



МАРХИ
кафедра АРХИТЕКТУРЫ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ МЕСТ
МОСКВА 2014

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

*Архитектура малоэтажных жилых домов с
использованием возобновляемых источников
энергии.*



ISBN 978-5-600-00439-9



9 785600 004399

Маркова О.К.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ
НАПРАВЛЕНИЕ «АРХИТЕКТУРА»

О.К. МАРКОВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ.

**АРХИТЕКТУРА МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ
ДОМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Допущено УМО по образованию в области архитектуры в
качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по
направлению «Архитектура».

МОСКВА 2014

УДК 728.1(075.8)

ББК 85.11я75-1

М26

Рецензент: - Профессор кафедры «Архитектура сельских населенных мест», доцент, кандидат архитектуры Ф. Н. Коршаков.

Рецензент: - Доцент кафедры «Архитектура» ГУЗ, доцент, кандидат архитектуры Г. И. Быкова

Маркова О.К.

X00

Учебное пособие. Архитектура малоэтажных жилых домов с использованием возобновляемых источников энергии: учебное пособие по проектированию/ О.К. Маркова, М: Полиграфия МАРХИ, 2014.- 63с.

ISBN 978-5-600-00439-9

В учебном пособии показаны основные приемы архитектурного формирования малоэтажных домов, использующих возобновляемые источники энергии - энергию солнца, ветра, воды. Цель пособия - на основе анализа проектов и построек из отечественного и зарубежного опыта показать архитектурные и конструктивные особенности экологических жилых домов. Предназначено для студентов архитектурных ВУЗов и факультетов в качестве пособия для курсового и дипломного проектирования.

УДК 728.1(075.8)

ББК 85.11я75-1

ISBN 978-5-600-00439-9

© Маркова О.К., 2010

© Макет, оформление:
Маркова О.К., 2013

© Графические схемы:
Маркова О.К., 2010.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ (ТАБЛИЦЫ)	9
ВИДЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	10
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ)	11
ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ	12
ЭНЕРГИЯ ВОДНЫХ ПОТОКОВ НА СУШЕ (МИНИ ГЭС, МИКРО ГЭС, ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 1 МВт)	14
ЭНЕРГИЯ ВЕТРА	16
ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА	18
<u>Пассивные системы отопления дома</u>	20
<u>Активные системы использования солнечной энергии</u>	37
<i>Солнечные коллекторы</i>	37
<i>Использование фотоэлементов</i>	45
<u>Гелиослежение</u>	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	60

ВВЕДЕНИЕ

«Проблемы окружающей среды
воздействуют на архитектуру на каждом её уровне»

Норман Фостер

Экологические последствия энергетики проявляются в виде различных загрязнений окружающей среды. При использовании органического топлива, составляющего 92% энергетических ресурсов, в атмосферу попадает большое число загрязнителей. «Эра нефти» дала толчок интенсивному развитию экономики. 1960-1970-е годы стали временем быстрого экономического роста, что потребовало в свою очередь увеличения производства и потребления ископаемого топлива: за этот период времени количество производимой на планете энергии почти утроилось, потом каждые 13 лет потребности в энергии удваивались.

Общемировые запасы условного топлива слагаются в первую очередь из запасов угля (до 60%), нефти и газа (около 27 %).

В совокупном мировом производстве иная картина – на уголь приходится более 30 %, а на нефть и газ – более 67% потребления.

Если следовать прогнозам оптимистов, то мировых запасов нефти должно хватить на 2-3 столетия; пессимисты же считают, что имеющиеся запасы нефти могут обеспечивать потребности цивилизации лишь несколько десятков лет.

Решением проблемы истощения запасов нефти и других традиционных источников энергии является применение возобновляемых источников, т.к. атомная энергетика показала свою небезопасность и неэкологичность. Возобновляемыми источниками энергии являются – солнце, ветер, вода, тепло земли и переработка растительных и биологических отходов.

К настоящему времени потенциал возобновляемых источников энергии используется в скромных объёмах, в том числе и в строительной индустрии, как в нашей стране, так и во всём мире. Ещё более актуальной эта тема становится в связи с разразившимся мировым финансовым кризисом, который заставил многих пересмотреть свои взгляды и планы на вопросы энергообеспечения. Следует отметить, что тема использования возобновляемых источников энергии в домостроении стала рассматриваться относительно давно, так первый дом с солнечным коллектором был построен ещё в 1947 году (дом MIT-I). Энергетический кризис 1970-х годов дал толчок развитию исследований в этой области. В нашей стране шли активные разработки домов с использованием возобновляемых источников энергии, но после 1991 года в силу ряда причин эти исследования приостановились. Довольно долго в России считалось, что «Господь наградил Россию

углём, газом и нефтью», поэтому для производства альтернативной энергии нет стимулов. За последние пять-семь лет в России возрос интерес к более интенсивному использованию возобновляемых источников энергии. По мнению аналитиков British Petroleum, с добычей нефти у нас возникнут проблемы уже в 2025 – 2035 годах. И хотя в России пока не принято ни одного закона по этой теме, в аналитической справке Комитета Госдумы по энергетике, транспорту и связи сказано: «В связи с истощением месторождений нефти и природного газа российская энергетика в течении XXI века обязана претерпеть существенные структурные изменения...Россия ставит цель снижения удельной энергоёмкости экономики к 2020 г. в 2 раза по сравнению с 2000 г.» В одобренном Правительством в 2003 г. документе есть раздел, предусматривающий развитие возобновляемых источников энергии в Российской Федерации. Одно из направлений данного документа посвящено возможностям использования возобновляемых источников энергии. Стратегическими целями использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива являются:

- сокращение потребления невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов;
- снижение экологической нагрузки от топливно-энергетического комплекса;
- энергообеспечение децентрализованных потребителей и регионов с дальним сезонным завозом топлива.

В начале 2006 года министерство промышленности и энергетики России совместно с РАО ЕЭС в инициативном порядке разработало проект концепции и проект закона «О поддержке использования возобновляемых источников энергии в Российской Федерации». В законе заложен механизм государственной поддержки развития этого важного сектора энергетики. По данным Международного Энергетического Агентства удельная выработка энергии из возобновляемых источников энергии (без учёта большой гидроэнергетики) в России составила в 2004 году всего 32 килограмма условного топлива на одного человека в год, что почти в 5 раз меньше, чем в Германии, в 11 раз меньше, чем в Норвегии, почти в 20 раз меньше, чем в Дании, почти в 70 раз меньше, чем в Финляндии и почти в 10 раз меньше, чем в США. Доля нетрадиционных источников энергии в России составляет в 2006 году менее 1% от общей выработки или 991 млрд. кВт/ч. Принятие законопроекта направлено на увеличение доли нетрадиционных и возобновляемых источников в общем энергобалансе России к 2015 году до 3 – 5% и до 10% к 2020 году. По оценкам специалистов, увеличение доли нетрадиционных

источников энергии до 5% потребует инвестиций порядка 50 – 70 млрд. рублей.

Использование возобновляемых источников энергии в архитектуре малоэтажных жилых домов непосредственно связано с проблемой энергосбережения в жилищном строительстве. В основе исследований по энергосбережению лежат труды по изучению народного жилища, из которых нужно отметить работы, где рассматриваются традиционные жилища Севера и Сибири, таких авторов как – А.В. Ополовников, И.Э. Грабарь, С.Я. Забелло, М.В. Красовский, И.В.Маковецкий, П.А. Раппопорт, Е.А. Ащепков, Ю. С. Ушаков.

Принципы проектирования народного жилища раскрыты также в работе Б.М. Полуя. Помимо этого в его работе исследованы приёмы проектирования в экстремальных климатических условиях Севера.

Большое внимание изучению традиционных жилищ уделено в работах Т.А. Маркуса и Н.И. Маслённикова.

В настоящее время основой для проектно-нормативной базы является СНиП 2.08.01.-89* «Жилые здания» и СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные».

Исследованиями в области использования возобновляемых источников энергии в архитектуре занимались: А.Н. Сахаров, И.И. Анисимова, Э.В.Сарнацкий, Н.П. Селиванов, Г.И. Полторац. Диссертации на эту тему были написаны М.М. Захидовым, Н.И. Маслённиковым, М.А. Демидовой, С.С. Ушаковым, В.А. Акопджанян.

Среди зарубежных исследователей этой проблематики необходимо отметить архитекторов: С. Зоколей, С. Удел, Б. Андерсон, Д. Ватсон, А. Шуберт, Г, Хилльманн.

Исследования выше перечисленных авторов приходятся на 80-е года прошлого века. В это время сформировалось начало типологии «солнечных» домов и их деление на активный и пассивный способ использования солнечной энергии.

В СССР типологией домов, использующих солнечную энергию, занимался А.Н. Сахаров и И.И. Анисимова. Ими так же была составлена типология ветровых установок и возможность их монтажа на жилые дома.

В 1976 г был проведён международный студенческий конкурс на тему «Посёлок для 50 жителей с автономной системой энергообеспечения». Победителем конкурса стал проект, разработанный студентами МАрхИ.

В МАрхИ с 1977 года идут исследования и проектирование жилых и общественных зданий с солнечным энергообеспечением.

Был спроектирован комплекс зданий с солнечным теплохладоснабжением в Крыму, в районе Алушты (КиевЗНИИЭП).

Экспериментальные проекты были разработаны институтом Дагестангражданпроект на научном полигоне «Солнце» в 1983 – 1986 гг.

Архитекторами Н.И.Маслённиковым и Е.В.Плюхиным был разработан экспериментальный проект малоэтажного жилого дома усадебной застройки с гелиосистемами для отопления и горячего водоснабжения.

В современных работах немалую роль уделяют использованию возобновляемых источников энергии в архитектуре такие авторы, как – В.А.Новиков, Н.А.Сапрыкина, Н.Н. Гераскин, А. Ю. Табунщиков, И.В. Черешнев, Е.П. Петрова.

Экспериментальные жилые дома с использованием возобновляемых источников энергии строятся в Екатеринбургской области, в Барнауле, а также в Новосибирске Новосибирским институтом теплофизики.

Индивидуальные застройщики частных домов на юге России часто используют для горячего водоснабжения солнечные коллекторы.

Среди современных зарубежных исследователей можно упомянуть архитекторов – Петера и Бренду Вале, Сьюзан Роаф.

Помимо многочисленных частных домов, проектируемых с использованием возобновляемых источников энергии, в Европе активно действуют программы по проектированию «экологических поселений», поддерживаемыми государственными и региональными программами. Такие, как жилые дома в Хокертоне (Великобритания), «солнечные посёлки» в Германии (например, посёлок Аахен-Лауренсберг, посёлок Бекум), район Виикки в Финляндии, посёлок Амерсфурт (Нидерланды), район в городе Охусе (Дания), район в Тронхейме (Норвегия).

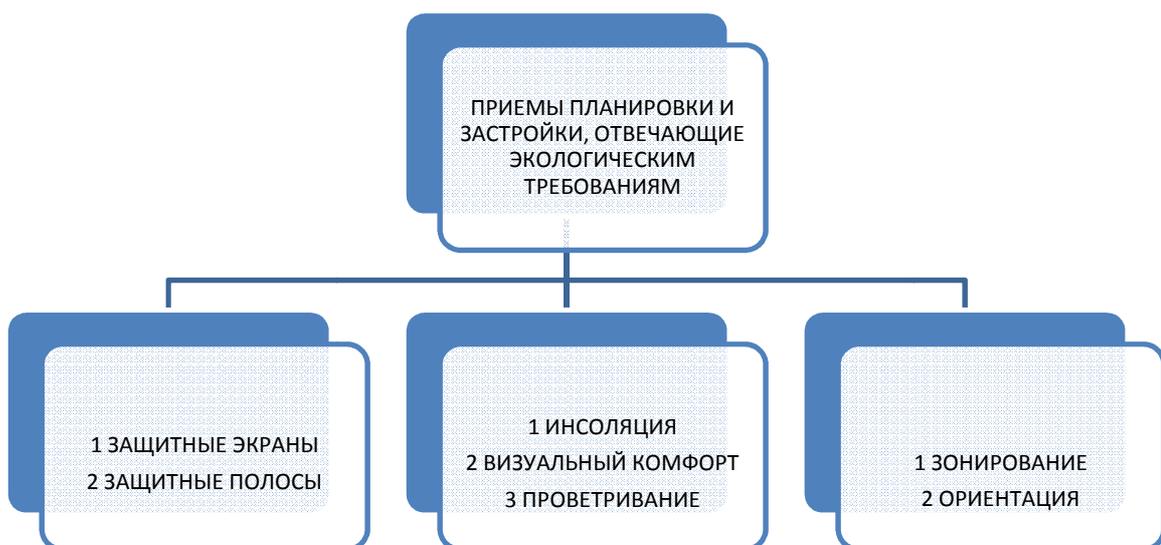
В пособии рассматриваются три проблемы современной архитектуры: 1) экологическое строительство, 2) использование возобновляемых источников энергии, 3) экспериментальное проектирование и строительство загородного жилья.

В нашей стране с 1917 по 1990-е годы жилищное строительство в сельской среде велось, в подавляющем большинстве случаев, по типовым проектам, где обеспечивался минимальный уровень комфорта и физиологических норм. После 1991 года начался новый этап проектирования и строительства загородного жилья, но нехватка опыта в этом виде проектирования и строительства приводила, на начальном этапе, ко многим проблемам.

Тема загородного жилья, использующего альтернативные источники энергии актуальна не только с точки зрения экологичности, но и с точки зрения развития нового направления архитектуры жилого малоэтажного дома.

В пособии на примерах отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства, а так же на основе опыта экспериментального поискового проектирования показаны архитектурные и конструктивные особенности малоэтажных жилых домов, использующих альтернативные источники энергии. Пособие предназначено для студентов архитектурных ВУЗов и факультетов при курсовом и дипломном проектировании.

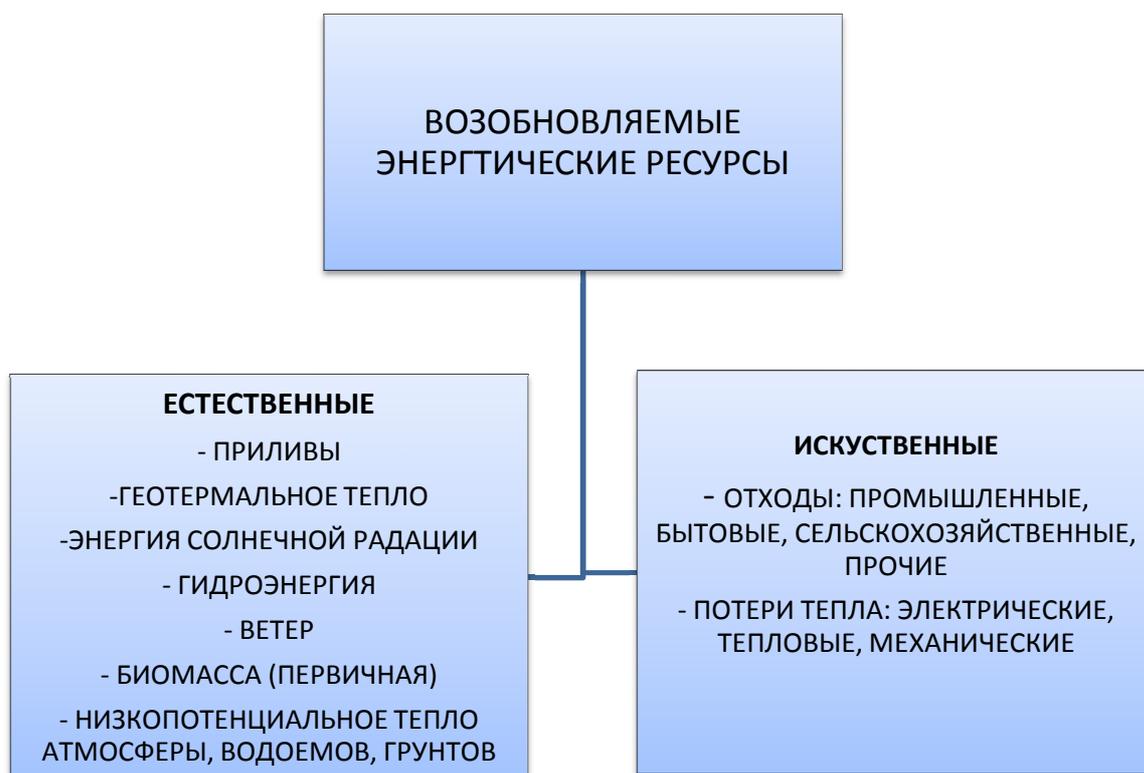
КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ



ВИДЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

По происхождению возобновляемые энергетические ресурсы, можно разделить на естественные и искусственные.

Естественные – это энергия солнца, ветра, приливов, биомассы, геотермальная, гидроэнергия и низкопотенциальная тепловая энергия воздуха, поверхностных грунтов, водоёмов. Искусственные – это потери энергии и отходы, образующиеся в технологических процессах, использующих возобновляемые энергетические ресурсы, и в процессе жизнедеятельности.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ)

Источником низкопотенциальной тепловой энергии является окружающая среда, это – наружный и отводимый воздух; почва и почвенная вода; морская, озёрная и речная вода; грунтовые воды; утилизированное промышленное тепло; тепло канализации. Устройство, позволяющее извлекать энергию из низкопотенциальных источников – тепловой насос (ТН).

ТН перекачивает низкопотенциальную тепловую энергию из источника в относительно высокопотенциальное тепло для отопления (охлаждения) объекта. Примерно две трети отопительной энергии получается бесплатно за счёт природы и только одну треть энергии необходимо затратить для работы самого теплового насоса.

Принцип действия ТН аналогичен принципу действия холодильника (*Рисунок 1*).

Тепловые насосы откачивают тепло из источников низкопотенциального тепла и отдают это тепло той самой решётке радиатора в наши дома. Радиатор такого «холодильника» работает обогревателем, а «холодильная камера» находится в условиях низкопотенциального тепла.

Благодаря тепловым насосам, затраты на отопление снижаются в 5 раз по сравнению с дизельным или электрическим отоплением.

Применение грунтовых тепловых насосов широко известно за рубежом.

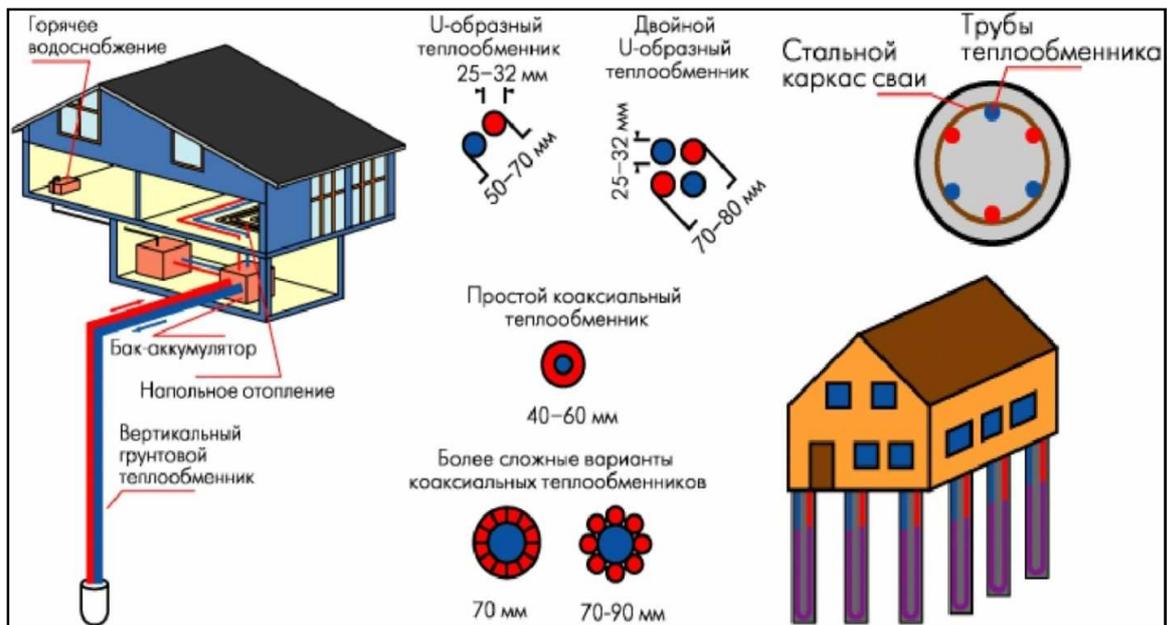


Рисунок 1 Вертикальные грунтовые тепловые насосы используют низкопотенциальную тепловую энергию грунтового массива, лежащего ниже «нейтральной зоны» (10 – 20 м от уровня земли). Такие системы не зависят от интенсивности солнечной радиации и не занимают большой площади участка. Частным случаем вертикальных замкнутых систем является использование строительных конструкций, в качестве грунтовых тепловых насосов, например, фундаментных свай с трубопроводами, находящимися внутри монолита.

Температура грунта на глубине 4 – 5 м равна среднегодовой температуре атмосферного воздуха (для средней полосы России – 5 – 8°C). Поверхностные слои грунта (до 100 м) являются повсеместно доступным источником низкопотенциального тепла.

Использование низкопотенциального тепла окружающей среды – это использование специального инженерного оборудования (теплового насоса). Проектируется это оборудование исходя из условий его эффективной работы. На архитектурно-объёмное решение дома и застройку участка практически не влияет. При проектировании планировки дома надо будет учитывать то, что в доме должно быть оборудование для теплового насоса, учесть его габариты, дополнительную электрическую мощность (и что за источник этой дополнительной мощности), наличие бака-накопителя.

ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ

Получается эта энергия из «органического сырья». Воздействуют на это сырьё различными способами, в зависимости от вида сырья. Наиболее распространённый вид воздействия на влажную биомассу это

– сложные природные процессы биологического разложения органических веществ в анаэробных (без доступа воздуха) условиях под воздействием особой группы анаэробных бактерий. Эти процессы сопровождаются минерализацией азотсодержащих, фосфорсодержащих и калийсодержащих органических соединений с получением минеральных форм азота, фосфора и калия, наиболее доступных для растений, с полным уничтожением патогенной (болезнетворной) микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков, специфических фекальных запахов, нитратов и нитритов. В результате этого процесса образуется биогаз и удобрения. Осуществляется процесс в специальных биореакторах-метантенках. Храниться полученный биогаз в газгольдерах.

Биогазовую установку имеет смысл приобретать только для дома фермера (или несколько домов с небольшими фермерскими хозяйствами), т.к. здесь больше отходов (сельскохозяйственных), в других же случаях имеет смысл кооперироваться в довольно большие группы по сбору, перевозке и переработке отходов.

Биогазовая установка становится инженерным оборудованием, для небольшого хозяйства, или же хозяйственным сооружением, которое влияет на планировку участка.

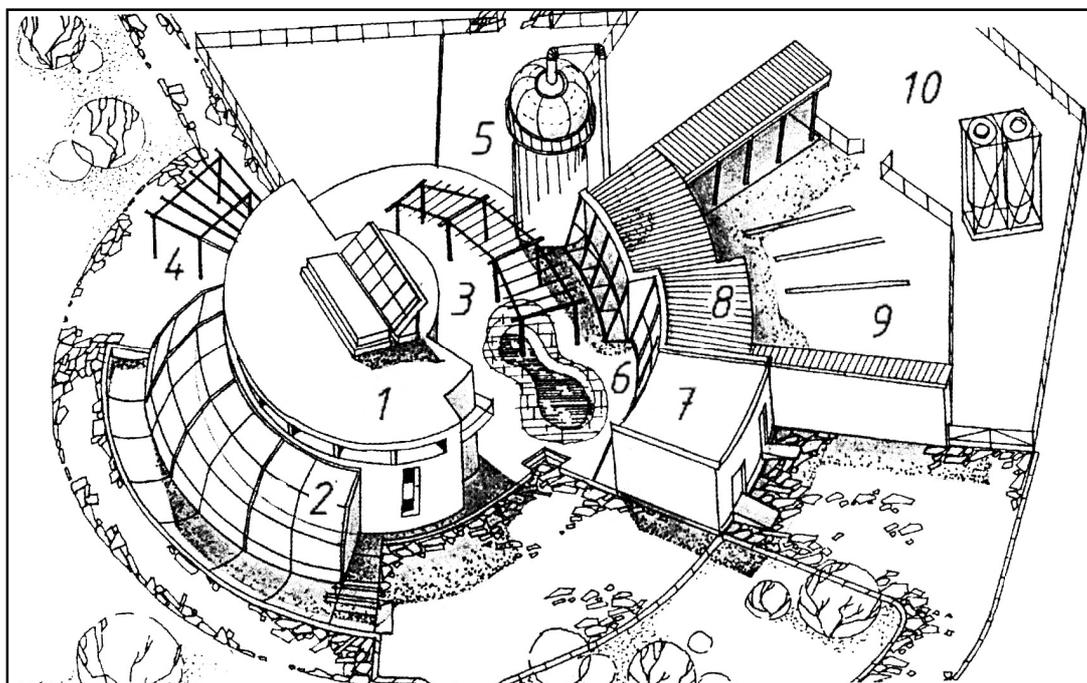


Рисунок 2 Проект фермерского хозяйства (МАрХИ, архитектор Н.Н. Гераскин). 1- жилые помещения; 2 – гелиотеплица; 3 – «зеленая комната»; 4 – летняя кухня; 5 – биогазовая установка; 6 – гелиоколлекторы; 7 – помещение гелиоустановок; 8 – тепляк для овец; 9 – база с кормушками и поилками; 10 – бункер для концентрированных кормов.

Примером усадьбы с использованием биогазовой установки является проект фермерского хозяйства (*Рисунок 2*). Данный проект – это экоферма, в которой сельскохозяйственные отходы перерабатываются в биогазовой установке, круглой в плане, диаметром 3 м. Структура плана экологической усадьбы фермерского хозяйства – радиально-кольцевая. Биогазовая установка в данном проекте, безусловно, влияет на планировку участка.

ЭНЕРГИЯ ВОДНЫХ ПОТОКОВ НА СУШЕ (МИНИ ГЭС, МИКРО ГЭС, ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 1 МВт)

В XX веке большинство крупных и горных рек было перегорожено каскадами плотин. Это, к сожалению, привело к огромному ущербу для сельского хозяйства и вообще природы земли: земли выше плотин подтоплялись, ниже – падал уровень грунтовых вод, терялись огромные пространства земли, уходившие на дно гигантских водохранилищ, прерывалось естественное течение рек, загнивала вода в водохранилищах, падали рыбные запасы и т.д.

Поэтому современные крупные ГЭС не являются действительно экологически чистыми. Это породило идею «мини-ГЭС», которые могут располагаться на небольших реках или даже ручьях, их электрогенераторы будут работать при небольших перепадах воды или от движения течения реки. Эти же «мини-ГЭС» могут быть установлены и на крупных реках с относительно быстрым течением.

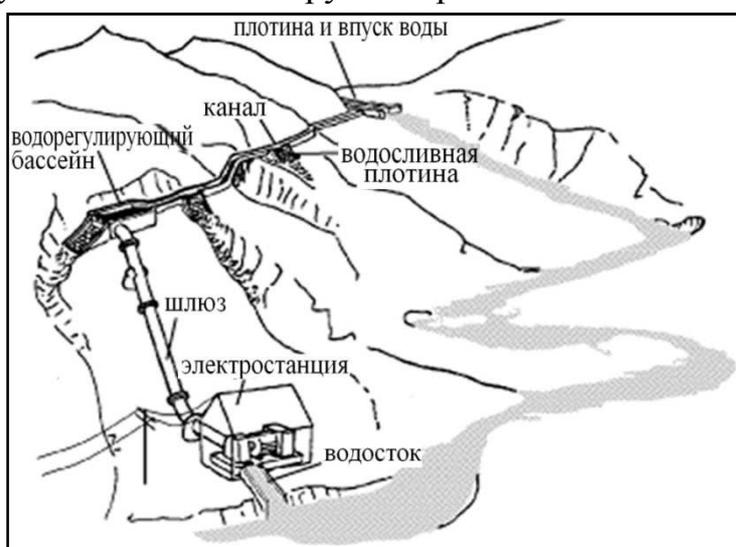


Рисунок 3 Схема «Канал и напорный трубопровод ГЭС»

на турбину и уходит в реку через отводящий канал (*Рисунок 3*).

Принцип работы «мини ГЭС» таков:

Вода берётся из реки путём её всасывания на дамбе, далее, вода продвигается по

горизонтальному каналу до напорного бассейна, потом, вода стекает и задерживается в напорном бассейне. Впоследствии, вода спускается вниз по водоканалу и попадает

Иногда такая схема работы невозможна, тогда используются другие (Рисунок 4): можно использовать давно известную схему водяных мельниц, возможно, установление дамбы прямо на реке.

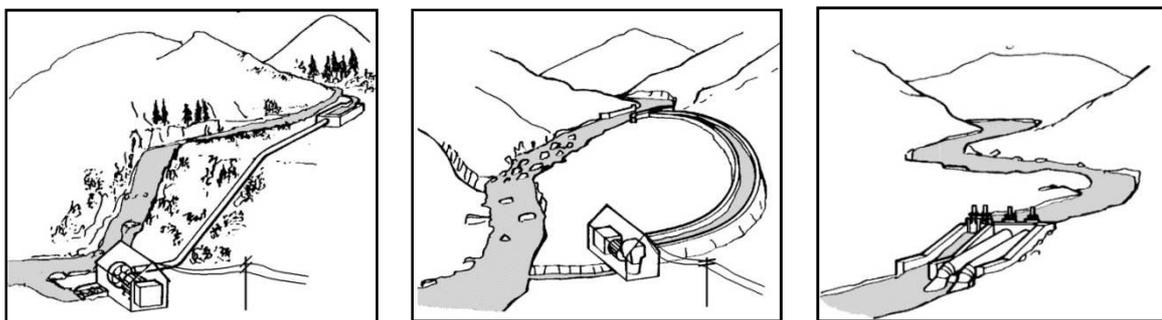


Рисунок 4 Схемы: «Только напорный трубопровод», «Мельница», «Плотина»

Само сооружение, в котором находится гидротурбина (или гидротурбины) ни чем не отличается от обычного хозяйственного сооружения. Это подмечено ещё со времён использования водяных мельниц.

Главное в ГЭС – это планировка участка, в котором «активно» используется река и рельеф. Из четырёх основных схем использования ГЭС в двух из этих схем используются каналы, которые прокапываются от реки. Эти каналы, безусловно, влияют на планировочное решение береговой зоны реки в этом районе. В типе «Только напорный трубопровод» на планировку участка будет влиять место забора воды и водостока, а также само сооружение электростанции.

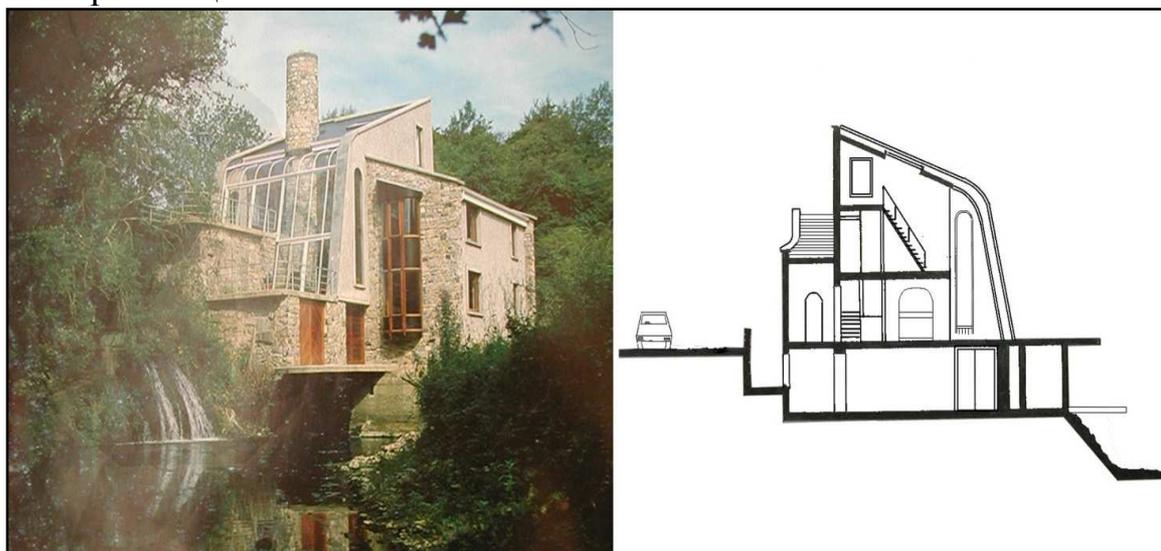


Рисунок 5 Дом-над-водопадом в южной Ирландии

Примером использования «мини ГЭС» является «Дом-над-водопадом» в южной Ирландии (Рисунок 5). Дом состоит из двух

частей. Первая часть, в плане, близка к квадрату и расположена на фундаменте бывшей мельницы, она состоит из жилых комнат. Вторая часть состоит из спален и окружает первую, слегка от неё отступая. Дом использует гидроэнергию для получения электричества, так же, как раньше мельница для помола зерна.

Инженерные помещения находятся под террасами дома. Тема «водопада» хорошо прочитывается в разрезе дома, где остекление южного фасада «перетекает» в крышу, а террасы уровней подчёркивают ритм падающей воды. Несомненно, романтика места повлияла на архитектурно-объёмное решение дома и на выбор отделочных материалов.

ЭНЕРГИЯ ВЕТРА

Первым преобразователем энергии ветра в механическую энергию был парус, потом появились мельницы с горизонтальной осью вращения.

В 1890г. датчане начали получать электроэнергию с помощью ветроустановок.

Для того чтобы найти наивыгоднейшее положения для ветродвигателя, необходимо провести экспертизу местности. Для этого можно использовать уже известные среднестатистические данные, обратиться к ветроизмерениям близлежащих метеорологических служб или заглянуть в ветроатлас.

Местные помехи вроде домов, деревьев и земляных валов могут сильно повлиять на скорость и направление ветра. Расстояние между ветродвигателем и помехой должно превышать её высоту не менее чем в 15 – 20 раз, или ветроустановка должна быть выше препятствия.

Ветровая установка состоит из ветродвигателя и опорной каркасной конструкции. Самые распространённые типы ветродвигателей это: крыльчатые и карусельные.

Но работа ветроагрегаторов сопровождается некоторыми неприятными явлениями. Этими явлениями являются шум, инфразвук частотой 6 – 7 Гц, вызывающий вибрацию, а так же ВЭС могут затруднить приём телепередач, а под вращающиеся лопасти могут попадать птицы. Из-за шума и вибрации крупные ВЭС лучше удалять от застройки на 700 – 1 000 м, а чтобы птицы не попадали под лопасти, ветроколеса стали ограждать сетчатым кожухом.

Бытовые ветряки вырабатывают энергию более дорогую, но зачастую они бывают, незаменимы, особенно там, где нет других источников энергии. Маленькие ветровые системы от 250 Вт до 10кВт могут быть использованы на фермах, в сельских и пригородных жилищах и даже в городских домах.

Чаще всего в современной практике используются отдельно стоящие от жилых домов ветровые установки. Ветровая установка располагается независимо от постройки дома и может быть, как крыльчатой, так и роторной. В случае крыльчатой установки, необходима её удалённость от дома (домов) из-за шума и вибрации, которая зависит от мощности установки.

Т.к. ветровая установка – это самое высокое сооружение – она станет высотной доминантой на участке.

Когда в качестве опоры для ветрогенератора используется конструкция дома, тогда композиция зависит от многих факторов:

- а) от формы и уклона крыши здания;
- б) от размеров ветровой установки;
- в) от количества ветрогенераторов.

Ветровая установка располагается на самой высокой точке крыши, т.е. крыша должна своей формой и уклоном представлять собой что-то вроде «холма», на который ставится ветровая установка.

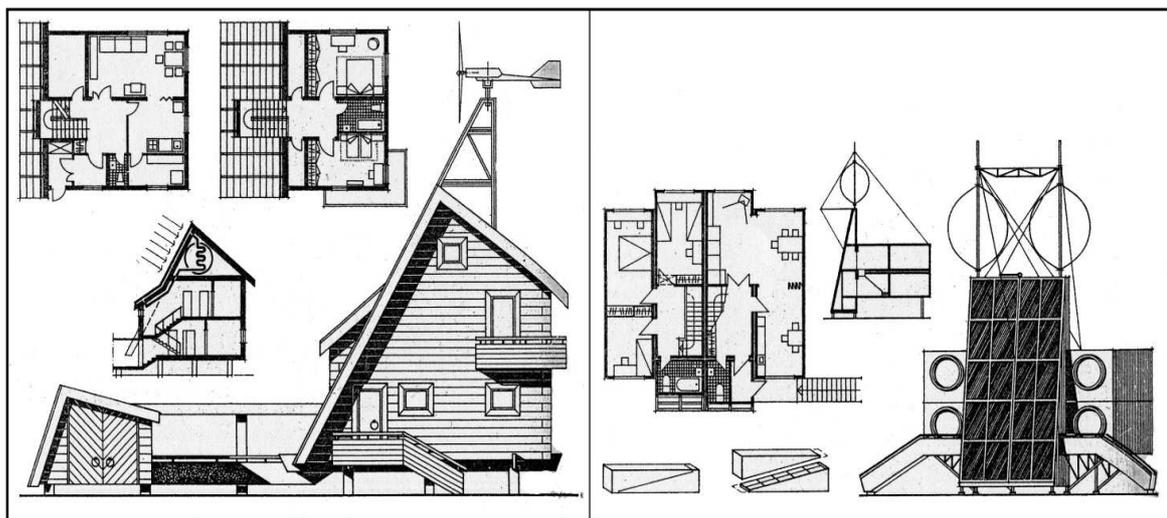


Рисунок 6 Дома с ветряками на крыше

На Рисунке 6(слева) изображён многоквартирный двухэтажный дом в стиле традиционной северной русской избы, где, по традиции, дом представляет собой целый комплекс – жилая часть и хозяйственные постройки соединены защищённым переходом. К крыше дома смонтирована каркасная конструкция, к которой прикреплён ветровой генератор.

На Рисунке 6 (справа) изображён двухквартирный двухэтажный дом. В центральной части этого дома сосредоточено автономное энергообеспечение, в верхней части монтируется ветровая энергоустановка.

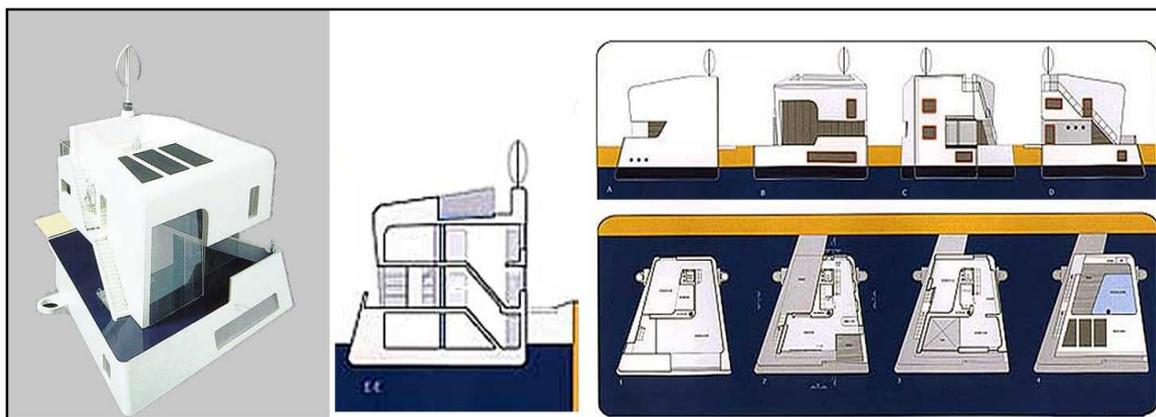


Рисунок 7 Проект голландского дома на воде

Ветроактивная установка может быть частью дизайна фасада здания и придавать дому оригинальный и неповторимый внешний облик (*Рисунок 7*).

При проектировании многоэтажных домов с ветровыми установками зданию придают аэродинамическую форму, ограждающие конструкции используются в виде концентратора ветровой энергии (*Рисунок 8*).



Рисунок 8

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА

Солнечная энергия может быть преобразована в механическую, электрическую и тепловую энергию, использована в химических и биологических процессах. Солнечные установки находят широкое применение в системах отопления и охлаждения зданий, получения горячей воды.

Энергия солнца учитывалась зодчими и учёными ещё с древнейших времён. В традиционных жилищах всегда учитывалась солнечная радиация.

Использование солнца в качестве источника энергии увеличилось с возрастанием доступности остекления, а с 40-х годов XX века начались пионерские проекты «Солнечных домов».

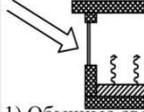
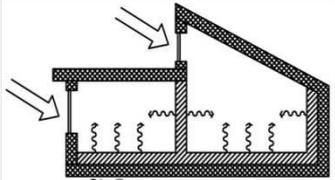
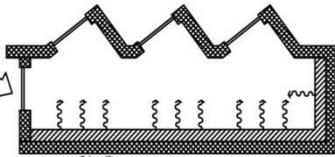
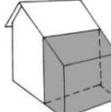
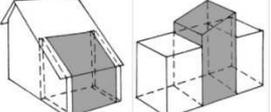
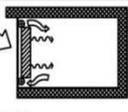
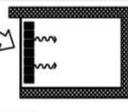
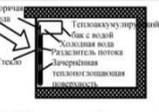
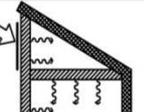
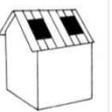
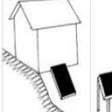
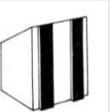
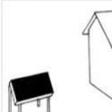
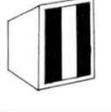
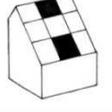
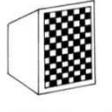
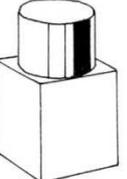
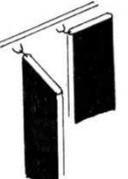
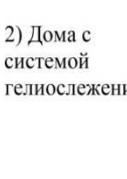
Пассивные системы.	Прямое солнечное отопление.				1) Обычные световые окна. 2) Окна верхнего света. 3) Окна на крыше.		
	Нагрев изолированного остеклённого объёма. Использование гелиотеплиц.						1) Отдельно стоящая гелиотеплица. 2) Примыкающая к основному жилому объёму гелиотеплица. 3) Расположенная под общей крышей с жилым объёмом гелиотеплица. 4) Встроенная в жилой объём гелиотеплица. 5) Циркуляция тёплого воздуха вокруг дома (дом с «двойной оболочкой»).
	Обогрев (охлаждение) здания через ограждающие конструкции.						1) Система Тромба-Мишеля. 2) Система Байера. 3) Термосифонная система Андерсена. 4) Система «стена-поглотитель». 5) Система Лефевра. 4) Система «скай-терм».
	Солнечные коллекторы.						1) Дома с вертикальным коллектором, встроенным в фасад здания. 2) Дома с наклонным коллектором на крыше здания. 3) Дома с наклонным коллектором на крыше здания. 4) Дома с наклонным коллектором на участке рядом со зданием. 5) Дома с системой отражателей.
	Панели фотоэлементов.						
Системы гелиослежения.	Дома с модулями фотоэлементов, которые вмонтированы в ограждающие конструкции.						7) Дома с модулями фотоэлементов, вмонтированными в кровельные материалы. 8) Дома с модулями фотоэлементов, вмонтированных в фасад. 10) Дома с модулями фотоэлементов, вмонтированных в остекление
	Системы гелиослежения.					1) Дома с элементами, у которых есть система гелиослежения. 2) Дома с системой гелиослежения.	

Рисунок 9

Стекло легко пропускает коротковолновое излучение солнца, но, с другой стороны, в тёмное время суток, стекло выпускает из дома почти столько же тепла, сколько получило днём. Поэтому, окна рекомендуется закрывать на ночь теплоизолирующими ставнями, как делали наши предки, либо использовать современные достижения – специальные покрытия стекла (например – «Тепловое зеркало»), которое не даёт выйти тепловому излучению в обратном направлении.

Системы, преобразующие солнечную энергию, можно разделить на две основные группы – «пассивные» и «активные» (*Рисунок 9*).

В «активных» системах используются различные устройства и приборы, которые, аккумулируют в себе солнечную энергию и передают её потребителю в виде тепла (отопление и подогрев воды) или в виде электричества. В «пассивных» системах нет приборов, вместо них, элементы здания используются в качестве накопителя солнечной энергии, которая отдаётся потребителю в том же виде, в каком и поступает – в виде тепла. Элементы системы «пассивного» использования солнечной энергии только помогают накапливать и равномерно распределять по дому солнечное тепло. В данном случае, солнечная энергия используется только для обогрева.

Отдельной группой является группа домов с системой гелиослежения.

Пассивные системы отопления дома

Прямое солнечное отопление – это наиболее простой и традиционный вид солнечного отопления. Солнечные лучи, попадая в здание через остекление, нагревают помещение, при этом, остекление должно быть ориентировано на юг (допустимо отклонение на 20°). В качестве аккумулятора тепла используется пол и внутренние стены, выполненные из материала с высокой теплоёмкостью – кирпича или камня. Для защиты здания от перегрева летом, необходимо предусматривать солнцезащитные устройства такие, например, как, свесы крыши, козырьки, зелёные насаждения или регулируемое затенение. Для защиты от тепловых потерь в ночное время суток нужно предусмотреть теплоизолирующие ставни или использовать на остеклении специальные плёнки.

Для данного способа использования солнечной энергии характерна ориентация основных помещений на юг.

Принцип наибольшего использования прямого солнечного обогрева был применён при проектировании загородного жилого дома во Владивостоке (*Рисунок 10*).



Рисунок 10 Загородный дом, г. Владивосток

Большая площадь остекления центрального атриума ориентирована в южном направлении. Это позволяет нагреть всё здание в течение дня, а избыток тепла, накапливающийся в массивных полах и большом каменном камине, поддерживает комфортную температуру в помещениях ночью.

Функцию солнцезащиты летом выполняет, сохранённая рядом с домом лиственная роща.

Для большинства домов этого типа характерен вытянутый план (по оси запад-восток) с большой площадью остекления на южной стороне и чётким зонированием внутри дома – с северной стороны дома размещаются нежилые комнаты.

Примером использования окон верхнего света может служить дом в посёлке Бекум, в Германии (*Рисунок 11*).



Рисунок 11 Жилые дома, пос. Бекум, Германия

Солнечные лучи в день зимнего равноденствия попадают в помещения с южной стороны фасада, а в помещения расположенные в глубине здания попадают солнечные лучи из верхних окон.

Когда помещения получают недостаточно света и тепла от обычных световых окон, тогда используются окна верхнего света, возможно, частичное остекление крыши, или же – световые фонари на крыше (*Рисунок 12*).

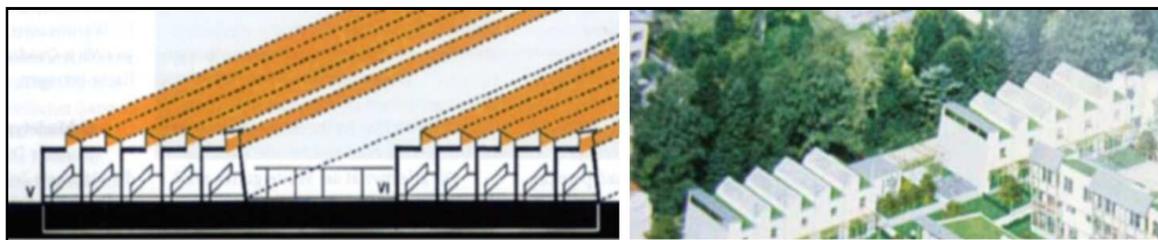


Рисунок 13 Жилые дома, г. Зальцбург, Австрия.

Принципы проектирования домов с прямым солнечным отоплением:

- 1) Защита окон от большой теплопроводности:
 - а) теплоизоляционные ставни;
 - б) применение остекления типа «тепловое зеркало».
- 2) Защита от перегрева летом:
 - а) козырьки;
 - б) регулируемое затенение;
 - в) зелёные насаждения (лиственные).

При использовании прямого солнечного обогрева летом, помещения, ориентированные на юг, необходимо защищать от перегрева. Для этого используются стационарные или подвижные жалюзи, зашторивание, специальные занавески, свесы кровель, либо используются естественная защита от солнца летом – тень от лиственных деревьев (именно лиственных, т.к. они не мешают поступлению солнечных лучей зимой). Например, каштан у дома в Бристоле и лиственная роща у загородного дома во Владивостоке.

3) Аккумуляция тепла в полах, стенах, каминах:

- а) изготовление аккумуляющих конструкций из камня, бетона или кирпича;
- б) аккумуляющие конструкции должны быть массивными (толстыми);
- в) отделка поверхностей аккумуляющих конструкций должна быть тёмной.

Использование теплоаккумуляющей массы повышает эффективность использования прямого солнечного обогрева (как в примерах: в загородном жилом доме во Владивостоке теплоаккумуляющей массой является массив пола и большой каменный камин).

Ориентировочно рекомендуется на 1 кв. м остекления иметь – 1 куб. м теплоаккумулирующего массива с высокой теплопоглощающей поверхностью.

Прямое солнечное отопление – наипростейший вид использования солнечной энергии. Этот тип есть у всех «климатических» домов, т.к. одним из принципов проектирования таких домов является ориентация здания по сторонам света.

Нагрев изолированного остеклённого объёма является разновидностью прямого солнечного обогрева, отличаясь от первого тем, что солнечными лучами нагревается нежилое, неотапливаемое помещение. Это помещение или примыкает к южному фасаду здания или встраивается в него, называется гелиотеплицей или «sun space» – солнечным пространством. Летом оно может использоваться для расширения жилого пространства.

Главной задачей гелиотеплицы является нагревание в ней воздуха, благодаря большим остеклённым поверхностям. Далее, нагретый воздух распространяется по остальным помещениям либо естественным путем, либо с помощью принудительной вентиляции, включаемой системой датчиков, при достижении определенной температуры воздуха в теплице.

Данная система солнечного обогрева, несомненно, обладает рядом преимуществ, по сравнению с предыдущей, так как поступление нагретого воздуха в жилые помещения можно контролировать. Поэтому, такой вид солнечного обогрева получил широкое распространение при проектировании малоэтажного жилого дома. Эта система солнечного отопления, без сомнения, наиболее важная, так как сильно влияет на внешний облик здания и на внутреннюю организацию дома.

Требуемая площадь остекления в гелиотеплице, необходимая для поддержания в доме комфортных условий, зависит от температуры наружного воздуха в местности, где расположен дом (средние значения для января и февраля), и материала, в котором происходит аккумулялирование теплоты.

С технической точки зрения дома, использующие нагрев изолированного объёма можно разделить на 4 группы (*Рисунок 14*):

- 1 – полупрямой обогрев от солнечного пространства;
- 2 – непрямой обогрев от солнечного пространства;
- 3 – термосифонная система с обогревом от солнечного пространства;
- 4 – циркуляция тёплого воздуха вокруг дома (дома с «двойной оболочкой»).

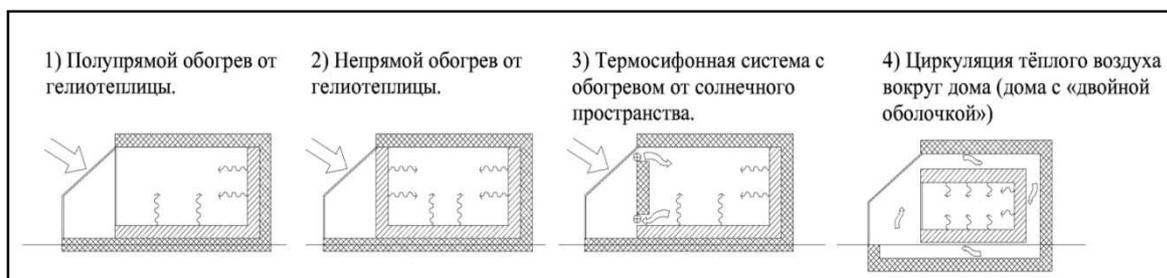


Рисунок 14 Техническая классификация домов с использованием нагрева изолированного объёма

В первой группе, нагретый в гелиотеплице, воздух попадает в жилые помещения, там избыточное тепло аккумулируется в стенах и полу. Во второй – тёплый воздух в гелиотеплице нагревает массивную аккумулирующую стену и пол помещения, после чего тепло попадает в жилое помещение. В третьей группе – нагретый воздух из гелиотеплицы и прохладный воздух из жилого помещения циркулируют через отверстия в теплоизолированной стене. Избытки тепла аккумулируются в стенах и полу жилого помещения. К четвёртой группе относятся дома, имеющие «двойную оболочку». С южной стороны в пространстве между оболочками имеется солнечное пространство, в котором нагревается воздух, потом он распределяется по всему межоболочному пространству, нагревая жилые помещения.

С точки зрения внешнего вида, дома этих групп могут ничем не отличаться друг от друга, поэтому можно ещё классифицировать дома по архитектурному решению гелиотеплицы и её расположению относительно жилых помещений (*Рисунок 9*):

- а) отдельно стоящая гелиотеплица;
- б) гелиотеплица, примыкающая к основному жилому объёму;
- в) гелиотеплица, расположенная под общей крышей с жилым объёмом;
- г) встроенная в жилой объём гелиотеплица;
- д) циркуляция тёплого воздуха вокруг дома (дома с «двойной оболочкой») (double-shell).

Отдельно стоящая гелиотеплица

Теплицы – биолого-теплотехнические устройства, и они могут быть весьма существенно усовершенствованы, если их превратить в гелиотеплицы. Солнечная энергия в обычной теплице используется главным образом для процесса фотосинтеза, при котором растения поглощают и аккумулируют до 10% энергии падающего солнечного излучения. При этом из диоксида углерода и воды под действием солнечного света образуются углеводы и молекулярный кислород. Из

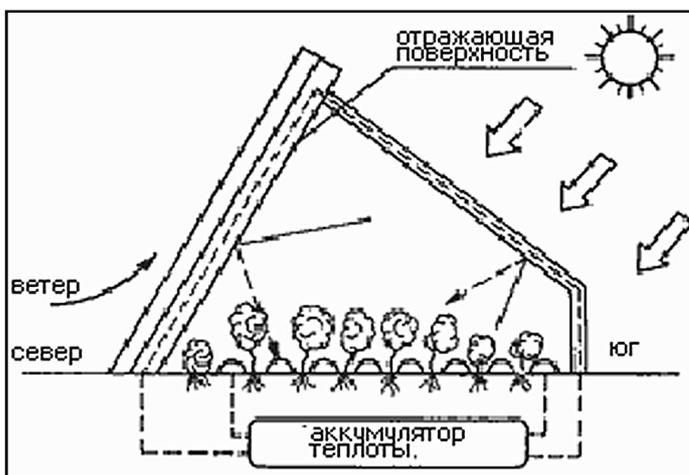


Рисунок 15 Гелиотеплица с двойным остеклением, теплоизолированной северной стенкой, имеющей отражательное покрытие на внутренней поверхности, и грунтовым аккумулятором.

При создании гелиотеплицы, прежде всего, нужно позаботиться о существенном снижении теплопотерь за счёт применения теплоизоляции. Кроме того, необходимо обеспечить улавливание максимально возможного количества солнечной энергии и аккумуляцию избыточной теплоты.

Гелиотеплица, примыкающая к основному жилому объёму

Для подобных домов характерна неотапливаемая пристройка, расположенная с южной стороны здания. С экстерьера гелиотеплица выглядит, как отдельный объём, примыкающий к основному зданию. Помещение пристройки не отапливается, но летом оно может использоваться, как общая комната или игровая для детей (если пристройка не исполняет роль тамбура в доме). Как правило, пристроенная гелиотеплица, имеет полное остекление, а на летний период это остекление закрывают от перегрева.

В качестве примера рассмотрим проект дома в Паулсгров Квори, в Великобритании (*Рисунок 16*).

В доме находится теплица, пристроенная с южного фасада, расположенная сзади дома. Летом гелиотеплица используется, как общая комната, поэтому жители оснастили её специальным солнечным отражателем, для защиты от перегрева. Зимой отражатель убирается, а гелиотеплица работает, как буферная зона, подогревая поступающий наружный воздух, перед подачей его вентиляторами в жилые помещения.

молекул углеводов образуются органические вещества, необходимые для жизни и роста растений.

В обычных теплицах из-за большой площади светопрозрачных поверхностей возникают значительные теплопотери, для компенсации которых требуется определенный расход топлива в системе отопления. Теплицы могут обогреваться горячей водой, водяным паром, нагретым воздухом, инфракрасным излучением или продуктами

Остекление гелиотеплицы обладает специальными свойствами, которые позволяют солнечному теплу проникать внутрь и не позволяют ему выходить наружу. Здесь использована термосифонная система обогрева дома.

Применение этой небольшой гелиотеплицы позволяет сэкономить около 10% расходов на отопление.



Рисунок 16 Жилые дома в пос. Паулсгров Квори, Великобритания

Гелиотеплица, расположенная под общей крышей с жилым объёмом

У домов этого типа, так же, как у предыдущего, есть гелиотеплица, пристроенная с южной стороны здания, но снаружи она не выглядит, как отдельный объём. Внешне гелиотеплица выглядит такой же частью дома, как все остальные жилые помещения. Она изначально проектируется, как часть дома, хотя при этом все характерные особенности гелиотеплицы остаются без изменения, а именно: – максимальное остекление, неотопливаемость этой части здания, распространение нагретого воздуха по всему зданию естественным или принудительным путём.

В проекте серии многоквартирных домов, расположенных в Хокертоне в Великобритании, вдоль южной стены каждого дома проходят гелиотеплицы, крыша которых совпадает с линией крыши дома (*Рисунок 17*).

Дом расположен длинной своей стороной – 20 метров – в направлении с востока на запад, глубина дома в направлении с юга на север составляет 6 метров. Большинство дверей и окон выходят в гелиотеплицу и имеют трёхслойное остекление с повышенными теплоизолирующими характеристиками, тогда как гелиотеплица имеет простое двойное остекление. Тепло в комнаты попадает из гелиотеплицы естественным путем, через открытые окна.

Дома, с северной стороны, благодаря рельефу почвы, заглублены в землю, что обеспечивает дополнительную теплоизоляцию.

Здесь использована термосифонная система обогрева дома.

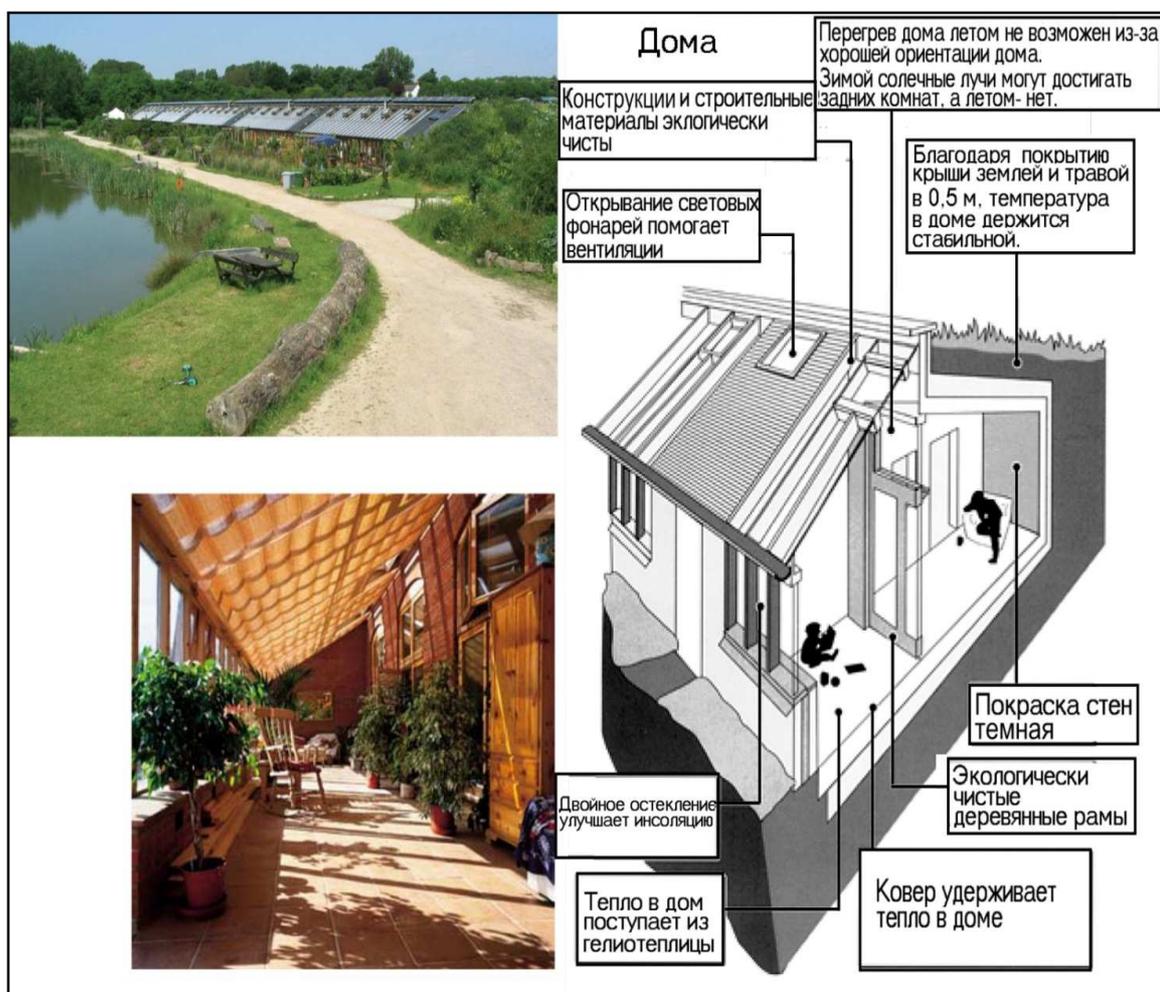


Рисунок 17 Многоквартирные дома в пос. Хокертон, Великобритания

Встроенная в жилой объём гелиотеплица

Для домов этого типа характерно то, что присутствие гелиотеплицы с экстерьера дома, практически, не заметно. Эти дома отличаются от других только несколько большей площадью остекления с южной стороны.

Следующим примером могут послужить многоквартирные дома в Зостермеере, Голландия (*Рисунок 18*).



Рисунок 19 Многоквартирные дома в Зостермеере, Голландия

Двухэтажные теплицы являются одновременно входной и буферной зоной между внешним пространством и внутренними жилыми помещениями.

Благодаря оригинальному решению экстерьера, гелиотеплица и здание выглядят, как одно целое. Это впечатление происходит из-за того, что верхние этажи дома как бы «одеваются» сверху на первый этаж вместе с гелиотеплицей, которые выполнены в одном стиле.

Здесь использована термосифонная система обогрева дома.

Циркуляция тёплого воздуха вокруг дома (дома с «двойной оболочкой») (double-shell)

Концепция «двойной оболочки» основана на идее создания солнечного отопления в полуклиматической зоне между интерьером и внешней оболочкой здания. Воздух, нагретый в солнечном пространстве (гелиотеплице), распространяется через воздушную прослойку в конструкциях внешних стен по всему зданию. В такой системе полезно любое возрастание температуры воздуха, даже в пасмурные дни.

По такому принципу был спроектирован и построен «Солнечный дом» в Тронхейме, в Норвегии (*Рисунок 20*).

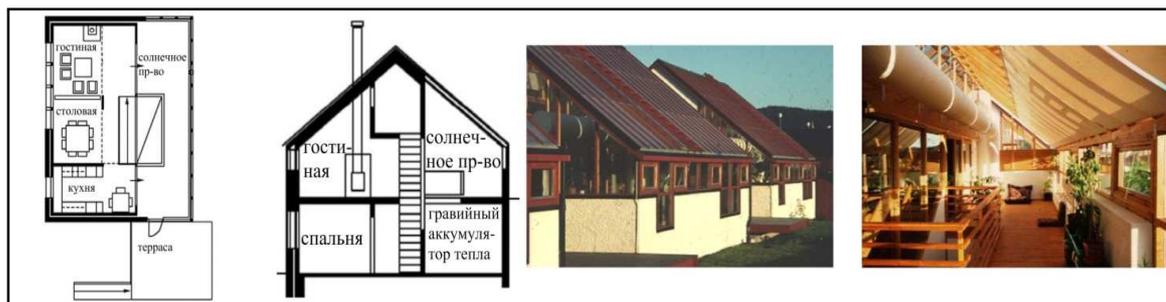


Рисунок 20 «Солнечный дом» в Тронхейме, в Норвегии

Толщина «двойной оболочки» различна. Воздушный зазор между внутренними стенами и наружным пространством составляет – 5 см на северной стороне здания, а на южной стороне – 3 м, образуя при этом, гелиотеплицу (sunspace) или солнечное пространство.

Двойная оболочка наружных конструкций позволяет нагретому воздуху циркулировать из гелиотеплицы по воздушным прослойкам, расположенным в ограждающих конструкциях. Тем самым, нагретый воздух охватывает всё здание и хорошо его изолирует.

С обеих сторон от воздушного зазора используется двойное остекление, при этом общая площадь наружного остекления составляет 50 кв. м, а остекление отапливаемых помещений (внутреннее остекление – окна и две двери) – 20 кв. м.

Гелиотеплица расположена на втором этаже, а под ней находится гравийный аккумулятор тепла, занимающий по высоте всё пространство первого этажа.

В результате всех указанных мер по использованию солнечного обогрева энергопотребление дома удалось снизить на 50%.



Рисунок 21 Жилой дом в г. Оденсе, Дания

Жилой дом в г. Оденсе (Дания) может служить другим примером использования двойной оболочки (*Рисунок 21*).

Для этого дома был использован проект промышленной теплицы, внутрь которой поместили жилой дом. Здание получило, таким образом, двойной фасад.

Солнечного нагрева теплицы достаточно для поддержания комфортной температуры внутри дома в течение 10 месяцев в году. Регулируется климат в теплице за счет механически открывающихся окон и, расположенной под стеклянной крышей, мобильной тканевой защиты от солнца.

Виды гелиотеплиц, служащих для обогрева дома, разнообразны. Они могут быть пристроены к уже существующему дому, могут быть «интегрированы» в дом и читаться с экстерьера такой же частью дома, как и все остальные помещения, а может гелиотеплица даже становиться для дома «второй оболочкой», как в последних двух примерах.

Функция гелиотеплицы – подогревать поступающий с улицы воздух перед попаданием его в жилые помещения. Воздух из гелиотеплицы нагнетается в жилые помещения либо естественным путём конвекции, либо путём принудительной вентиляции с помощью тепловых датчиков.

Несомненно, что для улучшения работы гелиотеплиц, необходимо специальное остекление для пропускания тепла от солнца и отражения тепла из жилых помещений (это остекление называется тепловым зеркалом), а также защита от солнечных лучей летом.

Жилой дом – это защитная, искусственно созданная, оболочка человека, защищающая как от физических воздействий внешней среды, так и психологических. С точки зрения ориентации дома по сторонам света дом, обычно, «закрыт» с северной стороны и максимально «открыт» на юг. Чтобы эта «открытость» не была чересчур «открытой» появляется буферная зона – в данном случае гелиотеплица. Она играет роль буферной зоны в физическом смысле – сглаживает температурную разницу и в психологическом смысле – большие остеклённые поверхности понравятся не каждому, а тут они вроде есть, но между ними и человеком есть ещё помещение (буфер).

Принципы проектирования домов с нагреванием изолированного остеклённого объёма аналогичны принципам проектирования домов с прямым солнечным отоплением. К ним добавляется ещё необходимость в расчётах циркуляции тёплого воздуха по жилым помещениям из гелиотеплицы и способ данной циркуляции (естественной или искусственной).

Преимущество этой системы состоит в:

- а) наличие пространства, нежилого, в котором подогревается воздух перед попаданием этого воздуха в жилые помещения;
- б) возможность контроля попадания этого нагретого воздуха в жилые помещения;
- в) использование сезонного зонирования, т.е. гелиотеплица – это только летнее помещение;
- г) создание буферной (часто зелёной) зоны между «улицей» и внутренним пространством дома.

Обогрев (охлаждение) здания через ограждающие конструкции осуществляется за счет стен или крыши дома. Тепло (прохлада) передается либо через аккумулирующие конструкции, либо через воздух или воду.

Можно выделить шесть различных систем (Рисунок 9):

- а) система Тромба-Мишеля, Франция;
- б) система Байера, США;
- в) термосифонная система Андерсена, США;
- г) система «стена-поглотитель», Великобритания;
- д) система Лефевра, США;
- е) система «скай-терм» (sky-therm) Гарольда Хэя, США.

Система Тромба-Мишеля

Эта система создана в 1956 г. на накоплении солнечной энергии только в толстой (30 – 40 см) стене, обращенной на юг. Такая стена выполнена, чаще всего, из камня, бетона или кирпича и выкрашена в тёмный цвет. Перед стеной, на небольшом расстоянии от неё, находится остеклённая облицовка.

Тёплый воздух, нагретый солнцем в прослойке между стеклом и стеной, поступает через отверстия в жилое помещение и распределяется там путём естественной конвекции.

Первые варианты «стены-Тромба», устанавливаемые в 60-х годах прошлого века, вызывали нарекания заказчиков. Жильцы дома часто забывали на ночь перекрывать клапаны, по которым поступал тёплый воздух, в результате стена работала на охлаждение дома, или оставляли летом открытой солнцезащиту из-за чего помещения сильно перегревались.

В настоящее время этот недостаток легко преодолен установкой температурных датчиков, автоматически регулирующих работу клапанов воздушных потоков.

Требуемая площадь поверхности остеклённой теплоаккумулирующей стены Тромба зависит от средней, для зимнего периода, температуры наружного воздуха в местности, где расположен дом, и материала, в котором происходит накопление теплоты.

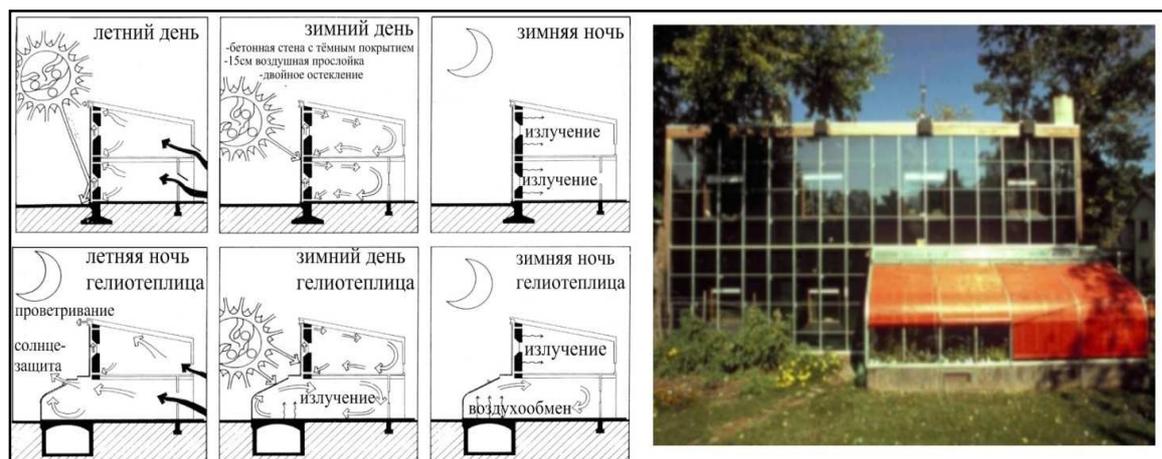


Рисунок 22 Жилой дом, г. Принстон, штат Нью-Джерси, США

В Принстоне, штат Нью-Джерси, архитектор Доуб Келбаух спроектировал и построил себе дом, который отапливался системой Тромба-Мишеля и гелиотеплицей. Общая площадь двухэтажного дома 176 кв. м, воздушная прослойка между стеклом и толстой (375 мм) бетонной стеной –150 мм. Каждая комната, за исключением ванной, примыкает к «солнечной стене». Солнце обеспечивает почти 2/3 потребностей здания в тепле (*Рисунок 22*).

Бесспорно подобная система обогрева (охлаждения) влияет на решение фасада здания и на его интерьер. В доме в Принстоне южный фасад полностью остеклён, но, приглядевшись, за остеклением мы видим окна дома, причём членение фасада на окна и переплёты наружного остекления не совпадают.

Система Байера

Это система, в которой стены, обращённые на юг, сложены из цилиндрических ёмкостей по 200 литров каждая, ёмкости наполнены водой и поставлены друг на друга. Каждая такая стена состоит примерно из 20 цилиндрических ёмкостей и имеет внешнее ограждение в виде однослойного остекления.

Ставни, которые ночью закрывают стену, в другое время суток, лежат на земле и отражают своей поверхностью солнечный свет, направляя его для дополнительного нагрева стеновых цилиндров. Цилиндры, окрашенные в чёрный цвет, поглощают солнечную радиацию, которую посредством излучения, теплопроводности и конвекции передают в жилое помещение.

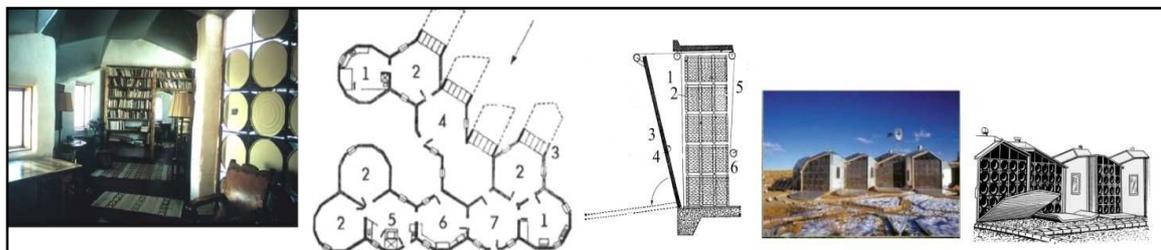


Рисунок 23 Жилой дом Байера, США. План: 1- ванная; 2- спальня; 3- стена из металлических цилиндрических ёмкостей; 4- жилая комната; 5- подсобное помещение; 6- кухня; 7- вестибюль. Разрез: 1- стекло; 2- зачернённая поверхность; 3- изолирующие ставни; 4- отражающие солнечные лучи поверхность; 5- цилиндрические ёмкости (200 л) с водой; 6- ручная лебёдка.

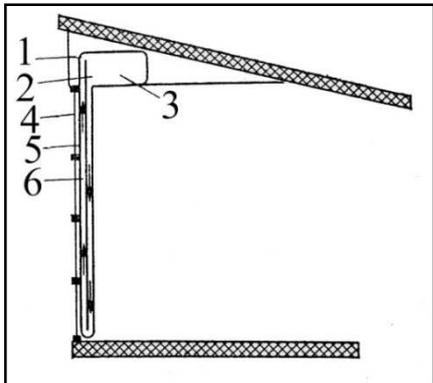
Летом система действует наоборот, – днём ставни поднимают в вертикальное положение, препятствуя проникновению тепла и удерживая прохладу, а ночью изолирующие ставни опускают и цилиндры остывают до ночной температуры воздуха (*Рисунок 24*).

Байер спроектировал ячейку с такой системой и построил из 11 таких ячеек дом, площадью около 190 кв. м. В доме использовали бетонный пол и саманные перегородки.

Дом Байера является оригинальным по решению фасада и интерьера. Цилиндрические ёмкости не полностью закрывают оконные проёмы, и поэтому между ними проходит солнечный свет.

Термосифонная водяная стена

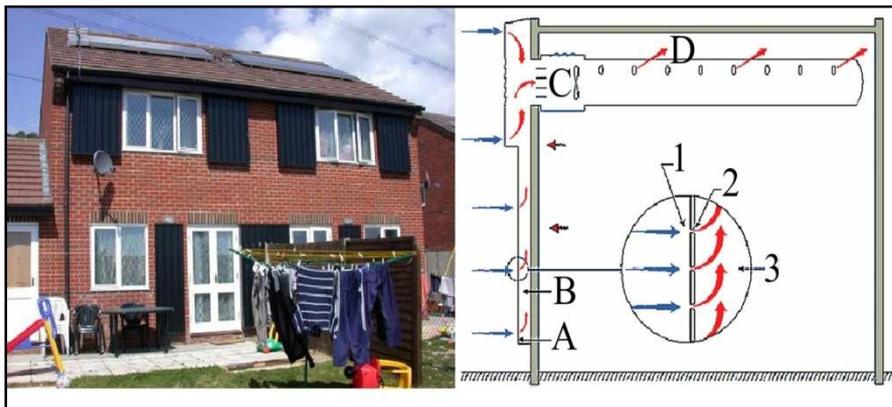
Это система, в которой водяные радиаторы, окрашенные в чёрный цвет, расположены между остеклением южного фасада и внутренним помещением. Вода перемещается по контуру этой системы, благодаря естественной циркуляции, и хранится в баках, которые находятся над этой стеной, в чердачном помещении. Архитектор Андерсен первым построил дом, использующий эту систему, в 1962 году, в городе Одейло. На южной стороне этого дома окна сочетаются с «термосифонной водяной стеной» (*Рисунок 25*).



*Рисунок 25 Жилой дом г. Одейло, Франция.
 1- горячая вода; 2- холодная вода;
 3- теплоаккумулирующий бак с водой;
 4-стекло;
 5-зачернённая теплопоглощающая
 поверхность*

Стена «поглотитель»

Такая стена была применена в домах Паулсгров Квори в Великобритании (*Рисунок 26*).



*Рисунок 26
 Жилой дом в
 пос.
 Паулсгров
 Квори,
 Великобритан
 ии.
 Чёрная
 металличеcka
 я панель (A)*

поглощает солнечную радиацию, подогревая слой воздуха между панелью и наружной стеной здания (1,2,B). Тёплый воздух поднимается и попадет в комнату под давлением двух механических вентиляторов (C,D).

На южном фасаде дома установлены металлические панели, окрашенные в чёрный цвет. Воздух в зазоре между наружной стеной и панелями нагревается от контакта с металлом, поднимается вверх и засасывается в комнату с помощью вентилятора.

Установка таких панелей не более чем на 25-ти % площади южного фасада, позволяет сэкономить около 10% расходов на отопление.

Кроме того, особую популярность приобрела такая «стена-поглотитель» в семьях с большими астмой, так как наблюдается уменьшение числа приступов.

В доме в Паулсгров Квори «стены-поглотители» – это небольшие чёрные рифленые металлические панели на фасаде, расположенные рядом с проёмами с каждой стороны, из-за чего может сложиться впечатление, что это наружные ставни.

Система Лефевра

Это система, в которой остекляется стена второго этажа. На небольшом расстоянии от остекления располагается термоаккумулирующая стена. Тепло накапливается в этой стене, а потом, передаётся промежуточному пространству второго этажа, нагревая термоаккумулирующее межэтажное перекрытие, которое далее, отдаёт тепло жилому помещению на первом этаже.

Типичный пример применения этой системы – дом Лефевра в штате Пенсильвания, построенный в 1954 году. В двухэтажном доме для проживания используется только первый этаж. Площадь дома – 116 кв. м, площадь остеклённой системы отопления – 41,8 кв.м. Около 40 – 50 % всех потребностей в обогреве дома осуществляется за счёт солнечной энергии (*Рисунок 27*).

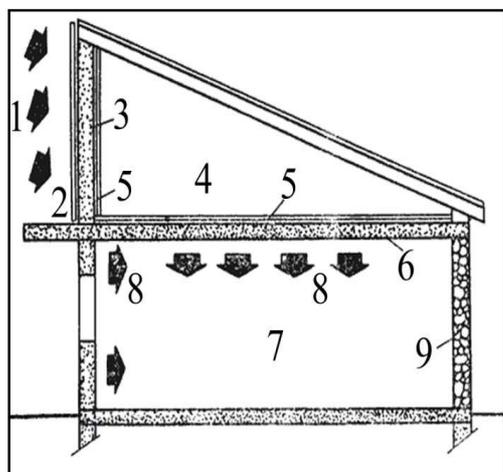


Рисунок 27 Жилой дом Лефевра, штат Пенсильвания, США.

- 1- радиация;
- 2- стекло;
- 3- теплонакопительная стена с наружной поверхностью чёрного цвета;
- 4- промежуточное пространство;
- 5- утеплитель;
- 6- потолок- теплонакопитель;
- 7- жилая комната;
- 8- отдача тепла;

Эта система близка к системе Тромба-Мишеля, только система никак не влияет на интерьер жилых помещений, т.к. теплонакопительная стена расположена на чердачном нежилом помещении.

Система скай-терм (sky-therm)

Эта система основана на принципе попеременного нагревания и испарения.

Поглощение и аккумуляция солнечной энергии осуществляется лотком с водой, глубиной 21 см, установленным на

плоской кровле. Лоток сделан из чёрных полиэтиленовых секций, которые покрываются тяжелыми полиуретановыми пластинами толщиной 4,5 см. Зимним днём лоток открыт и вода нагревается солнечными лучами. Зимней ночью лоток закрыт теплоизолирующей ставней, и дом обогревается через потолок, а летом лоток оставляют открытым ночью и закрывают днём.

Дом с подобной системой был построен Гарольдом Р. Хэем в 1972 году в городе Атаскадеро, Калифорния.

Дом одноэтажный, площадью – 108 кв. м. «На плоской крыше лежат большие чёрные пластиковые маты, наполненные водой. Маты, толщиной около 0,20 м, содержат 26,5 куб. м непроточной воды.... Днём маты с водой открыты, для предотвращения их охлаждения ночным воздухом, закрываются изолирующими панелями, которые надвигаются при помощи алюминиевых зубчатых направляющих. Поэтому, тепло, в основном, передаётся вниз, нагревая металлический потолок дома... Летом осуществляется обратная операция – изолирующие ставни днём закрывают маты, защищая их от горячего солнца, а на ночь они откатываются назад, и чёрные маты излучают тепло в прохладный ночной воздух с тем, чтобы охладить помещения внизу»^[1] (*Рисунок 28*)



Рисунок 28 Жилой дом в г. Атаскадеро, штат Калифорния, США

Системы обогрева (охлаждения) здания посредством ограждающих конструкций здания не получили такого распространения, как системы «гелиотеплиц», хотя принцип систем похож: нагревание воздушной прослойки между стеклом и стеной, передача в жилые помещения этого нагретого воздуха, а также аккумулятирование тепла в стене или крыше (в гелиотеплице – стены, полы или камин). Видимо, наличие дополнительной «летней» зелёной комнаты нравится жителям больше.

¹ Андерсон Б. Солнечная энергия. 1982г

В этих системах можно разделить на три категории:

1) система, нагревающая воздух и сразу передающая его жильцам;

2) система, нагревающая теплоаккумулирующий элемент, а он, в свою очередь, отдаёт тепло потребителю;

3) система, совмещающая в себе предыдущие две.

К первой относится система «стены-поглотителя», ко второй – система Байера, термосифонная система Андерсена, система Лефевра, система «скай-терм», к третьей относится система Тромба-Мишеля.

В системах, где используются стены для обогрева (охлаждения) здания интересными получаются фасадные и интерьерные решения.

Активные системы использования солнечной энергии

Активные системы использования солнечной энергии технически можно разделить на две группы:

- использование солнечных коллекторов;
- использование фотоэлементов.

Солнечные коллекторы

Принцип работы солнечных коллекторов похож на принцип

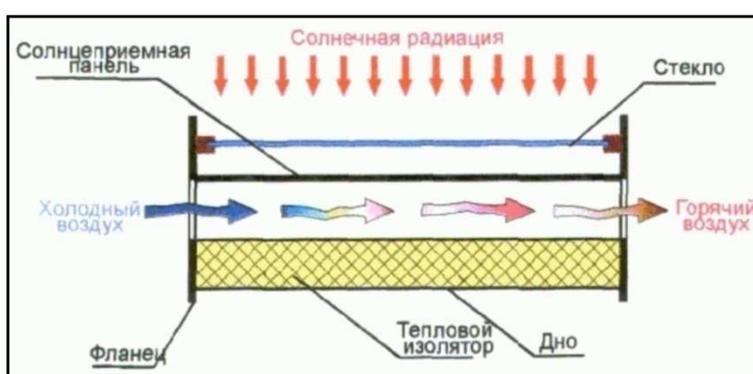


Рисунок 29 Воздушный солнечный коллектор

работы систем «Обогрев (охлаждение) здания через ограждающие конструкции», только здесь не используют конструкции здания. Коллектор – отдельный аппарат, не являющийся частью дома, он может быть как вмонтированным на

конструкции здания, так и быть расположенным рядом с домом. Коллекторы используются для отопления дома и/или для подогрева горячей воды. Коллекторы бывают воздушными и водяными.

Принцип работы воздушного солнечного коллектора (*Рисунок 29*) состоит в следующем:

«Коротковолновое солнечное излучение легко проникает сквозь стекло и нагревает металлическую солнцеприёмную панель, которая, нагреваясь, излучает длинные тепловые волны. Эти волны не могут проникнуть сквозь стекло наружу, таким образом, между стеклом и панелью возникает «парниковый эффект», в результате чего солнцеприёмная панель нагревается до температуры, значительно превышающей температуру окружающей среды. В каналы, образованные рёбрами внутренней поверхности солнцеприёмной панели и изолятором, подается холодный воздух за счет естественной циркуляции или вентилятора. Холодный воздух, соприкасаясь с горячими поверхностями каналов, нагревается и поступает для обогрева помещений или нагрева воды».[²]

Жидкостные коллекторы работают по тому же принципу, что воздушные, только нагревается в них не воздух, а жидкий теплоноситель – вода или специальная незамерзающая жидкость (*Рисунок 30*).

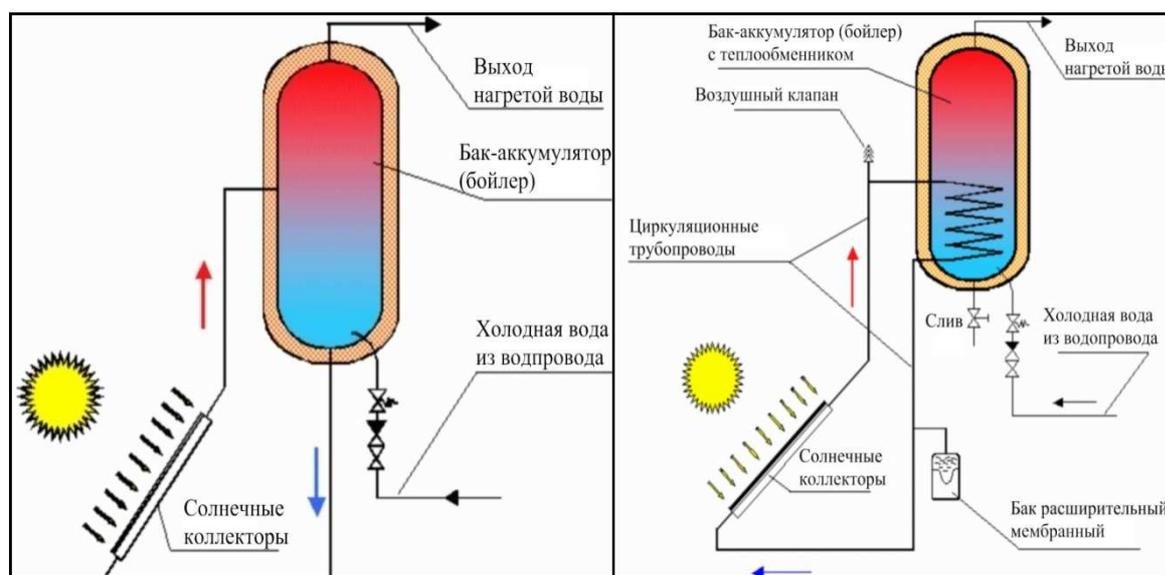


Рисунок 30 Жидкостной солнечный коллектор. Одноконтурная система. Двухконтурная система.

«Примером работы этой системы является одноконтурная система с пассивной циркуляцией теплоносителя.

Коллекторы, бак-аккумулятор и соединительные трубопроводы системы заполнены холодной водой. Солнечное излучение, проходя

² http://www.solarhome.ru/ru/solar/collector/sc_kovrov_air.htm

через прозрачное покрытие (остекление) коллектора нагревает его поглощающую панель и воду в её каналах. При нагреве, плотность воды уменьшается, и нагретая жидкость начинает перемещаться в верхнюю точку коллектора и далее по трубопроводу – в бак-аккумулятор. В баке нагретая вода перемещается в верхнюю точку, а более холодная вода опускается в нижнюю часть бака, т.е. наблюдается расслоение воды в зависимости от температуры. Более холодная вода из нижней части бака по трубопроводу поступает в нижнюю часть коллектора.

Таким образом, при наличии достаточной солнечной радиации, в коллекторном контуре устанавливается постоянная циркуляция, скорость и интенсивность которой зависят от плотности потока солнечного излучения. Постепенно, в течение светового дня, происходит полный прогрев всего бака, при этом отбор воды для использования должен производиться из наиболее горячих слоёв воды, располагающихся в верхней части бака. Обычно это делается подачей холодной воды в бак снизу под давлением, которая вытесняет нагретую воду из бака».[³]

«Работа двухконтурной системы аналогична работе одноконтурной системы, но в системе имеется отдельный замкнутый коллекторный контур, состоящий из коллекторов, трубопроводов и теплообменника в баке-аккумуляторе. Этот контур заправляется специальным незамерзающим теплоносителем. Теплоноситель, после нагрева в коллекторе, поступает в верхнюю часть теплообменника, отдаёт тепло воде в баке-аккумуляторе и, охлаждаясь, движется вниз к входу в коллекторы, осуществляя, при наличии солнечной радиации, постоянную циркуляцию».[⁴]

Для наиболее эффективной работы коллекторов следует определять оптимальный угол наклона солнечных коллекторов по отношению к плоскости земли.

«... в зимнее время оптимальным углом наклона является тот угол, который позволяет максимально улавливать солнечные лучи в полдень, иными словами, в середине дня солнечные лучи падают на установку перпендикулярно.

$A_{opt} = 90^\circ - h_0$ {1}, где h_0 – высота стояния Солнца в полдень

Если учесть, что $h_0 = 90^\circ - f \pm d$ {2}, то формула {1} принимает вид

$A_{opt} = f - (\pm d)$ {3}, где f – географическая широта местности;

d – угол склонения Солнца

³ <http://www.solarhome.ru/ru/solar/passive1.htm>

⁴ <http://www.solarhome.ru/ru/solar/passive1.htm>

угол наклона гелиоприёмников необходимо выбирать из расчёта на максимальное улавливание солнечных лучей в январе. Если учесть, что средний угол склонения в январе $d = 20^\circ$, то формула {3} примет следующий вид:

$$A_{\text{опт}} = f + 20^\circ \quad \{4\}$$

Таким образом, оптимальный угол наклона гелиоприёмника, предназначенного для отопления помещения, – это географическая широта местности, плюс 20° ».[⁵]

Помимо описанных выше плоскостных коллекторов, существуют также фокусирующие коллекторы с концентрирующим устройством. Простейшим концентрирующим устройством являются плоские зеркала, расположенные под углом к основному теплоприёмнику. Линейные концентраторы имеют отражающую поверхность, изогнутую в одном направлении, излучение фокусируется в рефлексирующей трубе, покрытой прозрачной плёнкой для уменьшения потерь тепла. Теплоносителем служит жидкость, точка кипения которой выше предполагаемой температуры в коллекторе. Жидкость – теплоноситель переносит тепло в аккумулятор. Данные коллекторы дороги и эффективны только в широтах с высокой радиацией и большим количеством солнечных дней.

К 90-м годам применение солнечных коллекторов уже перешло из разряда экспериментальных в разряд бытовых.

Разнообразие внешнего вида солнечного коллектора (самой солнцеприёмной поверхности) не велико, а точнее, внешний вид только один – чёрный глянцевый прямоугольник различных габаритов и пропорций. Т.е. солнечный коллектор влияет на экстерьер здания а, также, благодаря солнечному коллектору, в доме появляется новое инженерное оборудование (бак-аккумулятор).

Автором выделены следующие типы домов, использующих солнечные коллекторы (*Рисунок 9*):

- 1) дома с вертикальным коллектором, встроенным в фасад здания;
- 2) дома с наклонным коллектором, встроенным в крышу здания;
- 3) дома с наклонным коллектором на крыше здания;
- 4) дома с наклонным коллектором на участке рядом со зданием;
- 5) дома с системой отражателей.

Дома с вертикальным коллектором, встроенным в фасад здания

⁵ Захидов М. М. Исследование влияния элементов системы солнечного теплоснабжения на объемно-планировочные решения сельских малоэтажных жилых зданий. Диссертационная работа на соис. уч. степ. канд. арх., М., 1982

Примером использования солнечных коллекторов на фасаде дома является «энергоавтократический» (энергонезависимый) дом во Фрайбурге в Германии (*Рисунок 31*).



Рисунок 31 Жилой дом г. Фрайбурге, Германия.

Это первый дом, построенный в Германии, который полностью обеспечивает собственные энергозатраты за счёт солнечной энергии.

Южный фасад здания полуцилиндрической формы полностью, за исключением дверей и окон, оборудован коллекторами, которые, в зависимости от времени суток и ориентировки по направлению к солнечным лучам, вырабатывают или не вырабатывают тепло. Такая форма фасада позволяет максимально использовать инсоляцию с высоким коэффициентом полезного действия.

Полностью покрытый коллекторами южный фасад (за исключением, конечно, окон и дверей) создаёт впечатление от коллекторов, как о своеобразном облицовочном глянцевом материале.

Дома с наклонным коллектором, встроенным в крышу здания

Вариант здания с коллектором, расположенным на крыше, показан на примере жилого дома, построенного в Милтон Кейнс, Великобритания (*Рисунок 32*).



Вышеуказанный дом построен из строительных материалов с теплоизоляционными свойствами выше средних, для подогрева воды в доме используются солнечные коллекторы, а для обогрева помещений – пассивный солнечный нагрев

(гелиотеплица). Применение материалов с высокими теплоизоляционными свойствами, гелиотеплицы и солнечных коллекторов позволило сократить расходы на содержание дома на ~ 30%.

Солнечные коллекторы вмонтированы в ту часть крыши, которая закрывает гелиотеплицу, делая её ещё большим акцентом на южном фасаде здания.

Дома с наклонным коллектором на крыше здания

Примером подобного типа домов являются блокированные жилые дома в Майденхате, в Великобритании (Рисунок 33).



Рисунок 33 Жилой дом в Майденхате, Великобритания

На крыше домов установлены выступающие конструкции, в которые вмонтированы коллекторы для подогрева воды (3,3 кв. м – на каждый дом). С помощью коллекторов потребности в горячей воде обеспечиваются на 80%.

В этих домах, кроме использования материалов с высокими теплоизоляционными свойствами, дополнительную теплоизоляцию даёт озеленение крыши.

Ещё экономию расходов на отопление приносит гелиотеплица.

Дома с наклонным коллектором на участке рядом со зданием



У дома-башни в Альбионе, Калифорния, США жидкостной коллектор расположен у здания на южном склоне холма (Рисунок 34). Из коллектора

Рисунок 34 Жилой дом в штате Калифорния, США

нагретая вода поднимается по трубам в полу.

Дома с системой отражателей

Для улучшения рабочих характеристик коллектора можно использовать отражатели, которые увеличивают количество солнечной энергии, поступающей на коллектор. Джеральдом Фалбером была придумана система «отражающей пирамидальной оптики». В основании пирамиды устроена крышка с плоским зеркалом на петлях. В солнечную погоду наклон крышки можно регулировать, чтобы получить максимальное отражение через раскрытый зев на поверхность поглотителя. Благодаря такой системе, концентрацию солнечной радиации можно увеличить в два – четыре раза. Ещё одним плюсом этой системы является то, что этой отражающей панелью можно закрывать коллектор для решения проблемы замерзания коллекторов водяного типа.

Отражателями оснащены вертикальные и наклонные коллекторы, установленные на южном фасаде жилого дома в Вермонте, США, архитектора Шаннона.

Также они оснащены системой поворотных механизмов, отслеживающих движение солнца для получения максимума радиации. Северная сторона дома – это многоярусный гравийный аккумулятор (*Рисунок 35*).

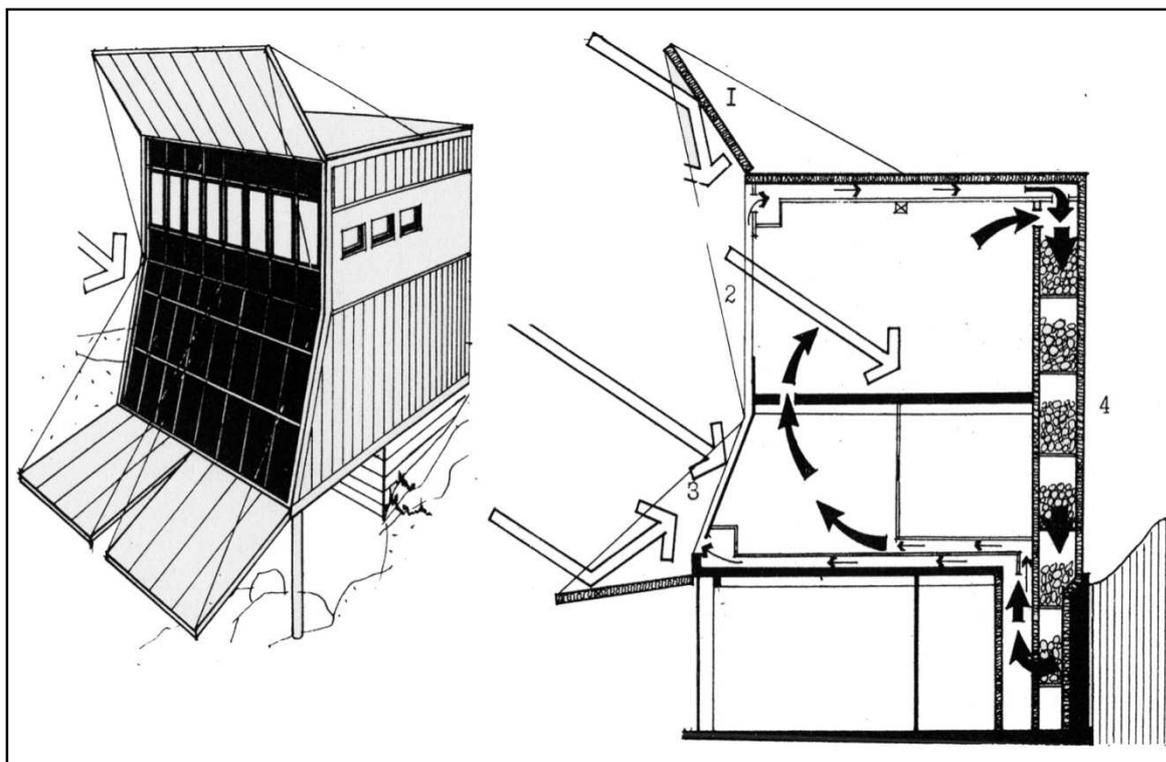


Рисунок 35 Жилой дом в Вермонте, США. 1- отражатель; 2- остекление; 3- воздушный коллектор; 4- гравийный аккумулятор.

Этот тип довольно сложен и редко используется. Коллекторы с отражателями могут быть установлены как на крыше, так и на фасаде.

Солнечные коллекторы подобного типа домов не только влияют на внешний вид дома, но также разнообразят экстерьер дома в зависимости от времени суток (на ночь отражатели закрывают солнечные коллекторы). Т.е. в доме появляется многофункциональный элемент (днём – отражатель, ночью – теплоизоляционная ставня).

К установке на дом солнечных коллекторов нужно подходить не только с инженерной точки зрения (оптимальное направление, угол наклона), но и с эстетической, т.к. от них будет зависеть тот внешний вид, который приобретает здание с коллекторами.

Коллектор – это чёрный, непрозрачный глянцевый прямоугольник на фасаде, на крыше здания или рядом с ним. Комбинация этих прямоугольников может улучшить или ухудшить внешний образ здания, может создать «нужные» акценты или добавить «изюминку». Поверхности, полностью «отделанные» коллекторами могут создавать впечатление поверхностей отделанных «специфическими» отделочными материалами.

Использование фотоэлементов

Фотоэлемент – это электронный прибор, который преобразует энергию поглощаемых им фотонов (энергию света) в электрическую энергию. В фотоэлементах, когда солнечный свет попадает на специальный проводящий материал (кремний), генерируется электрический ток. Поток энергии отводится в аккумулятор на хранение или непосредственно в электрические сети. Существует несколько типов фотоэлектрических элементов:

- монокристаллические кремниевые;
- поликристаллические кремниевые;
- тонкоплёночные.

Последние, хотя и имеют меньшую эффективность, чем кремниевые, становятся всё более распространёнными, так как в их составе содержится всего 1% кремния.

Первым домом, в котором использовалась энергия солнечной радиации с преобразованием её в электрическую, является дом Делаверского Университета, Института энергетики, в США, в 1973г. Общая жилая площадь дома составляла 132 кв. м. В нём сочетается использование солнечных коллекторов (общая площадь 82 кв. м) с панелями фотоэлементов – солнечными ячейками. Эти ячейки вырабатывают 56 Вт/ч.

Панель фотоэлементов состоит из нескольких модулей. Эти модули могут быть интегрированы в ограждающие конструкции здания. Из-за этого типы зданий, использующих фотоэлементы для преобразования солнечной энергии, можно разделить на две группы:

- 1) дома, к конструкциям которых прикреплены панели модулей фотоэлементов;
- 2) дома с модулями фотоэлементами, которые вмонтированы в ограждающие конструкции.

Эти две группы можно классифицировать на типы по размещению фотоэлементов (*Рисунок 9*):

- 1, 2) – на крыше здания (плоской или скатной);
- 3, 4) – на фасадах здания (наклонном или вертикальном);
- 5) – на отдельных элементах здания (например, козырьках);
- 6) – панели, расположенные рядом со зданием.

Дома, к конструкциям которых прикреплены панели фотоэлементов

Примером использования панелей фотоэлементов на плоской крыше являются дома в Эттен-Лоер, в Голландии (*Рисунок 3б*).



Рисунок 36 Жилой дом в Эттен-Лоер, Голландия

На первом этаже домов расположены общая комната и кухня, на втором – три спальни и ванная комната, а на третьем этаже – гостевая комната с террасой.

Эти дома покрыты «энергетической» крышей, удерживающей модули панелей фотоэлементов на площади 45 кв. м. Панели фотоэлементов установлены, как перголы, и, независимо от ориентации дома, могут располагаться под наиболее выгодным углом по отношению к солнцу.

Конструкция «энергетической крыши» позволяет легко монтировать или демонтировать модули панелей. Данный проект показывает, как с помощью нового дизайна модулей панелей фотоэлементов, можно разнообразить плоскую кровлю.

Данный тип расположения панелей фотоэлементов на доме может влиять на экстерьер здания.

Самым распространенным видом монтажа панелей фотоэлементов на здании является прикрепление их на скатную крышу.

Панели могут создавать вид сплошного покрытия крыши как, например, в жилых домах «Джерси» в Амерсфурте, Голландия (*Рисунок 37*) или же монтироваться только на часть крыши, как в жилых домах «Каскадные» там же (*Рисунок 38*).

В Амерсфурте был проведён экспериментальный крупномасштабный проект 1МВт фотоэлементной системы на примере жилого района с 500 домами с различными панелями фотоэлементов. Одной из задач (помимо технических) была демонстрация архитектурного потенциала панелей фотоэлементов.

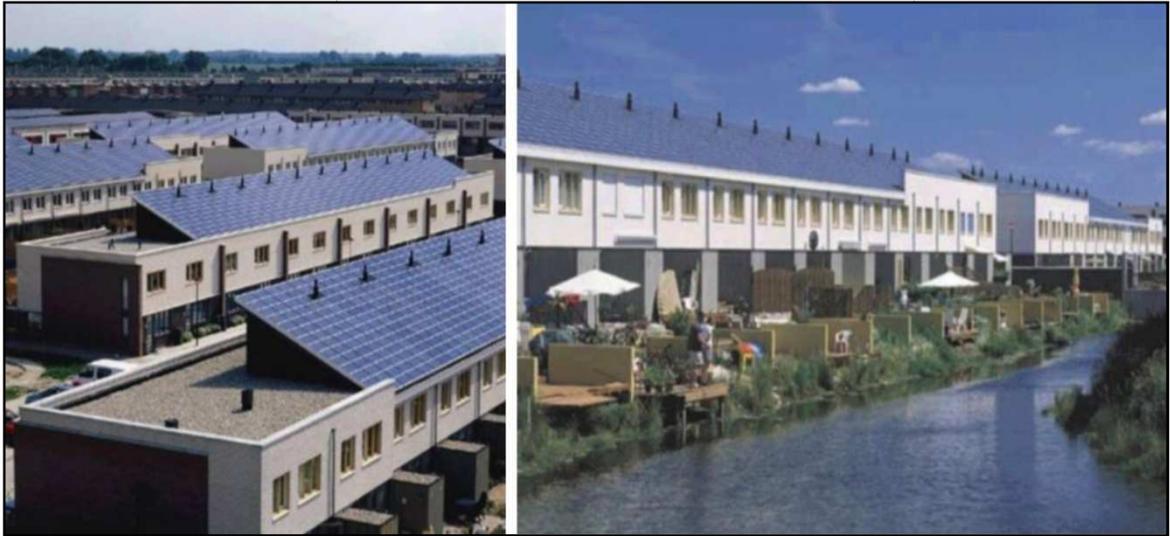


Рисунок 37 Жилые дома «Джерси» в Амерсфурте, Голландия



Рисунок 38 Жилые дома «Каскадные» в Амерсфурте, Голландия

При проектировании домов с панелями фотоэлементов на фасаде здания, благодаря различным по цвету и форме панелям фотоэлементов (*Рисунок 39*), глухие фасады зданий можно решать необычно, делая их более яркими, приковывая к ним взгляд прохожих.

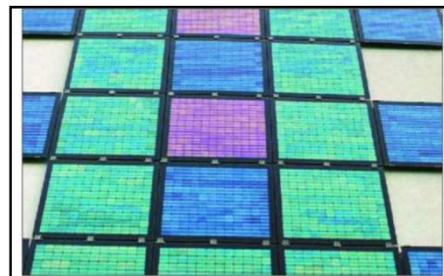
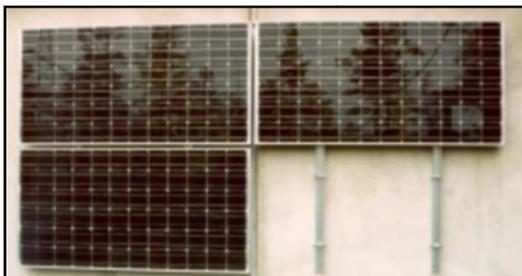


Рисунок 39 Примеры расположения, монтажа и цветовых решений панелей с фотоэлементами на вертикальном фасаде

Примером применения панелей фотоэлементов на наклонном фасаде могут служить дома в Лейдене (Голландия) (*Рисунок 40*).



Рисунок 40 Жилой дом в Лейден, Голландия

В пяти домах в Лейдене, в Голландии, установили панели фотоэлементов вместо ранее установленных коллекторов горячей воды. Дома были построены в 1977г., они были первыми домами в Голландии,

которые использовали активную солнечную систему для горячей воды и отопления. За прошедшие годы, большая часть систем была выведена из строя и работала неправильно.

В процессе реконструкции были не только заменены солнечные коллекторы, но увеличено жилое пространство, за счёт террас, мансардных окон и пристроек к комнатам. Исходя из просьб жителей (мансардные окна, пристройки к комнатам), фасад поделили на пять зон, где панели фотоэлементов занимают только три зоны, а две зоны оставлены свободными, чтобы не мешать новым изменениям. Площадь, занимаемая панелями фотоэлементов, довольно большая, на каждый дом приходится по 48 панелей, которые вырабатывают, в общем, около 2,3 кВт/час.

Цель данного проекта – улучшить опыт архитектурной и конструктивной интеграции панелей фотоэлементов в уже существующие здания, принимая в расчет индивидуальные требования жителей.

Панели фотоэлементов, конечно, влияют на экстерьер дома: на пластику фасада, на его цветовое решение.

Часто панели фотоэлементов размещаются на солнцезащитных козырьках, т.к. это удобное расположение, и они оптимально ориентированы по солнцу.

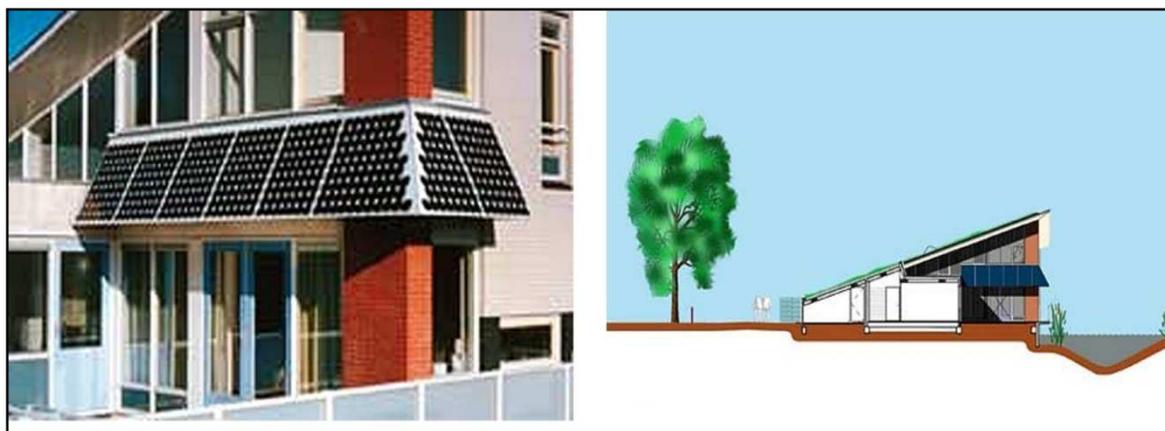


Рисунок 41 Жилой дом в Ритланде, Голландия

Пример этого – дома в Ритланде, в Голландии (*Рисунок 41*).

В данном проекте панели фотоэлементов встроили в козырек, который защищает от солнца летом жилую комнату, расположенную на южной стороне здания. С технической точки зрения, такая ориентация панелей не оптимальна, но, с точки зрения дизайна дома и фасада, по мнению авторов, интеграция выглядит хорошо.



Рисунок 42 Жилой дом в Германии

На *Рисунок 42* изображён дом, а рядом с ним довольно большая конструкция с панелями фотоэлементов. Конструкция двухосная с возможностью вращения модулей в двух плоскостях – вертикальной и горизонтальной. Номинальная мощность всей установки 4,83 кВт.

В данном случае панель фотоэлементов влияет на планировку участка.

По типологии домов, дома с панелями фотоэлементов очень близки к домам с коллекторами.

Классифицируются они по тому, где и как располагаются панели. Часто на конструкции дома рядом с коллекторами крепятся панели с

фотоэлементами. Но, в отличие от коллекторов, панели имеют большее разнообразие в цвете (коллекторы – только чёрного цвета).

Дома с модулями фотоэлементов, которые вмонтированы в ограждающие конструкции

Модули фотоэлементов находятся в плоскости того элемента, в который они вмонтированы, и могут не отличаться от этого элемента по цвету. Единственное различие – это блеск. Модуль фотоэлементов более блестящий.

Кровельные материалы могут быть частично или полностью панелью фотоэлементов. Этот кровельный материал (черепица, или гибкая черепица) внешне мало отличается от обычного (только цветом, а иногда только блеском).



Рисунок 43 «Панда-дома» в Хайдервийке, Голландия

Примером является «Панда-дома» в Хардервийке, Голландия. Это блокированные дома для семей пожилых людей. В его крышу, с небольшим уклоном, покрытой гибкой черепицей местами встроены модули фотоэлементов. Т.к. модули вмонтированы в черепицу, то место, где расположены модули, выделяется только цветом и блеском, в сравнении с другим покрытием крыши. Площадь модулей 4 кв. м. на каждый дом (*Рисунок 43*).

Модули фотоэлементов могут быть вмонтированы либо в панели, которые выступают в виде ограждающих конструкций, либо в остекление.



Рисунок 44 Дом в Эбнат-Капелле, Швейцария

Дом в Эбнат-Капелле, в Швейцарии вытянут по форме с востока на запад и на его южном фасаде окна чередуются со стеклянными панелями фотоэлементов (*Рисунок 44*). Модули фотоэлементов немного прозрачны и пропускают в помещения приглушённый свет, что придаёт интерьеру дома красивый вид.

Использование вмонтированных в остекление модулей фотоэлементов даёт возможность создавать различные рисунки из этих модулей, видимые, как и снаружи, так и изнутри (*Рисунок 45*).

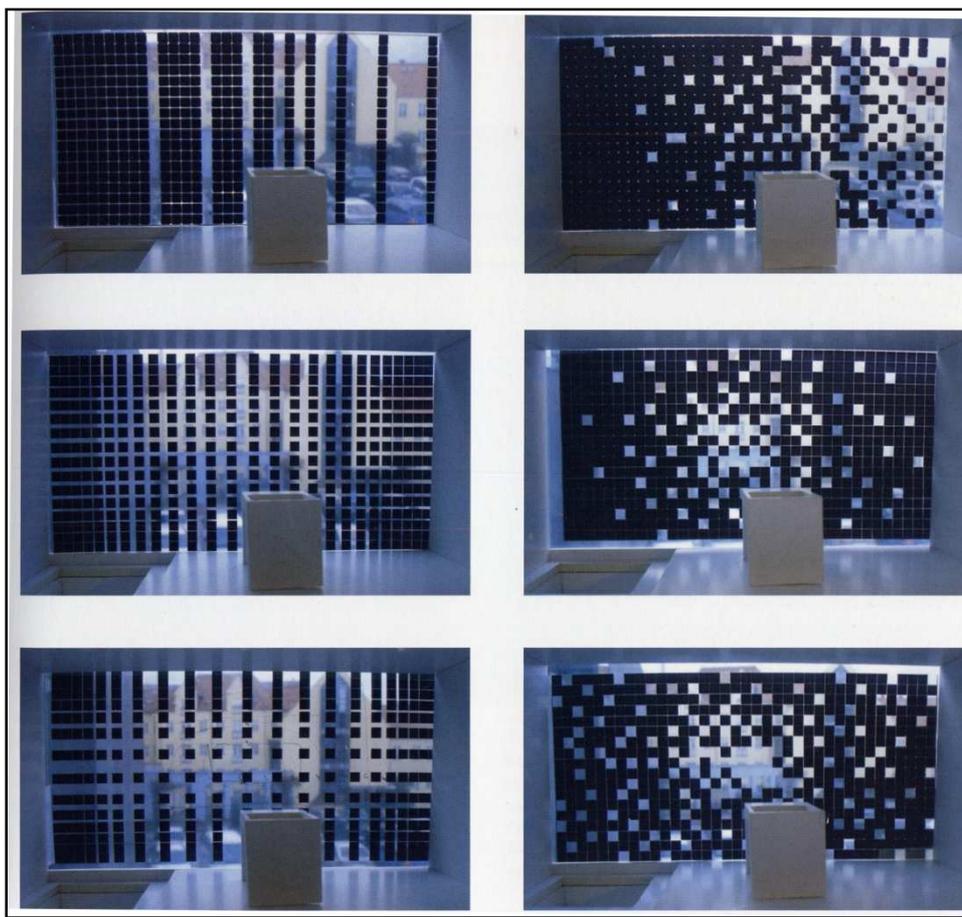


Рисунок 45 Вид остекления с «вмонтированными» в него фотоэлементами

Представляет интерес использование такого «энергетического остекления» не только на фасадах, но и в световых проёмах крыши, которые могут использоваться ещё в качестве затенения от солнца, поэтому подобный тип использования модулей фотоэлементов распространён для козырьков и навесов от солнца. В данном случае используются они с двойной выгодой – как затенение и как источник энергии.

Вмонтированные в здание модули фотоэлементов дают большой спектр разнообразных решений. Разные фирмы предлагают фотоэлементы в виде лёгких, эластичных и прочных кровельных ограждающих конструкций, а также несущих стен-перегородок для фасадных работ. Эти новинки делают фотоэлементы более привлекательными при включении их в состав строительных материалов.

Использование панелей фотоэлементов при проектировании зданий не ограничивает фантазию архитектора, а, наоборот, приносит возможности для новых интересных решений.

Гелиослежение

Отдельно следует отметить дома, в которых для улучшения эффективности работы систем сбора солнечной энергии были предусмотрены следующие архитектурно-строительные приёмы:

– введение коллектора, следящего за солнцем;

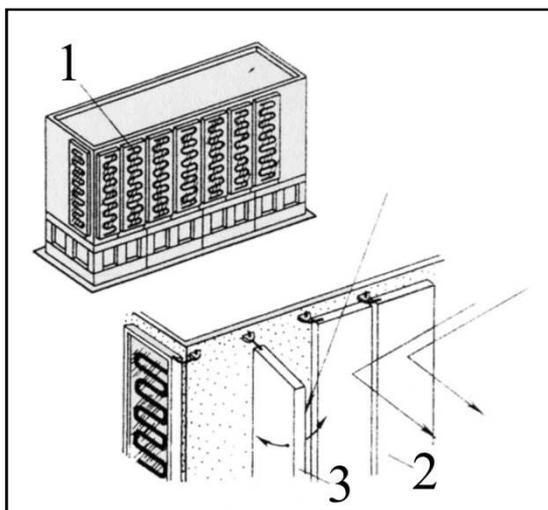


Рисунок 46 Панельно-поворотный коллектор.

1 – коллектор;

2 – отражатель;

3 – поворотный-защитный элемент

– вращение энергоактивного здания в режиме слежения за солнцем или иные циклические перемещения, увеличивающие эффективность поглощения и аккумуляции солнечной энергии.

Таким образом, все дома с системой гелиослежения, можно разделить на те, у которых есть элементы с системой гелиослежения, и дома, которые полностью участвуют в системе гелиослежения.

Максимальный эффект использования солнечной энергии достигается тогда, когда солнечные лучи падают на поверхность солнцеприёмника под прямым углом. Поэтому лучшим решением является возможность дома или солнцеприёмника поворачиваться вслед за перемещением светила.

Примером первой группы является панельно-поворотный коллектор (*Рисунок 46*), который прикрепляется к фасаду здания и поворачивается в зависимости от времени суток.

Примером второй группы является дом «Гелиотроп», расположенный во Фрайбурге, в Германии (*Рисунок 47*).

Указанный дом полностью обеспечивает себя тепловой и электрической энергией.

Дом состоит, в общем, из трёх элементов: подземная часть дома – площадью 75 кв. м; соединительная труба (ось вращения), с необходимым механизмом поворота для надземной части здания, и поворачивающаяся надземная часть.

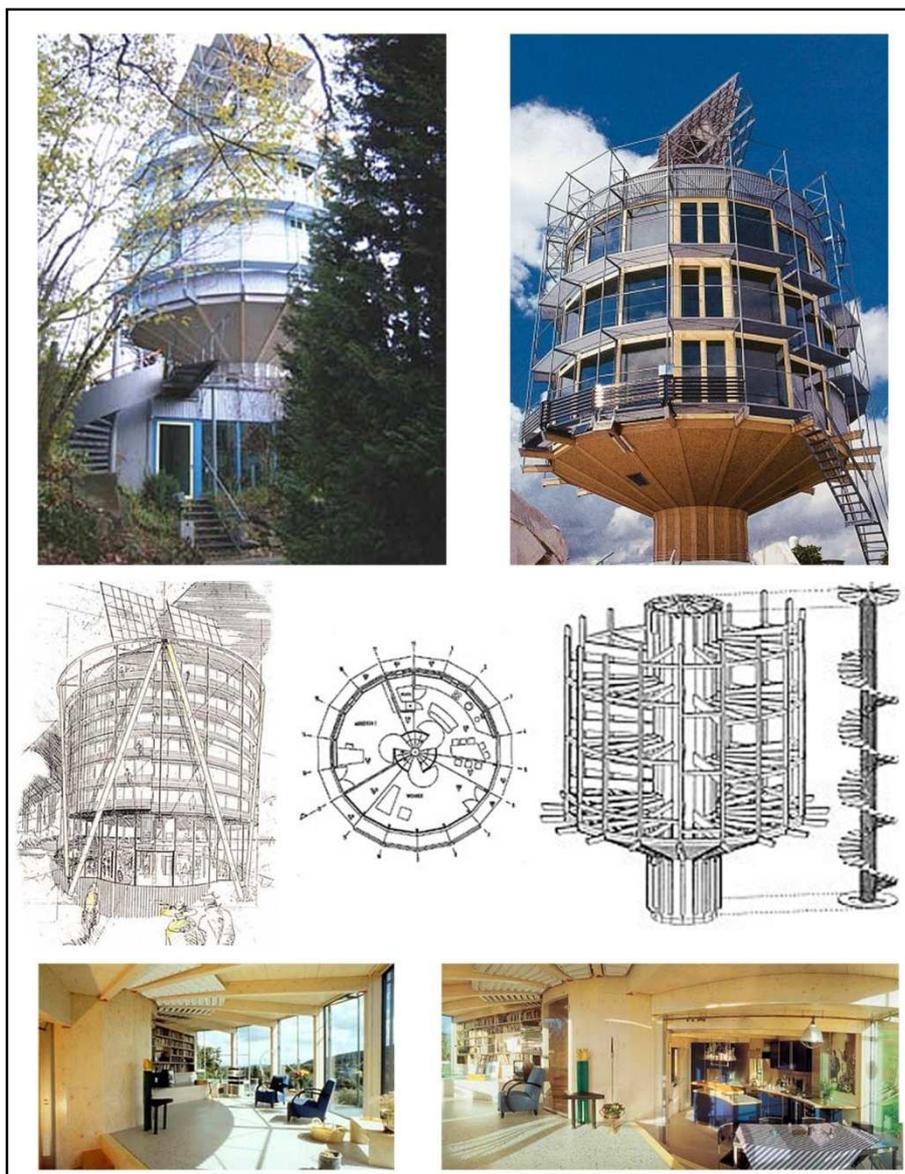


Рисунок 47 Дом «Гелиотроп», Фрайбург, Германии

Все помещения надземной части здания соединены через винтовую лестничную клетку. Помещения находятся на разных уровнях и поднимаются по ходу лестницы на 90см.

Энергетическая концепция базируется на вращающейся надземной части дома, которая, с одной стороны, остеклена теплоизоляционным стеклом, а с другой стороны, изолирована материалами с хорошей теплоизоляцией. Таким образом, застекленный фасад, в период отопления, может следовать за солнцем и максимально использовать солнечную энергию, а в летний период, застекленный фасад может быть отвернутым от солнца, чтобы избежать перегрева.

На крыше дома установлена конструкция с фотоэлементами, которая тоже поворачивается вслед за солнцем.



Рисунок 48 «Дом Гемини», Австрия

Другим примером дома с системой гелиослежения является «дом Гемини» в Австрии. Это первый дом в мире, который аккумулирует энергии больше, чем нужно для энергообеспечения дома (*Рисунок 48*). Это происходит из-за того, что дом двигается вслед за солнцем, отслеживая его в течение дня.

Дом выполнен в виде цилиндра на вращающейся платформе и двигается, благодаря системе блоков намагниченных колес. Система блоков подвигает дом на 2 см в минуту, потребляя при этом 140 Вт электроэнергии. Дом поворачивается по своей оси с максимальным углом 200° , а ночью возвращается в исходное положение.

В здании установлены большие панели с модулями фотоэлементов (80 кв. м) и солнечные коллекторы для горячей воды, они производят необходимую энергию. Панели фотоэлементов и солнечные коллекторы поворачиваются, благодаря системе блоков из 6 намагниченных колес. Данные, поворачивающиеся, солнечные панели вырабатывают электроэнергии на 55% больше, чем такие же стационарные панели, из-за того, что вращающиеся панели находятся в наилучшем расположении по отношению к солнечным лучам.

Кроме того, в доме используется эффективная вентиляционная система и применены материалы с теплоизоляцией выше средней. Все системы в доме контролируются компьютером.

В плане, дом – круглый. На первом этаже находится круглая жилая комната, а на втором – две полукруглые комнаты. На крыше вращающейся части дома вмонтированы панели фотоэлементов, площадью – 54 кв. м.

Надо заметить, что дома с системой гелиослежения чаще всего круглые в плане. Это объясняется тем, что дом вертится вдоль вертикальной оси. Возможны варианты, когда система гелиослежения либо находится на доме, тогда форма дома не зависит от вращения, либо дом находится на платформе, круглой в плане, которая вращает дом, а сам дом какой угодно в плане, ограниченный только площадью этой платформы. Элементы с системой гелиослежения, не обязывают наличие цилиндрической вращающейся платформы. К зданию монтируются коллекторы, которые вращаются, изменяя внешний облик здания в зависимости от времени года (или суток).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В малоэтажном жилом доме можно использовать перечисленные ниже возобновляемые источники энергии:

- низкопотенциальная тепловая энергия (почвы и грунта, зданий и помещений, сельскохозяйственных животных);

- энергия биомассы: отходы (сельскохозяйственные, лесного комплекса, твердые и жидкие коммунально-бытовые и промышленные отходы);

- энергия водных потоков на суше (гидроэлектростанции, мощностью менее 1 МВт (миниГЭС, микроГЭС);

- энергия ветра;

- энергия солнца.

Выбор вида возобновляемого источника энергии зависит от местных условий:

- а) для теплового насоса – наличие источника тепла (водоём, тепло от предприятий, тепло от канализации, и, конечно, всегда есть земля, на которой стоит дом).

- б) для производства биогаза – большое количество отходов, в первую очередь сельскохозяйственных.

- в) для проектирования мини-ГЭС – наличие поблизости с участком реки или ручья. В зависимости от месторасположения участка и рельефа выбирается тип работы ГЭС и планировка участка.

- г) для проектирования ветровой установки – наличие сильных постоянных ветров. Но, в местах, где нет сильных ветров, возможно использование роторных тихоходных установок, которые можно устанавливать на конструкциях дома.

д) для проектирования солнечных установок – местности, с большим количеством солнечных дней в году. При этом необходимо отметить, что не в промышленных масштабах, на малоэтажных жилых домах солнечные установки используются повсеместно. Помимо специальных установок для улавливания солнечной радиации активно используется в малоэтажном строительстве пассивный сбор солнечной энергии. Это объясняется, прежде всего, огромным опытом традиционных жилищ.

Среди малоэтажных жилых домов, использующих возобновляемые источники энергии наиболее многочисленна классификация малоэтажных жилых домов, использующих энергию солнца. Существует огромное разнообразие способов сбора солнечной энергии: от простого – передача и хранение тепла в конструкциях дома, до более сложных – превращение солнечного излучения в электричество и систем гелиослежения.

В практике архитектурного проектирования малоэтажного жилого дома рекомендуется учитывать следующие направления разработок, связанных с использованием возобновляемых источников энергии (*Рисунок 49,47*).

Экологические проблемы и возрастающий дефицит энергии требуют новых решений в архитектуре малоэтажного жилого дома. Вкладом архитектуры в защиту окружающей среды является создание зданий, которые бы уменьшали затраты энергии на отопление, горячую воду, электрический ток из традиционных источников энергии. Это возможно, благодаря лучшей теплоизоляции зданий, оптимизации технических процессов, применения энергосберегающих решений при проектировании зданий, оснащения зданий приборами по улавливанию энергии от возобновляемых источников и их дальнейшей переработки для потребителя.

Использование в архитектуре малоэтажных жилых домов указанных направлений и приёмов использования возобновляемых источников энергии позволит создать на практике жилые малоэтажные дома нового поколения, отличающихся экологической эффективностью, индивидуальностью внешнего облика и высоким архитектурно-эстетическим уровнем.

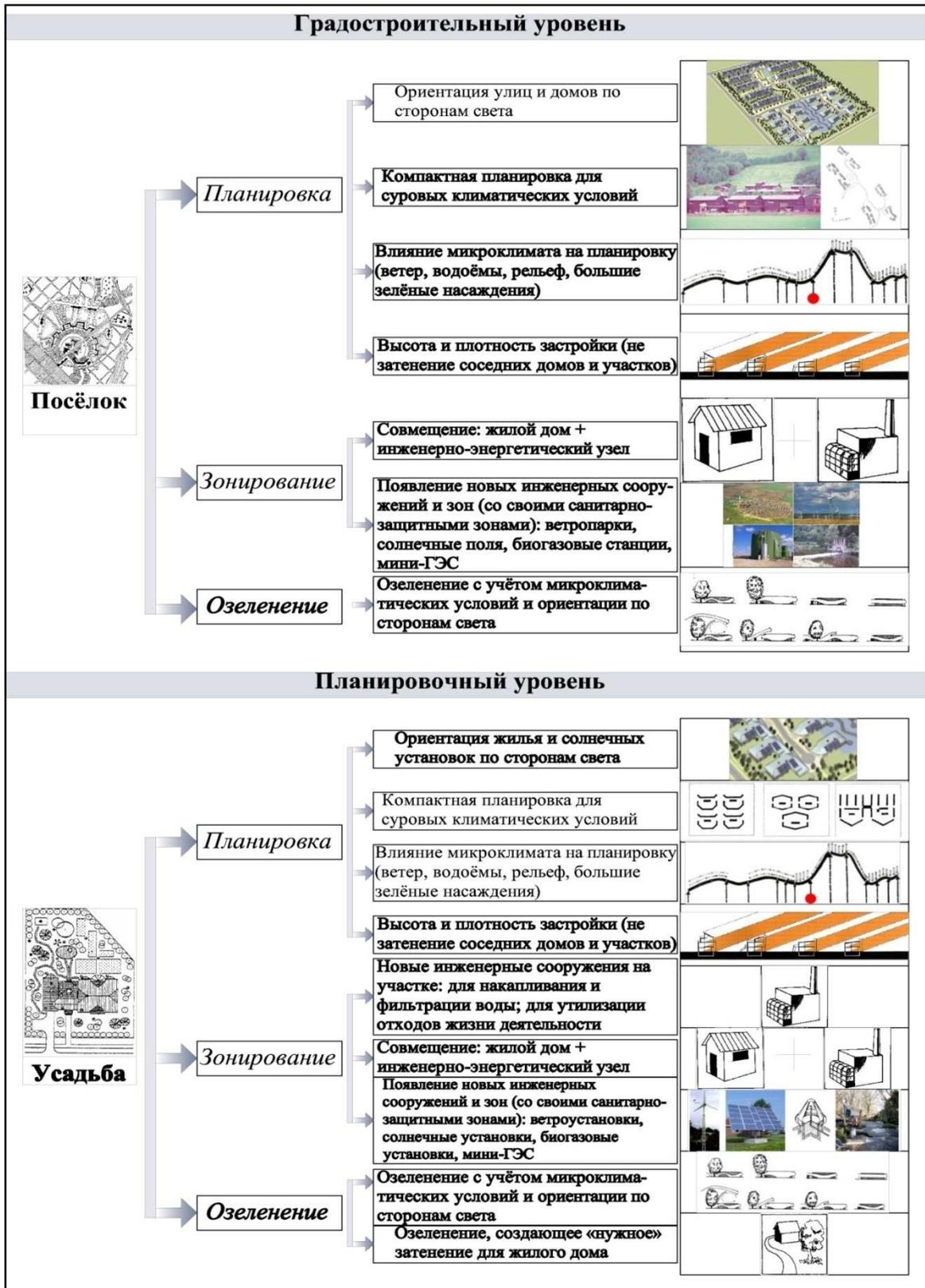


Рисунок 49

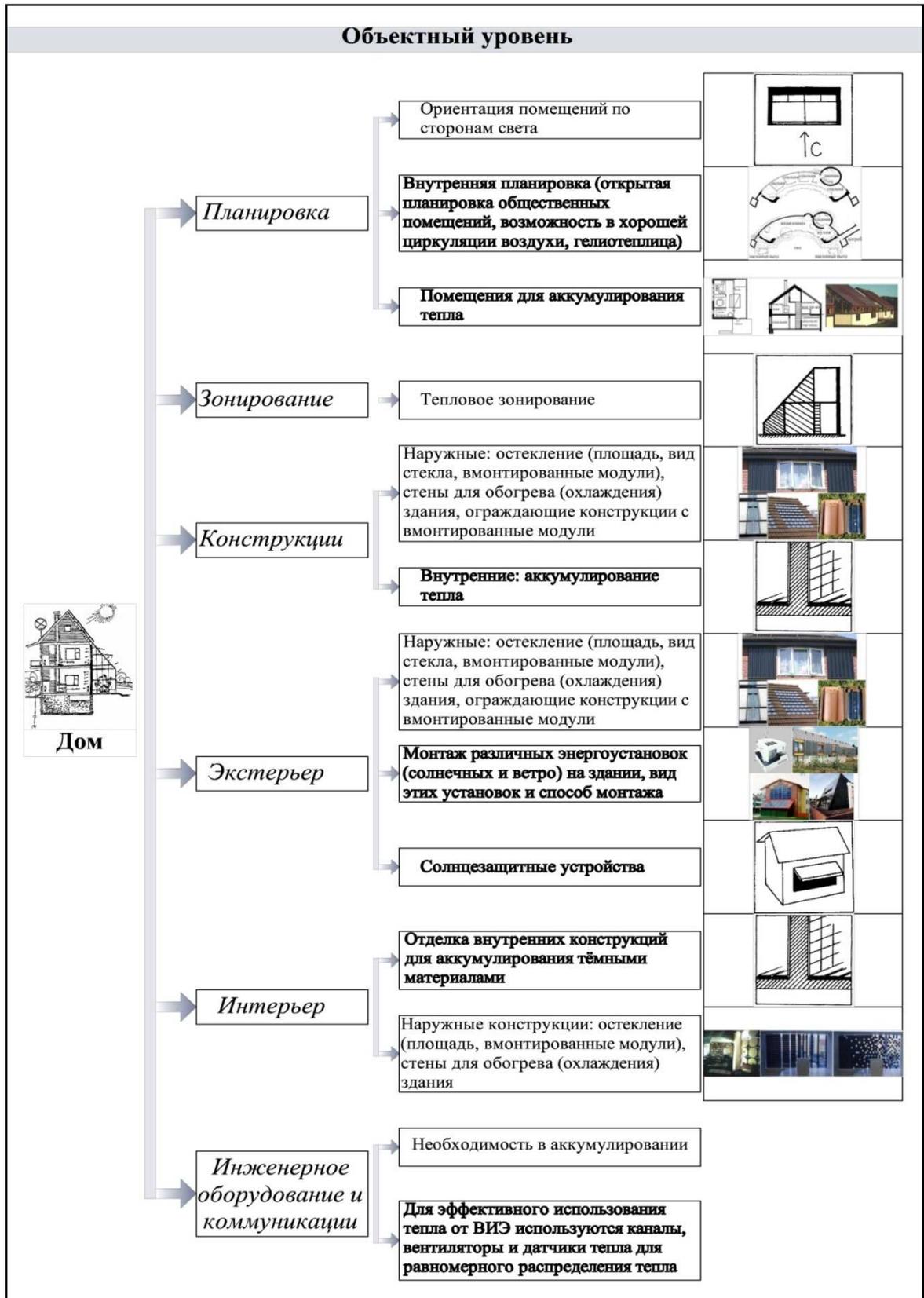


Рисунок 50

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева О. К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Диссертационная работа на соис. уч. степ. канд. арх., М., 2009
 2. Гераскин Н. Н. Планировка и застройка фермерских усадеб. М., 2006
 3. Зоколей С. В. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой. М., 1984
 4. Лицкевич В. К. Проблемы экологичного жилища. Сб. науч. трудов. М., ЦНИИЭПжилища 1991
 5. Лопаткина Е.У. Загородное имение с приусадебным хозяйством. Учебное пособие. МАРХИ, М., 2013
 6. Масленников Н. И. Жилые дома с использованием солнечной энергии для отопления в условиях Севера. Диссертационная работа на соис. уч. степ. канд. арх., М., 1985
 7. Новиков В. А. Архитектурная организация сельской среды. М., 2006
 8. Полуй Б. М. Основы архитектурного формообразования в суровом климате (экологические аспекты). Уч. пособие. Новосибирск, 1989
 9. Сапрыкина Н. А. Основы динамического формообразования в архитектуре М., 2005
 10. Сарнацкий Э. В., Селиванов Н. П. Энергоактивные здания. М., 1988
 11. Сахаров А. Н. Архитектура сельского жилища для Севера. Диссертационная работа на соис. уч. степ. док. арх., М., 1989
 12. СНиП 2.08.02-89. Жилые здания. М., 1989
 13. СНиП 23.01-99. Строительная климатология. М., 1999
 14. СНиП 31-02-2001 Дома жилые многоквартирные. М., 2001
 15. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М., 2003
 16. *Okologi og arkitektonisk kvalitet.* Anna Beim, Lena Larsen, Natalie Mossin Arkitektens Forlag. Danmark, 2002
 17. *Solceller+Arkitektur.* Arkitektens Forlag. Danmark 2004
 18. *Sue Roaf Ecohouse 2. A Design Guide.* London, 2003
- Интернет-ресурсы:*
19. www.architech.co.uk/intro.htm – сайт архитектурного бюро «Bree Day Partnership», Великобритания, 2004
 20. www.bear.nl – сайт нидерландских архитекторов, Нидерланды, 2000
 21. www.energie-projekte.de – сайт инновационных энергопроектов Карлсруе, Германия, 2008

22. www.oekosiedlungen.de – сайт 181 «экологических» поселков Германии, Германия, 2008
23. www.rolfdisch.de – сайт немецкого архитектора Р. Диша, Германия, 2008
24. www.solarhome.ru – сайт «Ваш Солнечный Дом» М., 2008
25. www.sustainablehomes.co.uk – сайт экологических домов Великобритании, Великобритания, 2007
26. www.technologycentre.org – Ежеквартальный информационный бюллетень «Возобновляемая энергия» М., 2006. файл: June_2006.pdf
27. www.transform.ru – Статья в Информационном портале, «Природно-технические системы энергетике» Масликов В.И., Фёдоров М.П. Известия Академии Наук. М., 2006
28. www.zedfactory.com – сайт архитектора Б. Данстера, Великобритания, 2008

Учебное издание

Маркова Ольга Константиновна

Архитектура малоэтажных жилых домов с использованием
возобновляемых источников энергии.

Подписано в печать 28.05.2014.

Издательство «Полиграфия МАРХИ»
107031, Москва, ул. Рождественка, 11.