

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 1992 году 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.

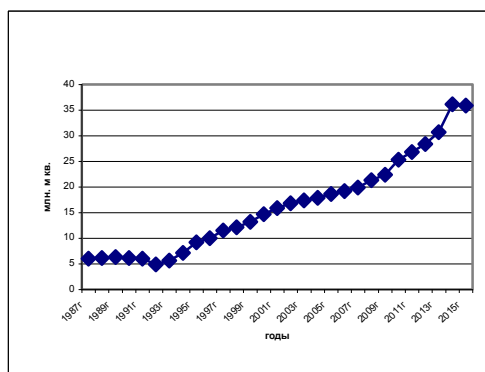


Рис. 1. – Ввод индивидуального жилья в России.

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.

Экономленные 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.

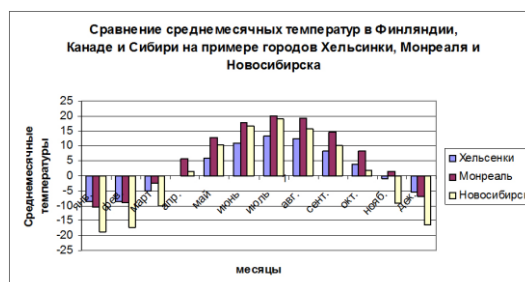


Рис. 2. Сравнение среднемесячных температур в Хельсинки, Монреале, Новосибирске.

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 экодомов 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 экоддома. 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,
- сейсмоустойчивость.

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 экоддома. 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 экоддома 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 экоддома. 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 экоддома в дополнение к массиву пола в доме строится массивная стена (раньше эту роль выполняла массивная русская печь).

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

Инженерные системы экоддома - 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 экоддома – гибридная, состоящая из нескольких компонентов, обеспечивающая основное отопление и горячее водоснабжение экоддома. Традиционные источники тепла и альтернативные источники – источники периодического действия, поэтому обязательным элементом экоддома является система аккумулирования 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 экоддома,
- вакуумного солнечного водяного коллектора,
- водяного бака-аккумулятора,
- котла на биотопливе.

Водяной бак-аккумулятор обеспечивает стабильность теплообеспечения экоддома 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 экоддома: 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 Море, 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.