

Глава 1

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ И АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

Граждане РФ практически ежедневно ощущают проблемы, вызванные кризисом теплоэнергетического комплекса страны. Тарифы на энергоносители постоянно возрастают. К сожалению, наше общество пока так и не научилось экономно использовать имеющиеся ресурсы: в России отсутствует должная координация в деятельности всех структур, причастных к этой проблеме. Поэтому неотложная задача настоящего времени заключается в том, чтобы за счет внедрения энергосберегающих технологий существенно снизить удельное энергопотребление в строительстве, на транспорте и в ЖКХ.

Градостроительные решения, предлагаемые отечественными специалистами

Во второй половине XX века на территории СССР, практически во всех крупных и средних городах, велось массовое жилищное строительство по типовым проектам индустриальных серий. За истекшие 40–50 лет эксплуатации большая часть этих домов устарела как морально, так и физически, и в настоящее время нуждается в безотлагательной реконструкции. Эксплуатационное энергопотребление существующих жилых и общественных зданий в России примерно в 3 раза превышает аналогичные показатели в технически развитых странах со сходными природно-климатическими характеристиками. Более того, многие здания, построенные в конце 1950–1960-х годов, на сегодняшний день являются ветхими и аварийными.

За последние 10–15 лет осуществлялись теоретические разработки, активно обсуждались энергосберегающие программы, был построен ряд экспериментальных объектов. Изучая зарубежный опыт и отдельные примеры реконструкции жилых домов первых индустриальных серий в городах России, Белоруссии и других стран СНГ, группа ученых, архитекторов и специалистов-проектировщиков под научным руководством академика С. Н. Булгакова разработала концепцию, технические решения и социально-экономические обоснования окупаемой реконструкции жилых домов пяти- и меньшей этажности по методу вторичной застройки реконструируемых кварталов и микрорайонов без сноса или с минимальным сносом существующих зданий и 2–3-кратным приростом жилых площадей.

На настоящий момент вокруг этих тем ведется оживленная полемика, в ходе которой был выработан ряд реалистичных рекомендаций, которые должны помочь снизить энергопотребление зданий и сооружений. В частности, в области градостроительной политики были выработаны следующие рекомендации, краткая сводка которых приведена в работе [9]:

- Установить мораторий на расширение границ городов на сроки 20–30 лет. В течение этого периода развитие городов должно осуществляться за счет более рационального использования территорий, уплотнения застройки до нормативного уровня без освоения новых пригородных территорий и без увеличения протяженности магистральных теплопроводов, других энергосетей и транспортных маршрутов.
- Разработать технико-экономические обоснования комплексного использования традиционных централизованных и нетрадиционных систем теплоснабжения, в том числе локальных, с применением котельных контейнерного типа, размещаемых на крышах или вблизи отапливаемых зданий.
- Разработать программы завершения застройки жилых кварталов и микрорайонов с ликвидацией сквозных ветрообразующих пространств и организацией замкнутых дворовых и внутриквартальных территорий.
- Разработать генеральные планы, программы и бизнес-планы вторичной застройки реконструируемых малоэтажных жилых кварталов. Проработать вопросы, связанные с утеплением ограждающих конструкций существующих домов, в соответствии с новыми теплотехническими нормативами.
- Выработать планы перехода на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты и планы реконструкции тепловых сетей.
- Осуществить переход на использование крышных котельных для отопления и горячего водоснабжения с учетом прироста жилых площадей.
- Реализовать комплекс мер по экономии электроэнергии с организацией на основе этих кварталов энергетически эффективных зон городского хозяйства.
- Разработать программы использования подземного пространства (подземная урбанизация) для размещения стоянок автомашин, складских и вспомогательных помещений с использованием естественной теплоты земли или искусственных источников подогрева воздуха до положительной температуры.

Энергосберегающие архитектурно-планировочные решения

Существенное влияние на удельные тепловые потери в жилых и общественных зданиях оказывают их объемно-планировочные решения и, в частности, следующие показатели:

- соотношение площади ограждающих конструкций и общей площади зданий;
- соотношение площади оконных проемов и площади наружных стен;
- конфигурация зданий в плане, размещение их на рельефе и относительно стран света.

В Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) разработана система так называемых *ширококорпусных жилых домов* (ШКД) для массового строительства (авторы — академики РААСН А. Г. Рочегов и С. Н. Булгаков). Правительство РФ отметило эту работу и ее авторов премией.

Ширококорпусные дома

Ширококорпусные дома (ШКД) представляют собой одну из последних отечественных разработок. Принципиальное их отличие от домов типовых серий, строившихся до сих пор, состоит в увеличении ширины корпуса дома до 18–20 м (теоретически — до 23,6 м) с соблюдением всех норм естественной освещенности, инсоляции, воздухообмена.

Поскольку ШКД почти в 1,5 раза шире обычных домов¹ (рис. 1.1), отношение полезной жилой площади к площади наружных стен увеличивается. За счет этого тепловые потери снижаются на 20–40 %. По этой же причине, а также за счет возможности доведения площади жилья на один лестнично-лифтовой блок до нормативов и более рационального использования участков застройки, стоимость квадратного метра жилья сокращается на 15–20 % по сравнению с самыми экономичными сериями домов массовой застройки. Простое на первый взгляд изменение планировочных параметров ШКД обеспечивает целую гамму их преимуществ. Во-первых, повысилась планировочная маневренность: ШКД можно проектировать с любым набором квартир от 1 до 6 комнат в квартирах, расположенных как на одном, так и на двух уровнях. Во-вторых, ШКД на 20–25 % экономичнее в эксплуатации, чем обычные дома.

На первых (нежилых) этажах таких домов без дополнительных пристроек можно размещать торговые предприятия, а в цокольных и подвальных этажах — двухрядные стоянки автомашин. Дома могут иметь любую этажность и разнообразную конфигурацию в плане (башенные, протяженные, угловые), широтную и меридиональную ориентацию, строиться на простом и сложном рельефе.

Указанное изменение планировочных габаритов при соблюдении всех нормативов и требований к жилищу обеспечивает:

- свободную многовариантную планировку квартир на одном и двух уровнях с любым числом жилых комнат, с возможной последующей трансформацией помещений;

¹ Довольно полную информацию о домах различных серий (как обычных, так и ширококорпусных) см. здесь: <http://www.prime-realty.ru/tip/tip.htm>

- снижение стоимости строительства квадратного метра жилья на 15–20 % по сравнению с самой экономичной серией ныне строящихся домов, возводимых из одинаковых конструкций;
- снижение расхода материалов на наружные стеновые и светопрозрачные ограждения, отнесенного к единице площади жилья, на 40 % и более;
- сокращение удельного теплотребления на отопление здания на 25–30 %;
- возможность возведения ШКД высотой от 3 до 22 этажей в любом городе из сборных монолитных и смешанных конструкций.

План первого этажа



План типового этажа

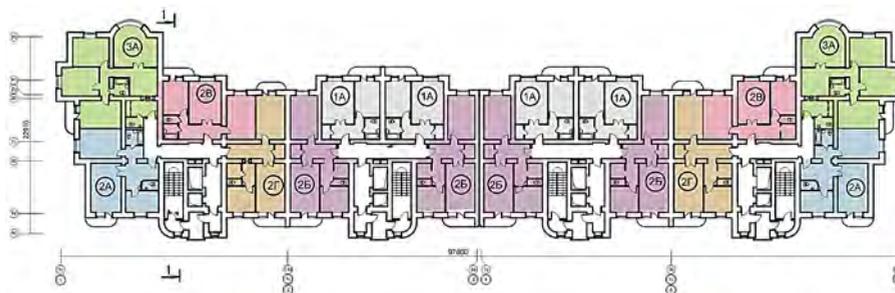


Рис. 1.1. Типовой план ширококорпусного жилого дома

Реализация идеи перехода к проектированию и строительству ШКД может быть осуществлена повсеместно в городах России с использованием существующей базы кирпичного, блочного и панельного домостроения, а также при возведении домов из монолитного железобетона. К настоящему времени накоплен богатый опыт проектирования и строительства ШКД. Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии и экспериментального проектирования (МНИИТЭП)² запроектировал, а фирма «Тема» построила более 20 ШКД. Такие дома возводятся в шести городах Подмосквья; в экспериментальном порядке ШКД строятся в Орле, Белгороде,

² См. <http://www.mniitep.com>

Владимире, Казани. Проектная документация ШКД, разработанная МНИИТЭП, прошла всестороннюю и тщательную экспертизу и проверку на практике.

Наконец, при разработке вариантов конструктивных решений ШКД с монолитным железобетонным каркасом возникла идея использования их при реконструкции не подлежащих сносу домов первых индустриальных серий. При этом ШКД строится на месте существующей «пятиэтажки» или домов с меньшей этажностью, которые включаются в объемно-планировочную структуру нового ширококорпусного дома. Такие дома были названы *домами вторичной застройки* (ДВЗ).

Жилые дома вторичной застройки

Объемно-планировочная и конструктивная системы домов вторичной застройки (ДВЗ) состоят из двух частей: новой части многоэтажного ШКД в монолитном или сборно-монолитном исполнении и старой части дома, представляющей собой пятиэтажный или меньшей этажности дом, подлежащий реконструкции. Обе части объединяются в единую архитектурно-строительную композицию (рис. 1.2). Инженерные системы и оборудование такого дома общие (4). Конструктивно новая часть дома опирается на самостоятельные фундаменты (5), и нагрузки от нее не передаются на реконструируемый дом. С одной стороны реконструируемого дома на всю его высоту возводятся пилоны (1), с другой — монолитная или сборно-монолитная этажерка шириной 5–6 м (2). На уровне шестого этажа бетонируются балки-стенки, по верхнему поясу которых устраивается монолитное перекрытие-платформа, воспринимающее нагрузки от надстраиваемых этажей (4). Этажность ДВЗ может быть любой (7, 10, 17 и более этажей).

Архитектурно-планировочные решения такого дома становятся общими. Едиными для всего дома проектируются также инженерные системы и оборудование тепло-, водо-, энергоснабжения, пожаротушения, канализации, лифты и слаботочные системы телевидения, радио, телефонизации и др.

Площади малометражных квартир на этажах с первого по пятый расширяются за счет пристраиваемой этажерки и устройства лоджий или эркеров между пилонами. На шестом этаже планировка квартир регулируется шагом несущих балок-стенок, а на всех вышележащих этажах применяется свободная планировка.

Конструкции старой части ДВЗ при необходимости усиливаются, и их жизненный цикл продлевается на время эксплуатации новой части дома. Технико-экономические показатели ДВЗ аналогичны ШКД.

Использование проектов ШКД при комплексной реконструкции жилых кварталов и микрорайонов, для строительства стартовых домов на свободных участках, а также для возведения ШКД вторичной застройки на месте существующих домов, подлежащих реконструкции без их сноса, послужило фундаментальной основой для новой концепции реконструкции жилья методом вторичной застройки жилых территорий, ранее недостаточно плотно застроенных домами первых массовых серий.



Рис. 1.2. Принципиальная схема конструктивных решений ДВЗ

Роль ШКД и ДВЗ в реализации программы энергосбережения

Общая концепция реализации программы энергосбережения за счет перехода на проектирование ШКД и вторичной застройки микрорайонов без сноса существующих зданий заключается в следующем:

- За объект реконструкции и вторичной застройки принимается жилой квартал или микрорайон.
- На свободных участках возводятся стартовые многоэтажные ШКД. Для возведения стартовых домов и вставок между домами на свободных участках реконструируемого квартала (микрорайона) используются проекты энерго- и ресурсоэкономичных комфортных многоэтажных ШКД (патент № 2048648)³.

³ См. <http://ru-patent.info/20/45-49/2048648.html>

- На месте существующих «пятиэтажек» без их сноса возводятся многоэтажные энергетически эффективные комфортные ШКД вторичной застройки (ДВЗ). Пятиэтажные дома, включаемые в объемно-планировочную структуру ШКД вторичной застройки, реконструируются с расширением площадей и перепланировкой квартир. Для застройки участков, занятых не подлежащими сносу жилыми зданиями, которым предстоит реконструкция, используются проекты жилых ДВЗ (патент № 2112850)⁴.
- Этажность домов вторичной застройки (ДВЗ) определяется с учетом градостроительной ситуации и условий инсоляции. Часть пятиэтажных домов реконструируется с надстройкой мансард и расширением корпуса, часть по условиям инсоляции переводится в состав нежилых помещений.
- С учетом прироста жилых площадей и числа жителей модернизируются объекты социальной и инженерной инфраструктуры. На первых этажах ШКД и в зданиях, переводимых в разряд нежилых помещений, размещаются объекты социального назначения и малые предприятия.
- При вторичной застройке микрорайона решается проблема размещения автостоянок, в том числе под городскими автодорогами, и совершенствуется схема транспортного и пешеходного движения.
- На базе реконструируемого и вторично застроенного квартала (микрорайона) создается энергетически эффективная зона.

Перечислим преимущества предложенного подхода:

- социальная ориентация проекта реконструкции и вторичной застройки;
- архитектурно-градостроительная совместимость вторичной застройки с окружающей (в том числе исторической) застройкой;
- гармонизация застройки и жилой среды квартала (микрорайона);
- системное взаимосогласованное решение градостроительных, архитектурных, экологических, социальных и экономических проблем;
- индивидуальный подход к каждому объекту при комплексной реконструкции жилого квартала или микрорайона;
- минимизация бюджетных капитальных вложений при соблюдении норм и требований к потребительским качествам реконструируемого жилья;
- минимизация эксплуатационных затрат;
- окупаемость затрат на реконструкцию.

Наиболее важные результаты, которые могут быть получены при реализации концепции в течение ближайших 15–20 лет, следующие:

- архитектурно-градостроительное преобразование и гармонизация жилой среды застройки квартала (микрорайона);
- прирост площадей жилья в 2–3 раза, жилых квартир в 2–2,5 раза при соблюдении норм плотности застройки; осуществление основного (до 80 и бо-

⁴ См. <http://ru-patent.info/21/70-74/2174579.html>

лее процентов) прироста площадей жилья на освоенных и обустроенных городских территориях;

- все малометражные квартиры превращаются в полнометражные; каждый владелец квартиры (квартиросъемщик) получает комфортную квартиру площадью, соответствующей действующим социальным нормам;
- продление жизненного цикла существующего жилищного фонда до продолжительности эксплуатации нового жилья.
- восстановление потребительской стоимости реконструируемых квартир;
- сокращение удельного потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение в 2 раза;
- снижение стоимости строительства жилья на 15–20 %, а с учетом аренды земли — до 40 %; окупаемость затрат за счет рыночной реализации дополнительных квартир, аренды нежилых помещений и снижения затрат на отопление, аренду земли и обустройство территории;
- снижение эксплуатационных затрат, в том числе затрат на ремонтные работы, в течение 20 лет;
- решение социальной проблемы — расселение жителей «пятиэтажек» в благоустроенные квартиры в том же микрорайоне с доведением потребительской стоимости и качества квартир до уровня новых;
- на базе реконструируемого и вторично застроенного квартала или микрорайона создается энергетически эффективная зона с двукратным сокращением удельного теплопотребления на 1 кв. м жилья;
- город в течение 15–20 лет может развиваться без расширения границ, при этом администрация города получает дополнительный инвестиционный ресурс — престижные территории для жилищного строительства (ранее застроенные, но недостаточно плотно) и дополнительные средства в бюджет за счет аренды стоянок автомашин под городскими автодорогами.

Основное содержание вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов состоит в совмещении во времени и пространстве разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов нового строительства современных многоэтажных жилых домов и обязательной (принудительной) реконструкции существующих домов первых массовых серий в единый инвестиционный процесс реновации и развития жилищного фонда. Ведущим процессом при этом является строительство новых жилых домов на свободных территориях и на месте реконструируемых домов, соподчиненным — процесс реконструкции существующих домов и квартир с отнесением затрат на вновь создаваемые площади жилья. Концепция вторичной жилой застройки ширококорпусными экономичными домами территорий, застроенных жилыми домами, подлежащими реконструкции, предопределяет новый этап и стратегическое направление жилищного строительства в городах на несколько десятилетий вперед без расширения границ городов.

Основное содержание этого направления и прогнозируемые последствия реализации концепции вторичной застройки представляют собой комплекс

крупномасштабных мер и результатов социального, градостроительного и экономического характера государственного значения.

К сожалению, основная сложность в реализации большинства этих рекомендаций связана с тем, что отечественные градостроители обычно пользуются устаревшими понятиями. Примером такой не соответствующей современным тенденциям концепции является, например, функциональное зонирование города (необходимость которого даже закреплена в Градостроительном кодексе РФ⁵). Понятие функционального зонирования города родилось в первой половине XX века, а сегодня с точки зрения мировой урбанистической науки подобная практика крайне негативно влияет на качество городской жизни и вступает в конфликт с такими актуальными понятиями, как связность города (*connectivity*), прозрачность (проницаемость, *permeability*), целостность (*cohesiveness*) и множеством других. Уже достаточно давно урбанисты всего мира отказались от планирования города по принципу функционального зонирования: на смену этому понятию пришло представление о смешанном использовании (*mixed-use*), которое выражается в так называемой концепции “live, work and play” («жить, работать и отдыхать в одном месте»). Основное преимущество данной концепции — это решение двух проблем: 1) городских пробок в дорожном движении и 2) снижения загрязнения городского воздуха. Надо ли говорить о том, какое значение имеют эти проблемы для крупных городов России! Поэтому основным принципом градостроительного планирования должна стать так называемая концепция *умной дороги*, под которой подразумевается следующее:

- грамотно решенные транспортные потоки (внимательная разработка полос, разметки, виадуктов, развязок);
- организация парковок, подземных и наземных паркингов;
- стимуляция развития общественного транспорта;
- предпочтение современным технологическим решениям в общественном транспорте;
- создание пешеходных зон и велодорожек.

В течение последних лет во всем мире набирают силу такие тенденции, как *зеленое строительство* (*green construction, green buildings*), подразумевающее практику строительства и эксплуатации зданий, нацеленную не только на снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов, но и на повышение качества зданий и их комфортности.

Практика «зеленого строительства» расширяет и дополняет классическое строительное проектирование, и основной заботой данного подхода является сокращение общего влияния постройки на окружающую среду и человеческое здоровье за счет:

- эффективного использования энергии, воды и других ресурсов;
- внимания к поддержке здоровья обитателей и повышению продуктивности служащих;

¹ См. <http://tinyurl.com/2f7343y>

- сокращения отходов, вредных выбросов и других воздействий на окружающую среду;
- учета интересов будущих поколений.

В большинстве промышленно развитых стран коллективными усилиями работников были разработаны так называемые *Зеленые стандарты строительства*, представляющие собой комплексные подходы к проектированию и строительству, наиболее известными из которых являются следующие:

- LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) — «Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании». Эта система была разработана американским Советом по экологическому строительству (USGBC) и предоставляет владельцам здания и операторам недвижимости удобный инструмент для оценки экологичности проекта, а также соответствующие решения для управления такой недвижимостью. Кроме того, LEED является всемирно признанной системой добровольной экологической сертификации недвижимости, обеспечивающей независимую оценку таких параметров, как подход к использованию участка, экономия энергии и воды, сокращение выбросов окиси углерода, управление ресурсами, экология внутренних помещений и инновации в архитектуре.

Важно отметить, что LEED не заменяет собой требования нормативных документов, установленных в той или иной стране государственными ведомствами (в России ГОСТы и СНиПы призваны обеспечить необходимый минимум безопасности для людей). Она только дополняет их более совершенными, отвечающими запросам современности, критериями оценки качества. Российским инвесторам стоит обратить внимание на LEED главным образом потому, что эта система формирует у проектировщиков ответственность за эффективность решений и будущие функции систем.

- BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) — разработанный в 1990 году британской компанией BRE Global метод оценки экологической эффективности зданий, используемый по всему миру. Система стандартов BREEAM⁶ является наиболее известным в мире и широко используемым методом экологической экспертизы объектов недвижимости. Она широко применяется как универсальный метод в Европе, на территории которой действуют самые разные строительные нормы и правила.
- DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) — система сертификации, разработанная немецким Советом по устойчивому строительству⁷ для использования в качестве инструмента при проектировании и оценке качества зданий во всесторонней перспективе. Являясь гибкой рейтинговой системой сертификации второго поколения, система DGNB охватывает все значимые вопросы устойчивого строительства и отмечает выдающиеся

⁶ См. <http://www.breeam.org>

⁷ См. http://www.dgnb.de/_de

здания по трем категориям: «бронза», «серебро» и «золото». Существует шесть аспектов, влияющих на оценку: экология, экономика, социально-культурный и функциональный аспекты, методы, процессы, а также расположение. Сертификат свидетельствует о положительном воздействии строительства на окружающую среду и общество в количественном выражении.

Разработка и внедрение стандартов «зеленого строительства» стимулирует развитие бизнеса, инновационных технологий и экономики, улучшает качество жизни общества и состояние окружающей среды. Сертификация по «зеленым стандартам» и достижение высоких показателей по энергетической эффективности становятся значимыми конкурентными преимуществами, которые высоко ценятся потенциальными инвесторами.

Перечислим преимущества строительства по «зеленым стандартам» для окружающей среды:

- значительное сокращение выбросов парниковых газов, мусора и загрязненных вод;
- расширение и защита естественной среды обитания и биологического разнообразия;
- сохранение природных ресурсов.

Преимущества строительства по «зеленым стандартам» для здоровья и общества — это:

- создание более комфортных условий в помещениях по качеству воздуха, а также тепловым и акустическим характеристикам;
- снижение уровня загрязнений, попадающих в воду, почву и воздух, и, как следствие, сокращение нагрузки на городскую инфраструктуру;
- повышение качества жизни с помощью оптимального градостроительного проектирования — размещения мест приложения труда в непосредственной близости от жилых районов и социальной инфраструктуры (наличие школ, медучреждений, общественного транспорта и т. д.).

Экономических плюсов сертификации по «зеленым стандартам» тоже немало⁸. Так, помимо снижения энергопотребления, уменьшается и потребление воды, наблюдается снижение затрат на обслуживание здания, снижаются издержки городского хозяйства, связанные с дорожными пробками (за счет оптимизации градостроительных решений).

Современные тенденции сбережения энергии и заботы об окружающей среде в градостроительстве сводятся к следующему:

1. В новых населенных пунктах или в новых кварталах городов этажность жилых объектов составляет не выше 5 этажей, планировочные решения учитывают создание удобной транспортной инфраструктуры, легкую доступность административных, деловых и торговых центров, социальных учреждений.

⁸ См. <http://www.rugbc.org/green-building/benefits>

2. Застройка ведется по принципу ячеек, то есть создаются зеленые дворы, детские площадки.
3. При создании транспортной инфраструктуры предпочтение отдается наиболее приемлемому с экологической точки зрения транспорту (троллейбусы, трамваи, фуникулеры, надземные и наземные электропоезда и т. п.).
4. Выполняется достоверный расчет парковочных мест вблизи жилых массивов и административно-деловых центров.
5. Создаются искусственные водоемы (где есть возможность), парки, аллеи, обустраиваются набережные и т. п.
6. При создании инженерной инфраструктуры учитывается возможность использования локальных источников возобновляемой энергии в каждом квартале в сочетании с применением внутридомовых энергосберегающих технологий (устройства для обеспечения естественной вентиляции и освещения) в привязке к возможностям региональной энергосистемы.
7. Создается эффективная система водоснабжения и водоотведения (канализация с максимальной первичной очисткой перед сбросом в водоемы) в комплексе с локальными системами рециркуляции сточных вод.
8. Реализуется комплексный подход к решению проблемы с рационализацией сортировки и переработки мусора: создается система раздельного сбора твердых бытовых отходов, максимальной рециркуляции вторичных материалов; прорабатываются удобные для населения схемы по компостированию нетвердых бытовых отходов.
9. Архитектурный облик зданий согласовывается с особенностями местного ландшафта, с имеющимися национальными архитектурными традициями.

Российский рынок, как показывает практика, адаптирует западные технологии с опозданием на 2–3 года. Тем не менее, и в России уже существует Совет по экологическому строительству, действующий в сотрудничестве с Британской системой «зеленых стандартов» BREEAM, и появились первые проекты («Славянка»⁹, «Театральный квартал») с использованием «зеленых» (энергетически эффективных) инженерных технологий и решений.

Типы зданий в малоэтажном строительстве

Малоэтажное строительство характеризуется тремя типами зданий: многоквартирные дома (коттеджи), таун-хаусы (малоэтажные блокированные дома, состоящие из двух и более квартир, имеющих смежные стены, отдельные входы и прилегающий земельный участок) и малоэтажные многоквартирные дома.

Общее качество малоэтажных домов — это наиболее приближенная к «дачной» организация жилища. С одной стороны, люди проживают в отдельных

⁹ Подробнее об этом проекте см. <http://tinyurl.com/39e1974>

изолированных квартирах, с другой — имеют озелененный приквартирный участок, который обеспечивает им контакт с природой. К сожалению, градостроительная политика в России предусматривала в основном развитие многоэтажного жилищного строительства и свертывание малоэтажного как нерентабельного. Развитие малоэтажного строительства в нашей стране было на долгие годы заторможено, во многом из-за искусственного формирования завышенного спроса на панельное и монолитное жилье.

Однако сегодня все больше и больше людей отдают предпочтение не многоэтажным жилым домам, а собственным коттеджам, из которых формируются целые районы и кварталы. Несмотря на то, что такое строительство в крупных городах требует множества различных разрешений и согласований, у тех, кто избрал такой путь, будет уникальный шанс построить дом рядом с существующими инженерными коммуникациями, не тратя лишние деньги на их проведение, а просто подключившись к ним. С другой стороны, такое малоэтажное строительство необходимо вести только в определенное время суток, не допуская лишнего шума и не доставляя неприятностей жильцам соседних домов.

Во всем мире малоэтажные здания «на одну семью» являются основной разновидностью жилой недвижимости. Сегодня и в России специалистами отмечается рост интереса к малоэтажной загородной недвижимости. Малоэтажное строительство привлекает своей относительно невысокой стоимостью, возможностью жить в наиболее комфортных для человека условиях и в более благоприятной по сравнению с городской средой экологической обстановке. Во многих отношениях небольшой загородный дом оказывается удобнее и экономичнее, чем квартира в городском многоквартирном доме. В настоящее время власти предпринимают множество законодательных инициатив, направленных на повышение доступности малоэтажного загородного жилья, упрощение всех операций и процедур, связанных с оформлением права на строительство, права собственности, что также должно способствовать развитию малоэтажного строительства в России.

Градостроительные решения малоэтажном строительстве

При проектировании и строительстве малоэтажных жилых комплексов огромную помощь может оказать зарубежный опыт, особенно опыт стран с развитой экономикой (например, США и Канады).

Так, одним из наиболее ценных достижений американских архитекторов является система «суперблоков» — больших длинных кварталов, лишенных сквозного транспортного движения, с внутренней озелененной зоной для отдыха, спорта, прогулок и детских игр (рис. 1.3).

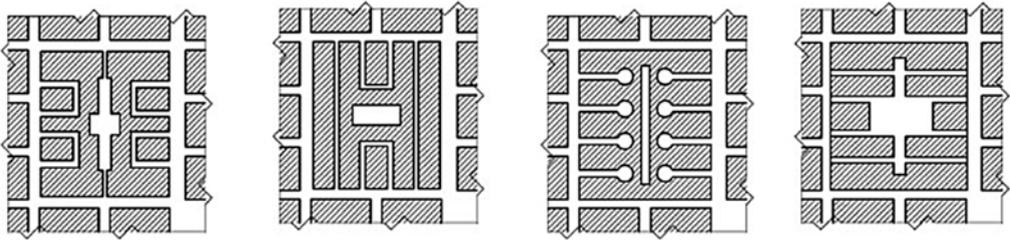


Рис. 1.3. Типичная схема планировки «суперблоков» кварталов малоэтажной застройки в США

В российских условиях эта идея дает огромное преимущество в смысле безопасности пешеходного движения. Такие поселки обеспечивают уют, тишину и очень нравятся жителям.

Интересен и опыт малоэтажной застройки в Канаде. Например, крупнейший город этой страны, Торонто, представляет собой скопление поселков площадью по 150–200 га, соединенных между собой автобанам. Канадский опыт привлекателен отлаженной системой комплексной застройки территорий, где компании-девелоперы выкупают на аукционе земельные участки, к которым уже подведены все инженерные коммуникации, производят инженерную подготовку участков, нарезают землю на более мелкие участки под индивидуальную застройку, разводят коммуникации, строят дороги и после этого продают эту землю строительным компаниям. Последние разрабатывают проекты, строят несколько типовых домов и предоставляют проекты на выбор потенциальным покупателям. При этом строительство «под ключ» занимает не более 5 месяцев.

В России уже есть компании, которые предоставляют весь комплекс услуг по возведению малоэтажных зданий — начиная от разработки проектной документации на энергетически эффективное здание, составление предварительной сметы и заканчивая внутренней отделкой (возьмем, к примеру, Санкт-Петербургскую компанию «Актив Хаус»¹⁰).

Требования и особенности архитектурно-строительного проектирования в малоэтажном строительстве

Для строительства загородных домов и любых объектов недвижимости необходимо архитектурно-строительное проектирование, в ходе которого нужно принять архитектурные и инженерные решения, учитывающие все требования к возводимому объекту. Архитектурное проектирование затрагивает экономические, технические,

¹⁰ См. <http://www.active-house.ru>

санитарно-гигиенические, экологические, дизайнерские и иные аспекты домов и сооружений, на основе которых базируется их последующее строительство.

Выбор земельного участка

Поговорка «Скупой платит дважды» справедлива и для заказчика-застройщика индивидуального строительства. На практике экономия зачастую зависит от того, насколько умело будущий домовладелец выступает в роли застройщика на собственной стройплощадке, а также от финансового менеджера, отвечающего за расход личных средств.

При выборе участка следует обратить внимание, кроме стоимости, на следующие условия строительства дома:

- транспортную доступность и качество подъездных дорог;
- обеспечение необходимой инфраструктурой — как инженерной (тепло, газ, вода, электричество, канализация), так и социальной (школы, больницы, театры, стадионы и др.);
- экологическую безопасность (соседство промышленных предприятий, сельскохозяйственных производств);
- конфигурацию, рельеф, ориентацию участка по сторонам света;
- застройку на соседних участках.

Кроме того, уже при выборе участка очень важно определиться с тем, какие именно проблемы вам необходимо решить, чтобы в дальнейшем ваш дом, который вы планируете на этом участке построить, не попал в разряд «самостройка» и не оказался объектом «вне закона». Помните, что при приобретении участка вся ваша деятельность не сводится только к просмотру предлагаемых вариантов и уплате денег!

Приобретение участка

Если у вас расторопный агент по недвижимости, сделку можно совершить в течение пары месяцев, а то и быстрее. Но необходимо пользоваться услугами сертифицированного специалиста, представляющего надежное и хорошо себя зарекомендовавшее риелторское агентство. Агентство по недвижимости при заключении сделки должно достоверно выяснить и тщательно проверить следующую информацию:

- *Вид права владения участком* (право собственности, постоянного пользования, наследуемого владения, аренды). Необходимо проверить подлинность и правильность оформления правоустанавливающих документов у продавца и убедиться в том, что у продавца есть свидетельство о праве собственности на землю, дом или другие строения (если они имеются). Далее следует убедиться в том, что эти документы правильно оформлены и надлежащим образом зарегистрированы. Перечень бумаг может различаться в зависимости от категории земель и основания на право собственности.

- Необходимо *удостовериться, что собственник — именно то лицо, которое отчуждает объект*, что он не менял фамилию и на учете нигде не состоит.
- Следует *выяснить, не находится ли участок в правовом споре, не заложен ли он, не претендуют ли на него наследники первоначального владельца*.
- *Кадастровый план земельного участка*. Объектами купли-продажи могут быть только земельные участки, которые прошли государственный кадастровый учет и которым присвоен государственный кадастровый номер. В кадастровом плане содержатся следующие сведения: местоположение земельного участка (адрес), его площадь, описание границ, сведения о категории земель и разрешенное использование земельного участка, экономические и качественные характеристики, а также информация о наличии объектов недвижимого имущества за последние 5 лет.

Ограничения на целевое использование участка

Ограничения на целевое использование участка очень важны: например, под участком может проходить линия связи либо электрический кабель или располагаться иной объект, в результате чего земля бывает ограничена в возможном использовании — вплоть до полного запрета возводить капитальные строения. Заранее разузнайте, не находится ли выбранный участок в зоне отчуждения, поскольку рядом пролегает газопровод высокого давления (там в зоне 300 м вообще нельзя ничего строить). Не забывайте и про охранные зоны водоемов, линий электропередач, автодорог. В пределах таких территорий использование земли, как правило, ограничено.

- *Уплачены ли за участок все необходимые налоги и сборы*. Если у владельца есть задолженности по платежам, то после завершения сделки все его долги перейдут к новому владельцу вместе с имуществом.
- *Точность соответствия границ участка всем документам*. В рамках сделки должны быть точно определены границы земельного участка: его точное расположение на местности, включая координаты, длины сторон, площадь, границы межевания. Участок должен быть нанесен на кадастровую карту, пройти регистрацию в «Роснедвижимости» и иметь межевое дело.
- *Правильность пакета документов на приобретение*. Во избежание неприятных сюрпризов нужно предпринять следующие шаги:
 - Получить справки об отсутствии ограничений/обременений на участке, например, по выписке из Единого Государственного Реестра Прав (ЕГРП). Выписка из ЕГРП в форме, утвержденной Приказом Министерства юстиции Российской Федерации, содержит информацию об адресе объекта, правообладателе, зарегистрированных правах, обременениях и ограничениях, в том числе об арестах. В выписке из ЕГРП указываются сведения, содержащиеся в ЕГРП на дату ее выдачи. Срок действия выписок из ЕГРП не установлен, хотя на практике большинством банков, нотариусов, комиссиями и отделами по предоставлению субсидий льготным категориям граждан,

конкурсными комиссиями и другим организациями, куда вам требуется представить выписку из реестра, могут устанавливаться частные требования к дате выдачи выписки (как правило, сроком не старше 10 или 30 дней).

- Установить границы участка (выезд геодезии, установка межевых знаков); получить кадастровый паспорт (в подтверждение того, что межевание проведено).
- Убедиться в отсутствии судебных споров с соседями по границам участка.
- Получить справку о подземных коммуникациях либо организовать выезд специалистов и провести топографическую съемку с указанием всех подземных коммуникаций, не относящихся к дому.
- Получить все справки об отсутствии задолженностей по обязательным платежам: из налоговой инспекции, администрации или правления СНТ (садового некоммерческого товарищества).
- Убедиться, что в Бюро технической информации (БТИ) не заведены инвентарные дела на строения, которых уже нет. Если к участку подведены (подключены) коммуникации, то нужно получить от продавца все соответствующие документы и выкопировку участка.

Только после проверки всей этой информации можно оформлять сделку и платить деньги, если только вы не желаете в самом буквальном смысле этого выражения «закопать их в землю». В любом случае после того, как подходящий участок будет найден, произведите его общую оценку и выясните возможности его дальнейшего развития:

- произведите геодезическое и геологическое исследование участка, в том числе проведите его экологическую экспертизу (в частности, проверку на радон);
- получите разрешение на строительство.

Геологическое, геодезическое и экологическое исследование участка

Один из вопросов, который возникает перед законопослушным собственником, — это проведение геологического и геодезического исследования участка. Специалисты считают, что эту процедуру нужно пройти в любом случае — хотя бы для того, чтобы выяснить, что находится под планируемым домом и подходит ли для строительства грунт. Это особенно важно, если проектом предусматривается строительство подвальных помещений. Проведя эти работы, покупатель будет знать, на каком уровне находятся грунтовые воды, каков состав почвы и т. п. Проверка поможет спроектировать правильный фундамент и оградить себя от будущих проблем (например, затопления подвала). Особенно важно геологическое обследование, если вы впоследствии собираетесь заняться прокладкой систем водоснабжения и канализации.

Наконец, не менее важную роль играет экологическая экспертиза земельного участка. Экология участка — это тот вопрос, которому сегодня нужно уделять внимание как настоящим владельцам имущества, так и будущим. Ведь люди приобретают загородную недвижимость и занимаются строительством с тем, чтобы покинуть загазованные города с неблагоприятной экологической обстановкой. Но зачастую они даже не подозревают о том, что могут оказаться в еще более неблагоприятном месте, которое окажет крайне негативное влияние на состояние здоровья!

Экологическая экспертиза участка проводится по следующим направлениям:

- Экспертиза участка на предмет химического и бактериологического исследования воды источника водопотребления (скважина, колодец, родник). Стандартный химический и бактериологический анализ позволяет выявить большинство загрязнителей, поступающих в воду в результате как естественных природных процессов, так и хозяйственной деятельности человека. Расширенный анализ включает замеры по всем параметрам стандартного и дополнительно позволяет выявить наличие в воде пестицидов, фенола, радиоактивности, поверхностно-активных веществ (возможно, на месте бывшей свалки, при близком расположении промышленных объектов или агропромышленных комплексов, рядом или на месте бывших сельскохозяйственных полей).
- *Анализ почвы* (в том числе химический, агрохимический, радиологический, паразитологический, микробиологический). Это особенно актуально для тех, кто планирует не только строительство, но и занятие садоводством, так как позволяет выявить наличие в почве тяжелых металлов, нефтепродуктов, радионуклидов, бактерий (в том числе болезнетворных), возбудителей кишечных паразитарных заболеваний.
- *Химико-газовый и микробиологический анализ воздуха*. Вопреки распространенному мнению, воздух может быть загрязнен не только в городах. К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха следует отнести автомобильный транспорт, теплоэлектростанции, а также отработанный воздух различных производств, выбрасываемый в атмосферу через высокие трубы.
- *Измерение уровней электромагнитного излучения*. Превышение уровня электромагнитного излучения — это одна из самых распространенных проблем современности, и каждый современный человек ежедневно подвергается его воздействию. Причем источниками электромагнитного излучения являются не только бытовые электроприборы, компьютеры и мобильные телефоны (вряд ли вы откажетесь от всех этих благ современной техники, без которых многие просто не мыслят своей жизни). Особую опасность для здоровья представляют собой такие мощные источники электромагнитного излучения, как линии электропередач (ЛЭП), радио- и телевизионные вещательные станции, радиолокационные установки, различные системы

радиосвязи, технологические установки в промышленности, трансформаторные подстанции и многое другое. Они представляют собой реальную опасность для здоровья, причем к их воздействию особенно чувствительны система кровотока, центральная нервная и нейроэндокринная системы.

- Радиологические измерения и измерение равновесной концентрации радона. Радон — это тяжелый природный радиоактивный газ, прозрачный, без цвета и запаха. Радон ($Rn-222$) образуется в недрах земной коры в результате распада урана и тория, входящих в состав различных горных пород. В дома радон попадает из земли через подвалы; он может выделяться из большого количества строительного-отделочных материалов. Из-за относительно низкого уровня воздухообмена внутри зданий концентрация радона гораздо выше, чем на открытом воздухе, и особенно увеличивается в зимнее время. Более того, радон очень хорошо растворим в воде и может интенсивно концентрироваться в ванной комнате и на кухне (исследования показали, что при включенной на 30 минут горячей воде концентрация $Rn-222$ в ванной комнате увеличивается в 20–25 раз). При использовании скважинного водоснабжения концентрирование радона идет еще более интенсивно. Суть проблемы следующая: будучи газом, радон проникает в легкие и вызывает облучение биологических тканей, что приводит к возникновению рака. Согласно результатам многолетних исследований, частота смертности населения США от облучения радоном составляет до 20 тыс. случаев в год. Более того, по оценке Научного комитета ООН по действию атомной радиации, радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответствен примерно за 75 % годовой индивидуальной эффективной дозы облучения человека.

Разработка архитектурного проекта

Любой дом должен строиться по проекту. Практика показывает, что желание сэкономить на проекте оборачивается высокими расходами на строительство дома и дополнительными затратами на его перестройку.

Следствие строительства без проекта — не только низкое архитектурное и строительное качество и неликвидность готового дома, но и невозможность легального ведения строительства и, как следствие, — невозможность оформления дома в собственность. Обратите внимание: ранее было обозначено, что копия проектной документации понадобится вам уже при подаче заявления на разрешение строительства.

В первую очередь давайте разберемся с тем, какими бывают проекты. Перечислим их виды:

- *Типовые проекты* — к ним относят проекты, предлагаемые небольшими компаниями, специализирующимися на индивидуальном строительстве.

Самый большой минус таких проектов в большинстве случаев — это наличие только той документации, которая минимально необходима для получения разрешения на строительство.

- *Эскизные проекты.* Покупая эскизный проект, вы оплачиваете только «картинку», внешний вид дома, а все технологические расчеты (работа архитектора-конструктора) придется заказывать потом отдельно. И зачастую оказывается, что спроектировать дом «по картинке», исходя из общепринятых типоразмеров стройматериалов и конструкций, если и можно, то за очень большие деньги.
- *Готовые проекты* — это самый распространенный тип архитектурных проектов¹¹. Дома, возведенные по готовым проектам, надежны, удобны для частного инвестора и ликвидны для рынка, поскольку основаны на опыте многочисленных реализаций. Кроме того, они существенно дешевле «индивидуальных» проектов. Приобретение готового проекта позволяет сэкономить время и деньги.

Полный комплект рабочей документации поставляется в пяти частях:

- архитектурно-строительная часть;
- конструкторская часть;
- теплоснабжение и вентиляция;
- водопровод и канализация;
- электрооборудование.

Проект представляет собой комплект документов, необходимых для строительства дома, на листах формата А3 и А4. Минимальным пакетом проектной документации является архитектурно-строительная и конструкторская части рабочего проекта. Ее стоимость составляет 70 % от стоимости полного рабочего проекта. При строительстве сложных и дорогостоящих домов рекомендуется привлекать специалистов-проектировщиков для контроля строительства, привязки проекта к конкретной местности. Если вы не смогли подобрать для себя подходящий отечественный проект, то вы можете заказать для себя индивидуальный (надо понимать, что изготовление индивидуального проекта потребует дополнительного времени и будет стоить дороже).

Авторские права

Авторские права на проект ни при каких обстоятельствах не передаются заказчику или подрядчику и остаются собственностью авторов. Все чертежи, расчеты, спецификации, а также архитектурная идея или прием, как результат профессиональной деятельности, принадлежат разработчику. Покупая проект, вы приобретаете право на строительство объекта по этому проекту только на одном участке и не имеете права передавать проект целиком или частично третьим лицам либо осуществлять перепродажу или передачу права строительства.

¹¹ Образцы готовых проектов можно посмотреть, например, на сайтах <http://www.albastroy.ru/catalog/houses/> или <http://www.domostroy.org/faylovyiy-arhiv/proektyi.html>

Проектирование энергосберегающих и «пассивных» домов

Проекты энергосберегающих домов, обладающих скромными энергетическими потребностями, завоевывают всё большую популярность. Но скромность бывает разной. Для обогрева дома, который считается дешевым в эксплуатации, может понадобиться либо 70, либо всего лишь 15 кВтч/(м² · год). Дома, отвечающие первому, более высокому, уровню расхода энергии, называются *энергосберегающими*, а дома, уровень расхода энергии которых не превышает 15 кВтч/(м² · год), — *пассивными*.

Перечислим основные критерии для пассивного дома в Европе:

- удельное потребление тепловой энергии на отопление, определенное с помощью «Пакета проектирования пассивного дома»¹², не должно превышать 15 кВтч/(м² · год);
- общее потребление первичной энергии (поставляемой из внешних источников) для всех бытовых нужд (отопление, горячее водоснабжение, освещение и работа электрических приборов) не должно превышать 120 кВтч/(м² · год). Для сравнения: в доме, который считается просто энергетически эффективным, этот показатель составляет порядка 250 кВтч/(м² · год).

Перспектива оплаты минимальных счетов за отопление своего дома очень соблазнительна, однако стоит тщательно проанализировать стоимость строительства энергосберегающего или пассивного дома. Разница может получиться довольно значительной.

Основные принципы проектирования энергетически эффективного дома — это использование всех возможностей для сохранения тепла и применение альтернативных источников энергии, а именно:

- энергетически-рациональная ориентация здания по частям света с точки зрения расположения оконных проемов и буферных зон;
- объемно-планировочные решения:
 - энергетически эффективная форма дома, обеспечивающая минимальную площадь наружных стен;
 - оптимальная площадь остекления;
 - наличие тамбуров на входах.

В условиях строительства для сурового климата основной концепцией является зонированное управление параметрами среды. Это выражается в ориентации жилища, построении его пространственной оболочки и остекления, в управлении внутренним климатом и потреблением энергии. Американский архитектор Ральф Ноулз (Ralph Knowles) обнаружил, что отношение площади ограждающих конструкций к объему строения (так называемый *коэффициент подверженности*, S/V) влияет на энергетическую эффективность здания: чем меньше отноше-

¹² См. <http://www.passiv-rus.ru/?item=0000000042>

ние площади ограждающих конструкций к объему, тем менее подвержено здание влияниям климата (рис. 1.4).

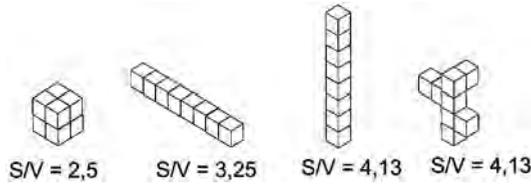


Рис. 1.4. Коэффициенты подверженности различных типов зданий

Аналогичные сравнительные соотношения можно вывести для периметра здания и его площади при одинаковой высоте (рис. 1.5). Эти соотношения между периметром здания P и его площадью F говорят в пользу ШКД, где поверхность ограждения меньше на 20 %.

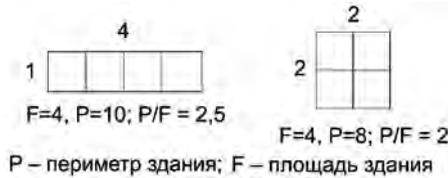


Рис. 1.5. Сравнительные соотношения периметра здания к его площади

Известно, что когда пространственная компоновка здания в целом образована пространствами с более или менее одинаковыми объемами, вариация температуры между помещениями уменьшается при приближении к центру объема здания. Создается температурный градиент между помещениями, расположенными у наружных стен, и внутренними пространствами, не соприкасающимися с ограждающими конструкциями. Очевидно, что полуоткрытая планировка с дифференциацией функциональных пространств характеризуется минимальной амплитудой температурных перепадов.

Концепция Ноулза об организации небольших помещений вдоль ограждающих стен была использована в проектах домов для строительства в штате Миннесота. Суровые погодные условия Миннесоты и господствующие в зимний период северные ветры (температура без ветра ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) определяют наибольшую чувствительность северных фасадов зданий к воздействию низких температур. Поэтому размещение здесь небольших комнат, состоящих из подсобных помещений и кладовых, играет роль «толстой» стены, защищающей здание от суровых климатических условий (рис. 1.6).

Всё в большем числе новых проектов жилых домов используются воздушные завесы и двойные входы. Двойной вход (тамбур) снижает тепловые потери благодаря инфильтрации и теплопроводности. Образованный небольшим входным пространством с дверными проемами по обеим сторонам, входной узел функционирует как переходная зона между холодным наружным пространством и теплым интерьером (см. рис. 1.6).

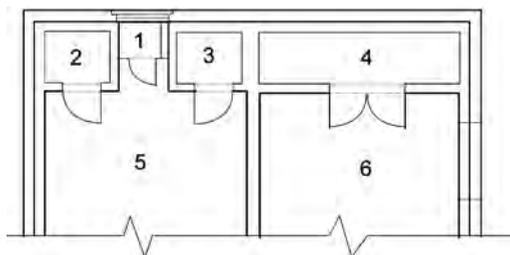


Рис. 1.6. «Толстые» стены для северных жилищ: 1 — входной тамбур; 2 — туалет; 3 — гардероб; 4 — кладовая; 5 — холл; 6 — жилая комната

Важной является и возможность максимального получения тепла от солнечного излучения. Для этого применяются такие средства, как проектирование самого большого фасада с южной стороны и соответствующее расположение застекленных проемов. Конечно, как в энергосберегающем, так и в пассивном доме самые большие из них должны находиться с южной стороны, но во втором случае рекомендуется даже полное остекление южной стороны. В то же время необходимо ограничить количество застекленных проемов с северной стороны и даже полностью «закрыть» ее. В обоих типах домов оптимальное расположение помещений одинаково: с южной стороны должны находиться гостиная и столовая. Зато гардероб, гараж и хозяйственное помещение размещают с северной стороны, чтобы они создавали буферную зону.

Проектирование северного жилища, обеспечивающего высокий комфорт проживания в суровом климате, связано с разработкой новых структурных элементов жилого дома: аванвестибюлей, защищенных коммуникаций, остекленных лоджий, холодных кладовых и т. п. Среди таких элементов наиболее интересными и концептуальными являются внутренние пространства и дворики, перекрытые свето-прозрачной кровлей.

Из исторического опыта строительства многих стран видно, что дом с внутренним двором — одна из старейших форм здания. Однако именно строительная практика последних десятилетий и особенно опыт проектирования и строительства в экстремальных районах дают характерные примеры жилых зданий, в которых отдельные пространственные элементы объединены центральным крупным интегральным пространством.

Получаемый в результате такого композиционного построения многоэтажный внутренний двор, освещаемый верхним светом, становится основной характеристикой здания, представляя собой результат развития и совершенствования традиционного композиционного приема на новой организационной и технической основе.

Использование объединяющих многофункциональных пространств в северном жилом доме отвечает всё возрастающим требованиям к объемно-пространственному решению в качестве жилой среды. В условиях севера такие пространства выполняют целый ряд существенных для жизнедеятельности человека и эксплуатации зданий функций:

- компенсация дискомфорта природного окружения;
- многофункциональное использование площади;
- повышение естественной освещенности;
- улучшение воздухообмена;
- роль климатического буфера;
- повышение тепловой эффективности зданий;
- «солнечное» отопление.

В зависимости от выполняемых функций и соответствующего размера такие пространства могут быть объединены в две группы: светоаэрационные шахты и атриумы. Последние, в свою очередь, подразделяются на световые дворики, внутренние дворики и крытые двory (рис. 1.7).

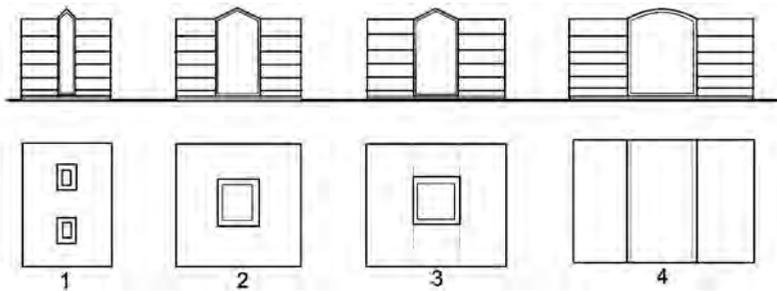


Рис. 1.7. Классификация светоаэрационных шахт и атриумов по функциональному назначению и размеру: 1 — светоаэрационные шахты (6,0–9,0×6,0–9,0 м в плане при высоте 5 этажей максимум); 2 — световой дворик (6,0–12,0×6,0–12,0 м при высоте 5 этажей и ниже); 3 — внутренний дворик (9,0–20,0×9,0–20,0 м); 4 — крытый двор (минимальная ширина 20,0 м)

Светоаэрационные шахты, выполняющие функции освещения и вентиляции средней части дома, можно рассматривать как следующий шаг на пути развития и расширения функционального содержания системы инженерных каналов (главным образом вентиляционных). Поэтому они могут иметь минимально возможные размеры, которые определяются исходя из требований обеспечения необходимого уровня освещенности помещений. Удовлетворение этим требованиям достигается при размерах шахты 6,0–9,0×6,0–9,0 м в плане и максимальной высоте в пять этажей. При этом необходимо обеспечить условия для эффективного поступления светового потока до нижней зоны шахты, что предполагает создание ровных стен шахты без выступов и размещения зелени в объеме, а также использование хорошо отражающих свет материалов для облицовки стен, выходящих в шахту. Могут быть рекомендованы зеркальная или белая плитка, пластик, побелка и т. п. При выборе конструкции светопрозрачного покрытия шахты следует отдавать предпочтение покрытиям, обладающим большей световой силой с меньшим количеством переплетов и лучшими аэродинамическими качествами, уменьшающими отложение снега.

Световые дворики выполняют более широкий ряд функций, чем светоаэрационные шахты. Они предназначены для рекреационного их использования жильцами

группы квартир, интегрированных вокруг двора. В связи с этим размеры двора могут быть несколько большими, чем у шахты, и достигать $12,0 \times 12,0$ м при высоте в пять этажей и ниже. Во дворе устанавливается специальное оборудование, возможно озеленение. Во внутреннее пространство могут выходить небольшие балкончики жильцов при обеспечении минимального затенения ими оконных проемов. Внутренние стены облицовываются светоотражающим материалом. Ввиду сложности вопроса и ограниченности практического опыта размеры внутренних дворов можно рекомендовать лишь примерно: $9,0-20,0 \times 9,0-20,0$ м.

Крытые дворы представляют собой пространство между близко расположенными жилыми домами, отделенное от окружающей среды светопрозрачной оболочкой. В крытых дворах наиболее удачно реализуются функции климатического буфера и полифункционального использования площади. Создание буферного пространства со смягченным микроклиматом предполагает «перенесение» во двор с улицы некоторых функций общественной жизнедеятельности. Это требует специального оборудования двора, повышения уровня его благоустройства и непосредственно отражается на решении первых этажей жилых зданий. В этой ситуации предпочтительной является ориентация окон во двор. Размеры дворов могут быть самыми различными. Основное ограничение: минимальная ширина такого двора должна составлять не менее 20 м, чтобы исключить просматриваемость из окон в окна.

Решение функциональных задач и задач, связанных с улучшением внутреннего микроклимата, непосредственно оказывает влияние на форму и размеры атриумных пространств (световые дворики, внутренние дворики и крытые дворы), на их положение в структуре здания или жилого комплекса.

По характеру взаимосвязи атриумных пространств с окружающей природной средой и обусловленным этим формам *атриумы* (рис. 1.8) классифицированы на одно-, двух-, трех-, четырехстенные и пассажи (линейные атриумы).

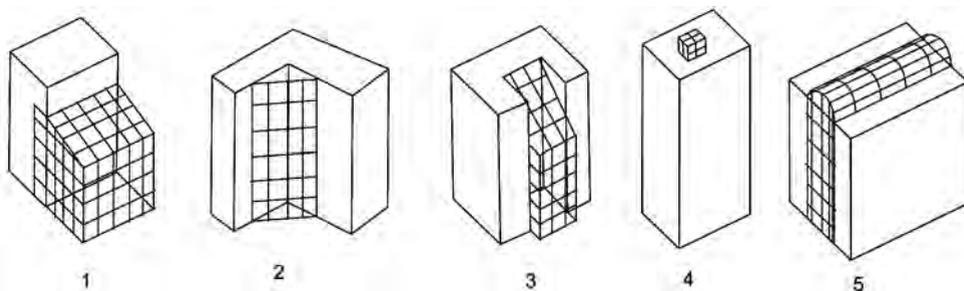


Рис. 1.8. Классификация атриумов по связи с окружением: 1 — одностенный; 2 — двухстенный; 3 — трехстенный; 4 — четырехстенный; 5 — пассаж (линейный атриум)

По виду разреза атриумные пространства подразделяются на атриумы с вертикальными стенами и террасные атриумы (рис. 1.9).

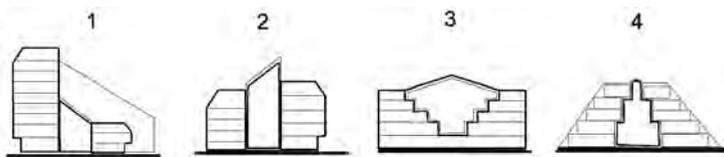


Рис. 1.9. Типы атриумов по форме разреза: 1, 2 — атриумы с вертикальными стенами; 3, 4 — террасные атриумы

По наличию верхнего света различают атриумы с верхним светом и атриумы с боковым светом, размещение которых возможно в средней или нижней частях здания (рис. 1.10).

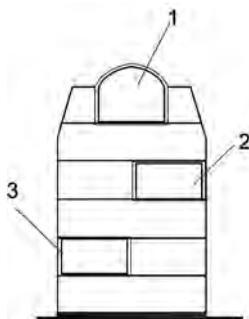


Рис. 1.10. Типы атриумов по наличию верхнего естественного освещения: 1 — атриумы с верхним светом; 2, 3 — атриумы с боковым светом

В северных районах, характеризующихся значительным процентом рассеянной радиации, максимум солнечного света поступает сверху, поэтому освещение атриумов через светопрозрачную кровлю — самое выгодное.

Учитывая особенности распространения света в атриумных пространствах и освещения через них жилых помещений, рациональным представляется ограничение максимальной высоты атриума пятью этажами.

Следует помнить о том, что большие застекленные площади с южной стороны позволяют получать тепло от солнечного излучения, однако летом они могут приводить к перегреву дома. Этого не случится, если в проекте предусмотрены затеняющие элементы — например, навесы, выдвинутые за пределы контура здания. Они должны препятствовать проникновению лучей, когда солнце (летом) находится высоко над горизонтом. Но они не должны являться барьером для лучей зимнего солнца, которое движется над горизонтом низко. Другое решение — применение летом подвижных штор (например, роллет или маркиз). Хороший эффект дает также разумное использование территории возле дома — естественное оформление территории и расположение зеленых насаждений. Лиственные деревья, посаженные с южной стороны, летом затенят застекленные проемы, а зимой,

когда опадут листья, позволят получать тепло от солнечного излучения. С северной стороны лучше посадить растения, которые в течение всего года будут заслонять дом от ветра. С этой задачей хорошо справляются хвойные и плющи.

Как видите, построить пассивный дом намного сложнее, чем обычный дом. Чтобы это утверждение не было голословным, приведем пример того, как может выглядеть эскизный проект пассивного дома.

Примеры эскизных проектов пассивных домов

Параметры пассивного дома были рассчитаны изобретателями технологии «пассивный дом» под руководством профессора Файста. Они утверждены и контролируются созданным ими Институтом пассивного дома в Дармштадте. Отсюда следует, что только объект, соответствующий этим параметрам, может быть обозначен как «пассивный дом».

Чуть ранее в этой главе уже говорилось, что расчетное удельное потребление тепловой энергии на отопление, определенное с помощью специализированного программного обеспечения, разработанного Институтом пассивного дома, не должно превышать $15 \text{ кВтч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. Фактическое соответствие построенного дома этому нормативу должно контролироваться в процессе работы и при сдаче дома в эксплуатацию. Проект пассивного дома должен удовлетворять следующим нормативам:

- герметичные ограждающие конструкции здания с коэффициентом теплопередачи $U < 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- отсутствие «мостиков холода»;
- компактность сооружения;
- пассивное использование солнечной энергии за счет ориентации на юг и отсутствия затененности;
- специальное высококачественное остекление и использование специальных оконных рам с коэффициентом теплопередачи всего окна (U_w) $< 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и значением энергопроницаемости (g) около 50 %;
- герметичность на уровне показателя кратности воздухообмена¹³ при разности давлений внутреннего воздуха обследуемых помещений и наружного атмосферного воздуха $\Delta P = 50 \text{ Па}$ должна составлять $n_{50} < 0,6/\text{ч}$;
- рекуперация тепла при вентиляции, экономия тепла $> 75 \%$;
- использование бытовых приборов с низким потреблением электроэнергии;
- подогрев питьевой воды с помощью солнечных коллекторов или теплового насоса;
- пассивный подогрев воздуха с помощью грунтового теплообменника.

¹³ Кратность воздухообмена — это отношение объема воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него в течение часа, к внутреннему объему помещения.

Проектировать пассивный дом сложнее, чем обычное здание. Поэтому, во избежание дорогостоящей перепроектировки или внесения изменений уже в процессе строительства, проекты пассивных домов (если вы решитесь покупать готовый проект пассивного дома) стоят дороже и изначально должны включать в себя следующие ключевые составляющие:

- архитектурный проект, соответствующий европейским нормам и адаптированный под российские условия (как нормативно-технические, так и законодательные);
- рабочий проект, соответствующий европейским стандартам, включая все расчеты конструкций на статическую прочность;
- проектирование армирования согласно статическим расчетам;
- полное проектирование всех инженерных сетей;
- описание строительства, включая составление полного списка используемых материалов и компонентов.

Строительный объект, возводящийся по инновационным технологиям, необходимо особенно внимательно проектировать, строить и эксплуатировать. Современные технологии выдвигают более высокие требования как к производителю, так и к потребителю, идет ли речь об автомобилях, компьютерах, или (как в нашем случае) об энергосберегающих, пассивных и «зеленых» домах. Для этого необходима абсолютно согласованная работа всех участников проекта в одной команде как во время проектирования и строительства объекта, так и при эксплуатации здания.

В заключение рассмотрим пример того, как может выглядеть эскизный проект типового пассивного дома. Этот проект разработан Институтом пассивного дома и представлен в качестве одного из проектов, которые планируется адаптировать для российских условий.

Дом «Нордендорф» (разработка Института пассивного дома)

Основные технические параметры дома следующие:

Коэффициент теплопередачи внешней стены	0,097 Вт/(м ² · К)
Коэффициент теплопередачи пола	0,097 Вт/(м ² · К)
Коэффициент теплопередачи крыши	0,091 Вт/(м ² · К)
Теплопотребление здания согласно РНПП	14,5 кВтч/м ² в год
Отапливаемая площадь	214,2 м ²

Дом «Нордендорф» спроектирован в стандарте пассивного дома для семьи из четырех-пяти человек. Он состоит из основной части, являющейся собственно домом, и примыкающих к нему неотапливаемого помещения, кладовой и гаража.

На первом этаже прежде всего бросается в глаза терраса, которая, разумеется, сориентирована на юго-восток. К террасе примыкают гостиная, столовая с балконом, выходящая на юг, и кухня. Эти помещения соединены между собой с помощью больших раздвижных дверей.

Коридор ведет в хозяйственные помещения и примыкающую к ним туалетную комнату, находящуюся с северо-западной стороны здания. Слева от лестницы, то есть в северо-западной части здания, расположены гардеробная и кабинет. Далее по коридору находится главный вход в дом, попасть снаружи в который можно только, пройдя через неотапливаемое помещение (тамбур). Далее лестница ведет на третий этаж, где располагаются две спальни для детей, спальня для родителей, гардеробная и две ванные комнаты. Благодаря выступающему на юг балкону спальня для детей, и (особенно) спальня для родителей очень хорошо освещены солнцем.

Поэтажный план здания, а также вид здания в разрезе представлены на рис. 1.11–1.13.



Рис. 1.11. План первого этажа пассивного дома по проекту «Нордендорф»

Энергосберегающие дома не обязательно должны быть построены в виде прямоугольника и иметь одно- или двухскатную крышу (как пассивные дома). Конечно, наиболее предпочтительным для энергосбережения будет как можно более низкое соотношение площади наружных стен к кубатуре дома. Поэтому самая лучшая ситуация наблюдается в домах, которые имеют компактную форму (например, приближенную к форме куба). Но обязательно ли это должна быть кубическая форма? Совсем нет, и в следующем разделе мы рассмотрим некоторые проекты экологических домов, которые, несмотря на их экзотичность для России, тоже заслуживают внимания, с учетом того, что некоторые из этих проектов были успешно реализованы, причем в климатических условиях, ничуть не менее суровых, нежели в России. Причем нетрадиционные формы зданий позволяют с пользой задействовать каждый квадратный метр жилья.

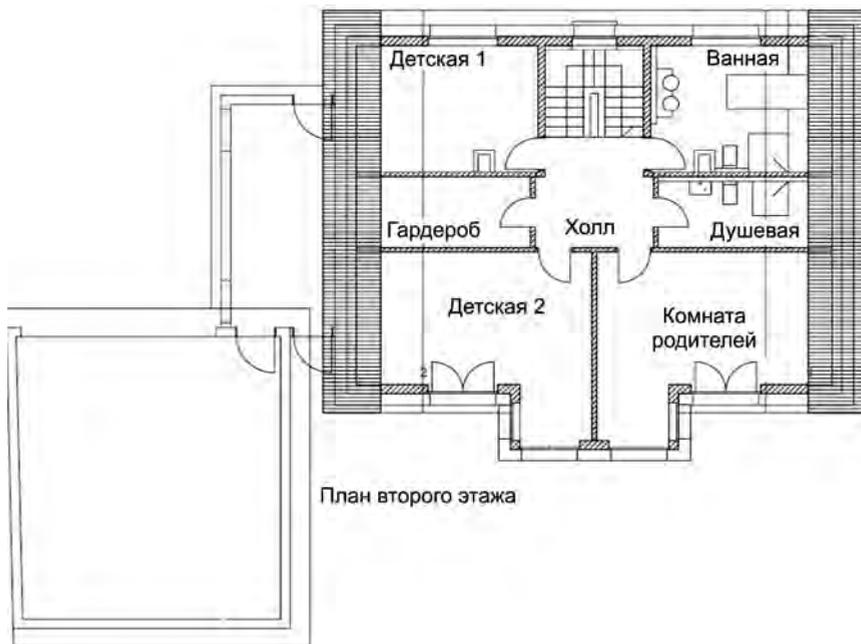


Рис. 1.12. План второго этажа пассивного дома по проекту «Нордендорф»

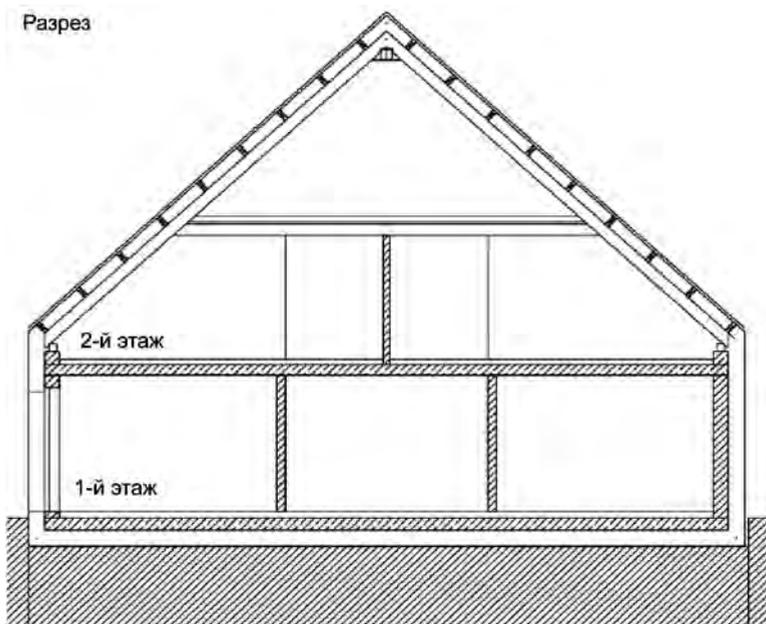


Рис. 1.13. Проект дома «Нордендорф»: вид здания в разрезе

Куполообразные дома

Для России такие дома действительно кажутся чем-то экзотичным: их часто называют «домами современного хоббита». Однако, при всей кажущейся несерьезности, подобное архитектурное решение не только элегантно, но по-настоящему прогрессивно. Начать с того, что куполообразный дом — это по-настоящему красиво и стильно (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Куполообразный жилой дом (фото с сайта <http://www.newagedomeconstruction.com>)

На рис. 1.15 представлен еще один куполообразный дом, построенный владельцами компании Natural Spaces Domes. Будучи в числе лидеров «зеленого строительства», эта компания специализируется именно на купольных домах и накопила более чем 40-летний опыт в данной области.

На рис. 1.16 представлен экологичный дом-купол от компании Solaleya — жилище, привлекшее к себе особое внимание на выставке экологического стро-

ительства West Coast Green. Кстати, эти прочные купола (см. рис. 2.15 и 2.16) построены с использованием только FSC-сертифицированного леса (лес с возобновляемых участков) и способны противостоять ураганам категории 5 и землетрясениям до 8 баллов по шкале МСК-64 (шкала Медведева — Шпонхойера — Карника)¹⁴.



Рис. 1.15. Куполообразный дом «The Bear Creek Dome»
(фото с сайта <http://www.naturalspacesdomes.com>)

Поговорим теперь об энергетической эффективности, а также других преимуществах куполообразных домов.

¹⁴ Кстати, один из куполообразных домов, построенных компанией Natural Spaces Domes, действительно выдержал землетрясение и выстоял — при том, что большинство остальных домов города Темуко (Temuco) в Чили были разрушены (см. http://www.naturalspacesdomes.com/featured_domes/ChileDome.htm).



Рис. 1.16. Экологичный дом-купол от компании Solaleya (<http://www.solaleya.com/>), один из лидеров выставки West Coast Green

Энергетическая эффективность купольного дома

Начнем с того, что купольный дом позволяет экономить как минимум 20 % энергетических ресурсов. Это обусловлено тем, что сфера имеет наименьшую площадь поверхности среди всех фигур одинакового объема.

Возьмем для примера два тестовых дома жилой площадью 50 м²: прямоугольный и куполообразный в форме полусферы. Утепление этих домов будем считать одинаковым.

Схематично тестовый дом прямоугольной формы показан на рис. 1.17. Площадь поверхности его ограждающих конструкций при высоте потолков 2,6 м (4 стены и плоская крыша) составит

$$2,6 \cdot 10 + 2,6 \cdot 10 + 2,6 \cdot 5 + 2,6 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 128 \text{ м}^2.$$

Объем этого дома при высоте потолков 2,6 м составит $10 \cdot 5 \cdot 2,6 = 130 \text{ м}^3$.

Пояснение

Высота потолков 2,6 м выбрана для того, чтобы уравнивать внутренние объемы двух сравниваемых объектов.

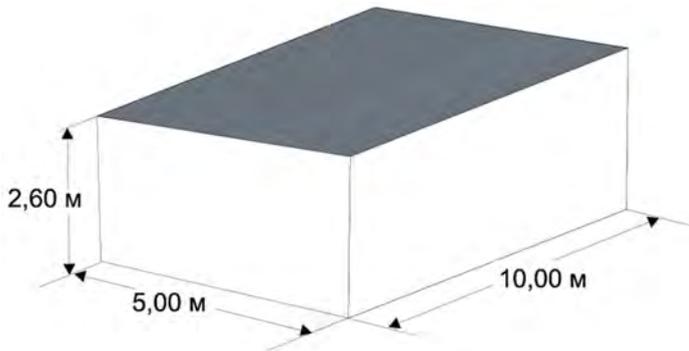


Рис. 1.17. Тестовый дом прямоугольной формы

Тестовый дом в форме полусферы (геодезический купол) показан на рис. 1.18. Радиус сферы равен 4 м. Площадь половины поверхности полусферы составляет $S = 2\pi R^2 = 100,5 \text{ м}^2$.

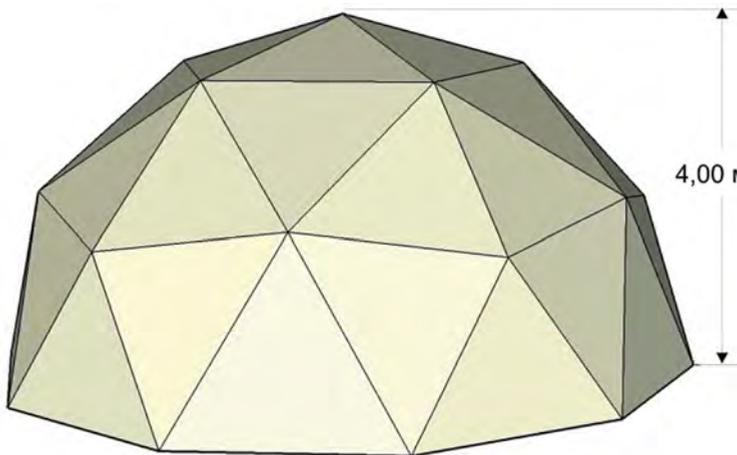


Рис. 1.18. Тестовый дом в форме полусферы (геодезический купол)

Объем сферы $V = (4\pi R^3)/3 = 268 \text{ м}^3$; значит, объем купольного дома (полусфера) составит 134 м^3 .

Таким образом, при почти одинаковом объеме (130 м^3 против 134 м^3) площадь поверхности прямоугольного дома составляет $128,0 \text{ м}^2$, а площадь поверхности купольного дома — $100,5 \text{ м}^2$.

Соответственно, купольный дом потребует меньше затрат на обогрев (из-за снижения потерь на рассеяние тепла), как минимум на 20 %. Очевидно, что и построение системы отопления потребует меньше затрат, так как для этого понадобится меньшая мощность. Кроме того, если чем меньше тепла рассеивается, тем меньше и проникает его внутрь. Как следствие, удастся снизить расходы на кондиционирование.

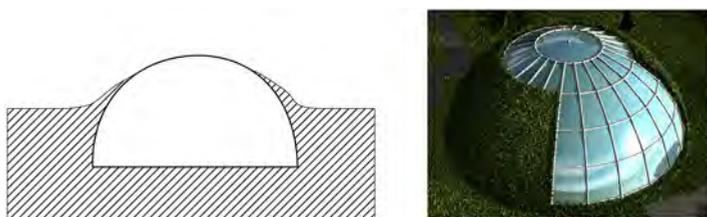
Как известно, новое — это хорошо забытое старое. Купол как архитектурная форма известен с давних времен, поскольку представляет собой особо прочную конструкцию, способную покрывать большие площади. Конструкцию геодезического купола, о которой пойдет речь в дальнейшем, изобрел и запатентовал в 1951 году американский изобретатель Ричард Бакминстер Фуллер (Richard Buckminster «Bucky» Fuller). Над этой идеей изобретатель работал с 1947 года, искренне надеясь, что применение геодезических куполов в строительстве поможет решить послевоенный жилищный кризис.

Преимущества купольных домов

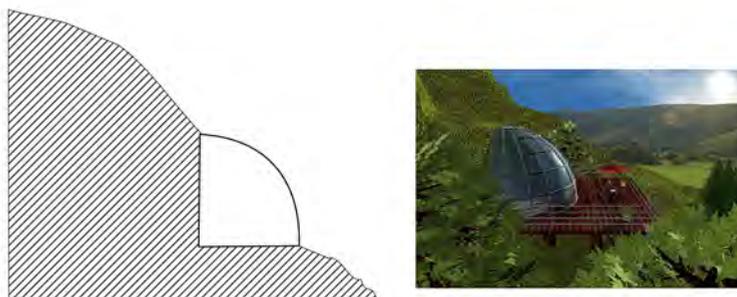
Очевидные преимущества строений на основе геодезического купола определяются свойствами сферы. Они перечислены ниже.

- Максимальный внутренний объем при одинаковой с «прямоугольным» строением полезной площади. В куполообразных строениях больше воздуха и света. Кроме того, куполообразная форма позволяет до 30 % снизить затраты на строительные материалы.
- Минимальная площадь внешней поверхности при одинаковой с «прямоугольным» строением полезной площади. Это означает, что в зимнее время снижается рассеивание тепла, а летнее — поглощается меньше тепла. Соответственно, вплоть до 30 % снижаются и расходы на обогрев (зимой) и кондиционирование (летом).
- Геодезический купол — очень легкая конструкция. Поэтому для постройки купольного дома не нужен мощный и дорогостоящий фундамент.
- Геодезический купол может иметь любое количество окон. Можно остеклить хоть весь купол, и это почти не повлияет на его прочностные характеристики.
- В конструкции купольного дома отсутствует отдельная «крыша»: нет стропильной системы и тяжелых перекрытий. Поэтому купольный дом обладает повышенной сейсмической устойчивостью; даже если будет разрушено до 35 % элементов конструкции, это не приведет к ее обрушению (см. ранее приведенный пример купольного дома, выстоявшего землетрясением 7,5 баллов).
- Недостижимая для других строений прочность позволяет купольным строениям выдерживать большую снеговую нагрузку.
- Непревзойденная аэродинамика куполов обеспечивает отличное обгибание ветрами. Купольные дома реально доказали свою непревзойденную устойчивость во время разрушительных ураганов и смерчей на побережье США.
- Небольшой купольный дом не имеет несущих стен, в большом — несущие стены можно устанавливать достаточно произвольно, что дает больше свободы при внутренней планировке.
- Через меньшую площадь поверхности проникает меньше звуков, что делает жизнь в купольном доме более комфортной.

- Симметрия сферы позволяет наиболее эффективно ориентировать в пространстве размещенные на ней солнечные батареи и модули солнечных коллекторов.
- Купольный дом можно как угодно разместить на участке — он все равно «круглый». Его можно построить как на равнинной, так и на холмистой местности, и даже «замаскировать» (рис. 1.19), потому что купольные конструкции настолько прочны, что вполне могут выдержать нагрузку от слоя почвы с дерном. При этом здание не станет «бункером». (О технологии строительства и внутреннего обустройства купольных домов мы поговорим в следующих главах.)
- Опять же, купольный дом, если его правильно построить, будет очень красив.



а) Замаскированное куполообразное здание на равнинной местности



б) Замаскированное куполообразное здание на холмистой местности

Рис. 1.19. Примеры расположения купольных зданий на различных видах местности

Геодезический купол по своей сути — конструктор, имеющий малую номенклатуру типовых элементов, поэтому для его сборки из готового комплекта не требуется высококвалифицированная рабочая сила, а сама сборка производится очень быстро. Еще одна особенность геодезического купола в том, что для его постройки, как правило, не требуется тяжелая строительная техника, так как все его элементы имеют малый вес и размер и легко поддаются монтажу. Идеальная аэродинамическая форма геодезического купола и его быстрое возведение делают возможным строительство купольных построек в условиях действия ураганных ветров и в сложных климатических условиях.

Жизнь в купольном доме может быть обустроена с комфортом: на рис. 1.20 и 1.21 представлены поэтажные планы здания The Bear Creek Dome (см. также рис. 1.15).

Сертификация по стандарту Energy Star

Дом-купол The Bear Creek Dome был сертифицирован по стандарту Energy Star как имеющий рейтинг 5-Plus (наивысшая оценка). Ему присвоен индекс HERS, равный 55 (это выдающийся результат).

Стандарт Energy Star

Energy Star — это международный стандарт для энергетически эффективных потребительских товаров, принятый в США в 1992 году. Стандарт Energy Star был разработан на основе государственной программы, к которой впоследствии присоединились Австралия, Канада, Япония и Европейский Союз. Более подробную информацию об этом стандарте можно получить по следующим адресам: <http://www.energystar.gov/>, http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Star.

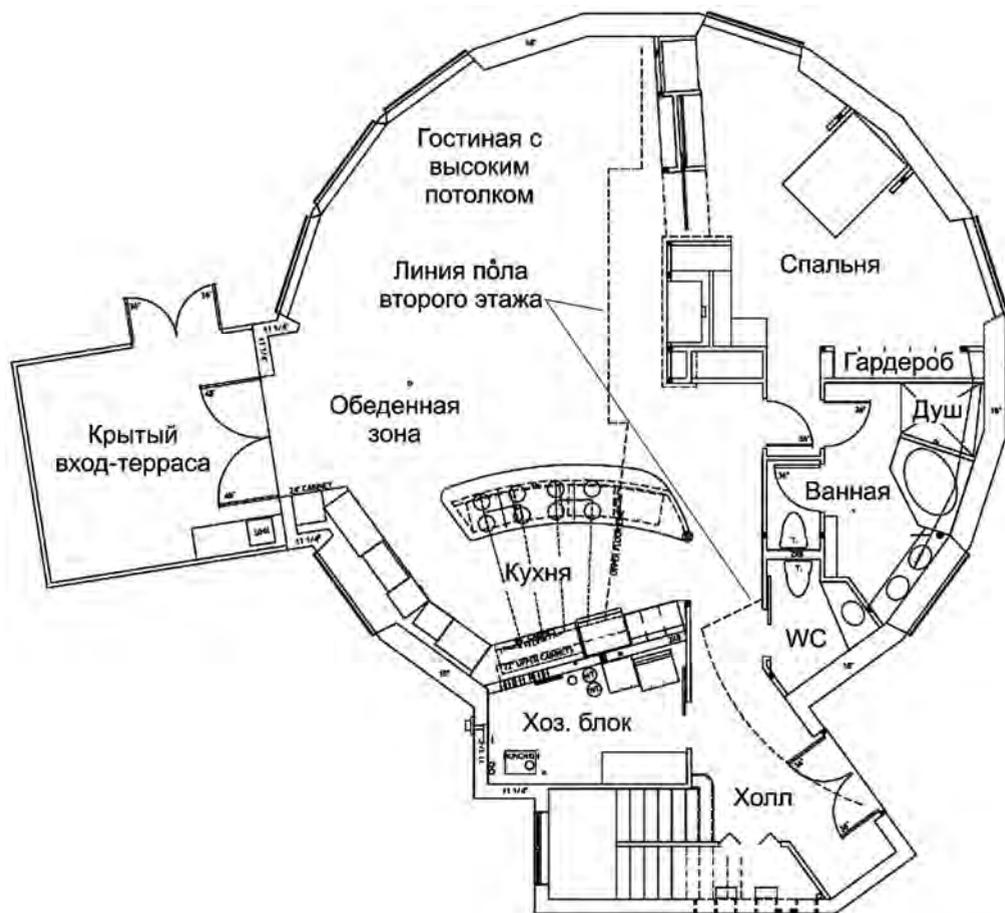


Рис. 1.20. План первого этажа дома-купола The Bear Creek Dome

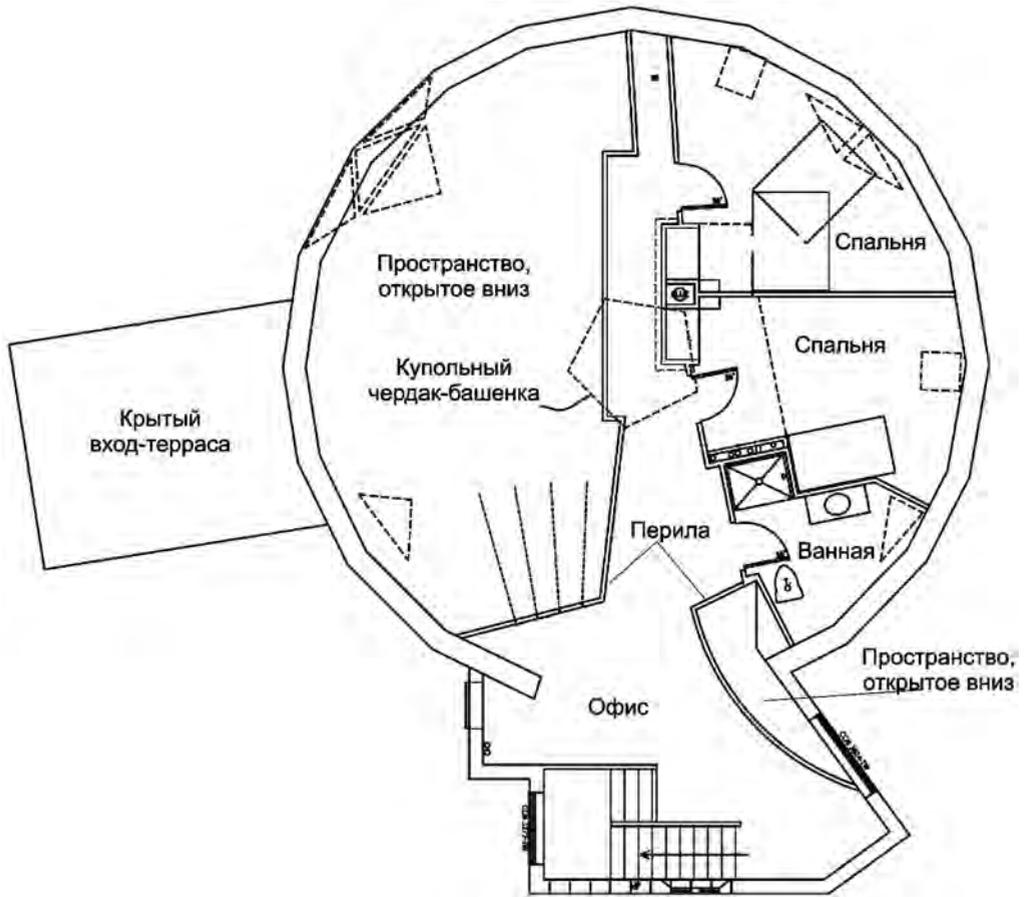


Рис. 1.21. План второго этажа дома-купола The Bear Creek Dome

Для полноты картины приведем пример оформления интерьеров этого дома-купола (рис. 1.22).

Анализ энергетической эффективности дома включает в себя анализ рабочего проекта дома и инспекцию «на месте». Для анализа энергетического баланса конструкции дома организация, занимающаяся сертификацией, использует специализированное программное обеспечение. По данным этого анализа выводится предварительный рейтинг HERS (Home Energy Rating System). По завершении анализа плана оценщик работает с застройщиком с тем, чтобы выявить возможности повысить энергетическую эффективность, позволяющие добиться высокого рейтинга по стандарту Energy Star. По окончании строительства сертифицирующая организация производит инспекцию объекта, в том числе проверку герметичности, включая тест давлением (Blower-Door-Test) для проверки герметичности ограждающих конструкций здания и тест герметичности трубопроводов (Duct Test). О методике проведения этих тестов будет

рассказано в главе 2. По результатам проведенного тестирования, а также разбора информации, полученной на основе анализа проекта дома, и выводится общий индекс HERS.

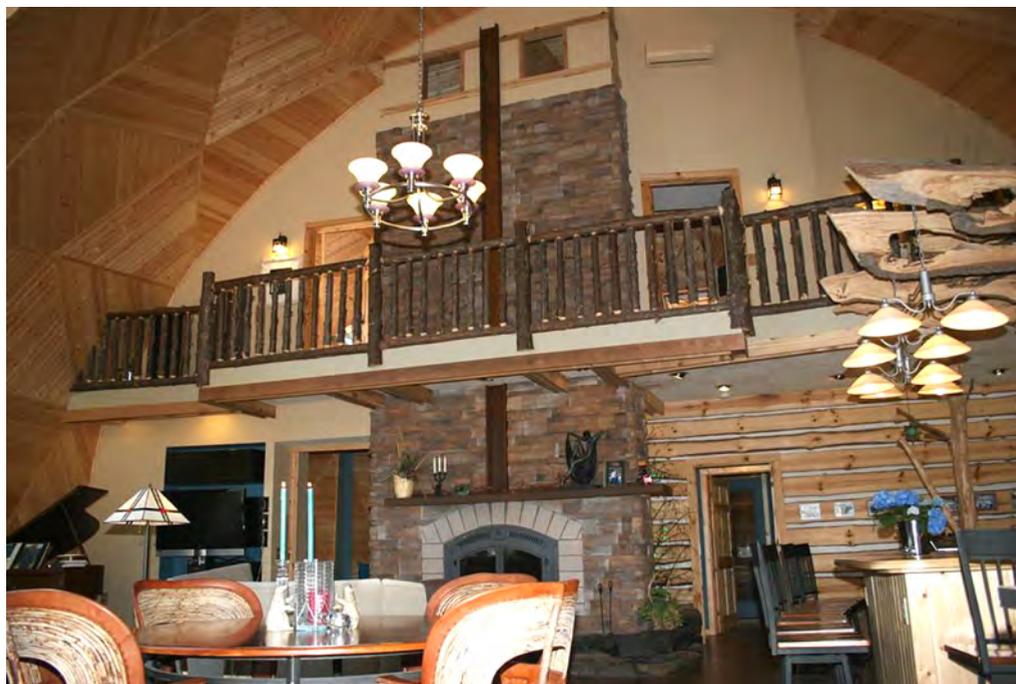


Рис. 1.22. Пример оформления интерьеров в доме The Bear Creek Dome

Рейтинговая система Energy Star присваивает зданию численный рейтинг, отражающий оценку эффективности или неэффективности отдельных показателей. Чем меньше сумма набранных баллов, тем эффективнее дом с энергетической точки зрения и тем выше потенциальная экономия. Рейтинги HERS распределяются следующим образом:

- 70–0 — выдающаяся эффективность;
- 85–71 — высокая эффективность;
- 90–86 — энергетически эффективный дом;
- 100–91 — хороший уровень энергетической эффективности;
- 150–101 — энергетическая эффективность выше среднего уровня;
- 200–151 — средний уровень энергетической эффективности;
- 250–201 — энергетическая эффективность ниже среднего уровня;
- 300–251 — допустимый уровень энергетической эффективности;
- 400–301 — низкая энергетическая эффективность;
- 500–401 — очень плохой уровень энергетической эффективности.

Недостатки геодезических куполов

У купольных конструкций есть свои недостатки, и геодезический купол — не исключение. Поэтому, прежде чем строить купольный дом, нужно научиться хорошо читать «родимые пятна» геодезических конструкций, досконально разбираться в особенностях проектирования и строительства геодезических куполов. Здесь нет ничего безмерно сложного. Просто «квадратные» дома строятся повсеместно и недостатки такого строительства всем известны, а купольные дома (по крайней мере, у нас) — пока еще экзотика.

Перечислим основные недостатки геодезических конструкций и способы их устранения:

- *Известная сложность расчетов.* Геодезический купол невозможно чертить и рассчитывать только в двух плоскостях. Необходимо иметь развитое пространственное воображение и неплохие познания в программах 3D-графики. Впрочем, хорошим решением может оказаться покупка готовых проектов. Например, жители Москвы и Санкт-Петербурга могут обратиться в компанию Geo Dome¹⁵.
- *Нюансы и тонкости сооружения купольных конструкций* не описаны в классической литературе по строительству, с ними не сталкиваются опытные строители в повседневной практике. Обращайтесь к профессионалам-куполостроителям (например, в Союз куполостроителей России¹⁶).
- *При строительстве купольного сооружения* (дома, ресторана, кемпинга) *возникает больше отходов строительных материалов* по сравнению с количеством отходов, которые неизбежны при возведении прямоугольной постройки. Это связано с тем, что строительные материалы поставляются, как правило, в прямоугольном виде, а основной строительный «кирпич» купола — треугольник. **При покупке готового комплекта отходов не будет вообще: все будет привезено в виде «конструктора» и собрано на месте.**
- *Необходимость применения* (во многих случаях) *нестандартных, специально изготовленных окон, дверей, пожарных лестниц, специальной, сделанной на заказ мебели.* Особые треугольные вертикальные или мансардные окна могут изготавливаться на заказ, однако они будут стоить дорого. Дешевле приобретать нестандартные изделия у специализированных компаний, которые занимаются изготовлением комплектов куполов для сборки и производством нестандартных узлов.

¹⁵ <http://www.geo-dome.ru/>

¹⁶ <http://www.mydome.ru/about>

Проектирование домов в соответствии с «зелеными стандартами»

«Зеленое строительство» в последние годы получает все более широкое распространение и определенно набирает силу. Оно приобретает все бóльшую популярность и в России, поэтому представляется актуальным рассмотрение изначального проектирования целых жилых кварталов.

«Зеленое строительство» является единым творческим процессом, и в этом его отличие от традиционного процесса проектирования, когда, к примеру, архитекторы разрабатывают архитектурно-планировочные решения, инженеры проектируют системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и водопроводные системы, а ландшафтные архитекторы занимаются ландшафтным дизайном.

Один из основополагающих принципов «зеленого строительства» — увязка объекта строительства с окружающей средой в целом. Мы рассматриваем физическое месторасположение района строительства, а также учитываем, что здание может быть интегрировано с местными или региональными транспортными сетями, подключено к городским системам водоснабжения, электроэнергетики, газа и т. д. Важную роль играют и местные климатические условия. Кроме того, необходимо учитывать экономические вопросы (в частности, доставки, перевозки строительных материалов). За счет этого и архитекторы, и инженеры могут не только сделать строительство здания более эффективным, но и снизить отрицательное влияние строительства и эксплуатации здания на окружающую среду.

«Зеленые» здания, расположенные и эксплуатируемые надлежащим образом, в любом случае оказываются лучше традиционных. Исследования показали, что при меньшем использовании энергии на обогрев или охлаждение стоимость их эксплуатации ниже. Средняя продолжительность эксплуатации зданий составляет около 50 лет. За это время стоимость эксплуатации с точки зрения потребленной энергии и стоимости оборудования (меньший износ оборудования увеличивает срок его службы) может быть значительно снижена. Кроме того, жильцы, находящиеся в более здоровой и комфортабельной среде, имеют высокую трудоспособность и довольны проживанием в здании.

В заключительной части этой главы обсудим архитектурные особенности проектирования, направленные на снижение использования энергии в здании, и их оценку тремя рейтинговыми системами «зеленого строительства»: LEED, BREEAM и DGNB. Ранее в этой главе мы эти системы уже упоминали, рассмотрим их теперь более пристально.

Анализируя стратегии проектирования «зеленого строительства», оказывающие огромное влияние на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также на энергосистемы здания, обратим внимание на требования трех наиболее широко известных «зеленых» стандартов и на соответствующие документы:

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design — «лидерство в области энергетического и экологического проектирования») — рейтинговая система, разработанная американским Советом по зеленым зданиям (US Green Building Council) и опубликованная впервые в 1999 году. Декларация LEED содержит семь основных разделов. Каждый раздел разбит на определенные пункты, по которым проект может получить один или более баллов. Общее количество очков строительства может попадать в одну из четырех категорий сертификации, после чего зданию присваивается итоговая оценка. В этой главе рассматривается редакция LEED 2009 года.
- BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), метод экологической оценки Организации по исследованию зданий — рейтинговая система, разработанная Британской организацией по исследованию зданий (UK Building Research Establishment) и впервые опубликованная в 1990 году. Эта система оценивает характеристику здания, и баллы начисляются по каждому пункту. Конечная оценка относит здание к одной из пяти категорий, и проекту присваивается общий балл. В этой главе рассматривается редакция BREEAM Europe Commercial 2009 года.
- Система сертификации DGNB (англ. — GSBC) была разработана немецким Советом по устойчивому строительству (DGNB) для использования в качестве инструмента при проектировании и оценке качества зданий во всесторонней перспективе. Являясь наглядной и понятной рейтинговой системой, система **DGNB** охватывает **все значимые вопросы устойчивого строительства** и отмечает выдающиеся здания по категориям «бронза», «серебро» и «золото». Существует **шесть аспектов, влияющих на оценку**: экология, экономика, социально-культурный и функциональный аспекты, методы, процессы, а также расположение. Сертификат свидетельствует о положительном воздействии строительства на окружающую среду и общество в количественном выражении. В некоторых высокопрофессиональных кругах считается, что GSBC является стимулом для дальнейшего развития LEED и BREEAM, т. е. что он подает им пример того, в каком направлении развиваться дальше и какие аспекты следует расширять.

Местоположение здания

Анализируя процесс проектирования «зеленого» здания, для начала рассмотрим место его строительства. Выбирая расположение площадки для застройки при участии инженеров, мы можем определить характерные особенности проекта. Эти особенности таковы: место застройки, возможность использования возобновляемых источников энергии, ориентация здания на участке, строительный тип здания и его инсоляция. Участие в работе инженеров на раннем этапе проектирования позволит улучшить защиту окружающей среды, уменьшить потребление

энергии, снизить отрицательное воздействие на окружающую среду и даже использовать (в настоящее время или в будущем) возобновляемые источники энергии.

Расположение площадки застройки

Выбор площадки для застройки, как правило, не является сферой деятельности инженеров. Однако при выборе расположения застройки существует ряд моментов, которые могут повлиять на энергетические характеристики здания. Рекомендации инженеров могут помочь при выборе решения.

Во-первых, существует возможность попадания в здание загрязненного воздуха. Инженеры могут сообщить о потенциальных источниках загрязнения от близлежащих промышленных объектов, а также о качестве воздуха. Эти факторы способны оказывать существенное влияние на качество воздуха внутри здания. В частности, в пункте 8 сертификации «Качество внутреннего воздуха» (Indoor Air Quality) раздела «Здоровье и благополучие» (Health and Wellbeing) BREEAM упоминается о близости расположения источников внешнего загрязнения. Это особенно актуально для городов, где магистрали и промышленные объекты могут находиться в непосредственной близости к воздухозаборникам здания.

Во-вторых, инженеры могут определять существующий уровень грунтовых вод на участке и его топографию. И в BREEAM, и в LEED, и в DGNB рассматриваются вопросы отвода ливневых вод и уровня почвенных вод. Для более качественного дренирования (дренажа) площадки, выбора самой площадки с разной топографией и разным дренажом, инженеры могут посоветовать наиболее предпочтительные месторасположения застройки на конкретном участке.

В BREEAM ливневые стоки рассматриваются в двух пунктах (оба в разделе «Загрязнение» (Pollution) этой рейтинговой системы), тогда как LEED относит почвенные воды к разделу «Устойчивый участок» (Sustainable Site), пункт 1 — «Выбор участка» (Site Selection, SS), а ливневый сток — к пунктам 6.1 и 6.2 SS.

Согласно BREEAM и LEED, инженеры могут оценивать местоположения, которые не приемлемы для дренажа. Либо, с учетом выбранного участка, они могут порекомендовать пути дренажа или перенаправления водных потоков в соответствии с требованиями пунктов BREEAM и LEED.

Возобновляемые источники энергии

На площадках застройки возможно использование возобновляемых источников энергии. При протяженном южном направлении возможна генерация солнечной энергии: открытое пространство дает возможность получения энергии ветра. В отдельных случаях возможно получение геотермальной энергии, вода из ближайших источников может использоваться в системах теплообмена. Близлежащие фермы могут служить источником снабжения здания метаном.

Рейтинговые системы BREEAM и LEED присваивают баллы проектам, в которых практикуется получение возобновляемой энергии на месте или за пределами площадки. Система LEED — раздел «Энергия и атмосфера» (Energy and Atmosphere, EA), пункт 2 «Местные возобновляемые источники энергии» (On-site Renewable Energy) — дает от 1 до 7 баллов за использование возобновляемых источников энергии на месте: начиная с 1 балла за 1%-ное сокращение годовых затрат и до 7 баллов за 13%-ное сокращение годовых затрат на энергию оцениваются проекты, которые уменьшают использование ископаемого (невозобновляемого) топлива в энергопотреблении здания. Пункт 6 «Зеленая энергия» (Green Power) раздела EA системы LEED дает 2 балла проектам, которые используют как минимум 35 % электрической энергии за счет ее поставки от внешних источников. Пункт 5.1 «Низкая или нулевая углеродные технологии» (Low or Zero Carbon Technologies), пункт 5.2 «Энергия» системы BREEAM дают до 4 очков проектам, снижающим содержание CO₂ на 10, 15 или 20 % за счет использования специальных низкой или нулевой углеродных технологий. Эти технологии включают: солнечную энергию, воду, ветер, биомассы, тепловые насосы (грунт, вода, воздух или геотермальные источники), когенерацию (с использованием биомассы, природного газа или биогаза в качестве источника топлива) и системы местного теплоснабжения (с использованием тепла, полученного в процессе эксплуатации здания).

В пункте 4 «Выделения NO_x от источника теплоты» (NO_x Emissions From Heating Source) раздела «Загрязнение» (Pollution) система BREEAM рассматривает выделение оксидов азота NO_x при сжигании природного топлива. Обычно при отоплении здания от сети электроснабжения NO_x выделяется в количестве, превышающем требования BREEAM. В перечне A9 BREEAM записано, что в Российской Федерации среднее значение выделения NO_x от электросети составляет 2300 мг/кВтч. Использование таких возобновляемых источников энергии, как ветер или солнечная энергия, в качестве источников электроэнергии поможет проекту получить до 3 баллов по этому пункту.

Налоговая нагрузка

Налоговая нагрузка на собственника жилья снижается пропорционально количеству набранных баллов.

Ориентация

Ориентируя основной фасад здания на южную сторону, мы получим дополнительную возможность обогрева здания за счет солнечной энергии в холодные месяцы года, что понизит стоимость обогрева. Южное направление также увеличит использование светового дня; следовательно, снизится потребность в электрическом освещении в светлое время суток. Южная ориентация здания также может использоваться для получения солнечной энергии или нагревания воды для обогрева

самого здания. Любая из этих стратегий поможет снизить общее энергопотребление здания. Использование солнечной энергии на площадке не только решает вопрос ориентации здания, но и вопросы затенения, яркости освещения, анализа оболочки здания, в том числе теплоизоляции, остекления и выбора материалов.

На рис. 1.23 показан пример проектирования здания, в котором в зимний период солнечная энергия поступает через двойной фасад, благодаря чему существенно улучшается общий баланс тепловой энергии в течение всего года (уменьшение количества тепловой энергии составляет приблизительно 50 % в год). Южная сторона должна иметь подходящую защиту от летнего перегрева; желательно, чтобы она находилась в тени деревьев, чтобы ограничить влияние солнечного излучения в наиболее жаркие месяцы.

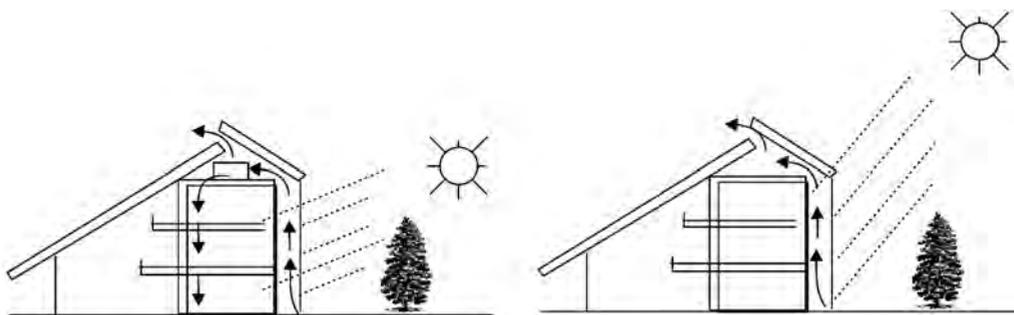


Рис. 1.23. Пример проектирования здания для пассивного солнечного отопления через двойной фасад

При выборе ориентации здания учитывается и влияние климата. Преобладающие ветра, их направление и скорость, относительная влажность воздуха, растущие деревья, географическое месторасположение, в том числе холмы и находящиеся рядом строения, — все это изначально влияет на энергопотребление здания.

В местности с умеренным и холодным климатом чем длиннее стена вашего дома, обращенная на юг, тем лучше: это даст максимальный выигрыш от солнечного освещения (рис. 1.24). Отличным решением в этом случае будут компактные здания, окна которых развернуты навстречу низкому зимнему солнцу, поскольку это позволит получить максимальный выигрыш по дневному освещению зимним солнцем и избежать нежелательного летнего перегрева.

Однако ветер не всегда играет отрицательную роль: определение его направления может помочь инженерам правильно выбрать место для вентиляционных отверстий или эффективно задействовать естественные системы вентиляции, что также снизило бы потребление энергии зданием. В более теплых климатических зонах здание может быть размещено таким образом, чтобы охлаждаться за счет направления ветра в ночное время.

При расчете теплового баланса здания с учетом влияния климата часто возникает необходимость поиска компромиссов между температурными характери-

ками и естественным освещением. Поэтому на инженере лежит ответственность по определению возможностей и необходимых требований, предъявляемых при строительстве здания.

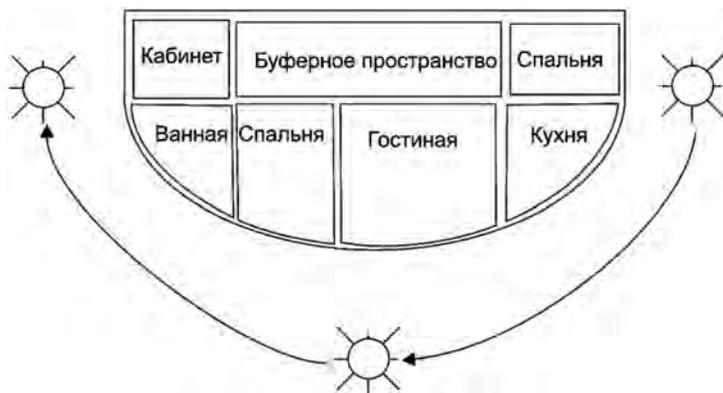


Рис. 1.24. Планировка типичного американского «солнечного дома» для умеренного и холодного климата

В системах LEED и BREEAM есть ряд пунктов, на которые может влиять ориентация здания. В пунктах 5.1 и 5.2 «Разработка участка» (Site Development) раздела «Устойчивость участка» (Sustainable Site) системы LEED рассматривается размер площади зеленых насаждений, сохраненных после разработки, а также нарушения (беспорядок), вызванные строительством. Для уменьшения изменений микроклимата, вызванных строительством здания, пункты 7.1 и 7.2 «Эффект «теплового острова»» (Heat Island Effect) (в отечественной практике используется также термин «тепловой купол») поощряют обустройство зеленых крыш и других насаждений. В системе BREEAM определение места строительства здания рассматривается в пунктах 3–6 раздела «Ландшафт и экология» (Landscape and Ecology). Здесь указывается, что при строительстве здания необходимо минимизировать влияние на существующую экологию: деревья, источники воды, животный мир. В системах LEED и BREEAM ориентация здания на участке может иметь существенное влияние для получения баллов.

Очень важно, что результат выбора ориентации может повлиять на энергопотребление здания. В системе LEED, раздел «Энергия и атмосфера» (Energy and Atmosphere, EA), необходимое условие 2 «Характеристика минимального энергопотребления» (Minimum Energy Performance), сначала моделируются оболочка здания и инженерные системы, которые отвечают основным минимальным стандартам. Затем моделируется новый строительный проект, и по стоимости энергии он должен иметь 10 % усовершенствований. Следовательно, чтобы получить сертификацию LEED, необходимо выполнить это условие. В соответствии с пунктом 1 «Оптимизация характеристики энергопотребления» (Optimize Energy Performance) раздела EA, снижение стоимости энергии до 48 % сверх базовых данных означает

дополнительное присвоение 19 баллов. Очевидно, что правильное размещение здания дает преимущества при охлаждении ветром или солнечном обогреве, что поможет проекту заработать эти дополнительные баллы.

В системе BREEAM использование энергии оценивается не по стоимости, а по затратам энергии или выделению углекислого газа. Пункт 1 «Энергоэффективность» (Energy Efficiency) раздела «Энергия» (Energy) дает 15 баллов при совершенствовании базового варианта. Проект здания должен моделироваться с применением соответствующего программного обеспечения, а затем он сравнивается с методологией расчета, принятой в данной стране. Если такой методологии не существует, то инженеры могут использовать известное программное обеспечение динамического моделирования, которое соответствует BREEAM. Кроме того, оно может соответствовать перечню стратегий энергосбережения, упомянутых в документации BREEAM; по этому пункту можно получить до 10 баллов.

Учет формы здания

Общая форма здания (его геометрия, объем) существенно влияет на его энергопотребление. Отношение площади здания к площади поверхности ограждений также играет здесь немалую роль. Проникновение естественного света внутрь помещения не только снижает потребность в искусственном освещении, но и улучшает психологическое воздействие на людей, находящихся в здании. Размер окон, тип остекления и размещение людей по отношению к окнам — все это составные части проекта, которые влияют на количество и качество естественного освещения в здании. Появляется возможность обустройства зеленых крыш, сокращающих объемы ливневых стоков, увеличивающих теплозащиту и снижающих суточные колебания температуры.

Разделы BREEAM и LEED, касающиеся формы здания и светопрозрачности, в первую очередь направлены на вопросы естественного освещения, а также количества и качества воздуха в помещениях. Для снижения потребления энергии, обещающего дополнительные баллы, инженеры принимают решения, связанные с общим объемом здания и его ориентацией. Кроме того, они могут дать советы при выборе формы здания с точки зрения воздействия на него солнечной энергии и энергии ветра.

Что касается дневного освещения, то по системе LEED, пункт 8.1 «Дневной свет» (Daylight) раздела «Качество воздуха внутри помещения» (Indoor Environmental Quality, IEQ), регламентируется минимально допустимая освещенность для здания, где постоянно находятся люди. По IEQ, пункт 8.2 «Виды» (Views), необходимо, чтобы по прямой линии просматривалось до 90 % занимаемого пространства внутри здания. В соответствии с пунктом 1 «Дневной свет» (Daylight) раздела «Здоровье и благополучие» (Health and Wellbeing) по системе BREEAM, для различных категорий людей необходим некий фактор минимального дневного освещения (соотношение освещенности). Пункт 2 «Вид внутри помещения» (View Out)

определяет, что размещение работающих людей по отношению к окну должно осуществляться в пределах 7 м. Что касается пункта 3 «Контроль бликов» (Glare Control), то здесь необходима установка затеняющих устройств на все окна, зенитные фонари и застекленные двери.

Качество воздуха внутри помещения, энергопотребление и вентиляция также напрямую связаны как с формой здания, так и со светопрозрачностью. В рейтинге LEED учитывается снижение потребления энергии в том числе за счет оптимизации использования окон и других проемов. Рассматриваются объем и скорость приточного воздуха. Уделяя особое внимание вопросам ориентации здания, за счет оптимизации его формы и светопрозрачности можно повысить уровень воздухообмена, что даст дополнительные баллы.

Система BREEAM также рассматривает естественную вентиляцию. Она учитывает размер и месторасположение окон, перетоки воздуха, которые проверяются посредством, например, моделирования воздушных потоков. В тех случаях, когда окна не используются или глубина здания в плане составляет более 15 м, в расчетах должны быть отражены соответствующие перетоки воздуха внутри здания. Также учитываются внешние загрязнения, уровень CO₂ и качество наружного воздуха, поступающего в здание. Правильно размещенные воздухозаборные устройства, наравне с окнами, способствуют получению баллов.

В рейтинге BREEAM можно получить два балла, если есть документация, отражающая температурный анализ.

Рейтинговые системы рассматривают вопросы снижения использования хладагентов при эксплуатации здания. В новых строительных проектах, согласно LEED, запрещается использование хладагентов на основе CFC (хлор-фтор-углерод). BREEAM дает один балл тем проектам, в которых совсем не используются хладагенты или же применяются те из них, у которых потенциал разрушения озонового слоя ODP (Ozone Depleting Potential) равен 0, а потенциал глобального потепления GWP (Global Warming Potential) меньше 5. За счет применения естественной вентиляции и соответствующей ориентации здания можно отказаться от применения систем кондиционирования воздуха, что также поможет проекту получить дополнительные очки.

Таким образом, участие инженеров необходимо на раннем этапе проектирования «зеленого строительства». Рассматривая вопросы выбора местоположения здания, его формы и ориентации, инженеры могут повлиять на то, как в здании будет использоваться энергия, и помочь спроектировать его наилучшим образом с точки зрения защиты окружающей среды.