию на случай отключения электричества, в) дополнительную функцию в случае экстремально низких температур и г) функцию снижения общей стоимости зимнего электрического отопления.

Тепловой аккумулятор дополнительно утеплен. Камин и тепловой аккумулятор расположен ближе к центру дома, что позволяет практически без разводящей арматуры обогревать дом, для этого используются маломощные и малошумные вентиляторы.

В качестве дополнения используются несколько переносных электрических обогревателей, выполненные из слабо проводящего композиционного материала, которые могут быть подключены в любом месте дома.

Достоинства электрического отопления: легкость регулирования, контроля, простота инженерного оборудования, необременительность эксплуатации и обслуживания.

Основной недостаток – не самый дешевый способ отопления. Но и не самый дорогой. Для нивелирования этого недостатка приняты несколько мер: ночной тариф, утепленные стены, сезонные ставни на окна, вентиляция с рекуперацией и вентиляция без рекуперации, но регулируемая по времени работы, уменьшение электроотопления в демисезонное время за счет солнечного воздушного отопления, а в зимнее время за счет частичного отопления дровами в камине.

Энергия, затраченная на отопление сауны, остается в доме. Приготовление пищи – электрическая печь и иные электроприборы, энергия от которых тоже в основном остается в доме.

Горячее водоснабжение осуществляется непосредственно из аккумулятора тепла. Использованная серая вода частично подогревает техническое помещение, так как септик находится не в земле, а в техническом помещении.

Инженерное оборудование вентиляции

Общая вентиляция - реверсивная с рекуперацией тепла. Из санитарных узлов и иных санитарных помещений - регулируемая вытяжная вентиляция. Вентиляция из кухни также вытяжная регулируемая. В первом проекте вытяжной воздух из кухни выбрасывается в теплицу.

Технологический ресурс

Проект 1. Строительная бригада 4 – 6 человек. Руководитель фирмы (работает с несколькими объектами), мастер на объекте и 3 – 4 строительных рабочих. Предварительное изготовление сборочных единиц части конструкций на рабочем столе, с последующим монтажом сборочных единиц. Вес сборочных единиц может достигать до 100 – 120 кг. 4 – 5 человек такие детали вполне могут смонтировать без применения тяжелой техники.

Проект 2. Трудовые ресурсы - 1-2 человека, мастер и помощник. Минимальная малая механизация. Предварительная сборка частей конструкций на рабочем столе. Например, стойки Ларсена, балки-фермы, их вес не более 50 кг, что позволяет смонтировать их без применения техники двум человекам. Производство облицовочного материала для фасада в построечных условиях.

Аграрно-инфраструктурная ресурсоэффективность

В процессе строительства часть почвы участка безвозвратно теряется под застройку, отмостку зданий, дорогу и дорожки на участке. Для повышения продуктивности оставшейся части почвы в первом и втором проекте предполагается применить пермакультурные и вермикультурные технологии.

Лучше, если условия для внедрения пермакультурных технологий будут заложены при проектировании экопоселения. Если участок выбирается в пределах обычного поселения, то желательно, чтобы он соседствовал с лесом или лесным массивом для организации связи между самовоспроизводящимся биоценозом и существенно измененным биоценозом участка под строительство, правда таких участков мало.

Для реализации вермикультурных технологий в составе дома предусмотрены теплицы, встроенные в общий тепловой контур. На участке размещается вегетарий, в зимней части вегетария размещены система отопления и черевятник.

Предотвращение загрязнения и деградации почвы участка

Практически все пищевые отходы перерабатываются в черевятнике. Фекальные отходы, после их переработки в септике, могут идти на удобрение или в черевятник. Древесная зола из печи или камина тоже используется как удобрение. Остается часть мусора, который переработать на участке довольно сложно: пластиковые материалы разного рода, металл, стекло.

Безопасность

Охрана - ставни, видеонаблюдение за участком с нескольких видеокамер, освещение участка. Пожарная и аварийная безопасность в технических помещениях и других необходимых помещениях - сигнализация, об угарном газе, протечках, задымлении.