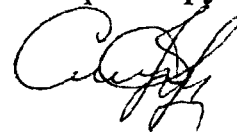


На правах рукописи



Смирнова Светлана Николаевна

04200961082

**ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

18. 00. 02 - Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции
архитектурной деятельности

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата архитектуры
ТОМ I

Научный руководитель
доктор архитектуры, профессор,
А.А.Яковлев

Нижний Новгород - 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Мировой опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности	
1.1. Зарубежный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности.....	9
1.1.1. Учет климата и энергосбережения в традиционном мировом народном строительстве.....	9
1.1.2. Современный зарубежный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности	11
1.2. Отечественный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности	23
1.2.1. Энергосбережение в традиционных постройках народов России.....	23
1.2.2. Эволюция тенденций энергосбережения в отечественном городском массовом строительстве малой и средней этажности...	31
1.2.3. Современный отечественный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности.....	40
1.3. Нормативная политика в области энергосбережения.....	49
1.4. Перспективы развития ЭЖЗ малой и средней этажности.....	53
Выводы по главе 1.....	54
Глава 2. Теоретические основы архитектурного проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности	
2.1. Предпосылки и требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности.....	57
2.1.1. Предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности.....	57
2.1.2. Основные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ	

малой и средней этажности.....	69
2.2. Принципы проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности...	73
2.2.1. Градостроительные принципы	73
2.2.2. Архитектурно- планировочные принципы	82
2.2.3. Конструктивные принципы	102
2.2.4. Принципы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии	118
2.3. Теоретические основы определения ЭЖЗ	132
2.3.1. Определение понятия «энергоэффективное здание».....	132
2.3.2. Суть энергоэффективных зданий. Энергоэффективные здания в контексте архитектурно-строительной экологии.....	134
2.3.3. Теоретическая модель ЭЖЗ.....	140
Выводы по главе 2.....	142
Глава 3. Методика формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности	
3.1. Методика проектирования ЭЖЗ.....	146
3.2. Критерии оценки проектных решений ЭЖЗ малой и средней этажности	152
3.3. Комплексная оценка природно-климатических факторов и оценка использования потенциала НВИЭ для строительства ЭЖЗ в климатических условиях Среднего Поволжья (на примере г.Йошкар-Олы и Н.Новгорода).....	155
3.4. Внедрение результатов исследования в архитектурно- строительную практику.....	158
Выводы по главе 3.....	165
Заключение.....	167
Список использованной литературы.....	170
Приложения.....	184

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная революция XIX века, научно-техническая революция середины и потребительская революция конца прошлого столетия позволили людям, живущим в рамках европейской цивилизации, создать для себя довольно комфортные условия жизни. Следствием этого стали постоянный рост использования человечеством важнейших видов природных ресурсов, а нерациональная структура производства и потребления спровоцировала необратимые изменения экосистемы Земли. На первый план вышли проблемы тепло- и энергосбережения.

На фоне общей тенденции по снижению воздействия на природу сегодня в ряде стран Европы и Америки начал формироваться новый взгляд на конструктивные характеристики массового жилья, зданий промышленного и общественного назначения, поскольку коммунальное хозяйство является крупнейшим потребителем энергии (более 40 % потребления тепловой энергии и 20 % электричества) и загрязнителем атмосферы.

Из общего объема энергопотребления строительным комплексом России около 90 % расходуется на эксплуатацию зданий. Наибольшим энергопотреблением характеризуются жилые здания – 50-55%, несколько меньшим – 35-45% - промышленные здания, а на долю гражданских зданий приходится около 10%. В жилищном и гражданском строительстве резервы энергосбережения составляют примерно 10-15%.

В странах Европы, США, Канаде пройден длинный и успешный путь энергосбережения, в частности, в области строительства. Результаты, достигнутые на практике в повышении энергетической эффективности зданий, позволяют говорить о революционных изменениях в домостроении.

Выдающийся архитектор Норман Фостер (Sir Norman Foster) пишет: «Архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но мы можем проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне

энергии, кроме того, благодаря надлежащему градостроительному планированию мы можем влиять на транспортные потоки. Расположение и функциональное назначение сооружения, его конструктивная гибкость и технологический ресурс, ориентация, форма и конструкция, его системы обогрева и вентиляции, характеристики используемых при строительстве материалов - все эти параметры влияют на количество энергии, требующейся для возведения, эксплуатации и технического обслуживания здания, а также для транспорта, движущегося к нему и от него» [129].

Цель исследования состоит в научном обосновании принципов формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий малой и средней этажности и разработке методики архитектурного проектирования ЭЖЗ.

Основные задачи исследования:

- анализ развития проблемы энергоэффективности зданий;
- определение понятия энергоэффективного здания;
- изучение научных основ проектирования энергоэффективного здания;
- разработка научно-обоснованных принципов архитектурных решений энергоэффективных зданий, типологии ЭЖЗ малой и средней этажности и выявление методики последовательного архитектурного проектирования энергоэффективных жилых зданий;
- внедрение результатов исследования при проектировании с целью подтверждения эффективности установленных принципов архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий малой и средней этажности.

Объект исследования - жилые здания малой и средней этажности с энергосберегающими архитектурными решениями.

Предмет исследования - закономерности формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий.

Теоретической базой исследования послужили труды:

- по исследованию учета влияния климата на проектирование зданий и застройки населенных мест: А.П. Михеева, А.М. Берегового, Л.Н.

Петряниной, Т.А. Маркуса, Э.Н. Морриса, В.С. Беляева, Л.П.Хохловой, Э.И.Реттера, Ф.Л.Серебровского, Н.В.Оболенского [7,8,9,42,51,56,71,83];

- по изучению экологического аспекта формирования энергоэффективных зданий: А.Н.Тетиора, П.Н.Давиденко, З.К.Петровой, И.А.Огородникова, Е.И.Широкова, Н.А.Сапрыкиной [23, 57, 58,77-80, 103, 104, 105, 121];

- по рассмотрению объемно-планировочных приемов формообразования энергоэффективных жилых зданий: И.В.Черешнева, Ю.А.Табунщикова, С.М. Гликина, Ю.Г. Граника, А.А.Магая, В.С.Беляева [8,20, 21,22, 93-102, 112-115];

- по изучению организации комфортного микроклимата в помещениях энергоэффективных зданий: Ю.А.Табунщикова, Н.В.Шилкина и М.М.Бродач [13,14,99-102];

- по анализу вопросов использования нетрадиционных источников энергии для инженерного обеспечения зданий: А.А.Саидова, Н.П.Селиванова, А.И.Мелуа, С.В.Зоколя, Л.П.Хохловой, А.Н.Тетиора, Н.А.Сапрыкиной [8,75,76,82,104,110];

- по исследованию нормативной политики в области обеспечения энергетической эффективности жилых зданий: Ю.А.Матросова, В.И.Ливчака, Г.Н.Нурмиева, В.Г.Плешивцева, М.М.Соловьева, Л.В.Хихлухи, Т.В.Цихана [10,38,39,43,55,66,92,108,109,111].

Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии изучалась в диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры О.К.Афанасьевой [4]. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных зданий рассматривались в диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры С.А.Молодкина [52].

Несмотря на многообразие работ, посвященных исследованию эффективного использования энергии при эксплуатации зданий, отсутствует определенная методика последовательного архитектурного проектирования

энергоэффективного здания и четко выраженная терминология по данной тематике.

Границы исследования - градостроительные, объемно-планировочные, композиционные аспекты архитектуры энергоэффективных жилых зданий малой и средней этажности в климатических условиях Среднего Поволжья.

Методика исследования предусматривает:

- изучение и обобщение зарубежного и отечественного опыта научных исследований, проектирования и строительства в области создания энергоэффективных жилых зданий;
- комплексный подход к исследованию формирования архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности;
- разработку принципов формирования архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности;
- объемно-пространственное моделирование на основе установленных требований и принципов формирования архитектуры ЭЖЗ с целью определения типологии и теоретической модели ЭЖЗ малой и средней этажности;
- экспериментальное проектирование на основе разработанных принципов.

Научная новизна заключается:

- в разработке принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности;
- в разработке типологии ЭЖЗ малой и средней этажности для климатических условий Среднего Поволжья;
- в разработке теоретической модели ЭЖЗ;
- в создании методики архитектурного проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности с рассмотрением отдельных положений ее применительно к условиям Среднего Поволжья (г.Йошкар-Ола и Нижний Новгород).

На защиту выносятся научно обоснованные принципы формирования архитектурных решений ЭЖЗ, типология ЭЖЗ малой и средней этажности и методика архитектурного проектирования ЭЖЗ.

Практическое значение работы. Автором на основании исследования представлен обобщающий материал по ЭЖЗ малой и средней этажности, рассматривающий вопросы: обоснования закономерностей и принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности, создания методики проектирования ЭЖЗ. В работе выполнен анализ развития архитектуры ЭЖЗ; определены основные пути экономии энергии и выявлены факторы, влияющие на формирование архитектуры ЭЖЗ. Итогом стала разработка типологии ЭЖЗ малой и средней этажности применительно к климатическим условиям Среднего Поволжья, имеющая целью практическое использование ее в рамках реального архитектурного проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности. Реализация полученных по результатам исследования рекомендаций станет гарантом улучшения качества, экономичности и доступности жилья.

Внедрение результатов работы осуществлялось по нескольким основным направлениям:

- внедрение основных положений и методик в учебный процесс;
- проектирование и реализация решений по строительству ЭЖЗ малой и средней этажности.

Внедрение в учебный процесс осуществлялось по нескольким направлениям:

- разработка учебных программ;
- ведение практических занятий и консультирование курсового проектирования;
- в дипломное проектирование проработкой в дипломных проектах тематики ЭЖЗ.

Внедрение в проектно-строительную практику осуществлялось автором в проектных организациях: ООО «ПСК», ООО «Институт каркасных систем

– г.Йошкар-Ола». Автором выполнено 7 проектов зданий, использующих принципы ЭЖЗ. Имеются акты внедрения по всем объектам.

Объем и структура работы. Диссертация представлена в двух томах. Первый том (216 страниц машинописного текста) состоит из введения, трех глав с основными выводами, заключения, библиографического списка (140 наименований) и приложений. Второй том иллюстрированный - 245 графоаналитических таблиц, относящихся к тексту.

ГЛАВА 1. Мировой опыт проектирования и строительства энергоэффективных жилых зданий малой и средней этажности

1.1. Зарубежный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности

1.1.1. Учет климата и энергосбережения в традиционном мировом народном строительстве

Мировой многовековой народный опыт строительства жилых зданий базируется на максимальном учете всех параметров климата.

Массивные плоские крыши с высокой термической емкостью характерны для условий пустынного климата /рис.1.1/. Легкие, компактные постройки кочевников собираются из шкур, тканей или войлока, что определяется видом домашнего скота, который в свою очередь зависит от типа произрастающей растительности, определяемой климатическими условиями данного региона /рис.1.2/. Юрта легко собирается и разбирается, она удобно перевозится колесным транспортом и вьюком, непромокаема в ливневые дожди, сохраняет прохладу в знойные дни, надежно укрывает от пронзительных осенних ветров.

Одним из примеров замечательного единства между планировкой города, формой зданий и технологией строительства является архитектура Среднего Востока, а именно города Багдада, где здания, типичные для

старых городских застроек, имеют внутренние дворы. Ширина улиц такова, что даже здесь, на 33° с. ш. при высоте солнца 80° в полдень в середине лета и 33° в середине зимы фасады мало подвергаются действию прямой солнечной радиации. Стены и крыша массивные (толщина стены 340—350 мм, крыши — 460 мм), что обеспечивает термическое запаздывание по времени, необходимое в климате с большими суточными колебаниями температуры /рис.1.3/.

Традиционный малайский деревянный дом представляет собой жилище, отвечающее условиям жаркого и влажного климата. Легкость постройки и крыши приводит к незначительному накоплению тепла, да оно здесь и бесполезно, так как суточные колебания температуры настолько малы, что незначительное охлаждение днем можно получить лишь благодаря ночному охлаждению постройки так же, как и в рассмотренном выше случае жаркого и сухого климата. Стены затеняются достаточно широкими навесами крыши и посадками кокосовых пальм и других деревьев вокруг дома. Тень у дома создает прохладное пространство с более низкой температурой поверхности почвы, что способствует охлаждению нижней поверхности пола за счет излучения и охлаждения воздуха под домом /рис.1.4/[42].

Для климатологического анализа особый интерес представляет жилище эскимосов, построенное из самого простого и доступного в местных условиях строительного материала - снега и льда. Форма иглу идеальна для суровых условий, так как обеспечивает минимум поверхности на единицу объёма. С точки зрения аэродинамики она оказывает небольшое сопротивление ветру, а отсюда и меньшие потери тепла. Внутренние поверхности купола и пола, обычно покрываемые мехами и шкурами, увеличивали теплоизоляцию и обеспечивали относительно высокую температуру поверхности. Небольшие отверстия в середине купола, которые открывались в сторону, противоположную господствующему направлению ветра, обеспечивали ограниченную вентиляцию /рис.1.5-1.6/ [42].

Температура внутренних помещений, обогреваемых (и освещаемых) несколькими масляными лампами и теплом, излучаемым людьми, на 26 °С выше температуры наружного воздуха на уровне пола постройки. Стены из сухого снега, имеющие толщину 500 мм, обеспечивают относительно хорошую теплоизоляцию. Точечный источник тепла (очаг) способен нагревать иглу равномерно. Под действием тепла этого источника и тепла, излучаемого обитателями иглу, внутренняя поверхность стен подтаивает и образуется корочка льда, которая уменьшает влияние пористой структуры снега и действует как отражающая поверхность. Когда температура наружного воздуха поднимается до -6°С, внутренние стенки начинают подтаивать. Постепенно повышаясь, температура достигает значения, превышающего точку замерзания, и зимнее жилище иглу разрушается. После этого эскимосы переходят на другое место, где они строят летнее жилище [51]:

В формировании иглу воплощены принципы выбора формы здания, использования «буферных зон».

Рассмотренные выше виды традиционных построек еще раз подтверждают уже устоявшееся мнение ученых о том, что солнечная радиация (прямая и рассеянная), влажность воздуха, ветер и температура являются основополагающими факторами климата. В современном проектировании зданий на стадии предпроектного анализа огромную значимость приобретает оценка всех факторов климата наряду с исследованием традиционного народного опыта строительства и модернизированным применением его положительных тенденций.

1.1.2. Современный зарубежный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности

Практика разработки и строительства энергоэффективных, экологических домов в мире насчитывает уже не один десяток лет. К

настоящему времени в западных странах пройден этап первоначальных поисковых разработок, экспериментального строительства и опытной эксплуатации энергоэффективных зданий, выкристаллизовались методики их проектирования. Решается вопрос о переходе к массовому строительству таких зданий в качестве стандартных. Для этого уже апробированы и запущены в производство необходимые материалы, компоненты инженерных систем жизнеобеспечения. Параллельно систематически ужесточаются нормативные требования к энергопотреблению вновь строящихся и реконструируемых зданий. Всячески стимулируется применение при строительстве и реконструкции зданий возобновляемых источников энергии и применение других мер повышения энергоэффективности зданий.

Проект первого энергоэффективного здания начал осуществляться в 1972 году в Манчестере (штат Нью-Хэмпшир, США) архитекторами Николасом Исааком (Nicholas Isaak) и Эндрю Исааком (Andrew C. Isaak) /рис.1.7./. Энергопотребление зданий, которое не было определяющим показателем в прошлом, стало доминирующим критерием качества проекта. Здание было запроектировано из расчета минимальных потерь энергии. Проектом предусмотрено обеспечить наименьший периметр наружных стен, увеличив их массивность, не устраивать оконных проемов на северном фасаде, утеплить кровлю, уменьшить на 60—70% потери тепла на вентиляцию за счет передачи тепловой энергии от потока вытяжного воздуха к приточному.

Для применения солнечной механической системы отопления в здании предусмотрены бетонные основания крыши, образующие каркас для солнечных коллекторов, а также вспомогательные помещения для установки теплообменников, резервуаров, циркуляционных насосов и другого оборудования.

Основным элементом активной, солнечной системы отопления является панель солнечных коллекторов площадью 427 м², помещенных на крыше в четыре ряда и ориентированных на юг. Положительной особенностью

является то, что коллекторы снабжены механизмом, обеспечивающим изменение их наклона от 20 до 80° [95].

Пример дома в Принстоне (США, 1977г., 40°с.ш.) интересен с целью изучения строительства энергоэффективных домов в самом начале их развития – середина 70-х годов XX века. В данном объекте применен пассивный способ утилизации солнечной энергии – стена «Тромба». Экономия энергии в таких условиях достигла 55%, что говорит о достаточно высокой доле теплообеспечения пассивной системы. Создатель проекта - Doug Kelbaugh /рис.1.8/ [134].

Планировочное решение дома в Санта-Фе (США, архитектор David Wright, 1978, 35,5°с.ш.) наиболее характерно для всей группы домов 70-х годов, использующих пассивное солнечное отопление. Четырехкомнатный "солнечный дом" в Санта-Фе представляет собой полуцилиндр /рис. 1.9 /. По мнению John L. Gellot, цилиндрическая форма здания способствует обтеканию северных холодных ветров вокруг здания и уменьшению его теплопотерь. Весь южный фасад дома остеклен. Общая комната и зеленая комната—прихожая имеют высоту два этажа и непосредственно выходят к этому витражу. Две спальни на втором уровне связаны галереей, решенной открыто, в едином объеме с общей комнатой. Планировка дома обеспечивает свободный доступ конвективных токов воздуха, нагретых у витража, во все жилые помещения. Горизонтальный козырек защищает витраж от высоких летних лучей солнца. Для дополнительной защиты от солнца летом и предотвращения теплопотерь в зимние ночи устроены складные шторы [132].

С постройкой многоквартирного жилого дома Темророк в г. Лимхамне (Швеция, конец 70-х г.г., 56° с.ш.) /рис.1.10/ было связано проведение экспериментов не только по солнечному отоплению, но и по максимально возможной экономии энергии: регенерация тепла из сточных вод и вытяжного воздуха, биологическое разложение отходов, устройство тщательных теплоизоляции окон и т.д.

Шестикомнатный жилой гелиодом Терморок решен с гелиоприемниками (50 м^2) на южном скате кровли. Плоскость гелиоприемников наклонена под углом 70° к горизонту. Перед гелиоприемниками над гостиной и столовой устроена плоская кровля, на которой расположены отражатели солнечных лучей на солнечный коллектор /рис.1.10/.

На фасаде на первый план выступает горизонтальный козырек светлого тона в контрасте с темной поверхностью вертикального остекления. Поверхность гелиоприемников отодвинута на второй план, чем достигнуто многоплановое, интересное решение фасада гелиодома.

Вся поверхность фасада жилых помещений, ориентированных на юг, остеклена. В результате в отоплении этих помещений существенную роль играет непосредственный обогрев солнечными лучами.

Большая плоскость остекления южного фасада обеспечивает хороший обзор и зрительное единство внутреннего пространства с придомовым участком. Планировочная структура данного жилья не позволяет обеспечить простейшим видом солнечного отопления все жилые помещения. Спальни, ориентированные на север и на запад, расположены на полэтажа выше, чем группа помещений, ориентированных на юг, и не имеют между собой непосредственной связи.

Отопление помещений происходит путем циркуляции теплой воды в трубах, размещенных в конструкции пола. Площадь отопления - 150 м^2 . Применение пассивного солнечного отопления позволило сократить площадь гелиоприемника активной системы, а коэффициент гелиообеспечения этой системы равен всего лишь 0,3 [26].

Огромный интерес представляет изучение жилого здания Cliff House (1983г., 43°с.ш.) ввиду его 100%-ного солнечного отопления. Cliff House расположен на южном склоне скального уступа 12-метровой высоты в Вестоне (шт. Массачусетс). Плоская лужайка простирается на 12 м с южной стороны дома, а за ней — крутой откос. Это — ветреное место; к

западу или югу от дома нет никаких высоких деревьев. Cliff House — двухэтажный каркасный дом: с 3 спальнями, 2 ванными комнатами, большой теплицей с южной стороны и гаражом на 2 автомобиля, пристроенным с востока. В основу проекта дома положен проект архитектора Эдварда Ф. Шабо /рис.1.11-1.17/.

Общая форма дома, ориентация, точное положение и особенности солнечного отопления были определены Н. Б. Саундерсом [138].

Главные конструктивные узлы системы солнечного отопления:

- чрезвычайно большое остекление южной стены 2-светной теплицы, которая выполняет функции солнечного коллектора, а также служит удобным салоном;
- верхняя система аккумулирования тепла (на чердаке);
- нижняя система аккумулирования тепла (подо всей жилой зоной);
- единая система воздухораспределения;
- внутренняя система солнечного горячего водоснабжения.

Два этажа жилого пространства, находятся между верхней и нижней системами аккумулирования тепла, каждая из которых разработана для выполнения своих функций. Комбинация имеет мгновенную двустороннюю способность: верхняя система всегда готова к немедленной поставке теплоты, а нижняя система готова к тому, чтобы противодействовать перегреву.

Наиболее важным и наиболее интересным компонентом системы солнечного отопления Cliff House является большая встроенная теплица (sunspace), которая выполняет функцию солнечного коллектора.

Теплица разработана для выполнения двух, казалось бы, несовместимых целей:

- периодически получая значительное количество солнечной радиации, она должна поглотить значительную ее часть и передать в виде теплоты воздуху. Затем этот нагретый воздух, поднимаясь вверх, проходит через щель в потолке теплицы и попадает на чердак, где течет сквозь верхнюю

систему аккумуляции теплоты, расположенную в южной части чердака;

-северная часть теплицы должна всегда оставаться прохладной, чтобы людям там было бы достаточно комфортно.

Северная стена теплицы включает в себя массивный блок системы отопления и вентиляции и 6 больших остекленных проемов, через которые в комнаты южной ориентации верхнего и нижнего этажей проникает дневной свет, небольшое количество прямой солнечной радиации и открывается обзор.

Система улавливания солнечной энергии может состоять, главным образом, из системы 400 тонких элементов вертикальных жалюзи. Краситель «Зеленый хром» использован потому, что обладает особым свойством поглощать почти всю инфракрасную область солнечного спектра и, в то же время, отражать видимую часть излучения. Система жалюзи расположена достаточно далеко от окон южного фасада теплицы (на расстоянии 0,3...0,6 м) и поэтому движущийся вверх поток горячего воздуха (гравитационно-конвективный) не препятствует обратному стеканию с чердака потока прохладного воздуха, который движется вблизи (5 см) окон южного фасада.

Оксфордский солнечный дом (1995г., 52°с.ш.), автором которого является Сьюзен Клэйр Роаф, доктор Оксфордского Университета, - первое в Великобритании здание с низким энергопотреблением, где фотоэлектрические модули интегрированы в конструкцию крыши /рис.1.18/. Данный объект разрабатывался первоначально как обычный семейный дом с минимумом затрат энергии на отопление, охлаждение и освещение. Целью строительства дома явилась оценка потенциала фотопреобразователей энергии в жилом и промышленном энергоснабжении и демонстрация потенциала солнечной энергии в замещении максимально, насколько возможно, экологически разрушительного электричества и газовых поставок в жилом доме, которые в конечном итоге вызывают значительные выбросы диоксида углерода. Дом ориентируется строго широтно, главный фасад

обращен на юг, что обеспечивает хороший солнечный доступ. Комнаты расположены вокруг центрального узла, включающего блок обслуживания, лестницу и прихожую. Вход осуществляется с севера и защищен верандой, застекленная двухэтажная оранжерея с юга. Дом имеет положительный энергетический баланс [74].

Пространство индивидуальных блок-квартир шестиквартирного блокированного дома Skriverhusene (Дания) построено по принципу теплового зонирования. В северной двухэтажной отапливаемой части здания располагаются основные жилые помещения: гостиная, спальни, кухня-столовая. Помещения этой зоны имеют высокую степень изоляции ограждающих конструкций и минимальную площадь оконных проемов. В средней части здания находится общая комната, имеющая двухсветное пространство, отапливаемое посредством солнечного излучения. Температура воздуха в этом пространстве поддерживается в пределах 10-15°C на протяжении всего года. Южная часть предназначена для формирования пассивной энергосистемы /рис.1.19-1.20/ [115].

Характерным примером использования активных солнечных энергосистем является поселок Tubberupvange в пригороде Копенгагена (Дания). До декабря основные потребности в отоплении (60%) покрываются за счет тепла сезонного хранилища (высокотемпературные солнечные коллекторы). Когда температура в хранилище снижается до 50°C, дополнительное тепло начинает подаваться от небольшой газопаровой генераторной системы, которая работает до конца отопительного сезона /рис.1.21-1.22/ [115].

Энергоэкономичные и энергоэффективные дома и соответственно жилые образования в последнее десятилетие широко строятся в экономически развитых странах Западной Европы таких, как Швеция, Дания, Германия, Норвегия, Финляндия, Франция, Нидерланды и других, а также в США и Канаде. В Германии проводились многочисленные конкурсы на разработку энергоэффективных проектов жилых домов и жилых

образований. При этом наиболее широко применяются дома и застройка с использованием солнечной энергии, так называемые "солнечные дома", "солнечные комплексы", "солнечные деревни", "солнечная архитектура" или "гелиоархитектура". В таких домах солнечная энергия, в основном, используется для отопления и горячего водоснабжения, а в ряде случаев и полностью восполняет энергетические потребности проживающих. Особенно широкое применение солнечная архитектура получила в Германии, что обусловлено отсутствием в стране нефти и газа. Кроме того, энергетический кризис 70-х гг. стимулировал развитие архитектуры с использованием возобновляемых источников энергии.

В основу проекта жилого комплекса "Солнечный сад" (1996г.) во Фрайбурге- Мунцингене (архитектор Рольф Диш, г.Фрайбург, Германия, 48°с.ш.) положен опыт эксплуатации экспериментальных энергосберегающих сооружений, использующих различные виды гелиоаккумуляции /рис.1.23/. Трехэтажные блокированные жилые дома разработаны в соответствии с принципами гелиоархитектуры: жилые основные помещения с большими оконными проемами обращены на юг, кухни, прихожие и частично жилые помещения, т.е. небольшие "площади охлаждения" с уменьшенными оконными проемами — на север. Все дома имеют ориентацию "север-юг", объемы зданий веерообразно расширяются на солнечной стороне, где под стеклянным навесом устроены террасы и балконы. Здесь же встроены солнечные коллекторы для нагрева воды. На северной стороне дома расположена входная зона, включающая крытую площадку для велосипедов, детских колясок и т.д. Предусмотрен отдельный вход в кладовую, размещенную в подвале [23].

Примером организации атриумного буферного пространства может служить жилой комплекс малоэтажного высокоплотного жилища Джистрап Самилл, построенный в Дании /рис.1.24/. Идея проекта заключалась в объединении частных и общественных пространств для формирования компактного энергоэкономичного жилого поселения. Комплекс включает 21

одиосемейные жилища, объединенные остекленным атриумом с общественными пространствами — кухней, столовой, гостиной, музыкальной комнатой, библиотекой, предназначенными для развития соседских контактов между жильцами. Композиция комплекса имеет Г-образную конфигурацию и представляет собой два жилых блока одно-двухуровневых квартир, вытянувшихся с севера на юг и с запада на восток в сторону повышения рельефа. На пересечении этих блоков, на самой высокой топографической отметке размещается общественное пространство. Г-образные блок-квартиры с приквартирными палисадниками создают благоприятные условия для инсоляции и аэрации жилых помещений. Жилые комнаты — гостиные, спальни — имеют естественное освещение и обращены на палисадники, а помещения хозяйственной зоны — кухни, прихожие, санузлы, освещенные вторым светом, ориентированы на атриум. Остекленное пространство атриума не отапливается на протяжении всего года, однако температура внутреннего воздуха зимой не опускается ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Основное тепло атриумное пространство получает за счет утилизации солнечной энергии и теплоступлений от кухни и ванных комнат. Таким образом, этот климатический буфер создает благоприятные условия для общения взрослых и игр детей в зимнее время года [114].

Экспериментальный жилой район VIIKKI (Хельсинки, Финляндия) вызывает усиленный интерес с нашей стороны, поскольку представляет собой явление довольно молодое, информация о котором появилась только в 2002 году, являет себя именно как жилое образование средней этажности, что особенно важно в нашем исследовании, и, кроме того, климатические условия Финляндии очень схожи с российскими. Целью строительства демонстрационного жилого района VIIKKI являлось выявление эффективности энергосберегающих технологий в реальных условиях во взаимосвязи с экологическими и социальными аспектами.

Городская структура VIIKKI имеет однородную, компактную организацию. Район имеет небольшие здания с 1–3 уровнями. Такая низкая

однородная структура в совокупности с множеством ограждений от ветра позволяет создать в районе приятный микроклимат /рис. 1.29/.

Застекленные лоджии обеспечивают предварительный подогрев приточного воздуха в холодный период. Планом предусматривалась установка двухэтажных квартир друг на друге, со входами с первого этажа и с галереей для прохода. Галерея для прохода, соединяющаяся с лестничным пролетом, ведет к дому с квартирами меньшего размера, которые также содержат общие сауны и технические помещения. Меньшие квартиры также размещаются друг на друге в конце двухэтажного, снабженного террасой дома.

При проектировании района учитывались местные климатические особенности, способствующие повышению комфортности в застройке и снижению энергетической нагрузки на тепло- и энергоснабжение зданий. Ориентация здания выбиралась так, чтобы максимально использовать тепло и свет солнечной радиации, т. е. ориентация фасадов и большой площади остекления на юг. Размещение галерей для прохода на южной стороне здания улучшало защиту от ветра /рис.1.25/. Изучалось влияние формы и расположения зданий на ветровые потоки /рис.1.26/. Энергоснабжение района обеспечивается комбинацией районного тепло-, электроснабжения Хельсинки и солнечного теплоснабжения. На балконах некоторых многоэтажных домов планируется установка фотоэлектрических панелей.

В соответствии с повышенными требованиями к теплозащите ограждающие конструкции были выполнены из энергосберегающих материалов с эффективной теплоизоляцией: наружные стены — из изготовленных в заводских условиях деревянных элементов, слоистая фасадная облицовка выполнена с использованием бумаги, изготовленной из бумажных отходов. Конструкция пола представляет собой комбинацию системы напольного отопления с сохраняющим тепло бетонным основанием.

Система тепло- и энергоснабжения жилого района VIIKKI помимо подключения к городским сетям централизованного тепло- и

электроснабжения включает в себя крупнейшую в Финляндии установку по использованию солнечной энергии. Система солнечного теплоснабжения состоит из восьми установленных на зданиях солнечных коллекторов общей площадью 1248 м². В жилом районе VIIKKI демонстрируются новые солнечные комбинированные системы, интеграция коллектора с крышей, системы пассивного использования солнечной радиации, параллельное использование систем солнечного обогрева и систем централизованного теплоснабжения, в солнечных коллекторах используются модули большой площади (с размером блока коллектора 10 м²) /рис. 1.28/.

Солнечные коллекторы встроены в конструкцию крыши жилого дома. Эти коллекторы установлены под углом 47–60° /рис. 1.27/. Такие углы оптимальны, т. к. они соответствуют наклону солнца осенью, зимой и весной, когда имеется наибольшая потребность в энергии.

Жилища оборудованы устройствами экономии воды и отдельными счетчиками расхода воды. Дождевая вода с крыш фильтруется и направляется в резервуары для полива. Между домами прокладывается сеть биологических каналов, включающая фильтрационные пруды для сточных вод и резервуары для полива.

В экологической жилой зоне отходы рассматриваются как вид ресурса, поэтому удаление отходов там заменено на технологию повторного их использования. Повторное использование биологических отходов производится в самой жилой зоне благодаря наличию больших участков, предназначенных для применения компостного гумуса.

Таким образом, энергосберегающие принципы, использованные при проектировании экспериментального жилого района VIIKKI:

- учет рельефа местности;
- учет местных климатических особенностей;
- энергосберегающие энергоснабжение, системы вентиляции и отопления жилых домов;
- теплозащита ограждающих конструкций;

- использование тепла солнечной радиации для теплоснабжения жилых домов;
- экологичные водопровод и канализация;
- удаление и повторное использование отходов.

В основе концепции проектирования современных зданий лежит идея того, что качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни дома, на рабочем месте или в местах общего пользования, составляющих основу наших городов. Такое выделение социальных аспектов является признанием того, что архитектура и строительство развиваются на основе потребностей людей - как духовных, так и материальных. Эта концепция ярко выражена в проекте жилого района VIIKKI (Хельсинки. Финляндия) [13, 102].

Энергоэкономичные и энергоэффективные дома и соответственно жилые образования в последнее десятилетие широко строятся в экономически развитых северных странах Западной Европы таких, как Швеция, Дания, Германия, Норвегия, Финляндия, Франция, Нидерланды и других, а также в США и Канаде.

С 2002 г. целью строительства энергоэффективных зданий становится выявление эффективности энергосберегающих технологий в реальных условиях во взаимосвязи с экологическими и социальными аспектами. Из энергосберегающих решений находят место такие как, учет рельефа местности и местных климатических особенностей (солнечной радиации и ветра), выбор формы, ориентации зданий, а также применение новейших технологий в разработке объемно- планировочных решений зданий (например, двойной фасад здания). В функционировании энергоснабжения, системы вентиляции и отопления жилых домов немаловажную роль начинают играть фотоэлектрические панели. Для теплоснабжения жилых домов чаще всего используется тепло солнечной радиации, тепло земли. Стоит также отметить, что жилища оборудованы устройствами экономии

воды и отдельными счетчиками расхода воды. Особое внимание уделяется удалению и повторному использованию отходов.

1.2. Отечественный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности

1.2.1. Энергосбережение в традиционных постройках народов России

Народное зодчество в процессе своего развития отбирало всё самое лучшее, наиболее жизнеспособное. Именно здесь следует искать закономерности формообразования и мудрую подсказку безымянных зодчих прошлого современному поколению архитекторов и строителей.

Потенциал народного опыта по учёту сурового климата заложен и в архитектуре традиционных сибирских и северных изб. С древних времен деревянный дом состоял из трех частей: избы, клетки, сеней. Изба предназначалась для зимнего жилья, в клетке хранили вещи, жили летом, через сени попадали во все части: на крыльцо, чердак, в кладовые, пристроенный крытый двор. Каждая часть предназначалась для нескольких целей. Сени - тепловой тамбур, "узел связи" - строили просторными. В сенях летом жили или превращали их в летнюю галерею /рис.1.30-1.31/.

К достоинствам трехчастного дома относятся: компактность объема, тщательная защита тепловой части и самого входа в "тепло". Холодные хозяйственные помещения для этой цели пристраивали к избе со стороны преобладающих ветров или располагали в пространстве подклетки первого этажа, создавая этим буферную зону - прослойку, утепляющую и защищающую здание. Тепловым буфером служило и пространство кровли. Русская массивная печь располагалась в центральной части жилья или рядом с входом, как дополнительный тепловой заслон. Место для сна находилось в теплой части избы или на печи /рис.1.32/.

В условиях низких температур своеобразно решалась вентиляция помещений. Из оконных переплётов были исключены форточки, так как при низком размещении окна они не обеспечивали проветривание всего помещения, к тому же форточки способствовали подаче холодного воздуха в места непосредственного пребывания людей. Из-за образований наледи при открывании форточек затрудняется их плотное прикрытие и т.д. Все эти недостатки устранялись устройством специального вентиляционного отверстия в верхней части наружной стены.

Климат северных территорий определял соотношения площади светопроёмов и площади пола. Так, в сибирской избе XIX века это соотношение было равно 1:8. Для обеспечения равномерного освещения использовали угловое расположение окон, при котором нет глухих теней и тёмных простенков между окнами.

В северном зодчестве чётко прослеживается связь архитектуры с природным окружением. Большое внимание уделялось оптимальной ориентации застройки, защите от ветров и снега, удобству сообщений с положительными и отрицательными свойствами окружающего ландшафта. На основании тщательного изучения рельефа местности, направления господствующих ветров, характера снежных заносов, температурного режима самого ландшафта народные мастера создавали жилищную среду, защищающую человека от отрицательных воздействий внешней среды. В народном строительстве были отработаны предельные расстояния между домами, как правило, в пределах полутора-трёх высот зданий. Плотное размещение жилых домов создавало взаимную защиту от ветров. В селениях, открытых ветрам, создавались защищенные, замкнутые пространства.

Одной из особенностей северного жилища до сих пор является компактность объёмно-планировочного решения, что позволяет снизить теплопотери за счёт уменьшения площади охлаждаемых поверхностей. Примером из прошлого этому может служить формирование безымянными

зодчими целостного компактного жилища из модульных планировочных элементов - клетки, стены, связи, прируба и т.д /рис.1.33/.

Особенно явно в народной архитектуре северных зон прослеживается зависимость характера геометрической формы объёма от природно-климатической ситуации. В результате появлялись здания аэродинамической, направленной формы, компактные замкнутые структуры /рис.1.34/.

Основные элементы архитектурно-художественного решения жилого дома строились на сочетании функциональной целесообразности, технического совершенства и художественной выразительности. Так, высокое крыльцо северорусского дома предохраняло вход от неблагоприятных воздействий природной среды (снег, дождь, ветер и т.д.).

Потребность жителей Севера в повышенной надежности жилища, его способности защищать человека от непогоды нашла отражение в создании своеобразного облика северного жилого дома с простым, но выразительным решением фасадов. Небольшое количество архитектурных деталей, которые обычно являлись художественно отработанными конструктивными элементами, придавали облику дома строгую монументальность [51].

Архитектурно-композиционные особенности деревянного зодчества марийского народа формировались во взаимосвязи с окружающим природным ландшафтом. Поселения марийцев возникали стихийно, но рациональный смысл и интуитивное чувство соразмерности помогали органично включать постройки в природный ландшафт и существующую застройку. В единстве пространственной и композиционной организации построек также вырабатывались и проявлялись присущие этносу характерные черты архитектурных форм, строительных конструкций и сооружений. Расселению марийцев характерен приречно-овражный тип. Исследователи Т.А. Крюкова и Г.А. Сепеев отмечают, что для народов, проживающих в лесной полосе, речной или приречный тип заселения является одним из древних, естественных и характерных /рис.1.35/ [35].

В целом марийские поселения конца XVIII - начала XIX веков представляли собой беспорядочно расположенные группы усадеб с кучевой или гнездовой планировкой. Кучевая планировка являлась одной из древних и традиционных форм поселения народов Среднего Поволжья. Особенностью марийских деревень было свободное и просторное расположение дворов, строения находились на большом расстоянии. Такое преимущество было аргументированным в противопожарном отношении, способствовало впоследствии расширению усадьбы в связи с увеличением численности семьи. С точки зрения энергосбережения, картинное живописное расположение элементов застройки, соответствующее особенностям окружающего ландшафта, было вызвано учетом рельефа местности, господствующего направления ветров, характера снежных заносов и т.д.- стремлением человека нейтрализовать отрицательное воздействие климата.

Усадьба марийцев состояла из двух частей: первая - двор с соответствующими строениями, вторая - задворная часть гуменная ограда или гумно-огород. Архитектурный облик марийской усадьбы определяли разные по своему назначению жилые, хозяйственные объекты и уголья. Двор занимал почти половину всей ее территории, количество построек было различным. Усадьба в плане чаще всего имела форму прямоугольника, в передней ее части находились жилые постройки, амбар и ворота, а с боковых сторон – хозяйственные постройки /рис.1.36/ [35].

Республика Марий Эл располагается на широте 56°-57°20' с.ш. в климатическом подрайоне ПВ со среднемесячными температурами в январе от -4 до -14 и средней скоростью ветра за три зимних месяца более 5м/с. Эти природные условия наряду с просторным расположением застройки определили компактность объемно- планировочных решений самой усадьбы, замкнутость и защищенность, что позволяет снизить теплопотери за счет уменьшения площади наружных ограждений.

Собственно жилой дом планируется в передней части двора, чаще всего с клетью-амбаром и другими хозяйственными постройками. В основном

двухраздельный («изба+сени») и трехраздельный типы планировки жилища («изба+сени+изба» и «изба+сени+клеть») были характерны на территории Марийского края. Использование своеобразных модульных ячеек – клетки, стены, связи, навесы – марийскими зодчими создавалась архитектурная целостность жилища.

Дом марийской усадьбы во многом схож с русской избой /рис.1.37/. К достоинствам его относятся: компактность объема, тщательная защита тепловой части и самого входа в «тепло». В этом прослеживается принцип теплового зонирования, согласно которому помещения, в которых возможны низкие температуры, окружают постройки, где требуется наличие более высоких температур, а источники тепла и теплые помещения располагаются во внутренней части дома. Так, для избы характерно центральное расположение «теплового ядра» - печи. Пространство подклети и кровли служит буферной зоной- прослойкой, утепляющей и защищающей здание. Марийское народное жилище включало и некоторые трансформирующиеся элементы: крыльца, клетки, оконные ставни, сменные застекленные рамы, которые играли немаловажную роль в формировании гибкости внутренней жилой среды.

Характерной особенностью расположения домов в северных и восточных районах республики является то, что они возводятся на высоком подклете. Такой способ в целом присущ жилым постройкам всех народов лесной зоны Европейской России. Рациональный смысл подобных конструкций домов заключается в том, что более высокий дом меньше заносит сугробами снега; во-вторых, пол его приподнимается над промерзшей землей и отделяется от нее воздушной прослойкой, что не позволяет охлаждаться; в-третьих, подпольное помещение используется для хранения продуктов и овощей в зимний период; в полу устраивается люк в качестве доступа в подполье или дверца в боковой стене дома неподалеку от крыльца; с целью проветривания подполья в нижних венцах стены прорубаются небольшие отверстия.

Использование местных материалов является характерной чертой народного зодчества, так как они определяли в результате тектонику и художественный образ построек, архитектуру, органично связанную с окружающим ландшафтом.

Традиции народного деревянного зодчества марийцев необходимо сохранять и в современной культуре, так как они имеют большую практическую ценность.

Огромный интерес представляет архитектура южных районов России, напромер, казачьего курня /рис.1.38/. Этот тип жилых построек появился на Дону во второй половине XVII столетия, когда жизнь казаков приобрела более оседлый характер. Площадь, которую занимал двор казака, была очень мала. Дома были расположены очень компактно, расстояние между соседними домами, особенно в центре станицы – несколько метров, что вызывало пожарную опасность целых сел.

Разным районам Дона присущи свои типы домов. На Нижнем Дону, к примеру, курень строился на высоком фундаменте- подклете, поскольку во время разливов первый этаж заливало, а второй этаж, жилой, оставался сухим. Дом был опоясан балкончиком, который у казаков называется балясником - просторный балкон с галдареей. Она служила также причалом для лодок в период разливов рек, для сна или отдыха, конечно же, в теплое время года, а также для прохода «к наружным оконным ставням. Окна были украшены резными наличниками. Неподражаемость куреней - и в форме крыши. Если в центре России крыша избы, как правило, двухскатная и на чердаке нередко устраивалась светелка, то соломенная, камышовая или реже деревянная кровля куреней – четырехскатная (с уклоном около 30°), издали воспринимаемая как круглая. Отсюда и распространенное на Дону название - "круглый дом". К тому же все комнаты куреня имели между собой двери, т.е. можно было пройти "по кругу". Галдарея и балясник чаще всего имели крышу, общую с домом. Достигалось это без особого труда, так как они имели небольшую ширину - от 70 до 200 см. Свисание кровли над

балясником ниже домового карниза позволяло защищать курень в летнюю жару от перегрева, зимой и весной - от ветров и увеличивало защищенность обмазанных или побеленных желтой глиной стен от сырости и дождей. Во всем мы видим мудрость строителей, накопленную веками /рис.1.39 /.

Дом возводили из деревянных пластин (еловых или сосновых). Делали курени и набивными из глины, смешанной с соломой, реже – из камня. Стены домов окрашивались в яркие цвета: синий, голубой, красный.

Современный курень – двухэтажный, "полукаменный", то есть первый этаж – кирпичный (прежде – саманный, из кирпича-сырца), второй - деревянный. Чем дальше на север, тем первый этаж ниже. А на Северском Донце он уже больше похож на подвал, хотя характерные черты казачьей постройки видны и здесь. Первый этаж, как правило, не жилой, а хозяйственный. Считалось, что "жить нужно в дереве, а припасы хранить в камне"/рис.1.38 /.

Во дворе стояли летняя печь, летняя кухня, баз и баня. Летом строго запрещалось топить печь в доме. В целях противопожарной безопасности все готовили только во дворе. В летнице с весны до глубокой осени готовилась еда, и здесь же семья часто и кушала, что освобождало дом от кухонной толчеи и утвари. Но строительство летницы обеспечивало не только удобство в приготовлении пищи, но и уберегало курень от пожара. Традиции строить кухню на Дону сохранились и по сей день. Только сейчас их все чаще называют почему-то флигелем.

Запрещалось между домами держать скирды, однако, несмотря на это, из-за неосторожного обращения с огнем станицы полыхали, и не раз.

Казаки возводили не длинные прямоугольные дома, а почти квадратные в плане, называя их "круглыми". Планировка их была крестовой: все пространство дома делилось поперечными перегородками на четыре комнаты, а композиционным центром служила отапливавшая их печь /рис.1.40 /.

Окна делились на две равные части: верхнюю – неподвижную и нижнюю – подвижную, которая по пазам поднималась вверх и закреплялась в нужном положении палочкой. Если посмотреть на казачий курень, то можно увидеть очень много окон, которые придают отличие казачьему куреню от великорусских и малорусских жилищ. Общее количество окон в курене может достигать от 10 до 20. Снаружи окна закрывались одностворчатыми навесными ставнями, для которых так же характерны тонкие декорированные композиции [62, 36, 25].

Северные традиции в архитектуре и строительстве складывались веками.

Яранга – переносное сферическое жилище из жердей и оленьих шкур с конической крышей у некоторых народов северо-восточной Сибири, занимающихся оленеводством (в основном у чукчей) /рис.1.41 /. Остов яранги делают из жердей и покрывают его оленьими или моржовыми шкурами. Внутри яранги устраивают отдельную спальню – как ящик на боку, который закрывается шкурами мехом наружу и внутрь. Пространство за пологом отапливается жировыми лампами. В этом заключается следование концепции «двойной оболочки». Двойная оболочка наружных конструкций позволяет нагретому воздуху циркулировать по воздушным прослойкам, расположенным в ограждающих конструкциях. Тем самым нагретый воздух охватывает все здание и хорошо его изолирует /рис. 1.42 / [3].

Исторически накопленный архитектурный опыт строительства, как правило, подкреплялся в процессе формирования лишь интуитивными знаниями законов природы. По мере перехода к современному строительству с новыми материалами, новыми типами зданий традиционный опыт требовал пересмотра и использования научных достижений.

Анализ традиционного народного жилища позволяет констатировать, что в целом, оно в своей максимальной приближенности жителей к природной среде, климатической целесообразности зданий, использованием местных природных материалов несет *экологическое образование и воспитание жителей.*

Однако актуальность климатической целесообразности зданий и сооружений осталась, так как нельзя заимствовать принципы прошлого формообразования зданий без учёта условий, их породивших, и условий, в которых они будут существовать.

В современном проектировании зданий на стадии предпроектного анализа огромную значимость приобретает оценка всех факторов климата наряду с *исследованием традиционного народного опыта строительства* и модернизированном применении его положительных тенденций.

1.2.1. Эволюция тенденций энергосбережения в отечественном городском массовом строительстве малой и средней этажности

В целях изучения эволюции тенденций энергосбережения в массовой жилой застройке целесообразно рассмотреть массовую архитектуру со 2 п. XIX в. по настоящее время, поскольку именно *на рубеже XIX- XX в.в.* начинается урбанизация большинства развитых стран, коренным образом изменившая размеры, силуэт и состав городской застройки.

В течение столетий *одноквартирные 1-2 этажные дома* с земельными участками составляли основную ткань застройки городов России. В каждом городе закреплялся свой более или менее определенный тип объемно-планировочной структуры жилища, безусловно связанный с региональными (сельскими) традициями, хотя по сравнению с деревенским городской дом имеет уменьшенную хозяйственную зону. Российские города были по преимуществу деревянными. Объяснялось это не только дешевизной леса, но и убеждением, что деревянное жилище «здоровее» каменного. Стилевая окраска городской застройки естественно вытекала из особенностей объемно- планировочного построения жилых домов. В провинции очень долго удерживается позднеклассицистическая традиция – в силу ее простоты и рациональности, но в последней четверти XIX века в российских городах расцветает «многостилье». Дома, как правило, компактны, фасады строго

симметричны, что подчас недостаточно удачно согласуется с планировкой. Постепенно в обиходе появляются такие столичные новинки, как эркер, терраса, веранда, но они, как правило, не входят в теплый объем дома. Линейные размеры жилого дома: 8х8 м, 8х12 м, 12х12 м, 12х15 м, 15х20 м. Традиционные планировки (пятистенки, шестистенки, «крестовики»), выделение парадной зоны («зал»), сочетание зимнего теплого и летнего холодного жилища – все это в каждом городе (или регионе) приобретало свои неповторимые, специфические черты /рис.1.43-1.45/.

Урбанизация, рост стоимости земли, стоимости строительства городских дорог и инженерных коммуникаций потребовали резкого повышения плотности и, соответственно, этажности застройки *во второй половине XIX века*. Индивидуальный 1-2-этажный жилой дом был активно вытеснен многоэтажным (4-6 этажным) многоквартирным доходным домом. В России преобладающим типом стал многосекционный доходный дом, при этом преимущественно с двухквартирными секциями. Коридорная планировка использовалась в домах, которые в современной терминологии называют домами гостиничного типа, а при создании называли «меблированными комнатами» или «номерами». Галерейная структура нашла применение в южных городах (Одессе, Тифлисе). Архитектурные решения доходного дома в России, способствующие энергосбережению: периметральная застройка с максимальным использованием участка, компактная замкнутая структура, широкий корпус (15-20 м), отсутствие изрезанности фасадов, рациональная компактная планировка, квартиры с полным инженерным оборудованием. Недостатки: отсутствие проветривания, резкое уплотнение застройки участка (до 70 %), пренебрежение факторами инсоляции квартир /рис.1.46-1.48/ [29, 41, 28, 64, 48].

Объем строительства индивидуальных домов резко сокращается. В то же время их объемно- планировочная структура, особенно с 1890-х годов, резко меняется. Идеи функционального рационализма подчиняют себе объемно- планировочное и архитектурно- композиционное решения здания,

которые развиваются по принципу «изнутри- наружу». В связи с чем возникают некомпактные формы плана, вызывающие избыточные теплопотери. Независимо от места строительства и крупности объекта (дворец или особняк) их планировочная схема и фасадные композиции свободны от гнета симметрии и классических форм. Постройкам этого периода присущи динамизм, пластичность, напряженность /рис.1.49-1.50/.

В период между двумя мировыми войнами массовое жилище остается по преимуществу секционным, но становится под влиянием нарастающей миграции в города лиц с низкими доходами более экономичным. На объемно- планировочных решениях многоквартирных домов это сказывается уменьшением числа комнат в квартирах, частичной заменой двухквартирных секций четырехквартирными, отказе от второй лестницы в секции, частичным снижением высоты массовой застройки до 2-4 этажей. В то же время уровень инженерного оборудования квартир повышается и улучшаются условия инсоляции квартир благодаря внедрению (наряду с традиционной квартальной) новых приемов жилой застройки – свободной или строчной, складывающихся под влиянием включенных в нормы проектирования требований продолжительной инсоляции квартир. На облик жилой застройки влияла смена архитектурных школ и стилей конца XIX-середины XX веков (модерн, конструктивизм, «сталинский ампи́р») /рис.1.51-1.54/.

Развитие архитектуры села в *послереволюционный период* проходит наряду с начатой В.И.Лениным политикой создания колхозов и государственных хозяйств (1918-1922г.г). Позже страна развивалась по НЭПу. До 1927г. на основе новой аграрной политики сельское хозяйство крепло, в деревнях появились «середняки». Села стали возрождаться и застраиваться добротными домами и хозяйственными постройками. Трагедией для сельского хозяйства стала объявленная И.В.Сталиным в 1929г. сплошная коллективизация с ее административно-командной системой управления и войной против кулаков и середняков. Этот процесс

сопровождался лишением и бедствиями крестьян на всех просторах СССР [54].

В годы *восстановительного строительства (1945-1953г.г)* широкое распространение получают 2-3 этажные дома. В этой связи архитектура данного периода представляет особый интерес /рис.1.55-1.60/.

На магистралях и в центральных кварталах крупных городов преимущество остается за многоэтажной (4-5-6) застройкой, что связано с ее большей компактностью и концентрированностью, позволяющими с меньшими затратами осуществлять более развитое внешнее благоустройство и инженерное оборудование квартала.

Табл.1.1. Сравнение показателей общестроительной стоимости 1 м² жилой площади для различных типов зданий, решенных в однотипных капитальных конструкциях

Тип здания	5-эт дом с под-валом	4-эт дом с под-валом	3-эт дом		2-эт дом		1-эт дом с надворным и сараями
			С под-валом	С над-ворными сараями и	С под-валом	С над-ворными сараями и	
Общестроительная стоимость (%)	97	100	103	101	110	105	130

Табл.1.2. Сравнение показателей расхода топлива на 1 м² жилой площади для различных типов зданий, решенных в однотипных капитальных конструкциях

Тип здания	5-эт дом	4-эт дом	3-эт дом	2-эт дом	1-эт дом
Расход топлива(%)	95	100	108	127	205

На основе приведенных выше данных (табл.1.1, 1.2) можно сделать вывод, что двухэтажные жилые дома, решенные в однотипных 4-5 этажным зданиям капитальных конструкциях, дороже последних на 10-13% в единовременных затратах и на 25-30% в расходе топлива. Несмотря на это, ученые того времени видели преимущество двухэтажных жилых домов в связи с:

- большой экономией в расходе дефицитных материалов— цемента и металла;

- большой простотой производства работ и вследствие этого меньшей потребностью в квалифицированной рабочей силе;

- более быстрыми сроками строительства и ввода здания в эксплуатацию;

- лучшей организацией внутриквартального обслуживания, требующимися меньшими затратами сил живущих на подъем по лестницам и т.п. [18]

Способы повышения рентабельности малоэтажной застройки, рекомендуемые к.т.н. Л.А. Гельбергом (1948г.):

- 1) замена массивных кирпичных стен капитальными, но более эффективными стеновыми конструкциями, как, например, стенами из шлакобетонных пустотелых камней типа «Крестьянин», кирпично-блочными и кирпично-засыпными стенами, что может снизить стоимость вертикальных несущих конструкций здания на 20-30% и, соответственно, стоимость всего здания на 5-6%;

- 2) замена железобетонных лестниц деревянными, применение деревянных прогонов;

- 3) использование известковых растворов, вполне обеспечивающих необходимую прочность небольшого здания;

- 4) возможность печного отопления [18], [12], [45].

Учитывая перечисленные преимущества и способы повышения рентабельности двухэтажного строительства, практически влияющие на стоимость здания, можно констатировать, что капитальный тип

двухэтажного дома по своим экономическим показателям может быть значительно приближен к четырехэтажной жилой застройке (взятой в обычных широко распространенных конструкциях послевоенного восстановительного периода), уступая ей лишь незначительно по своим эксплуатационным расходам.

Большинство эффективных капитальных конструкций, рекомендуемых для двухэтажного строительства, могут быть оправданы и в трехэтажных домах.

Одноэтажный дом с приусадебным участком становится рентабельным только в случаях возможного применения заводского конвейерного производства.

Длина здания определяется в зависимости от коэффициента насыщения здания наружными стенами, строительной стоимости, эксплуатационных расходов, расходов топлива. Наиболее рентабельным типом здания является многосекционный дом, причем увеличение секций сверх четырех дает уже мало заметный экономический эффект.

Для одноэтажных жилых домов в зависимости от размеров усадебного участка принимается целесообразным использование блочных типов домов (наилучший вариант – четырехквартирный с двухсторонней блокировкой).

Для жилых зданий восстановительного периода установлена предельная величина ширины корпуса – 14 м. К.т.н. Л.А.Гельберг утверждает, что уширение зданий сверх 14м, в особенности для односекционных домов, дает малоощутимый экономический эффект [18,19]. Исследования Академии Архитектуры послевоенного восстановительного периода определяют ширину корпуса для различных типов квартир:

- малометражные квартиры без ванн – 10,5-13 м;
- малометражные квартиры, оборудованные ваннами – 12-14 м;
- 3-4-х комнатные квартиры с жилыми площадями свыше 40 м² с темными ванными и непроходными комнатами – 13,5-14,5 м;
- то же, со светлыми ванными или с проходными комнатами – 11 м;

- 1-2-х комнатные малометражные квартиры при коридорной системе – 14 м и более.

Гигиенические требования двухсторонней ориентации квартир также обуславливает применение более узких корпусов, несмотря на то, что они оказываются менее экономичными и в строительстве, и в эксплуатации.

Радикальные преобразования в городском жилищном строительстве наступили в Европе лишь во 2 п. XXв. Они были стимулированы продолжающейся урбанизацией в условиях резкого обострения жилищной нужды из-за колоссальных утрат квартирного фонда во время II мировой войны. Справиться с жилищной нуждой оказалось возможным лишь благодаря массовой индустриализации строительства, типизации и массовому внедрению экономичных планировочных решений квартир, типизации сборных конструкций. К 1960 г. СССР вышел на первое место в мире по количеству новых квартир на 1000 жителей (12,1).

В период с 1960 по 1990г. в СССР была реализована концепция индустриального домостроения. Послевоенное восстановление народного хозяйства всей страны было направлено в конце 50-х годов на развитие и строительство индустриальными методами жилых домов с минимальными затратами и минимизированными типами квартир. Главный принцип — каждой семье отдельную квартиру получил реальное воплощение. С годами варьируется лишь этажность домов (сказывается развитие производственной базы), но тип и габариты квартир остаются неизменными /рис.1.61-1.63/. До 80-х годов преобладают жилые дома высотой в 5 этажей. Здания 7-8-этажные причисляют к не массовому типу застройки — нужны высокопрочные строительные материалы, лифты и оборудование мусоропроводами. Применение двухэтажной застройки определяется следующими условиями:

-гидрогеологические (сейсмические районы, горные выработки, слабые грунты);

-градостроительные (повышение этажности из-за небольших размеров городской застройки нецелесообразно);

-состояние производственной базы строительства.

При выборе объемно-планировочного решения (с точки зрения сбережения расхода топлива для отопления) жилые дома высотой в 2-3 этажа экономичны при их длине в 3-4 секции, а 4-5 этажные - в 4 секции и более. Ширина корпуса по-прежнему ограничивается 14 метрами [19].

В 80-х годах 5-этажные дома составляют 10%, 9-этажные- 70%, 12-16-этажные- 20% [40].

На протяжении почти двух столетий основными средствами обеспечения энергосбережения в жилых зданиях оставались ширина и длина корпуса, этажность, конфигурация здания. Качество внутренней планировки определялось лишь соображениями инсоляции и экономии средств при возведении. Общее объемно-планировочное решение мотивировалось извлечением максимальной прибыли (доходный дом), типизацией, унификацией, стандартизацией (советский период), но никак не требованиями энергосбережения.

После энергетического кризиса 70-х годов многое меняется в домостроении за рубежом. В России качественные изменения происходят с 90-х годов, когда индустриальное домостроение в новых социальных условиях практически прекращает свое существование. На его место приходит технология монолитного и каркасного домостроения, составляющие основную долю жилищного строительства. В конце 90-х годов начинается строительство жилых домов по новым нормативам энергосбережения. Начало этому послужила разработка в 1992-1994 г.г. энергетического принципа нормирования тепловой защиты зданий. В 2003г. вводится в действие новый СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Предпринимаются действия России в области совместных разработок аспектов энергосбережения в строительстве с другими странами. В 1985 году Госстрой РСФСР с российской стороны и проектно-строительная корпорация

Arkins Consultants с финской стороны работали над совместной программой «Концепция жилища холодного климата», в рамках которой финскими и российскими архитекторами-исследователями был разработан проект и осуществлено строительство экспериментального жилого дома в коммунальной общине Палтамо (Контиомяки), названного Калевальским домом. В Финляндии проект дома был одобрен Министерством окружающей среды. В разработке архитектурного проекта принимали участие специалисты Карелгражданпроекта и СибЗНИИЭПсельстроя /рис.1.64/.

Технический проект был разработан проектно-строительной корпорацией Arkins Consultants на основе общепринятых норм и правил. Исследовательская работа, связанная со строительством экспериментального дома, была возложена на строительную лабораторию Государственного технического научно-строительного института Финляндии. В основе проекта, предназначенного для строительства как в Финляндии, так и в России, лежит древняя карельская строительная традиция, главный принцип которой — максимальное сохранение тепла в жилище. В народной карельской архитектуре сформировался так называемый «дом-комплекс, в котором под единой крышей организованы и жилые избы, и хозяйственные помещения со скотным двором, и чистый двор. По этой же причине народный карельский дом имел мощную подклеть, имевшую порой высоту полного этажа и выполнявшую роль теплового буфера.

По этим же принципам был разработан и данный проект. Но кроме этого было очень важно создать легко возводимый в арктических условиях жилой дом без применения тяжелого оборудования и большого количества рабочей силы. Особое внимание было уделено созданию удобства и комфорта для работающих в тяжелых природных условиях жильцов дома, а также соответствию внешнего вида здания окружающему ландшафту. В целом тектоника дома спроектирована таким образом, что она обеспечивает высокую конструктивную и теплоизолирующую надежность от зимних ветров и суровых морозов /рис.1.64/ [84].

1.2.2. Современный отечественный опыт проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности

До 90-годов XX века ввиду дешевизны энергии, реализация концепций экологичного жилья заканчивалась отдельными разработками в области гелиоархитектуры для южных районов СССР (с 70-х годов XX века) /рис.1.65-1.71/ и, как уже было выше рассмотрено, совершенствованием решений, касающихся длины, ширины и этажности здания. Вопросам формообразования энергоэффективных зданий, отвечающих совокупности требований экологичности, экономичности и комфортности, внимание не уделялось.

В современной отечественной практике строительства имеются отдельные примеры зданий, воплотившихся в реальные постройки, которые чаще всего имеют какой-либо характерный признак, способствующий экономии энергии. Как правило, это чаще всего энергоэффективные и энергосберегающие технологии в системе теплоснабжения. Рассмотрим подобные примеры.

Экспериментальный жилой район Куркино расположен на Северо-западе Москвы и уже признан уникальным строительным и управленческим экспериментом. Район состоит из 18-ти микрорайонов разноэтажной застройки по индивидуальным проектам, в которых проживают 35-40 тыс. человек. Комплексное строительство и освоение территории осуществляется с 2000г. Одной из приоритетных задач комплексного строительства Куркино явилось решение вопросов энергоэффективности как составляющей части экологически достаточного строительства, а также разработка и внедрение инновационных энергосберегающих технологий. В Куркино действуют 23 локальных котельных, 16 крышных котельных и 1 каталитическая котельная. Новой разработкой являются экологически чистые каталитические теплогенераторы (КТГ), разработанные на основе использования процессов каталитического окисления газообразного топлива для производства горячей

воды. Еще одной экспериментальной разработкой является энергоэкономичный («теплый») дом с улучшенными теплотехническими характеристиками наружных ограждений и с коэффициентом теплового сопротивления около 6 квт/час на кв.м (в обычных жилых домах он составляет 2,5 квт/час на кв.м). Каждая квартира в таком доме снабжена вентилятором с теплообменником (рекуператором), что позволяет утилизировать тепло вентилируемого воздуха, достичь европейских норм по воздухообмену (в обычном строительстве этот параметр не контролируется).

Район Куркино реализован как инвестиционный проект, с учетом основных принципов экореконструкции. Одной из основных целей строительства Куркино являлось создание экологически комфортной и благоустроенной городской среды /рис.1.72/ [116].

В последние годы наблюдается тенденция спроектировать экодом – автономный экологический жилой дом усадебного типа, для которого характерно использование НВИЭ, применение экологичных материалов, автономность систем теплоснабжения, утилизация отходов, с обязательным земледелием на приусадебном участке. Экологичный дом – широкое направление экологичной архитектуры, частным решением которого является энергоэффективный дом.

Разработана перспективная модель малоэтажного жилого энергоэффективного экодому с пассивным и активным солнечным отоплением для условий умеренно-холодной климатической зоны юга Дальнего Востока «Экодом Solar-5», три варианта жилой площадью 78,0; 93,7; 109 м². Отличительной чертой архитектуры здания является подчинение его формы годовому движению солнца и сезонной смене ветров. Вклад пассивной солнечной системы отопления -58%(верхний порог), активной системы (коллекторы) нижний порог -23% за зимний отопительный период. Положительным моментом в разработке проекта является его серийность, но неизбежна необходимость будущей корректировки в зависимости от места

расположения, и здесь кроется большой риск потери энергоэффективности проекта в целом /рис.1.73/ [123].

В пос.Черноморский Краснодарского края построен экспериментальный жилой дом, в концепции которого воплощены многие признаки энергоэффективности (авторы- научный коллектив КубГТУ). Здание запроектировано с учетом максимального использования солнечной энергии для энергосберегающей эксплуатации в отопительный период /рис.1.74-1.76/. На юго-западной ориентации двускатной крыши здания установлены фотоэлектрические солнечные модули серии БС ЖЦПИ 564186.010, разработанные отечественным предприятием ОАО «Сатурн» (Краснодар) в соответствии с ГОСТ 51597-2000 «Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Типы и основные параметры». При проектировании здания учитывали отрицательные ветровые характеристики преобладающих северо-восточных и северо-западных ветров зимнего периода. Была спроектирована дополнительная защита от теплопотерь стен и дверей дома, ориентированных на наветренные стороны в виде застекленной веранды, являющейся важным элементом теплового зонирования. В такой буферной зоне функцию теплоизолятора выполняет воздух, уменьшающий разность температуры наружной и внутренней среды. При расчете теплового баланса помещения учитывали эффективные конструктивные решения перекрытия над техническим подвалом, чердачного покрытия и стенового ограждения, позволяющие значительно уменьшить теплопотери здания в отопительный период. Отапливаемая площадь - 87 м². Система энергоснабжения позволяет обеспечить устойчивое обеспечение электроэнергией экспериментального жилого дома с использованием фотоэлектрических солнечных модулей современного промышленного изготовления и резервного бензогенератора [59, 60].

Под руководством директора ЗАО "Экодом", кандидата физических наук Игоря Александровича Огородникова, построены экодома в Новосибирске. В 1989 году творческая группа ученых, архитекторов и

инженеров Новосибирского научного центра объединилась для разработки и строительства экологического жилья. В 1990 году эта группа учредила фирму «Экодом». Ее деятельность составляют проектные и конструкторские работы по созданию автономного энергоэффективного жилья и сопутствующие действия, необходимые для формирования устойчивых экопоселений.

«Экодом» сотрудничает со многими организациями и координирует их работу по экологическому домостроению. С 1993 года «Экодом» является коллективным членом Международного Социально-экологического Союза (МСоЭС). В 1997 году предложенная им программа "Экопоселения XXI" века на 6-ой конференции МСоЭС была утверждена как программа этой организации.

Главное достоинство экодомов заключается в значительном уменьшении теплопотерь по сравнению с проектами, разработанными согласно новым требованиям СНиП 11-3-79* "Строительная теплотехника".

Энергозатраты снижаются за счет правильной ориентации экодома по отношению к господствующему направлению ветра, продуманных объемно-планировочных решений, создания буферных зон, а также благодаря пассивному и активному использованию солнечной энергии и аккумуляторов тепла. С южной стороны дома располагаются теплица, солнечные коллекторы, солнечные батареи фотоэлектрической установки, нагревательные элементы солнечного водонагревателя. Дом имеет разумные размеры и является компактным (форма приближается к кубу). Эффективным приемом экономии энергии являются неотапливаемые буферные зоны вокруг жилой части дома. Приемы солнечной архитектуры, солнечный обогрев могут дать экономический эффект только при 5-6-кратном увеличении теплозащиты ограждающих конструкций по сравнению с теплозащитой существующих домов. Существует множество естественных утеплителей. К наиболее приемлемым относятся солома, отходы льна, камыш (традиционный для Сибири материал). Они имеют высокую эффективность и существенно более низкую стоимость. При этом устойчивы к поражению

вредителями. При наличии такой проблемы утеплители обрабатываются естественными средствами для борьбы с вредителями (например, порошок из кедровой хвои). Кроме того, предусматривается полная переработка органических отходов в компост до существующих санитарных норм и их утилизация на приусадебном участке.

В названных домах для отопления и горячего водоснабжения применяются автономные системы с использованием солнечной энергии в течение 9-10 мес, а в холодный период года дополнительно подключаются системы теплоснабжения, работающие на газе или твердом топливе. Под домом в подвале размещены тепловые аккумуляторы, запасующие энергию на зимние месяцы. Автономной является система канализации. Централизованными остаются электросети и водопровод. Система вентиляции позволяет максимально целесообразно распределить тепло по всему объему дома. Предусмотрена утилизация тепла, выделяемого бытовыми приборами, освещением и самими жильцами. В целом экономический эффект получен благодаря сокращению расходов на эксплуатацию экоддома по сравнению с традиционными зданиями в 1,5-3 раза /рис.1.77-1.78/ [57].

С учетом требований экономичности, биопозитивности, безотходности функционирования кандидатом архитектуры И.В.Черешневым (Волгоградский ГАСУ) был разработан экспериментальный проект экоддома для природных условий г. Волгограда /рис.1.79-1.81/. Резко континентальный степной климат данного региона, который отличается жарким засушливым летом с обилием солнечных дней (2240 ч/г) и холодной зимой с продолжительными сильными ветрами, определил основную концепцию проектного решения. Накопление энергии в объеме жилого дома осуществляется при формировании в планировочной структуре системы утилизации солнечной энергии (зимний сад, остекленный атриум); системы аккумулирования отработанного вторичного тепла, поступающего от кухни и ванной; системы аккумулирования тепла от переработки органических

отходов. Важным условием обеспечения высокой энергоэкономичности жилища является эффективная система распределения энергии в пространственной структуре жилого дома. Для этого обеспечивается естественная циркуляция теплого воздуха, а также использование механических устройств. Архитектурная форма и планировочная структура жилого дома разрабатывались по аналогии с формой речной раковины. В проекте предлагается использовать широтную ориентацию архитектурной формы дома, которая определяет строгую направленность планировочной структуры жилища и предполагает размещение жилых помещений и систем солнечной утилизации энергии на южном фасаде здания. Северному фасаду, наиболее подверженному воздействию холодных ветров в зимний период года, предлагается придать аэродинамическую форму. Криволинейные округлые очертания кровли позволяют снизить охлаждающее давление ветра и значительно уменьшить инфильтрационные теплопотери, кроме того предлагается изолировать и герметизировать большую часть северного фасада путем обсыпки и заглубления его стен в южный склон. Наиболее простым способом регулирования теплообмена является применение с наружной стороны остекления жестких и трансформируемых устройств: жалюзи, экранов, ставней. Кроме того, в летний период года подобные изолирующие устройства могли бы стать прекрасным средством солнцезащиты, предохраняющим остекленные пространства и жилые помещения от перегрева. В качестве солнцезащиты также можно эффективно использовать наружное вертикальное озеленение. Для этого с наружной стороны южного фасада здания предлагается построить специальные решетки-шпалеры, которые в летний период заплетаются вьющимися растениями, создавая сплошной зеленый ковер, защищающий от перегрева и улучшающий качество окружающего воздуха.

Для возведения стен может использоваться монолитный глинобетон, который с внешней стороны отделывается вентилируемой деревянной обшивкой, защищающей глинобитные стены от дождя и сырости.

Для удаления отходов предлагается использовать рециркуляционные системы, применяемые для очистки канализационных стоков и переработки твердых бытовых отходов органического содержания. Эти системы основаны на замкнутых циклах по очистке и повторному использованию воды. На крыше энергоблока жилого дома предполагается разместить солнечные фотоэлектрические панели, а также использовать ветроэнергетическую установку для получения электричества [112].

В современной отечественной проектно-строительной практике отсутствуют примеры реализованных энергоэффективных, в полном смысле этого слова, жилых образований (районов, микрорайонов, комплексов, кварталов). В решении этой проблемы отмечается отставание нашей страны от многих стран Европы, США и Канады, что обусловлено, главным образом, сложившимся экономическим положением.

Таким образом, из мероприятий, способствующих повышению энергоэффективности, в отечественной практике проектирования чаще всего находят применение учет климата (солнце и ветер), компактность архитектурной формы, определение внутренней планировки по принципу теплового зонирования с использованием «буферных» зон, использование энергии Солнца и биоэнергии для инженерного обеспечения зданий, выбор ограждающих конструкций с учетом требований теплоизоляции, экологичности.

Подводя итоги, следует сказать, что поиски ресурсосберегающих застройки и жилья — это стремление отодвинуть экологическую катастрофу, помочь выиграть время для принятия более радикальных мер. Последствия от перехода к экологическим жилым образованиям для нашей страны, безусловно, позитивны. Идея развития жилых ресурсосберегающих образований и зданий чрезвычайно эффективна и требует приоритетного финансирования для ее развития. Необходима реальная государственная поддержка в решении этой проблемы, принимая во внимание отставание России от ряда других стран.

В результате анализа отечественной и зарубежной практики проектирования и строительства ЭЖЗ можно сформулировать *мероприятия, направленные на экологизацию жилой среды и восстановление экологического равновесия*, осуществляемые при строительстве ЭЖЗ /рис.1.82/:

- минимизация вредных выбросов в атмосферу;
- экологичные водопровод и канализация;
- удаление и повторное использование отходов;
- применение экологичных материалов;
- максимальное использование естественных возобновляемых технологий — от отопления до вентиляции и освещения;
- освоение подземного пространства и неудобных для обычной застройки территорий для сохранения естественных природных участков;
- сохранение гармонии между строительным объектом и естественной природной средой;
- повышение качества жизни и комфортности среды в местах расселения и здания путем экореставрации природной среды, максимального приближения к природной среде;
- экологичная оптимизация архитектурных, конструктивных и технологических решений путем исключения негативных воздействий их на окружающую природу;
- экономия всех ресурсов, их устойчивое потребление с целью уменьшения влияния на окружающую среду.

По результатам исследования отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства ЭЖЗ можно выявить *основные пути экономии энергии в ЭЖЗ*, представляющие собой решения, принимаемые архитектором на всех стадиях архитектурного проектирования (стадиях предпроектного анализа, эскизного этапа и этапа творческой разработки проекта); инженерные решения; решения, вызванные необходимостью

использования нетрадиционных источников энергии /рис.1.84/. К архитектурным решениям следует относить:

1. Градостроительные решения:

- выбор местоположения здания с учетом климатических особенностей;
- выбор местоположения здания с учетом рельефа местности;
- выбор местоположения здания с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства;
- определение ориентации здания;

2. Архитектурно-планировочные:

- определение формы и размеров здания;
- общая архитектурно- планировочная концепция здания;
- выбор объемно-планировочных решений здания (внутренней планировки);
- выбор конструкции и материалов наружной облицовки;
- выбор остекления здания (площади и расположения светопроемов) и солнцезащиты;

3. Использование нетрадиционных источников энергии.

К настоящему времени в мире построено большое количество энергоэффективных зданий, но, к сожалению, они не стали образом архитектуры конца XX века. Здесь есть вина всех: и архитекторов, и строителей, и инвесторов, и, в первую очередь, государства.

Далее приведем слова д.т.н., профессора, президента НП «АВОК» Ю.А.Табунщикова: «Главная роль в поддержке и финансировании строительства демонстрационных энергоэффективных зданий должна принадлежать государству, потому что реализация этих проектов связана с защитой окружающей среды, повышением качества среды обитания человека, сохранением природных богатств - защитой интересов будущих поколений. Архитекторы раскрыли красоту стекла, камня, дерева, металла и даже бетона и построили много замечательных зданий из этих материалов. Но только отдельные из них смогли понять энергоэффективное здание как

новый шаг в архитектуре с явными элементами искусства. Для инженеров проектирование энергоэффективных зданий требует индивидуального подхода и большого количества междисциплинарных знаний. Инвесторы, как заказчики строительного объекта, ставят своей целью построить здание как можно дешевле и продать его как можно дороже. В последние годы из-за конкуренции между инвесторами появляется необходимость в строительстве более привлекательных с точки зрения покупателя зданий, которые существенно экономичнее в эксплуатации, более комфортны для проживания, обладают повышенными показателями безопасности.

Разрыв между практикой строительства энергоэффективных зданий и научными основами их создания и проектирования стал совершенно нетерпимым в наши дни, а порой он носит спекулятивный характер. Часто энергоэффективное здание представляется как несколько независимых инновационных энергосберегающих решений. При этом оказывается невыявленным то обстоятельство, что эти независимые решения могут взаимно снижать их первоначальную эффективность, а в некоторых случаях даже приводить к отрицательному эффекту» [97,98].

Таким образом, энергоэффективные здания, явившиеся плодом союза творчества архитектора, инженера и поддержкой инвестора должны стать в этом симбиозе вершиной произведения искусства.

1.3. Нормативная политика в области энергосбережения

Система нормативных документов по энергетической эффективности зданий широко проанализирована в кандидатской диссертации Молодкина С.А.[52].

В конечном итоге, предпосылками к нормативной реализации энергоэффективности служит соответствующая мировая политика по экономии энергии.

Из последних мер по экономии энергии в мировой политике следует назвать принятие директив SAVE 93/76, 1998-2002, 2002/91/EC, 2005 («Зеленая книга»). Директивой ЕС постановил, что страны, входящие в ЕС, принимают на себя обязательство по снижению уровня удельного потребления энергии, сохранению окружающей среды и более эффективному использованию энергетических ресурсов. Следующим решением ЕС подтвердил, что энергоэффективность играет главную роль в снижении отрицательного воздействия энергии на окружающую среду. Целью Директивы 2005 года является улучшение энергетических параметров жилых зданий, потребляющих около 40% производимой энергии (с учетом местных климатических и внутренних условий, а также с учетом эффективного использования финансовых средств), для чего и был сформулирован основной набор требований к энергетическим характеристикам зданий. Главное, на что направлены нормы – снизить энергопотребление приблизительно на 20% [125, 111, 126, 127].

Важным шагом в ограничении глобальных выбросов диоксида углерода явилось принятие Киотского протокола в 1997г., ратифицированный 55 странами (в т. ч. Россией), на которые приходится не менее 55% глобальных выбросов диоксида углерода. Страны-участницы обязались снизить выбросы к 2000 году на 6-8 %, и только 4 страны - Россия, Украина, Норвегия и Новая Зеландия - могут удерживать выбросы на уровне 1990 года. К сожалению, за последние годы большинству стран пока не удается снизить выбросы. Климатический эффект от первой фазы Киотского протокола (2008–2012 гг.) невелик, но важно начать практическую деятельность и запустить механизмы международной кооперации. С 2013 г. будут новые обязательства, новая ратификация. Также не надо забывать, что при снижении выбросов парниковых газов, например, при переводе электростанций и котельных с угля на газ резко уменьшается загрязнение воздуха, что приводит к снижению заболеваемости легочными заболеваниями, астмой и т.п. Исследования в б

городах России (Москва, Нижний Новгород, Воронеж и др.) позволили оценить общероссийский эффект от первоочередных мер по снижению выбросов парниковых газов как снижение смертности на 40 тыс. человек в год [32,33, 34].

В рамках энергодиалога Россия-ЕС в 2002 году был создан Технологический центр «Россия-ЕС», задачей которого является продвижение новых и передовых энергетических технологий и содействие привлечению инвестиционного финансирования для приоритетных проектов в энергетическом секторе России [50, 92].

В России активная деятельность по разработкам в области энергосбережения начинается, пожалуй, с принятия федерального закона «Об энергосбережении» (1996г.), который установил основные принципы создания нормативных документов по энергетической эффективности зданий [43, 107].

Конкретные шаги по внедрению энергетического принципа нормирования тепловой защиты зданий начинаются уже в 1998 году, когда входят в действие территориальные строительные нормы (ТСН). Нормативы в ТСН установлены по второму этапу повышения теплозащиты из условия энергосбережения согласно СНиП II-3-79* с изменениями №3 и 4, учитывают особенности базы стройиндустрии региона РФ и местной промышленности стройматериалов, систем теплоснабжения, энергообеспеченности и обеспечивают согласно этим требованиям снижение уровня энергопотребления на отопление зданий не менее, чем на 40% по сравнению с 1995 годом [43].

С 2000г. вводится энергетическая паспортизация зданий. Энергетический паспорт составляется на срок не более 10 лет, и к нему прилагаются рекомендации по экономически эффективным мерам улучшения энергетических показателей здания. Согласно нормативам, начиная с 2000 года в проекте каждого строящегося здания должен быть

раздел «Энергоэффективность», в состав которого входит энергетический паспорт [38,119].

А в 2001г. с целью недопущения ошибок проектирования при использовании новых технологий был разработан и утвержден на федеральном уровне свод правил СП 23-101-2001 «Проектирование тепловой защиты зданий» [10].

В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ № 1234-р от 28.08.2003 года, перестройка структуры экономики и технологические меры экономии энергии уменьшат энергоемкость валового продукта на 26-27 % к 2010 году, от 45 до 55 % к концу рассматриваемого периода [63].

Определяющим действием с точки зрения энергосбережения становится введение в действие в 2003 году нового СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий, который определяет энергоэффективность зданий, вводя кроме сравнения расчетного удельного расхода тепла на отопление зданий с нормативным и анализ геометрической формы здания через коэффициент компактности [86].

Законодательными органами субъектов РФ принято 43 региональных закона об энергосбережении. На территории 47 субъектов РФ реализуется более 600 программ в области повышения эффективности использования энергии, в том числе 42 региональных и более 540 городских и муниципальных программ.

В большинстве регионов практически сформирована инфраструктура управления энергосбережением: 75 центров, агентств, некоммерческих партнерств, 24 фонда энергосбережения. Активно работают центры и агентства энергосбережения г. Томска, Н. Новгорода, Саратова, Екатеринбурга, Самары, Краснодар, Санкт-Петербурга, Калининграда и многих других [55], [39].

Россия тесно сотрудничает с международными организациями и странами в области научных исследований, разработки и распространения

новых энергоэффективных и экологически чистых технологий, а также альтернативных и возобновляемых источников энергии. Это сотрудничество широко осуществляется в рамках Глобального экологического фонда - ГЭФ (Global environmental Facility-GEF).

Идея устойчивого развития становится все более заманчивой для архитекторов и градостроителей как способ решения глобальных экологических проблем. В аспекте конструктивной экологической проблематики жилая экологическая среда является центральной темой [23]. В целом, только осуществление целостной системы правовых, административных и экономических мер позволит стимулировать эффективное использование энергии.

1.4. Перспективы развития ЭЖЗ малой и средней этажности

Перспективы развития ЭЖЗ малой и средней этажности /рис.1.83/:

- 1) внедрение интегрированных экологических систем в жилище, которые представляют собой различные модификации набора функциональных систем, сочетающих сложнейшие технологии и легкость их использования, называемых «умным домом», и служат для повышения комфорта жилой среды (контроль задымления, контроль СО, контроль утечки газа, управление светом, управление отоплением дома и т.д.) с возможностью компьютерного управления [77,78];
- 2) снабжение ЭЖЗ малой и средней этажности мобильными следящими устройствами или вращение всего здания в режиме слежения за Солнцем и т.д. с целью более полного использования НВИЭ для энергоснабжения здания [80];
- 3) использование в функционировании систем жизнедеятельности ЭЖЗ малой и средней этажности новых НВИЭ;

В 2006 г. российские ученые Научного центра прикладных исследований Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна

Московской обл.) провели презентацию звездной батареи, не имеющей аналогов в мире. Звездная батарея работает круглосуточно, выдаваемая мощность с 1 м² составляет 600 Вт, при мощности солнечного излучения 1300 Вт/м². КПД звездной батареи составил 54% энергии видимого излучения и 31% - невидимого спектра. Такой прорыв в области фотоэлектричества будет стимулировать строительство автономных энергосберегающих зданий [60].

4) разработка и внедрение системы модульных элементов (гелио-, ветро-, биоблоки и т.д., предназначенных для использования различных видов НВИЭ; жилые блоки; блоки подсобных помещений и др.) в целях дешевого массового внедрения в жилую застройку;

5) внедрение как массового типа жилой застройки блокированного жилища, которое широко используется за рубежом и сочетает в себе много преимуществ (высокую плотность и комфортные условия жизни.)

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

1. Анализ отечественной и зарубежной практики проектирования и строительства ЭЖЗ позволил выявить мероприятия, направленные на экологизацию жилой среды и восстановление экологического равновесия, осуществляемые при строительстве ЭЖЗ.

2. Автором были сформулированы основные пути экономии энергии в энергоэффективных жилых зданиях.

3. Энергоэкономичные и энергоэффективные дома и соответственно жилые образования в последнее десятилетие широко строятся в экономически развитых северных странах Западной Европы таких, как Швеция, Дания, Германия, Норвегия, Финляндия, Франция, Нидерланды и других, а также в США и Канаде.

4. Из энергосберегающих решений в зарубежной практике строительства ЭЖЗ малой и средней этажности находят место такие как, учет рельефа

местности и местных климатических особенностей (солнечной радиации и ветра), выбор формы, ориентации зданий, применение новейших технологий в разработке объемно- планировочных решений зданий (например, двойной фасад здания), фотоэлектрических панелей. Для теплоснабжения жилых домов чаще всего используется тепло солнечной радиации, тепло земли. Особое внимание уделяется удалению и повторному использованию отходов.

5. В современном проектировании зданий на стадии предпроектного анализа огромную значимость приобретает оценка всех факторов климата наряду с исследованием традиционного народного опыта строительства и модернизированном применении его положительных тенденций.

6. На протяжении почти двух столетий основными средствами обеспечения энергосбережения в отечественной практике строительства жилых зданий оставались ширина и длина корпуса, этажность, конфигурация здания. Качество внутренней планировки определялось лишь соображениями инсоляции и экономии средств при возведении. Общее объемно- планировочное решение мотивировалось извлечением максимальной прибыли (доходный дом), типизацией, унификацией, стандартизацией (советский период), но никак не требованиями энергосбережения.

7. До 90-годов XX века ввиду дешевизны энергии, реализация концепций экологичного жилья заканчивалась отдельными разработками в области гелиоархитектуры для южных районов СССР (с 70-х годов XX века) и, как уже было выше рассмотрено, совершенствованием решений, касающихся длины, ширины и этажности здания. Вопросам формообразования энергоэффективных зданий, отвечающих совокупности требований экологичности, экономичности и комфортности, внимание не уделялось.

8. В современной отечественной практике проектирования и строительства ЭЖЗ имеются отдельные примеры зданий, воплотившихся в реальные постройки, которые имеют какой-либо один характерный признак,

способствующий экономии энергии. Как правило, это чаще всего энергоэффективные и энергосберегающие технологии в системе теплоснабжения.

9. Из мероприятий, способствующих повышению энергоэффективности, в отечественной практике проектирования чаще всего находят применение учет климата (солнце и ветер), компактность архитектурной формы, определение внутренней планировки по принципу теплового зонирования с использованием «буферных» зон, использование энергии Солнца и биоэнергии для инженерного обеспечения зданий, выбор ограждающих конструкций с учетом требований теплоизоляции, экологичности.

10. Прямое заимствование зарубежного опыта в области экологически безопасной жилой застройки и экодомов является нежелательным, так как проекты должны соответствовать природным, градостроительным, правовым, социальным, экономическим условиям и культурным традициям. В этой области необходимы собственные научные, проектные, конструкторские и технологические разработки, тем более что они будут способствовать развитию отечественной науки, проектирования, высокотехнологических производств в строительстве.

11. Определены перспективы развития ЭЖЗ малой и средней этажности.

ГЛАВА 2. Теоретические основы архитектурного проектирования энергоэффективного жилого здания малой и средней этажности

Мировой энергетический кризис 70-х годов привел, в частности, к появлению нового научно-экспериментального направления в строительстве, связанного с понятием "здание с эффективным использованием энергии". Первое такое здание было построено в 1974 году в г. Манчестере (штат Нью-Хэмпшир, США). Цель строительства этого здания, как, впрочем, и всех, последовавших за ним в рамках нового направления, заключалась в выявлении суммарного эффекта энергосбережения от использования архитектурных и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов. В последние годы значительно увеличился объем строительства зданий различного технологического назначения с эффективным использованием энергии, и получили развитие в международной практике стандарты, правила и другие нормативные документы по проектированию и оценке энергоэффективности таких зданий.

Вместе с тем ощущается явная нехватка информации о научных методах, на основе которых осуществляется проектирование энергоэффективных зданий. Не менее остро ощущается также и необходимость уточнения терминологии.

2.1. Предпосылки и требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

2.1.1. Предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

Для выявления принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ необходимо обозначить факторы, влияющие на формирование энергоэффективного здания /рис.2.1/:

1) Внутреннее жилое пространство формирует группа социальных факторов, описывающих подсистему «человек»:

- социальные;
- эстетические;

2) На внешнее жилое пространство влияет группа архитектурно-природных факторов, характеризующих подсистему «окружающая среда»:

- природно-климатические;
- градостроительные;
- экологические;
- архитектурно- стилистические;

3) В формировании ограждающего жилого пространства, под которым принимается материальная оболочка здания, решающее значение имеет группа конструктивно- экономических факторов, связанных с подсистемой «объект»:

- конструктивные;
- инженерные;
- экономические;
- планировочные.

Все перечисленные выше факторы влияют на создание конечной формы – *энергоэффективного жилого здания*, и являются формообразующими /рис.2.2/.

Исследования последних лет отражают направление в решении проблемы улучшения санитарного состояния городской среды, основанное на *экологическом подходе* к ее преобразованию. Охрана и улучшение окружающей среды, как одна из основных проблем архитектуры, должна являться составной частью проектно-планировочных работ на всех стадиях проектирования.

Перед современным обществом резко встала проблема ограниченности природных ресурсов и ухудшения экологической обстановки на Земле за счет все увеличивающихся выбросов диоксида углерода, следствием чего

стало глобальное потепление климата на планете. Таким образом, на сегодняшний момент вопрос об эффективном использовании природных ресурсов наиболее актуален.

Сегодня подавляющее большинство ученых пришло к мнению, что нынешнее беспрецедентно быстрое изменение климата - это антропогенный эффект, вызванный, прежде всего, сжиганием ископаемого топлива.

На фоне общей тенденции по снижению воздействия на природу сегодня в ряде стран Европы и Америки начал формироваться новый взгляд на конструктивные характеристики массового жилья, зданий промышленного и общественного назначения, поскольку коммунальное хозяйство является крупнейшим потребителем энергии (более 40 % потребления тепловой энергии и 20 % электричества) и загрязнителем атмосферы.

Как известно, за последнее столетие средняя температура на планете выросла на 0,6 градуса. Повышение средней температуры на 2 градуса приводит к массовому вымиранию видов. Но последние 20 лет, по словам члена-корреспондента РАН Игоря Мохова, оказались в этом температурном скачке рекордными - скорость нарастания температуры увеличилась в три раза.

Максимальное потепление зафиксировано в самых холодных регионах, где сконцентрированы основные запасы льда, - в Сибири, на Аляске и в Антарктиде. В Сибири суммарный эффект от потепления в 10 раз сильнее, чем в среднем по планете. По расчетам профессора Александра Голуба из Высшей школы экономики, потепление в Сибири, учитывая, что территория России на 60% состоит из вечной мерзлоты, экономически особенно опасно - "поползут" наши валютыемкие трубопроводы, осядут северные города. В некоторых районах Сибири и Дальнего Востока за столетие средняя температура выросла на 3,5 градуса. Участвовавшие в тайге лесные пожары объясняются ослабленностью леса.

В наши дни люди обеспечивают себя энергией в основном традиционными способами: строят тепловые электростанции, работающие за счет сжигания естественного сырья (газа, угля и нефти), возводят каскады гидроэлектростанций, использующих энергию бурных рек, и атомные станции, извлекающие энергию атомных ядер. Эти три главные составляющие энергетики), которую называют «кровеносной системой» цивилизации, с одной стороны, обеспечивают высокий уровень жизни, с другой - наносят огромный вред окружающей среде.

Всем известно, что естественные ресурсы истощаются. Но дело не в близком, как недавно думали, их исчерпании (запасов угля, например, хватит еще на многие сотни лет) — тревожит в первую очередь пагубное влияние использования невозобновляемых энергетических ресурсов на среду обитания человека. Главный недостаток сжигаемого на тепловых электростанциях (ТЭС) ископаемого горючего — загрязнение окружающей среды вредными выбросами. Помимо естественного сырья на ТЭС сжигается атмосферный кислород, планетарные запасы которого тоже не безграничны.

Гидроэлектростанции, хотя их доля в мировой энергетике невелика (в среднем 15%), также наносят огромный ущерб природе. Перекрытие рек плотинами, использование огромных территорий суши под водохранилища уже привели к серьезным экологическим нарушениям. Хорошо известны недостатки и атомной энергетики: хранение и переработка радиоактивных отходов, опасность радиационного загрязнения при авариях.

Когда-нибудь на смену существующим придут «чистые» и безопасные термоядерные станции, но произойдет это, исходя из результатов полувековых исследований, по-видимому, не скоро (слишком велики трудности получения высокотемпературной дейтерий-тритиевой плазмы в термоядерных реакторах).

Сегодня человечество потребляет в год около 10 млрд т условного топлива (1 т условного топлива при сжигании дает $8,14 \cdot 10^3$ кВт·ч

электроэнергии). Этот показатель год от года увеличивается, во-первых, из-за неуклонного роста численности населения Земли (она уже перевалила за 6 млрд человек и, по прогнозам, к 2020 году достигнет 7,4 млрд), во вторых, за счет роста уровня жизни людей, особенно в развивающихся странах, стремящихся получить те же блага, что и в промышленно развитых государствах.

По прогнозам специалистов, к 2020 году мировая потребность в электроэнергии возрастет в несколько раз и достигнет 34 млрд. т условного топлива в год [111].

Такое безудержное развитие энергетики, хотим мы того или нет, будет все более пагубно воздействовать на окружающую среду и, как считают ученые, может стать одной из причин необратимого изменения климата. Решить эту проблему поможет широкое и повсеместное использование альтернативных, или, как их еще называют, возобновляемых, источников энергии — значительно более «чистых» с экологической точки зрения, чем объекты традиционной энергетики.

Человечество характеризует потребительский характер отношений с природой. Следствием этого уже в начале XX века стал кризис окружающей среды — глобальное потепление на планете, загрязнение водного и воздушного бассейнов, уменьшение запасов пресной воды, отравление почвы, уничтожение лесов. Миру необходимы глобальные перемены, в частности и в архитектуре, которые позволят человеку пребывать в гармонии с окружающей средой. Задача архитектора — внедрять экологические принципы в проектирование.

Десятилетие назад понятие "экология" казалось священным, на него рука не поднималась, но сейчас это не столько идеологическая, сколько экономическая категория.

В целом экологическими предпосылками для строительства энергоэффективных зданий можно считать следующие /рис.2.3/:

- ограниченность природных ресурсов;

- изменение (потепление) климата - это антропогенный эффект, вызванный, прежде всего, сжиганием ископаемого топлива;

- коммунальное хозяйство является крупнейшим потребителем энергии (более 40 % потребления тепловой энергии и 20 % электричества) и загрязнителем атмосферы;

- загрязнение окружающей среды вредными выбросами от сжигаемого на ТЭС ископаемого горючего и сжигание атмосферного кислорода;

- перекрытие рек плотинами, использование огромных территорий суши под водохранилища при строительстве ГЭС уже привели к серьезным экологическим нарушениям;

- опасность радиационного загрязнения при авариях на АЭС;

- рост мировой потребности в электроэнергии за счет увеличения численности населения Земли и все возрастающего стремления человека к комфортной жизни.

Особое внимание при проектировании ЭЖЗ целесообразно уделять *экономическим предпосылкам*.

Экономия энергии как одна из главных задач при создании города с экологичной средой достигается экономическими (высокие налоги на энергопотребление, государственный контроль за расходованием энергии, поощрение использования возобновляемых источников и др.), социальными (мобилизация граждан на борьбу с расточительством энергии, разработка различных кодексов и заповедей по экономии энергии каждым членом общества), технологическими (применение энергосберегающих конструкций, использование нетрадиционных источников энергии) и другими мерами.

Расход энергии на единицу промышленной продукции в России в 2,5-3 раза выше, чем в индустриально развитых странах мира. В условиях развития рыночных отношений рост цен на энергоносители в немалой степени диктует рост цен на сырье и строительные материалы, а это ведет к увеличению стоимости строительства.

В ряде российских регионов до 80% зданий жилого фонда – дома из сборного железобетона, который, как известно, по своим теплоизоляционным характеристикам в 1,5-2 раза хуже кирпича, температура в таких домах не поднимается выше 18°C, на обогрев улиц уходит от 50 до 70 % подводимого к домам тепла.

Еще в 70-е годы в условиях экономического кризиса во многих странах были приняты федеральные программы, направленные на коренное снижение энергопотребления в течение 3-5 лет.

Нормы строительного проектирования большинства зарубежных стран, начиная с 1986 года, уже неоднократно пересматривались в направлении повышения требований по теплозащите зданий. В настоящее время эти требования в несколько раз превышают величины, предусмотренные в отечественных нормах.

Табл.2.1. Сравнительная характеристика требований по теплозащите зданий [20].

№ п/п	Страна	Год введения нормы в действие	Требуемое сопротивление теплопередаче ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт	
			стена	чердачное перекрытие
1	Россия	2000	3,16	4,16
	Дания	1995	4,3-6,5	6,5
	Канада	1997	4,1	8,8
	Финляндия	1978	3,87	4,88
	Эстония	1999	5,25	6,56
	Польша	1998	4,03	4,03
	Франция	2000	2,9	4,0
	Германия	1995	2,45	3,66

Нормы ряда зарубежных стран (Финляндия, США, Швеция, ФРГ) содержат специальные указания по снижению энергопотребления зданий за счет рационального выбора объемно-планировочного решения, в том числе формы и соотношения размеров, габаритов помещений, схем размещения оборудования и т.д.

С помощью комплекса архитектурно-композиционных мероприятий энергозатраты можно сократить еще на 20-30 %, добившись такой формы, размеров и ориентации здания, чтобы обеспечить максимальное использование положительного и нейтрализовать отрицательное воздействие наружного климата.

В соответствии с официальными документами в области энергетической политики («Энергетическая стратегия России на период до 2020 г.» и проект «Основные положения энергетической стратегии России на период до 2020г.») общий потенциал энергосбережения в России составляет порядка 400 млн.т у.т. (условного топлива) [27].

Из общего объема энергопотребления строительным комплексом России около 90 % расходуется на эксплуатацию зданий. Наибольшим энергопотреблением характеризуются жилые здания – 50-55%, несколько меньшим – 35-45% - промышленные здания, а на долю гражданских зданий приходится около 10%. В жилищном и гражданском строительстве резервы энергосбережения составляют примерно 10-15% [20].

Отопление жилых помещений в России составляет существенную долю в энергобалансе страны. Основные пути сокращения подобных расходов энергии – в комплексе архитектурных и инженерных решений по обеспечению энергоэффективности жилых зданий.

Таким образом, *экономическими предпосылками* проектирования и строительства ЭЖЗ являются /рис.2.4/:

- расход энергии на единицу промышленной продукции в России в 2,5-3 раза выше, чем в индустриально развитых странах мира, что сказывается на росте цен на сырье и строительные материалы;

- недостаточно жесткие, по сравнению с зарубежными, требования по теплозащите зданий;

- теплопотери в ограждающих конструкциях, магистральных и внутриквартальных тепловых сетях;

- нерациональность объемно-планировочных решений зданий, вызывающих значительные теплопотери.

Основными *градостроительными* предпосылками проектирования и строительства ЭЖЗ являются /рис.2.5/:

- освоение новых пригородных территорий и увеличение протяженности магистральных трубопроводов, других энергосетей и транспортных маршрутов без уплотнения застройки до нормативного уровня;

- сквозные ветрообразующие пространства в застройке жилых кварталов и микрорайонов [15];

- размещение зданий, не удовлетворяющее условиям инсоляции, затенения и естественного освещения, с малой степенью озеленения придомовой территории;

- отсутствие транспортной доступности зданий к рекреационным территориям.

Существенное влияние на формирование архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности оказывают их *планировочные* предпосылки /рис.2.6/:

- узкий корпус существующих зданий способствует значительным потерям тепла;

- значительные потери тепла в существующих зданиях через плоские покрытия;

- некомпактные, с изрезанными планами здания способствуют уменьшению тепловой эффективности;

- рост малоэтажного жилищного строительства.

Согласно одному из концептуальных направлений Федеральной целевой программы «Жилище» на 2002-2010 г.г., которая направлена на широкие преобразования в жилищной сфере, государство предусматривает

постепенный переход на преимущественный рост малоэтажного жилищного строительства. В общем объеме жилищного строительства резко возросла доля жилья индивидуальных застройщиков и организаций частной формы собственности, составившая более 60%. При этом часть жилья, вводимого только индивидуальными застройщиками, увеличилась более чем в 4 раза и достигла 43% от всего объема жилищного строительства. В результате частное жилище, и прежде всего индивидуальное, становится важнейшей формой наращивания объемов жилищного строительства [109].

Основными *природно- климатическими факторами* являются климат, ландшафт и инженерно- геологические условия /рис.2.7/. Климат включает в себя следующие характеристики воздушной атмосферы: температурный и влажностный режим, ветровой режим, инсоляция, естественная освещенность, сезонные отличия в погоде (метели, бури и т.д.). Ландшафт охватывает рельеф местности и растительность. Инженерно- геологические условия характеризуются типом грунта, наличием грунтовых вод, степенью просадочности и др. [53]. Задача архитектора – комплексный учет всех природно- климатических факторов при проектировании жилых зданий.

Конструктивными предпосылками проектирования и строительства ЭЖЗ являются /рис.2.8/:

- мощная база строительной индустрии городов Поволжья;
- широкий спектр выпускаемых строительных и отделочных материалов, а также богатый выбор импортных материалов и конструкций;
- современный опыт строительства жилых зданий

В ходе строительства в Поволжье индустриальных гигантов (химии, машиностроения, судостроения, нефтепереработки) и обслуживающих их предприятий была создана мощная строительно-индустриальная и транспортная база, которая использовалась для строительства как промышленных, так и гражданских зданий. Базируясь на местных сырьевых материалах, она была направлена на выпуск несущих и ограждающих конструкций, каркаса, покрытий, отделочных и облицовочных материалов.

Для достижения задач по увеличению объемов жилищного строительства необходим подъем индустриального домостроения как основного способа возведения жилья массового спроса. Негативное отношение к индустриальному домостроению, преимущественно крупнопанельному, из-за архитектурного убожества, недостаточной эффективности инженерно-технических решений, значительных энергозатрат при производстве конструкций и эксплуатации зданий, высокой стоимости готовой продукции привело в свое время к отказу от этой технологии строительства, а не к созданию новых архитектурно-строительных систем и прогрессивных технологических решений. В результате созданная мощная база индустриального домостроения (420 заводов суммарной мощностью около 50 млн.м² жилья в год) используется менее чем на 20% проектной мощности.

Реальной основой для развития малоэтажного деревянного домостроения является лесосырьевой потенциал России. В наших лесах сосредоточено 23% мировых запасов древесины, или 80 млрд.м³. Однако фактический объем лесозаготовок составляет 15%, а доля древесины в структуре строительства всего 5 %, т.е. примерно столько же, сколько в таких лесодефицитных странах, как Великобритания (5%), Германия (4%), Франция (7%).

Деревянное домостроение является одной из самых гибких строительных систем для быстрого возведения домов и большого типологического многообразия. В настоящее время объем деревянного домостроения в России составляет 10-12% объемов жилищного строительства. Принимая во внимание запасы сырьевых ресурсов, объемы деревянного домостроения должны быть значительно увеличены [109].

Наиболее рациональными видами энергоэффективных наружных ограждающих конструкций являются многослойные композитные конструкции стен и покрытий с использованием минеральных эффективных материалов.

Инженерные предпосылки проектирования и строительства ЭЖЗ обусловлены необходимостью модернизации существующих и внедрения новых инженерных систем, энергоисточников, оборудования и контрольно-измерительных приборов по энергосбережению при эксплуатации объектов в связи с большими потерями тепла при транспортировке /рис.2.9/ [15].

Необходимость *масштабно-стилистической* увязки ЭЖЗ малой и средней этажности с окружающей застройкой вызвана стремлением к качеству и многообразию городской застройки, требованиями видеоэкологии и других современных подходов. Создание внешней формы жилого здания базируется на ведущем принципе: «дом- часть города».

В целом, архитектурно- стилистическими предпосылками являются: архитектурно-художественное качество объектов, композиционная значимость объекта, эстетическая значимость среды /рис.2.10/.

Архитектурные средства и приемы индивидуализации и *эстетизации* облика ЭЖЗ чрезвычайно разнообразны и зачастую не зависят от региональной принадлежности. Региональной дифференциации подвержены причины, вызывающие необходимость поиска оригинальных архитектурных решений - требования местных архитектурных органов, ориентация на местные строительные и отделочные материалы. В целом, эстетизация облика определяется: единством архитектурных решений, характером организации пространства, местом в системе городских ансамблей /рис.2.11/.

На устройство жилища глубокое воздействие оказывает социальная структура общества и социальные процессы, происходящие в нем. Таким образом, *социальными предпосылками* будут являться /рис.2.12/:

- существующая монотонная, не масштабная человеку, далекая от природы, а вследствие этого агрессивная среда городов вызывает психические расстройства, депрессии, различные виды наркотической зависимости;

- рост загрязненности воздуха и ухудшение экологии из-за увеличивающихся выбросов диоксида углерода, роста коммунальных,

складских и промышленных территорий в черте города является причиной заболеваний населения;

- существующие виды жилой ячейки не стимулируют повышение профессиональной квалификации людей и формируют психологию иждивенчества и инфантилизма;

- отсутствие необходимых условий для полноценного воспитания детей и укрепления семейных отношений.

2.1.2. Основные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

В результате анализа предпосылок проектирования ЭЖЗ были выявлены требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности /рис.2.13/.

Экологические требования:

- архитектура ЭЖЗ должна гармонизировать с окружающей средой («вписывание» зданий в ландшафт, незагрязнение ландшафта, стремление к масштабности ландшафту);

- архитектура ЭЖЗ должна соответствовать требованиям визуальной экологии;

- снижение площади застройки здания, максимальное сохранение земли с целью ее естественно- ландшафтного, сельскохозяйственного, рекреационного, заповедного использования;

- применение экологичных строительных материалов;

- замкнутый безотходный цикл функционирования здания (в системах тепло-, электро-, водоснабжения, канализации), исключающий загрязнение окружающей среды.

- использование подземных пространств (строительство гаражей, подсобных и технических помещений), применение компактных объемов зданий с целью экономии территории под застройку;

- использование нетрадиционных источников энергии для инженерного обеспечения зданий;
 - максимально возможное использование поверхностей ограждений зданий для озеленения;
 - использование информационно- измерительных систем в зданиях;
 - обеспечение эффективности водопотребления и водопользования
- /рис.2.14/

Экономические требования:

- использование ограждающих конструкций с учетом климатических условий;
- использование естественных систем нагрева, охлаждения, кондиционирования;
- создание эффективного микроклимата в здании;
- экономичность архитектурно- строительных решений;
- минимизация электрических нагрузок от освещения, оборудования;
- модернизация систем отопления и горячего водоснабжения зданий;
- поквартирный учет и регулирование потребления ресурсов;
- повышение КПД котельного оборудования, устранение теплопотерь в магистральных и внутриквартальных тепловых сетях /рис.2.15/.

Градостроительные требования:

- уплотнение застройки до нормативного уровня за счет максимального использования выделенной территории под строительство ЭЖЗ малой и средней этажности;
- организация замкнутых дворовых и внутриквартальных территорий;
- создание единого архитектурно- ландшафтного ансамбля;
- ориентация здания, обеспечивающая улучшенные условия инсоляции, затенения, проветривания;
- обеспечение придомового пространства достаточной степенью озеленения;

- обеспечение транспортной доступности к рекреационным территориям /рис.2.16/.

Планировочные требования:

- обеспечение компактности формы ЭЖЗ;
- переход на проектирование и строительство ширококорпусных жилых домов с сокращением на 20-30% удельной площади ограждающих конструкций на квадратный метр площади жилья;
- помещения располагать согласно принципу теплового зонирования;
- использование в структуре ЭЖЗ буферных зон;
- размещение в структуре ЭЖЗ технического этажа с целью использования НВИЭ для инженерного обеспечения зданий ;
- возведение мансардных этажей на существующих зданиях с ограждающими конструкциями повышенной теплозащиты;
- модернизация архитектурно- планировочных решений отапливаемых лестничных клеток и лестнично- лифтовых блоков;
- оптимизация с точки зрения уменьшения теплопотерь, соотношения площади ограждающих конструкций к общей площади здания;
- оптимизация с точки зрения уменьшения теплопотерь соотношения площади оконных проемов к площади наружных стен /рис.2.17/.

Конструктивные требования:

- использование для строительства ЭЖЗМиСЭ местных строительных материалов;
- использование энергоэкономичных материалов /рис.2.18/.

Инженерные требования:

- использование высокопроизводительного котельного оборудования, в том числе локальных котельных контейнерного типа, при размещении которых на крыше зданий исключается необходимость в тепловых сетях
- переход на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты с исключением применения струйных смесителей- насосов (элеваторов) со свободным количественным и качественным регулированием теплоносителя

для пофасадной и секционной подачи. Установление режимов отопления для дневного, ночного времени, зимнего и осенне-весеннего периодов, выходного дня, дежурного топления и т.д.

- использование альтернативных источников энергии, пассивных систем /рис.2.19/.

Архитектура жилого дома должна удовлетворять требованиям масштабности на всех уровнях: оптическом, относительном, человеческом. Гармоническое построение пространств жилой среды и богатство зрительных образов придают художественные качества жилой застройке.

Композиционные приемы организации жилой застройки /рис.2.20/:

- смешанная этажность, позволяющая создавать разнообразные по размеру и характеру использования междомовые пространства;
- пешеходные пространства, улучшающие условия восприятия и использование территории жилища;
- функциональное разнообразие внешнего пространства, придающее оригинальность облику застройки;
- архитектура ландшафта, отражающая связь с природой.

Эстетические требования к формированию ЭЖЗ /рис.2.21/:

- гармоничные пропорции;
- благоустройство территории (озеленение, водные устройства, покрытия, микрорельеф, малые архитектурные формы);
- цветовое решение, фактура, светотень, создающие богатство зрительных образов

Социальные требования /рис.2.22/:

- сохранение здоровья проживающих людей путем создания комфортного микроклимата;
- рациональная планировка жилья, способствующая укреплению семьи, созданию в ней здорового психологического климата, организации досуга;
- достаточные жилищные условия и обеспеченная жилищная норма, стимулирующие развитие семьи;

- повышение профессиональной квалификации как основа для создания условий для домашних занятий профессиональным трудом;
- создание необходимых условий в жилище, способствующее полноценному воспитанию детей;
- создание условий для отдыха и психологической защиты на основе изоляции, зонирования и включения природных компонентов.

2.2. Принципы проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

2.2.1. Градостроительные принципы

В ходе выявления требований к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней и этажности обозначились принципы, которыми руководствуется архитектор в процессе проектирования /рис. 2.23/. В комплекс энергосберегающих градостроительных решений входят следующие этапы: выбор местоположения здания с учетом климатических особенностей; выбор местоположения здания с учетом местности; выбор местоположения здания с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства.

Принцип выбора местоположения ЭЖЗ малой и средней этажности с учетом климатических особенностей.

При выборе участка для размещения здания учитываются следующие пофакторные характеристики климата [2]:

- солнечная радиация;
- ветер.

На этом первом этапе анализа системы окружающая среда- жилище- человек устанавливаются принципиальные особенности жилого дома, характерные для рассматриваемого климатического района.

Солнечная радиация — один из главных климатических факторов, который определяет климат всей планеты. В северных районах ощущается недостаток солнечной радиации и важным является учесть и использовать солнечную радиацию как санитарно-гигиенический и фактор

дополнительных теплоступлений к ограждениям зданий и через светопроемы в помещения. Количество тепла, поступающего от солнечной радиации, зависит от географической широты местности, состояния атмосферы и подстилающего слоя, расположения поверхности, ее ориентации по странам света и времени года и суток /рис.2.24/.

Так, загрязненность атмосферы в результате выбросов промышленных отходов и других источников значительно снижает поступление солнечной радиации. В крупных городах это снижение достигает 40% от количества солнечной радиации в пригородах. Существенно изменяет ход суммарной ультрафиолетовой радиации облачность.

Существенное влияние оказывает также и состояние земной поверхности. Таким образом, летом земная поверхность преимущественно поглощает, а зимой, соответственно, отражает. Способность материала поверхности отражать и поглощать энергию солнца характеризуют коэффициенты поглощения и отражения [86,89].

Инсоляция – облучение земной поверхности, а также всех располагаемых на ней строительных объектов прямой и рассеянной солнечной радиацией [8]. При инсоляции предметы освещаются в горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостях, а при солнечной радиации объект не только освещается, но и нагревается. Если инсоляция обеспечивает проникновение жизненно важного для человека излучения, обеспечивающего бактерицидное действие, то избыточная солнечная радиация, имеющая важное значение для энергоэффективности здания, может вызвать перегрев. В этой связи необходимо в ряде случаев применение солнцезащитных и солнцерегулирующих устройств.

Максимальное количество солнечной радиации при безоблачном небе в летнее время получают вертикальные ограждения, ориентированные на запад и юго-запад. Вертикальное остекление — выбор значительного числа проектировщиков по разным причинам. Прежде всего, хотя наклонное остекление улавливает большее количество теплоты, но зимой оно также и

теряет большее количество этой теплоты в ночное время, что сводит на нет получение дневного тепла. Применение наклонного остекления может также привести к перегреву в более теплую погоду, обычно весной и осенью, когда вы не нуждаетесь в отоплении.

Рациональное использование Солнца достигается благоприятной ориентацией по странам света.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод: при проектировании энергоэффективного здания необходим учет всех вышеизложенных факторов, но преобладающее значение приобретает выбор материала поверхности, ориентация здания по странам света, площадь остекления, характер солнцезащитных устройств.

Рациональное использование состояния воздушной среды дает возможность снизить температуру на $1,7^{\circ}\text{C}$ [8].

Климатические факторы внешней среды оказывают направленное влияние на жилой дом, который состоит из отдельных квартир, помещений. В зависимости от ориентации помещения испытывают различное воздействие солнечной энергии.

Основополагающим принципом следует считать утилизируемость солнечной энергии поверхностью оболочки здания, основная часть которой падает с южной стороны, а поверхность оболочки, ориентированная на север минимальная. При распределении солнечной энергии южная сторона здания может получать в несколько раз больше солнечной радиации по сравнению с северной. Учитывая в количестве поступающей на стены солнечной радиации также влияние затенения от деревьев, соседних домов и т.п. следует иметь в виду, что затенение на северной стороне будет больше, чем на южной.

В этой связи распределение энергии радиации на северном и южном фасадах может отличаться в 5-3 раз.

Рассмотрим как влияет ориентация здания на теплоступление и теплотери /рис.2.25/.

Из /рис.2.25/, предложенного д.т.н. Ю.А.Табунщиковым и к.т.н. М.М.Бродач, видно что наиболее удачным с точки зрения теплопоступления и теплопотери является здание квадратной формы [101]. Кроме того, при небольшой разнице в величине теплопотерь, на жилые здания меридиональной ориентации по сравнению с широтными той же формы приходится почти в 2 раза больше теплопоступлений от солнца. Из этого следует, что широтная ориентация оправдана при создании ориентированных жилых образований.

Ориентируемым следует считать жилой дом с преимущественным или полным обращением его жилой площади – прежде всего спальных комнат – на одну сторону дома /рис.2.26-2.28/. Ориентированное жилое образование обеспечивает экономию энергоресурсов при его возведении и эксплуатации в связи со спецификой застройки территории и типологическими особенностями локальных жилых домов.

Известно, что жилые меридиональные здания без эркеров имеют ограниченную ориентацию по сторонам горизонта в пределах 36-54°, а их градостроительная маневренность составляет лишь 10-15% по сравнению с 50%-ным диапазоном ориентации широтных домов. Градостроительная маневренность повышается с применением эркеров. Следует отметить, что меридиональные дома оказываются дешевле широтных на 5-7% из-за увеличенного числа квартир в секции [124].

Таким образом, можно сформулировать следующие рекомендации по рациональной, с точки зрения экономии энергии при эксплуатации здания, ориентации его на местности.

- солнечное излучение должно максимально возможно достигать оболочки здания;
- наибольшую поверхность фасада здания ориентировать на юг.

Учет влияния солнечной радиации на теплопотребление ЭЖЗ малой и средней этажности может дать экономию теплоты не более 10—15% [72], но для этого необходимо выполнение определенных условий: помещения с

большими окнами следует ориентировать на юг; на север ориентировать помещения с малыми окнами или помещения без них; солнцезащитные устройства необходимо проектировать так, чтобы в течение отопительного сезона они не препятствовали прониканию солнечных лучей в помещение; размещение зданий при плотной застройке решать таким образом, чтобы отдельные здания не затеняли друг друга.

Важность следованию градостроительному принципу при проектировании ЭЖЗ подтверждают слова Ле Корбюзье (1933г.), который говорил, что «материалами городского планирования являются: солнце, пространство, растительность, сталь и бетон, в таком строгом порядке и иерархии» [135].

Направление и скорость ветра существенно изменяют тепловой режим здания и микроклимат застройки /рис.2.29/. Рекомендации, данные Э.И.Реттером и Ф.Л.Серебровским по характеру образования заветренных областей при разных форме и геометрических параметрах зданиях, направлении ветра, непременно следует учитывать при проектировании ЭЖЗ малой и средней этажности /рис.2.30-2.32/ [71,83].

Степень проветривания зависит также от характера растительности на участке, поскольку форма зеленых насаждений оказывает существенное влияние на формирование воздушного потока. Например, кроны деревьев создают ветровые тени на пути воздушного потока. Так, односкатную крышу одноэтажных зданий лучше разместить на подветренном фасаде здания /рис.2.33/ [8].

Здесь хотелось бы еще добавить, что влияние ветра сопровождается всегда с воздействием других климатических факторов. Ветер, в сочетании с изменяющейся температурой, осадками, влажностью воздуха, существенно изменяет восприятие человеком погоды. Кроме того, в сочетании с дождем он, увлажняя, снижает долговечность конструкций. Давление ветра играет почти определяющую роль в обеспечении устойчивости конструкций /рис.2.34/.

При проектировании ЭЖЗ малой и средней этажности целесообразно руководствоваться положениями по учету ветра, перечисленными ниже. Площадка района строительства объекта должна быть защищена от холодных ветров зимой, в связи с чем предусматривают создание защищенного растительностью земляного барьера на пути неблагоприятных ветров, устройство водоема или системы водоемов у проектируемого объекта с целью локальной оптимизации энергетических параметров микроклимата в окрестностях объекта. В целях уменьшения теплопотерь здание размещают таким образом, чтобы направление зимних ветров совпадало с его продольной осью, дверные проемы желательно размещать с южной или восточной стороны. Наиболее благоприятно расположение здания в лесопарковой зоне у южного склона рельефного образования — в северных районах с суровым климатом. Со стороны преобладающих зимних ветров в структуре ЭЖЗ предусмотреть буферные зоны (лоджии, веранды и т.д.).

Характер влияния ветра на здание обусловлен геометрическими параметрами самого здания, его местоположением в застройке, типом и расположением растительности относительно здания, направлением и скоростью ветра.

Таким образом, принцип выбора местоположения здания с учетом климатических особенностей отражает учет солнечной радиации и ветра.

Принцип выбора местоположения здания с учетом ландшафта отражает влияние рельефа, наличие водоемов, характер озеленения и элементов благоустройства /рис.2.35/ на проектирование ЭЖЗ малой и средней этажности.

Топография оказывает значительное влияние на выбор участка, так как местность с вогнутым рельефом обычно холоднее по сравнению с соседними участками. Поскольку холодный воздух тяжелее теплого, то он перемещается со склонов на теплые равнины. Какие-либо препятствия, искусственные или естественные, окажут влияние на распределение ночного воздуха. Таким

образом, в зависимости от того, в низине или на возвышенности располагается объект, степень его прогреваемости может быть изменена на 1-2°C. По мнению Беляева В.С., для строительства гражданских зданий наиболее целесообразно использовать склоны холмов крутизной до 30°. Дороги при этом трассируют без нарушения естественных форм рельефа местности, а здания на горном ландшафте имеют минимальное число уступов фундаментов.

Профессором А.П.Михеевым даются основные положения по формированию микроклимата в зависимости от характера рельефа (см. табл.2.2) [37,51].

Таблица.2.2. Основные закономерности формирования микроклимата в различных условиях подстилающей поверхности

Элементы подстилающей поверхности	Закономерности формирования микроклимата
Рельеф: вершины и открытые верхние части склонов	Днем температура воздуха на 2...4°C ниже, чем в окружающей местности; в ясные тихие ночи на 1,5...2°C теплее, чем на ровном месте и на 2...8°C-чем на дне долин и у подножия склонов; суточная амплитуда колебаний температуры выше, чем в долинах и котлованах; преобладают наиболее сухие и хорошо проветриваемые территории
Южные склоны	Максимальная дневная температура. За период с температурой воздуха более 10°C получают тепла на 4-8% больше; средние суточные температуры почвы за летний период выше, чем на северных склонах; влажность воздуха меньше; наиболее интенсивное таяние снежного покрова; ветровой режим зависит от

	ориентации по отношению к направлению ветра
Северные склоны	Наиболее холодные (особенно летом); за период с температурой воздуха более 10°C получают тепла на 8-10% меньше, чем на равнине; глубина снежного покрова больше, чем на южных склонах, сход его запаздывает на 14-15 дней; характер ветрового режима также определяется ориентацией по отношению к ветровому потоку
Наветренные и подветренные склоны	Наветренные склоны наиболее холодные, получают меньше осадков: имеют небольшую глубину снежного покрова. Подветренные – наоборот.
Долины, котлованы, нижние части склонов	Значительно большие суточные амплитуды колебаний температуры воздуха и меньшая температурная инверсия по сравнению с вершинами; долины, ориентируемые с запада на восток, освещены более равномерно, чем долины меридионального направления; существенное повышение относительной влажности воздуха, частое образование туманов, росы; на дне замкнутых долин без стока или с затрудненным стоком холодного воздуха ночью самые низкие температуры и высокая относительная влажность; наибольшая глубина снежного покрова; плохие условия проветривания

К данному пункту относится также влияние на выбор участка под строительство здания таких факторов, как наличие естественных и искусственных водоемов и озеленение участка.

Водоемы, естественные и искусственные, способствуют уменьшению температуры на 2°. Весной и в начале лета он охлаждает прилегающую к нему территорию, а в конце лета и осенью, саккумулировав значительное

количество летнего тепла, будет согревать. Влияние водоемов прослеживается также в увлажнении и уменьшении запыленности воздуха. В суточном ходе наблюдается уменьшение скорости ветра днем и усиление ночью.

В зависимости от характера озеленения снижается проникновение солнечной радиации (на 0,5-20% прямой и 2-22% суммарной); влияние зеленых насаждений на ветровой режим было рассмотрено выше.

Благоустройство дорог и проездов с устройством покрытий из теплоемких материалов или грунтовых дорог вместо асфальтированных снижает температуру на 1°C. Посредством полива можно улучшить микроклимат участка.

Приведенные выше закономерности необходимо учитывать при проектировании, поскольку это прямым образом будет влиять на энергоэффективность зданий, долговечность конструкций и т.д.

В конечном итоге, местность, где осуществляется привязка ЭЖЗ малой и средней этажности, должна быть защищена от холодных ветров зимой, расположена в лесопарковой зоне на равнинной территории или у южного склона рельефного образования (крутизной 30°)— в северных районах с суровым климатом; защищена от перегрева в наиболее жаркие часы, микроклимат локально смягчен влиянием примыкающего к площадке водоема и обильного затенения от деревьев, кустарников и выходящих растений — в южных районах. Благоустройство дорог — с устройством покрытий из теплоемких материалов. В целях исключения перегрева в летнее время и улучшения микроклимата следует на участке под застройку размещать зеленые насаждения.

Принцип выбора местоположения ЭЖЗ малой и средней этажности с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства

Характер застройки, особенно в городских условиях, существенно определяет микроклимат: солнечную радиацию, температуру воздуха, скорость ветра.

Профессор А.П.Михеев приводит следующие закономерности формирования микроклимата в районе застройки (см. табл.2.3) [51].

Таблица 2.3. Основные закономерности формирования микроклимата в районе застройки

Элементы климата	Изменение климатических характеристик в сравнении с городской зоной
Солнечная радиация	Снижение до 20% в зависимости от степени загрязнения воздуха, времени года и суток
Температура воздуха	Повышение на 1...4°C в зависимости от плотности застройки: в застройке плотностью до 20% - на 1...2°C, с плотностью более 20% - на 3...4°C (без учета влияния озеленения на снижение температуры)
Скорость ветра	Снижение на 20-70% в зависимости от плотности застройки: в застройке плотностью до 20% и от 20 до 30% - на 20-25%, плотностью более 30% - более чем на 50%.

При проектировании ЭЖЗ особую значимость приобретает застройка низкой плотности, поскольку только в таких условиях в полной мере может быть реализован потенциал НВИЭ для инженерного обеспечения зданий. В более плотной застройке появляется ряд факторов (ограниченная ориентация, закрытый доступ к НВИЭ, изменение климатических характеристик в сравнении с городской зоной т.д.), иногда создающих условия для неполной реализации концепции ЭЖЗ. В этом отношении застройка ЭЖЗ малой этажности, как правило усадебного типа, имеет определенное преимущество.

2.2.2. Архитектурно- планировочные принципы

Теплопотери обычного отдельностоящего односемейного дома, к которому еще не предъявлялись требования современного законодательства по теплозащите, по данным немецкого ученого Вальтера Блази, составляют следующие значения /рис.2.36/.

В зависимости от типа здания, его конфигурации и других параметров, эти показатели будут конечно же отличаться, но для упрощенного анализа воспользуемся данными значениями. Так, теплопотери за счет работы отопления составляют 32%, через окна – 28% (из них 20% - через стекло и рамы, 8% - через неплотности окон и за счет вентиляции, проветривания), через стены – 18%, через крышу – 16%, через подвал – 6% [11].

Добиться снижения теплопотерь через различные части здания можно путем проведения энергосберегающих архитектурно- планировочных и ряда конструктивных решений.

В комплекс архитектурно-планировочных принципов проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности входят следующие этапы, рассмотренные ниже.

Принцип компактности формы здания

Основные параметры и форма здания чаще всего в проектной практике назначаются исходя из функциональных и композиционных требований, при этом практически не учитываются требования энергосбережения. Вместе с тем общеизвестно, что здания равного объема и одинакового конструктивного решения при разных размерах ширины, длины и высоты могут иметь разные площади наружной теплоотдающей поверхности, а следовательно, и неодинаковую величину теплопотерь. Определяющим условием с точки зрения величины теплопотерь будет являться компактность здания, которая в конечном итоге зависит от конфигурации объемной формы (куб, шар, конус, пирамида, параллелепипед и т.д.), линейных параметров архитектурной формы (длина, ширина, высота). Сравнительной оценкой компактности того или иного здания будет являться коэффициент компактности.

При выборе формы и размеров здания предпочтение отдаётся объемно-планировочным решениям с минимальным значением коэффициента компактности, представляющим собой отношение площади поверхности наружной оболочки здания A_e^{sum} к заключённому в ней отапливаемому объёму V_h .

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h \quad (2.1)$$

где A_e^{sum} - общая площадь наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и цокольное перекрытие, m^2 ;

V_h - отапливаемый объем здания, равный объёму, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, m^3 .

Из множества прямоугольных зданий равного объёма наиболее компактно и имеет наименьшее значение коэффициента компактности здания кубической формы, причём с возрастанием объёма значение K_e^{des} уменьшается.

Согласно [44,86] расчетный показатель компактности здания k_e^{des} для жилых зданий (домов), как правило, не должен превышать следующих значений:

- 0,36 для 5-этажных зданий;
- 0,43 для 4-этажных зданий;
- 0,54 для 3-этажных зданий;
- 0,61; 0,54; 0,46 для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных домов соответственно;
- 0,9 для двухэтажных и одноэтажных домов с мансардой;
- 1,1 для одноэтажных домов.

Имеются данные по относительному изменению энергопотребления здания в зависимости от формы /рис.2.37/.

Если принять энергопотребление здания кубической формы за 1 то наиболее экономичным с точки зрения энергопотребления является здание сферической формы с энергопотреблением – 96% от соответствующего показателя здания кубической формы. Наибольшее энергопотребление у зданий формы тетраэдра (112% от энергопотребления здания кубической формы).

На /рис.2.38/ отображены современные представления архитекторов о влиянии формы здания на его теплотребление [101]. При рассмотрении графика видно, как изменяются теплотери относительно длины и высоты здания. Наиболее удачным с точки зрения уменьшения теплотерь является здание с соотношением его длины и высоты 1:4

Рассмотрим, как изменяется этот коэффициент у зданий круглой, квадратной и прямоугольной формы в плане в зависимости от их высоты [20].

На графиках /рис.2.39-2.41/ представлены кривые характеризующие изменения коэффициента компактности наиболее распространенных зданий шириной 12, 18 и 24 м при их длине 12, 18, 24 и 120 м, а также круглых зданий эквивалентных по размерам в плане здания со стороной квадрата 12, 18 и 24м.

Анализ представленных графиков позволяет констатировать следующее. С увеличением высоты здания коэффициент компактности уменьшается. С возрастанием высоты здания с 3-х до 30 м он уменьшается у здания шириной 12 м в 2,5 – 3,4 раза, у зданий шириной 18 м – в 3-4 раза, а у зданий шириной 24 м – в 3,6-4,5 раза. При этом зданий круглых в плане, эквивалентных по размерам квадратным 12х12 м; 18х18 м и 24х24 м снижение коэффициента компактности составляет соответственно 40,70 и 90%.

Круглые здания характеризуются наиболее низким коэффициентом компактности, а наиболее высокий коэффициент компактности квадратных зданий, его величина по сравнению с прямоугольными выше в среднем на 20-25%.

Сравнение квадратных зданий позволяет констатировать, что при увеличении их периметра вдвое снижение коэффициента компактности при изменении высоты здания от 3 до 30 м составляет от 20 до 74%.

Интенсивное снижение K_e^{des} наблюдается также при увеличении ширины здания.

Профессором Гиндоном А.Г. дифференцированием зависимости (2.1) и условий $d K_e^{des}/dh = 0$ и $V=const$ получены значения h_{opt} и $K_e^{des}_{min}$ для зданий в плане круглых, квадратных и прямоугольных. На базе полученных данных построены графики, позволяющие при заданном объеме здания установить их оптимальную высоту и минимальный коэффициент компактности /рис.2.42-2.43/ [20].

Большей компактности объемно-планировочного решения можно достичь, используя принцип блокирования зданий. При этом стоимость строительства может быть снижена на 8-10%, а площадь застраиваемой территории – на 30-40% /рис.2.44/.

Приблизленно эффект блокирования можно, обозначив через S_o и S_o^{bl} соответственно площади наружных ограждений отдельно стоящих объектов и сблокированного из них здания. Если принять, что коэффициенты теплопередачи всех наружных ограждений, включая и конструкцию пола, одинаковы, то энергетический эффект блокирования может быть выражен с помощью величины

$$i = S_o^{bl} / S_o \quad (2.2)$$

Для сложных схем блокирования в том случае, когда объекты имеют кубическую форму, к.т.н. А.М.Береговой предлагает использовать следующую формулу:

$$i = S_o^{bl} / S_o = (6N x^2 - 2n x^2) / 6N x^2 = 1 - n/3N, \quad (2.3)$$

где N – число отдельных объектов кубической формы, n – число вновь образованных внутренних граней параллелепипеда при блокировании объектов /рис.2.46/ [9].

В случае наиболее часто встречающейся линейной блокировки объектов целесообразно блокирование не более 5 объектов, поскольку при дальнейшем увеличении числа объектов эффективность блокирования возрастает медленно /рис.2.45/.

При выборе высоты здания в процессе определения линейных параметров рациональной формы необходимо ограничиться критерием экологичности ЭЖЗ. Все существующие экопоселения созданы на основе малоэтажных домов (до 3...7 этажей). В жилых небоскребах нельзя применить, например, принцип «нулевого потребления энергии», люди в них оторваны от природы, привычных физических полей Земли [104].

К мероприятиям по повышению тепловой эффективности в зависимости от изменения формы и размеров здания также относятся:

1) уменьшение изрезанности наружных стен с сокращением показателя удельного периметра наружных стен до $0,25 \text{ м/м}^2$ (для многоквартирных – $1,1 \text{ м/м}^2$) общей площади и менее (удельный периметр наружных стен определяется как отношение периметра наружных стен к общей площади этажа);

Существенное снижение теплоэффективности жилого здания связано с изрезанностью фасадов выступами, западами, ризалитами и другими аналогичными приемами. По данным МНИИТЭП, затраты на отопление такого здания могут возрасти на 12-15% по сравнению со зданием с плоским фасадом. Наличие же эркеров не приводит к заметному снижению энергоэффективности здания [22].

2) увеличение ширины корпуса зданий за счет увеличения глубины комнат и кухонь и размещения лифтов в глубине корпуса домов – создание ширококорпусных домов;

3) создание широтных или меридиональных домов (блок-секций) с коридорами через 1...2 этажа с 3...5 –комнатными квартирами в двух уровнях.

Таким образом, компактность формы здания достигается за счет выбора характера объемной формы, определения линейных параметров, блокирования объемов /рис.2.47/.

Принцип определения общей архитектурно- планировочной концепции здания определяет мероприятия, повышающие тепловую эффективность здания, связанные с выбором типа жилого здания, использования подземного пространства, обваловки здания, использования чердачного пространства.

В целях повышения энергоэффективности городского жилища целесообразно содействие развитию и обновлению типологии ЭЖЗ малой и средней этажности. Типологический ряд ЭЖЗ малой и средней этажности строится на основе деления по характеру связи с окружающей средой /рис.2.48/.

К первой группе относятся жилые дома с прямой связью квартир с территорией: усадебное городское жилище и блокированные дома. Основные признаки данной группы – наличие земельных участков при каждой квартире, небольшая этажность (чаще всего 1-2 этажа).

Ко второй группе следует относить многоквартирные жилые дома со входами в квартиры через общие коммуникации. Типологией ЭЖЗ малой и средней этажности предусматривается объединение квартир в жилых домах этой группы вокруг лестничных клеток (секционный жилой дом) и атриумов (атриумный жилой дом). Основные признаки данной группы – отсутствие индивидуальных приквартирных участков, средняя этажность (3-5 этажей). В этом случае для отдыха и хозяйственных нужд проживающего в них населения предусматриваются дворовые площадки общественного пользования - хозяйственные, игровые, тихого отдыха и т.д.

Приоритетность усадебного городского ЭЖЗ объясняется рядом преимуществ:

- возможность реализации индивидуального образа жизни и деятельности человека;
- масштабная соразмерность человеку архитектурного облика ЭЖЗ;

- экологичность - создание для человека образа жизни, протекающего в непосредственном общении с окружающей средой;

- освоение неудобных для многоэтажного строительства мест застройки;

- свобода в выборе средств достижения энергоэффективности здания – ориентации, формы, линейных параметров ЭЖЗ, использовании НВИЭ;

- легкая доступность НВИЭ.

К недостаткам следует отнести:

- низкая плотность застройки;

- увеличение радиусов обслуживания и мест приложения труда;

- ухудшение транспортной доступности.

Общая концепция формирования архитектуры ЭЖЗ усадебного типа в условиях Среднего Поволжья определяется следующими решениями /рис.2.49/:

- компактная форма здания;

- защита от зимних ветров юго-западного направления (аэродинамичность формы, буферные зоны, растительность);

- использование солнечной энергии для инженерного обеспечения здания (пассивное – остекленное, чаще всего двухсветное, пространство на южной стороне; активное – применение плоских гелиоколлекторов в конструкциях крыши или отдельно стоящих на земле);

- тепловое зонирование внутреннего пространства, когда кухни, технические и подсобные помещения образуют северный фронт здания, а жилые - южный;

- образование компактного теплового ядра, чаще всего в геометрическом центре ЭЖЗ, где сгруппированы помещения, имеющие повышенные тепловыделения (кухни, ванны, камины, печи и т.д.);

- вход в жилой дом организуется с восточной стороны во избежание избыточных теплопотерь зимой.

В рамках следования приведенной выше общей концепции функционируют два варианта ЭЖЗ усадебного типа. ЭЖЗ усадебного типа

традиционных форм в условиях Среднего Поволжья характеризуют следующие мероприятия /рис.2.50-2.51/:

- для защиты от преобладающих зимних ветров и перегрева в послеобеденное время с юго-западной стороны -веранда;

- с севера примыкает гараж в целях уменьшения теплопотерь от северных ветров;

- кухня ориентирована на север;

- двухсветное пространство зимнего сада с юга способствует пассивному накоплению солнечной энергии с отдачей ее через окна в помещения первого этажа и через лестничный холл в помещения второго этажа;

- образование теплового ядра (кухня и ванная);

- применение солнечных коллекторов на крыше в целях активного использования солнечной энергии с уклоном $56-72^\circ$ к горизонту.

ЭЖЗ направленной формы позволяет наиболее полно реализовать требования экологичности и экономичности при создании ЭЖЗ усадебного типа/рис.2.52-2.53/:

- близкая к сферической форма здания увеличивает компактность ;

- здание аэродинамической формы создает концентрацию ветровых потоков на ветроэнергетической установке;

- криволинейные округлые очертания кровли позволяют снизить охлаждающее давление ветра и значительно уменьшить инфильтрационные теплопотери;

- увеличение поверхности южного фасада за счет создания широтной ориентации формы плана позволяет саккумулировать значительное количество солнечной энергии;

- плавное примыкание буферных зон для защиты от ветра с юго-запада и южного остекленного пространства, что не нарушает направленность формы;

- лесопосадки для защиты от северных ветров;

- создание защищенного входа с востока;

- применение гелиоколлекторов, встроенных в цоколь.

Отличительной чертой ЭЖЗ усадебного типа на рельефе выступают /рис.2.54-2.55/:

- герметизация большей части северного фасада путем обсыпки и заглубления его стен в южный склон;
- защита от зимних ветров путем создания направленности формы и применения веранды;
- устройство системы утилизации тепла вытяжного воздуха и пассивной солнечной энергии для обогрева жилых помещений второго уровня;
- широкие возможности активного использования солнечной энергии.

Блокированное энергоэффективное жилище создается путем однорядной и двухрядной блокировки блок-квартир, образования жилого дома на рельефе.

Длина данного типа ЭЖЗ определяется целесообразностью блокирования не более 5 объектов, поскольку при следующем увеличении числа элементов, согласно исследованиям А.М.Берегового, эффективность снижается [9]. В этой связи для однорядной блокировки характерна длина порядка 36м, двухрядной -45м, а при блокировании на рельефе – в зависимости от склона.

Преимущество однорядной блокировки в том, что она предусматривает:

- создание жилых образований как меридиональной, так и широтной ориентации;
- наличие двух входов позволяет организовать два вида взаимодействия с окружающей средой- внутренний и внешний;
- возможность создания ориентированного жилого дома с увеличенной южной поверхностью и обращением жилых комнат на юг;
- широкие возможности активного использования солнечной энергии.

Недостатком является недостаточно широкий корпус (14м), что препятствует созданию полноценной компактной формы /рис.2.56-2.57/.

Двухрядную блокировку характеризует /рис.2.58-2.59/:

- возможность создания жилых образований меридиональной ориентации;

- широкий корпус позволяет увеличить компактность;

- эффективная защита и общение с окружающей средой посредством буферных зон с длинных сторон здания;

- снижение эффективности проветривания;

- ограниченное применение НВИЭ для инженерного обеспечения.

Блокированная застройка на рельефе с наклонными подходами способствует созданию ЭЖЗ с широким корпусом (22м) /рис.2.60-2.61/. Кроме того, данный тип ЭЖЗ характеризуют следующие мероприятия:

- расширенный световой фронт;

- во избежание перегрева часть южной стены, ограждающую кухню, целесообразно оборудовать стеной Тромба-Мишеля в целях пассивного использования солнечной энергии;

- верхнее освещение кухни;

- широкие возможности активного использования солнечной энергии (плоские гелиоколлекторы на крыше);

- использование вторичной энергии для инженерного обеспечения;

Малоэтажное блокированное энергоэффективное жилище обладает целым рядом архитектурно-планировочных особенностей, которые позволяют приблизить комфортность проживания до уровня индивидуального жилого дома, что практически не отражается на их экологичности и экономичности. Последнее обстоятельство указывает на перспективность широкого внедрения этого типа ЭЖЗ малой и средней этажности в жилую застройку многих городов Среднего Поволжья.

Компактность застройки меридиональной ориентации значительно повысит устройство остекленного атриума между жилыми корпусами, в котором разместятся общие пешеходные коммуникации, небольшие палисадники, площадки для игр детей и отдыха. Оптимизация внутренней планировочной структуры атриумного жилого дома позволяет улучшить

микроклимат жилых помещений и энергоэкономичность здания в целом за счет горизонтального (организация в планировке квартиры пространств, состоящих из кухонь и ванных комнат, ориентированных в сторону остекленного атриума- тепловые ядра и буферных пространств) и вертикального (организация внутренней буферной зоны – атриума и возможности размещения подземных буферных пространств – гаражей и автомобильных стоянок) теплового зонирования /рис.2.62-2.63/.

Применение точечных домов обуславливается градостроительной ситуацией: местом застройки (максимальное использование небольшого участка под застройку), необходимостью создания акцентов в малоэтажной застройке и т.д. При этом целесообразно соблюдение следующих рекомендаций /рис.2.64-2.65/:

- уменьшение теплопотерь достигается созданием компактного (близкого к квадрату) планировочного решения с размерами в плане 24х24 м;
- целесообразно 5этажей;
- верхнее освещение лестничной клетки;
- размещение кладовых при кухне способствует уширению корпуса;
- активное использование солнечной энергии с расположением гелиоколлекторов непосредственно над тепловым ядром в глубине корпуса;
- буферные зоны по периметру в виде веранд, а на юге- остекленные оранжереи.

Линейные (многосекционные) жилые дома подразделяют в зависимости от ориентации на меридиональные и широтные. Все попытки увеличить ширину жилых домов, запроектировать в целях экономии энергоресурсов и увеличения подсобных помещений ширококорпусные дома дают несущественное увеличение ширины домов (до 16м). Представленная автором типология линейных жилых домов предполагает радикальное расширение (до 21м) корпуса за счет расположения лестниц в глубине корпуса с верхним освещением, что при средней этажности (до 5 этажей) не существенно повлияет на безопасность эвакуационных путей, и кухонь в

глубине корпуса с освещением через светоаэрационные шахты наряду со смежным расположением с общей комнатой. Уширению корпуса также способствует размещение в целях функционального комфорта кладовых, прилегающих к кухням.

В процессе совершенствования концепции жилого дома меридиональной ориентации с точки зрения энергоэффективности возникают два типа ЭЖЗ меридиональной ориентации /рис.2.66-2.67/:

тип А- ширина корпуса 18м; лестница в глубине корпуса, освещенная верхним светом; максимальная протяженность корпуса – 115м;

тип Б- ширина корпуса 21м; лестница в глубине корпуса, освещенная верхним светом, кухни - в глубине корпуса с освещением через светоаэрационные шахты; максимальная протяженность корпуса – 115м;

Для обоих типов характерно:

- применение максимальной этажности (5эт);

- расположение теплового ядра в глубине корпуса, где сгруппированы кухни и ванные с возможностью установки системы использования вторичной энергии.

Дальнейшее совершенствование форм широтной ориентации возможно лишь при освещении кухонь через светоаэрационные шахты и размещении их в глубине корпуса, лестница освещаемая естественным боковым освещением с обязательной ориентацией на север. В этих условиях жилые помещения расположатся по южному фронту здания, что будет способствовать повышению энергоэкономичности здания. Максимально возможная ширина корпуса с соблюдением приведенных выше рекомендаций- 18м. Применение максимальной длины здания (160м) увеличивает энергоэкономичность формы; высота в 3 этажа не дает превысить нормативные разрывы между зданиями и также способствует энергоэкономичности формы. Тепловое ядро - в глубине корпуса, где сгруппированы кухни и ванные с возможностью установки системы использования вторичной энергии. Здания данного типа характеризуют

широкие возможности использования солнечной энергии для инженерного обеспечения зданий /рис.2.68-2.69/.

Комфортность жилой ячейки ЭЖЗ обеспечивается за счет возможности зонирования квартир, увеличения их площадей, улучшении пропорций комнат с приближением их к соотношению глубины и ширины 1,4:1. Площадь кухни может приближаться к 12-14 м². К ней, как правило, примыкает кладовая. Кроме того, типологией ЭЖЗ предполагаются ваннные комнаты улучшенных размеров с возможностью проведения занятий физкультурой или организации постирочной /рис.2.70/.

В процессе рассмотрения типологии ЭЖЗ малой и средней этажности назревают следующие выводы, имеющие ценность в рамках практического использования в процессе архитектурной деятельности:

- все приведенные типы ЭЖЗ малой и средней этажности соответствуют требованиям энергоэффективности (экономичности, экологичности, комфортности);
- ЭЖЗ усадебного типа имеет преимущество использования для полноценной жизни, деятельности и свободы человека, как физической, так и духовной;
- при необходимости повышения плотности застройки целесообразно блокирование элементов застройки (до 5 блок-квартир, секций);
- жилые образования меридиональной ориентации характеризуются двухрядной блокировкой (ограничение инфильтрации), ограниченной ориентацией, возможностью обеспечения требуемой компактности (широкого корпуса) без ухудшения санитарно- гигиенических условий;
- жилые образования широтной ориентации характеризуются однорядной блокировкой, что обеспечивает требуемую компактность (широкий корпус) только за счет ухудшения санитарно- гигиенических условий (размещение лестниц с верхним освещением и кухонь с освещением через светоаэрационные шахты в глубине корпуса), максимальной этажностью в 3 этажа; широким использованием активных систем

утилизации солнечной энергии и вторичной энергии, неограниченной ориентацией.

В целом, факторами, обуславливающими выбор типа ЭЖЗ малой и средней этажности выступают /рис.2.71/:

- характер и конфигурация участка под застройку;
- необходимость обеспечения требуемой плотности застройки;
- место в системе городских ансамблей;
- желание заказчика.

Таким образом, выбор общей архитектурно- планировочной концепции здания предполагает следующие мероприятия /рис.2.72/.

Принцип определения внутренней планировки здания

Оптимизацию планировочной структуры ЭЖЗ малой и средней этажности проводят с целью соответствия внутренней жилой среды требованию комфортности. Важное значение приобретает поддержание оптимального теплового баланса в помещениях. В этой связи при определении внутренней планировки здания необходимо руководствоваться принципами теплового зонирования, использования буферных зон, уширения корпуса /рис.2.76/.

Тепловое зонирование заключается в организации на пути следования теплового потока из внутренней зоны (теплового ядра) к наружной поверхности ряда зон с постепенным понижением требуемой в них температуры. Тепловое ядро формируется из помещений и элементов с повышенными тепловыделениями — кухни, ванной, печи, камина и т.д /рис.2.73/.

Традиционное жилище (русская североевропейская изба, эскимосское иглу и т.д.) служит ярким примером реализации этого принципа.

В соответствии с этим принципом основные помещения, летние и входные узлы как правило, размещают на подветренной стороне здания, а лестничные клетки, коридоры, галереи, подсобные и вспомогательные - у наветренной. В зданиях широтной ориентации помещения с требуемой более

высокой нормативной температурой воздуха располагают со стороны южного фасада, а с низкой температурой - с северной стороны.

В проектах энергоэкономичных зданий лестничную клетку иногда размещают вдоль здания со стороны северного фасада, что позволяет ей образовывать как бы тепловой экран для комнат, размещаемых за ним. Фасадная сторона здания с примыкающими вспомогательными помещениями может рассматриваться и как шумозащитный барьер при ориентации ее на сторону с большим уровнем шума (транспорт или другие источники).

Принцип теплового зонирования осуществляется также в двухуровневой квартире: тепло из помещений нижнего этажа (передних, залов, кухни) вместе с теплым воздухом перетекает в помещения второго этажа.

Одним из основных элементов регулирования энергопотребления и формирования микроклимата помещений в пространственно-объемной структуре здания являются "буферные зоны" /рис.2.74/. Они уменьшают разность температур внутренней и внешней среды, снижая при этом теплопоступления и теплопотери, как правило, за счет теплоизолирующей воздушной прослойки. Буферные зоны могут быть в виде вспомогательных неотапливаемых пространств (входные тамбуры, чердачные пространства, подвалы, технические этажи, массив грунта) и остекленных пространств (атриумы, остекленные лоджии и веранды, оранжереи- встроенные, блокируемые по вертикали, пристроенные с юга) /рис.2.77/. Рационально спроектированные "буферные зоны" смягчают экстремальные воздействия на здание природной среды, создают равновесие между этими воздействиями и микроклиматом внутреннего пространства.

Наиболее высокую эффективность имеет "буферная зона", называемая атриумом, в виде внутреннего двора, закрытого светопрозрачным ограждением /рис.2.78/.

Здания с атриумом имеют энергоэкономичную форму. Они, по сравнению с другими зданиями, имеют меньшую величину удельной площади наружной поверхности, подверженной разнообразным атмосферным воздействиям. Этот

аспект был рассмотрен выше. Атриум является своеобразным аккумулятором тепла и выполняет роль климатического фильтра, защищая смежные с ним помещения от атмосферных воздействий. Вследствие этого помещения теряют через ограждения атриума гораздо меньше тепловой энергии, чем через другие наружные ограждения здания. Устройство ограждений атриума из светопрозрачных материалов и ориентация таких ограждений на солнечную сторону превращает атриум в энергоактивную объёмно-планировочную ячейку здания. Кроме того, атриум улучшает кондиционирование помещений [136].

Распространение атриумов, безусловно, происходит также по причинам эстетического характера, поскольку они стимулируют творческую работу архитекторов [137,139].

Пристроенная к дому с южной стороны зимний сад (теплица) может выполнять много полезных функций - служить местом отдыха, игровой площадкой для детей, оранжереей и т.д. Теплица, кроме прямого назначения, выполняет функции пассивного накопителя солнечной энергии и защитной буферной зоны экодому от зимнего холода и ветра. Солнечная энергия накапливается в стене дома, около которой она размещена, и в земляном аккумуляторе под теплицей.

При проектировании энергоэффективного здания ключевой задачей становится обеспечение наибольшей компактности и, как следствие, стремление к уширению корпуса здания /рис.2.75/. Имеются планировочные решения ширококорпусных жилых зданий, основанные на лучевом расположении квартир. Такой планировочный прием позволяет размещать большее количество квартир на этаже (от 8 до 12) без удлинения внеквартирных коммуникаций. Эти решения обеспечивают уменьшение периметра наружных стен на единицу общей площади дома, уменьшение длины наружных и внутренних инженерных коммуникаций, увеличение нагрузки на лифты, что в конечном итоге ведет к экономному расходованию энергетических ресурсов. Основные внеквартирные коридоры при данном планировочном решении могут быть освещены вторым светом [21].

Как было рассмотрено ранее, для повышения тепловой эффективности здания рекомендуется увеличение ширины корпуса зданий за счет увеличения глубины комнат и кухонь и размещения лифтов в глубине корпуса домов. Это влечет за собой неременное увеличение пределов общих площадей квартир на 5-7%, что способствует улучшению санитарно-гигиенических условий [109]. По данным НИИСФ и ЦНИИЭП жилища, диапазон оптимального уширения здания с 11 до 14 м, когда наиболее значительно экономится тепло (3-4% на каждый метр уширения) [124].

Корпус должен стать шире – 20-24м. В центре жилых ядер располагается блок вспомогательных помещений, а по периметру – жилые комнаты. Соотношение площади здания к периметру стремится к оптимальному показателю [91]. Увеличение ширины корпуса требует и увеличения шага несущих конструкций, а также, по возможности, высоты этажа, для сохранения приемлемых пропорций размеров помещений. Таким образом, уширенный корпус важен при строительстве как социально ориентированного, так и жилья с повышенным уровнем комфорта [120].

Очень перспективной областью применения широкого корпуса является реконструкция жилого фонда советского периода. Разработано достаточное количество проектов вторичной застройки, позволяющих качественно изменить жизнь, как отношение к ней, так и жизнь внутри нее. Одним из оригинальных решений, как считают специалисты, должно стать вхождение существующих пятиэтажек или зданий меньшей этажности в состав ширококорпусного дома. Этот процесс определяется «концепцией вторичной застройки микрорайона ширококорпусными домами на месте двух существующих пятиэтажных без их сноса» [65].

В целом, по итогам рассмотрения типологии ЭЖЗ малой и средней этажности, можно выделить следующие возможные мероприятия, способствующие уширению корпуса до 18-20 м:

- устройство кладовых комнат при кухнях;
- освещение кухни через светоаэрационные шахты;

- размещение лестниц в глубине корпуса с верхним освещением (особенно эффективно в условиях малой и средней этажности);
- устройство непосредственного сообщения близких по назначению комнат квартиры;
- создание комнат улучшенных размеров с соблюдением необходимого соотношения глубины к ширине 1,4:1.

Архитектурно-композиционный принцип

Как известно, 70-90% информации воспринимается органами зрения, поэтому на первом месте по степени влияния на человека находится видимая им окружающая среда. В современных городах большей частью преобладает монотонная застройка советского периода или высотными зданиями преимущественно с плоскими поверхностями и прямыми углами. В природе же плоскости и прямые углы практически не встречаются. В окраске городских зданий и сооружений господствует серый цвет бетона и асфальта. В природе, напротив, преобладает успокаивающий зеленый цвет и обилие других ярких разнообразных цветов. Кроме того, особенностью природных элементов является колоссальное разнообразие деталей, а городу, как правило, присуща застройка с типовыми окнами, дверями, домами и даже микрорайонами.

Все это агрессивно влияет на состояние человека, оказывает раздражающее, стрессовое воздействие и поэтому вызывает рост преступности, болезни, травматизм, различные виды наркотической зависимости. «Здоровый» город, органично вписанный в природную среду, незапыленный, озелененный, с чистым воздухом, водой, невысокими зданиями, низким уровнем шума, оказывает умиротворяющее воздействие на жителей.

Рассматриваемые ЭЖЗ благодаря своей малой и средней этажности как нельзя лучше впишутся в окружающий ландшафт без его серьезных изменений, чего нельзя сказать о многоэтажной застройке. Таким образом определяется масштабная соразмерность сооружений.

Простая геометрия плана ЭЖЗ малой и средней этажности с уменьшенной изрезанностью, вызванная требованиями сокращения теплопотерь, определяет решение архитектурно- композиционных задач за счет масштаба, тектоники, гармоничных пропорций, контраста и нюанса, цвета и колорита застройки зданий, выявление ритма, светотени.

Композиция ЭЖЗ, как правило, ассиметрична, что объясняется раскрытостью фасадов на юг, применением НВИЭ для инженерного обеспечения зданий, направленностью архитектурной формы в целях аккумуляирования или сохранения энергии среды. Источников новых архитектурных средств выразительности выступают применяемые в структуре ЭЖЗ малой и средней этажности элементы гелиоархитектуры (пассивные- обилие остекленных пространств на южном фасаде, активные- оборудование солнечными коллекторами) и улавливания энергии ветра.

На определение формы и системы пропорций влияет выбор планировочной структуры дома. Для точечного дома характерна активная пластика общей формы, дома линейной структуры имеют ритм фасадов, основанный на чередовании коридоров, вертикально- горизонтальные членения (тяги, этажи, карнизы и т.п.).

Важнейшими композиционными элементами в архитектуре современного малоэтажного жилого дома становятся объемы и помещения для размещения объектов производственного и общественного назначения, а также элементов живой природы. Вместе с традиционными структурными элементами дома и устройствами аккумуляирования, сохранения и распределения НВИЭ они должны составлять единый организм, требующий поиска новых приемов объемной композиции.

Таким образом, *архитектурно- композиционный принцип* определяет, наряду с традиционными, специфические композиционные приемы и средства, посредством которых достигается архитектурная выразительность облика ЭЖЗ малой и средней этажности: асимметричность фасадов, простая геометрия плана с уменьшенной изрезанностью, применение в структуре

ЭЖЗ элементов гелиоархитектуры и улавливания энергии ветра, включение элементов живой природы, масштабная соразмерность сооружений /рис.2.79/.

2.2.3. Конструктивные принципы

Принцип выбора материала наружной облицовки здания

Принцип выбора материала наружной облицовки здания рассматривает наиболее общие положения, касающиеся выбора материала конструкции в целом, критерии, определяющие этот выбор.

При выборе материалов наружной облицовки жилого здания, как и при проектировании энергоэффективного здания в целом, необходимо руководствоваться принципами устойчивой (экологичной) архитектуры, основополагающими из которых являются три: экологизация города и застроенной окружающей среды, экономия энергии, улучшение комфортности городской среды и здоровья жителей. Все остальные задачи устойчивой архитектуры будут являться дополняющими, по своей сути вытекающими из вышеназванных. Таким образом, критериями выбора материалов будут следующими /рис.2.80/.

Д.т.н., А.Н.Тетиор, выявляет следующие показатели, влияющие на выбор экологичного материала (см.табл.2.4).

Табл.2.4. Показатели, влияющие на выбор экологичного материала

Этап цикла жизни	Показатели экологичности материала
Добыча и подготовка исходных компонентов	Наличие большого количества исходного компонента в земной коре Возобновляемый исходный материал Материал хорошо поддается повторному

	<p>использованию, не требует больших затрат энергии при добыче и подготовке</p> <p>Добыча и подготовка не ведут к загрязнению окружающей среды</p> <p>Исходный материал (сырье) не выделяет загрязнений</p>
Изготовление материала	<p>Минимальные затраты энергии при изготовлении</p> <p>Минимальное загрязнение среды при изготовлении</p> <p>Минимальное количество отходов при изготовлении</p>
Эксплуатация, использование, ремонт	<p>Оздоровление среды зданий</p> <p>Отсутствие необходимости использования вредных сопутствующих материалов (клеев, растворов и др.)</p> <p>Отсутствие каких-либо загрязнений среды</p> <p>Простые технологии при строительстве, отделке, эксплуатации</p> <p>Максимальная долговечность, пригодность для ремонтов</p>
Утилизация	<p>Простая, наиболее полная и неэнергоемкая, в том числе с получением теплоты при сжигании</p>
Повторное использование	<p>Возможность повторного использования в какой-либо форме</p>

Оценивая по вышеперечисленным факторам современные материалы, приходим к следующему выводу, что к полностью экологичным (биопозитивным) можно отнести строительные материалы, изготовленные из возобновляемых природных ресурсов, оказывающие позитивное влияние на здоровье человека или нейтральные по отношению к нему, не загрязняющие природную среду при их изготовлении, требующие минимальных затрат энергии в процессе изготовления, полностью рециркулируемые или разлагающиеся после выполнения функций подобно материалам живой природы. Этим требованиям соответствуют следующие естественные материалы: дерево, бамбук, солома, торф и некоторые растительные

материалы, шерсть, войлок, кожа, пробка, камни, натуральный шелк и хлопок, натуральная олифа, натуральный каучук, натуральные клеи и др.

К условно экологичным (из широко представленных в земной коре полезных ископаемых или полностью вторично используемые, не оказывающие вредного влияния на окружающую среду и людей) относятся керамические изделия (кирпич, черепица, плитка и др.), бетон, стекло, алюминий, с некоторыми ограничениями – сталь (запасы железной руды ограничены).

К неэкологичным строительным материалам относятся некоторые пластмассовые изделия, синтетические лаки, краски, гидроизолирующие материалы, выделяющие опасные загрязняющие летучие вещества – фенолформальдегид, толуол, оксид и диоксид углерода, сернистый и серный ангидрид, аммиак, пыль, волокна, ртуть, меркаптан, хлор, фтор и др /рис.2.81/ [104].

В своих исследованиях, в связи с необходимостью экономии энергии при выборе материала, д.т.н. А.Н.Тетиор обращает внимание также на энергоемкость материалов (см. табл.2.5).

Табл.2.5. Энергоемкость строительных материалов

Материал	Уровень энергоемкости	Энергия, необходимая для производства, ГДж/т
Алюминий	Очень высокий	200...250
Пластмассы		50...100
Медь, нержавеющая сталь		100
Сталь	Высокий	30...60
Олово,цинк		25
Стекло		12...25
Сухая гипсовая штукатурка		8...10
Цемент		5...8

Известь	Средний	3...5
Кирпич и черепица из глины		2...7
Сборный бетон заводского изготовления		1,5...8
Гипс		1...4
Бетонные блоки		0,8...3,5
Бетон		0,8...1,5
Силикатный кирпич		0,8...1,2
Древесина		0,1...5
Песок, зола-унос, грунт	Низкий	Менее 0,5

Оценим теперь некоторые материалы с точки зрения улучшения комфортности городской среды и здоровья жителей [104].

Табл.2.6. Влияние материалов на окружающую среду (по данным д.т.н. А.Н.Тетиора) [104]

Материал	Производимое вредное воздействие в процессе эксплуатации
Бетон	<p>Эмиссия загрязнителей воздуха низка. Бетон часто закрыт отделкой и грунтом, поэтому производимое им загрязнение воздуха минимально.</p> <p>Необходимо испытание на эмиссию радона (ввиду вероятности выделения радона щебнем, зависящем от места его добычи).</p> <p>Суперпластификаторы выделяют летучие вещества, неблагоприятно воздействующие на кожу и раздражающие бронхи.</p>
Изделия из каменной кладки	Изделия из каменной кладки экологичны, минимально загрязняют воздух

Металлы	Практически не вызывают загрязнений воздуха (только при сварке на стройплощадке). Единственное исключение- изделия, которые могут требовать полировки, очистки или перекрашивания на месте
Древесина	Не загрязняет воздух. Существенно загрязнение воздуха от клеев, используемых при изготовлении некоторых деревянных изделий. Изделия, сделанные на клеях типа фенольных смол и полиуретана, имеют низкую эмиссию
Пластмасса	Большинство пластмасс делается из продуктов переработки нефти или природного газа. При их производстве могут выделяться потенциально опасные вещества

При выборе материалов нужно стремиться к балансу их экологической и экономической характеристик. При этом важно иметь в виду два фактора экологической оценки цикла жизни материалов: создание здорового, удобного, безопасного места проживания (среды жизни) и снижение объема использования природных ресурсов.

Реальной основой для развития малоэтажного деревянного домостроения является лесосырьевой потенциал России. В наших лесах сосредоточено 23% мировых запасов древесины, или 80 млрд.м³. Однако фактический объем лесозаготовок составляет 15%, а доля древесины в структуре строительства всего 5%, т.е. примерно столько же, сколько в таких лесодефицитных странах, как Великобритания (5%), Германия(4%), Франция(7%). Как показывает канадский, североамериканский и европейский опыт, деревянное домостроение является одной из самых гибких строительных систем для быстрого возведения домов и большого типологического многообразия [109].

Стены и кровля, в частности их внешняя облицовка, играют определяющую роль в аккумулировании тепла Солнца. Снижение перегрева в теплый период года достигается за счет окраски крыш и стен. Тепловой эффект на светлой поверхности зависит от температуры наружного воздуха,

тогда как на темной поверхности от угла падения солнечных лучей. В холодных районах цвет кровли и стен выбирают темный, а на юге светлый.

В целях соответствия требованиям экологичности, экономичности и комфортности, а также уменьшения затрат при транспортировке материалов целесообразно ориентироваться на местные экологичные строительные материалы и технологии.

Принцип выбора конструкции наружной облицовки стены

Абсолютное большинство традиционных конструктивных решений наружных стен и покрытий зданий в настоящее время далеко не в полной мере удовлетворяют возросшим требованиям к энергосбережению. Основные принципы конструирования ограждающих элементов зданий с учетом повышенных теплозащитных требований включены в состав инженерных решений по проектированию энергоэффективных зданий. В наши задачи входит рассмотрение конструкции и материалов наружной облицовки здания.

Новые требования к стеновым конструкциям, предъявляемые СНиП II-3-79* с 1 января 2000 года, исходят из санитарно-гигиенических норм, условий комфортного проживания и требований к резкому сокращению энергозатрат на обогрев внутри здания. Они определяют значения приведенного термического сопротивления теплопередаче по России в интервале 2,1-5,6 $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$ и делают экономически нецелесообразным применение традиционных стеновых материалов. Так, для Москвы R_0 составляет 3,16 $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$ (для Красноярска 3,62 $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$ для жилых зданий и 2,96 $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$ для общественных, для г.Йошкар-Олы – 3,33 $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$), что соответствует железобетонной стене толщиной 5-6 м или 2-метровой кирпичной кладке и делает очевидным необходимость применения энергосберегающих материалов и технологий.

Применяют многослойные фасады не только в новом строительстве, но и при реконструкции старых зданий.

Великое множество типов традиционных многослойных ограждающих конструкций, в частности их наружной облицовки, можно свести к следующей схеме /рис.2.82, 2.89/.

“Мокрый” фасад - система наружного утепления с тонкослойной штукатуркой. Отличительная особенность фасадных систем «мокрого» типа — снижение затрат на материал ограждающих конструкций и облицовки поверхности, а также большие возможности в архитектурных решениях. В качестве утеплителя используются специальные минераловатные или пенополистирольные плиты. Высокая плотность данного вида плит позволяет наносить декоративный защитный слой и надежно удерживать его в процессе эксплуатации здания /рис.2.85/.

Преимущества вентилируемых фасадов: безремонтный период эксплуатации (50 лет и более), прекрасный внешний вид, простота в эксплуатации, высокие тепло-и звукоизоляционные свойства, возможность осуществлять монтаж практически круглый год. Недостатки: достаточно высокая стоимость, сложность выполнения декоративных элементов, архитектурная «однотипность». В качестве облицовочного экрана в устройстве вентилируемых фасадов используют: цементно-волокнистые и асбестоцементные плиты, плиты из керамогранита, алюминиевые и стальные композитные панели, фасадные панели-кассеты и т.п /рис.2.83, 2.84, 2.86/.

В последние годы технические и технологические инновации привели к увеличению использования стекла в архитектуре. Это дает большой простор для обозрения и ощущение открытости. Оригинальность и необычность стеклянных фасадов, высокие тепло- и звукоизоляционные возможности, в сочетании со светопрозрачностью, заслужили признание архитекторов и дизайнеров во всем мире. При этом стеклянные фасады отличаются длительным сроком службы и неприхотливостью в эксплуатации. В отношении энергосбережения стекло-алюминиевые конструкции могут уступать традиционным фасадам. Преимущества стеклянных фасадов: современный внешний вид здания, высокая функциональность. Недостатки: высокая цена, сложность монтажных работ,

высокие теплопотери /рис.2.87-2.88, 2.90/. Подобная конструкция используется, в основном, для ограждения пространств общественного назначения в структуре жилого здания (например, атриумов, пространств для пассивного использования солнечной энергии).

Кирпич был первым строительным материалом, созданный человеком.

Кирпич как строительный материал не только вызывает ощущение солидности, но и обеспечивает надежную звукоизоляцию, огнезащиту и защиту от внешних факторов, а также позволяет воплотить в жизнь любую архитектурную идею. Дома с кирпичными стенами традиционно популярны среди российских застройщиков. Кирпич, накапливая солнечную энергию, медленно и равномерно отдает тепло, что защищает дом от чрезмерного нагревания летом и сохраняет тепло зимой. Кирпичная стена дышит, пропуская влагу, сохраняет декоративность сплошной кирпичной кладки и выгодно отличается высоким сопротивлением теплопередаче. В результате в помещениях поддерживается уровень равновесной влажности [129].

Кирпич бывает двух видов: керамический и силикатный [49]. Природный камень принято считать одним из лучших отделочных материалов при строительстве. Однако высокая цена на этот материал, а также на транспортировку и установку, делает его недоступным для многих потребителей. Некоторые производители предлагают вместо дорогого природного камня использовать его заменитель - более легкий (всего 1/3 от веса натурального камня) искусственный камень /рис.2.91/.

Кроме того, можно выделить перспективные альтернативные конструкции и материалы стен для ЭЖЗ малой и средней этажности:

1) cordwoodmasonry – конструкция стены из уложенных поперек стены коротких бревен (или даже дров) на цементном растворе (в виде поленницы), издали напоминающая каменную кладку. В наших климатических условиях толщина стены достигает 45-60см /рис.2.92-2.94 /.

2) соломенные блоки – исключительно высокие звуко- и теплоизоляция, отсутствие потребности в квалифицированной рабочей силе,

невысокая трудоемкость строительства. В случае изготовления блоков из ржаной соломы не возникает необходимости в антисептировании. Подобные технологии применяются как за рубежом (например, США, Белоруссия, Канада), так и у нас в России (юг России, юго-западная Сибирь) /рис. 2.95-2.98/.

3) землебит – стены из грунта путём набивки его в опалубку или из грунтоблоков, предварительно изготовленных в форме трамбованием или пластическим формованием. Большая масса постройки позволяет использовать простые и дешевые методы аккумуляции солнечного тепла, стабилизирует внутреннюю температуру и в таких домах прохладно летом и тепло зимой. Кроме того, это дешевый и экологичный метод строительства /рис.2.99 /.

4) earthbags — альтернативная технология возведения стен и куполов домов из заполненные почвой тканевых мешков, или труб. Традиционно использовавшаяся для борьбы с наводнениями, возведения бункеров и блиндажей, эта альтернативная строительная технология недавно стала использоваться для возведения домов. Строительство подобных домов ведется по всему миру. Наиболее широко эта техника используется американским архитектором Надером Халили (Nader Khalili), автором книги «Ceramic Houses and Earth Architecture», построившим множество подобных органических структур в своей школе и исследовательском центре в Калифорнии /рис.2.100-2.101/.

5) геокар - новый теплоизоляционный материал (торфоблоки), названный в честь бывшего министра строительства СССР Георгия Караваева. Материал сочетает свойства, позволяющие использовать его в строительстве жилья не только в качестве эффективного утеплителя, но и как конструкционный материал при возведении наружных стен в зданиях до 3-х этажей. Геокар универсален и соответствует всем требованиям прочности, экологичности и безопасности, а по некоторым характеристикам

существенно превосходит лучшие импортные дорогостоящие образцы. Геокар идеально подходит для условий Нечерноземья.

Таким образом, наружная облицовка здания должна быть внешней оболочкой многослойной ограждающей конструкции. Использование таких конструкций позволяет, с одной стороны, «одеть» фасад в современные отделочные материалы, а с другой - улучшить теплозащитные показатели ограждающей конструкции, защитить ее от вредных атмосферных воздействий, а также снизить затраты на отопление, повысить пожарную безопасность конструкции и звукоизоляцию. Кроме того, наружная облицовка должна удовлетворять требованиям архитектурной выразительности, надежности в эксплуатации, легкости монтажа, стоимости и долговечности /рис.2.102/.

Принцип выбора конструкции кровли

К категории наружной облицовки относятся также кровельные материалы /рис.2.103/.

Главные достоинства силикатных материалов: повышенная прочность, долговечность, огнестойкость, водонепроницаемость, высокая сопротивляемость к действию щелочей.

Для стальных кровельных материалов характерна коррозионостойкость, стойкость к механическим и кислотным воздействиям, долговечность в эксплуатации, высокие эстетические качества.

Традиционные битумные материалы имеют самую невысокую цену. Но срок их службы не превышает 5-7 лет. Еще одним недостатком битумных материалов является то, что они плохо переносят перепады температур, воздействие ветра, дождя и солнечных лучей, обладают низкой морозостойкостью. Под воздействием проникающего ультрафиолетового излучения мастика теряет свою пластичность и полотна отклеиваются друг от друга. Материалы на битумной основе со слоем фольги считаются наиболее качественными. К ним относятся металлоизол и фольгоизол. Кроме кровли, их применяют для устройства гидро- и пароизоляции. Битумно-

полимерные материалы на органических основах – перспективная область современного строительства.

С точки зрения экологичности интерес представляют следующие перспективные для ЭЖЗ малой и средней этажности типы кровель:

1) дерновая /рис.2.104-2.105/

Преимущества:

- эстетические особенности дерновой кровли позволяют дому органично вписываться в окружающую среду;
- живая крыша (сады, газоны) создает особенный микроклимат;
- при строительстве дерновой кровли используются местные натуральные и дешевые материалы.

Недостатки дерновой кровли:

- очень большой вес, требующий прочной конструкции стропил и опорных колонн или стен;
- большая трудоемкость ремонта в случае недостаточно качественного устройства гидроизоляции.

2) гонтовая /рис.2.106-2.107 /

Гонт, применяемый для кровли, представляет собой клинообразную дощечку с пазом (шпунтом), расположенным вдоль завышенной кромки. Для изготовления гонта применяют древесину ели, сосны, пихты, кедра, осины. Древесина осины отличается стойкостью во влажной среде.

3) соломенная и камышовая /рис. 2.108- 2.109/

Материалом для изготовления соломенной крыши может служить не только солома, но и камыш, вереск или тростник. Самый популярный это камыш. Сегодня крыши из натуральных материалов считаются одними из самых передовых в мире, так как гибкость стеблей дает безграничные возможности по дизайну и формам. Такие кровли выделяются раскрепощенностью и натуральностью стиля, что позволяет отнести их к уникальным покрытиям. Характеристики соломенной кровли:

-экологическая чистота - не вызывает аллергии и не содержит бактерий, органично вписывается в окружающий ландшафт;

-теплоизоляция - покрытие толщиной 30–35 см защищает от холода и жары также хорошо, как и современные теплоизолирующие материалы;

-пожароустойчивость- в связи с плотной укладкой снопов, а также с появлением различных антипиренов риск возгорания снизился до уровня вероятности воспламенения традиционных кровельных покрытий;

-долговечность - устойчивость к самым экстремальным метеоусловиям, сохраняет водоустойчивость более 50 лет (не впитывает воду, не промокает и не набухает от сырости);

-вентиляция и изоляция - сохранение устойчивой температуры (тепла зимой и прохлады летом), при этом в отличие от обычных систем кровельного покрытия, устройства вентиляции не требуются.

В качестве дополнительной ценности камышовой крыши можно назвать ее способность эффективно поглощать звуки [17].

Принцип выбора остекления здания (площади, конструкции, расположения светопроемов) и солнцезащиты

Окна представляют собой в теплотехническом отношении самое слабое звено в системе наружных ограждающих конструкций здания. При проектировании выбирают такие показатели окна, которые обеспечивают требуемое сопротивление теплопередаче и требуемое сопротивление воздухопроницанию /рис.2.110/.

Площадь светопрозрачных наружных ограждений (окон, балконных дверей и т.п.) ограничено 18% площади наружных стен при условии, что приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачного ограждения для Среднего Поволжья меньше $0,56 \text{ (м}^2 \text{ К)/Вт}$ [86]. При этом аналогичный показатель для наружных стен регламентируется на уровне $3,15 \text{ (м}^2 \text{ К)/Вт}$, т.е. теплозащитные качества светопрозрачных ограждений с тройным остеклением в 5,6 раз меньше, чем у стен.

Приведенное сопротивление теплопередаче колеблется в зависимости типа заполнения светового проема от 0,4 для двойного остекления в спаренных переплетах до 0,8 для четырехслойного остекления в двух спаренных переплетах [86]. По данным НИИСтройфизики, в прогнозируемом будущем создать даже очень дорогие светопрозрачные ограждения с приведенным сопротивлением теплопередаче 1,1-1,2 ($\text{м}^2 \text{ К}$)/Вт не представляется технически возможным, поэтому большие площади остекления наружных ограждений в жилищном строительстве России, особенно в массовом, не могут применяться из-за очень низкой тепловой эффективности таких зданий. Исключения могут быть сделаны для каких-либо уникальных зданий [21]. Размеры и расположение световых проемов в помещении, а также соблюдение требований норм естественного освещения помещений определяют предварительным расчетом площади световых проемов и КЕО при боковом освещении [87,88,90].

За последние годы созданы новые типы остекления проемов, имеющие целью повысить приведенное сопротивление теплопередаче:

- 1) с полимерным покрытием;

Например, стеклопакет «Тепловое зеркало» от компании «Чудо-окна». Между двух оконных стекол ученые разместили полимерную пленку, покрытую атомарными слоями металлов и оксидов (золото, серебро, оксид индия и др.). Благодаря этой, практически невидимой человеческому глазу пленке возможно круглогодично поддерживать температурный режим помещений. «Тепловое зеркало» отражает тепло, направляя его обратно к источнику /рис.2.111/ [70]. За счет снижения величины лучистой составляющей теплообмена на внутренней поверхности окна теплотери через окна уменьшаются примерно на 15-20%, что дает снижение теплотери здания на 7-10%. Кроме экономического достигается и гигиенический эффект, так как при заполнении световых проемов селективным стеклом температура на внутренней поверхности окна повышается примерно на 4°C.

2)стеклопакеты с электронагревом – внутри стеклопакета находится нагревательный слой из оксидов благородных металлов;

3) самоочищающиеся - используют фотокаталитический эффект, химическую реакцию, которая протекает под воздействием световой энергии в присутствии катализатора;

Катализатор присутствует на поверхности ПВХ профиля, но, что важно, стимулируя химическую реакцию, сам в ней не участвует. Окисленные органические частицы и неорганическая (пыль, песок) грязь удаляются с поверхностей влагой.

4) ведется разработка остекления, которое может изменять свои тепловые характеристики в соответствии с изменениями наружных условий – за рубежом предложена оконная рама с двойным остеклением, между которым помещается специальный материал (засыпка), предотвращающий теплопотери в ночное время или теплопоступления в летний период;

5) стеклопакеты с заполнением инертным газом, например, аргоном (менее теплопроводным, чем воздух);

6) окна с системой штор;

Еще в 1990г. ТбилЗНИИЭП [7] было разработано энергоактивное окно с наружным глухим переплетом, где установлен стеклопакет и открывающимся внутренним переплетом, образующим прозрачное дно коллектора. В полости между остеклением расположены венецианские жалюзи, используемые для улавливания солнечной энергии стороной, имеющей матовое покрытие темного цвета или для отражения солнечных лучей другой стороной с отражающей поверхностью. В верхней и нижней частях окна устроена соответствующая изоляция и предусмотрены по две задвижки с фильтрами для притока и по две задвижки для выхода воздуха. Окно функционирует как кондиционер на основе солнечной энергии и обладает хорошей звукоизоляционной способностью /рис.2.112/.

7)применение многослойного остекления.

В любом случае, принимая тип остекления, следует согласовывать его с глубиной и пропорциями помещений, учитывая, что степень освещенности помещений уменьшается при увеличении слоев остекления. Л.П.Хохлова показывает изменение коэффициента светопропускания в зависимости от ориентации и типа остекления [8].

При рассмотрении данных аспектов необходимо помнить, что теплопрозрачность стекла прямо пропорциональна углу падения солнечных лучей. Наибольшее количество тепла солнечной радиации поступает в помещение через светопроницаемые ограждения при перпендикулярном падении солнечных лучей на плоскость стекла, что происходит при низком стоянии солнца, т.е. в холодный период года.

Л.П.Хохлова приводит также данные о соотношении степени облучения и материала оконных переплетов [8].

Дерево обладает наилучшими теплоизоляционными свойствами, но, будучи природным материалом, нуждается в защите от воздействия влаги перепада температур. Алюминий- надежный долговечный материал, но он, однако, является хорошим теплопроводником, поэтому эффективнее применять алюминий с термоизоляцией. Наиболее часто в современном домостроении используются ПВХ –профили. При производстве и эксплуатации ПВХ-профиля необходимо решить две задачи: устранить влияние неблагоприятных факторов, повысить прочностные свойства, ударопрочность и эластичность [73].

Как уже неоднократно говорилось выше, прямое солнечное облучение значительно снижает затраты на отопление в зимний период, но окна имеют также и потери тепла. В окнах, обращенных на юг, поступление тепла может быть больше, чем его потери. При этом все-таки необходимо следить за рациональной площадью оконных проемов, его ориентацией, наличием ставень, козырьков, жалюзи, обязательным применением термостатов.

С.И. Ветошкин и Н.М. Данциг [8] так характеризуют рекомендуемую и допустимую ориентацию помещений согласно гигиеническим требованиям (табл.2.7).

Табл.2.7. Рекомендуемая и допустимая ориентация помещений согласно гигиеническим требованиям (по данным С.И. Ветошкина и Н.М. Данцига)

Помещения	Южнее 50° с.ш.		Севернее 50° с.ш.	
	рекомендуемая	допустимая	рекомендуемая	допустимая
Спальни, детские и общие комнаты	Ю	ЮВ	Ю, ЮВ	ЮЗ
Столовые, гостиные, кабинеты	Ю, ЮВ	В, СВ, СЗ	Ю, ЮВ, В	СВ, В

Предпочтительность южной стороны горизонта объясняется хорошей инсоляцией комнат зимой и в переходные сезоны. В южных районах страны, где летом возможен перегрев помещений, при южной ориентации солнце почти не проникает в помещение, его почти отвесные лучи легко задерживаются ограждающими или выступающими частями дома. Однако чрезмерная ориентация на юг может ограничить градостроительную «маневренность» зданий.

В России нормами проектирования не допускается северная ориентация квартир, где все комнаты выходят на одну сторону. Это обусловлено тем, что в холодную половину года они совсем не облучаются солнцем, а летом получают лишь незначительную часть утренних и вечерних «скользящих» лучей. Не рекомендуется также обращать комнаты на запад в связи с возможным перегревом. Комнаты, обращенные на восток, юго-восток и даже на юг инсолируются в первую половину дня, когда наружный воздух прогрет еще незначительно.

В летнее время для соблюдения комфортного микроклимата в помещениях так или иначе необходимо использовать солнцезащитные устройства. Наиболее полную классификацию солнцезащитных и светорегулирующих средств гражданских зданий приводит Н.В.Оболенский [56].

Многообразие солнцезащитных и светорегулирующих средств, применяемых в малоэтажных жилых зданиях, можно свести к следующей классификации:

1) архитектурно- планировочные: конфигурация здания в плане, озеленение и обводнение территории, покрытие тротуаров и площадок нетеплоемкими материалами (галечник, тощий бетон, песок, грунтовые покрытия)

2) конструктивные:

- затеняющие элементы зданий

-солнцезащитные и светорегулирующие устройства (горизонтальные жалюзи, шторы –межстекольные, наружные, внутренние и ставни)

3) технические: местное кондиционирование воздуха

2.2.4. Принципы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии

Энергетические ресурсы в зависимости от источника энергии могут быть отнесены к возобновляемым и невозобновляемым (см. табл.2.8) /рис.2.113/.

Табл.2.8. Использование возобновляемой энергии

Вид энергии	Примеры использования
Солнечная	Применение пассивных и активных систем солнечного отопления, солнечных электростанций, систем вентиляции
Ветровая	Применение ветроагрегатов для производства электроэнергии, подачи воды, ее нагрева, в

	качестве элементов метантенков и др.
Органических отходов (биоэнергия)	Использование всех органических отходов для производства биогаза и его применение в зданиях
Геотермальная	Использование теплоты Земли или разницы температур на поверхности и на небольшой глубине для отопления зданий
Волн, приливов и отливов (гидроэнергия)	Использование указанных видов энергии для производства электроэнергии
Гидротермальная	Использование теплоты подземных вод или разницы температур на поверхности и на небольшой глубине водоема для отопления зданий
Внутренних источников	Утилизация тепловой энергии от всего электрооборудования, приборов, людей, находящихся в здании
Сбросная теплота в технологических циклах	Утилизация всей сбросной теплоты с помощью тепловых насосов и аккумуляторов

Среди альтернативных источников (см. табл.2.8) наиболее привлекательно выглядит энергия Солнца, экологически чистая уже потому, что миллиарды лет поступает на Землю и все земные процессы с ней свыклись. За год на Землю приходит 10^{18} кВтч солнечной энергии, всего 2% которой эквивалентны энергии, получаемой от сжигания 2×10^{12} т условного топлива. Эта величина сопоставима с мировыми топливными ресурсами — 6×10^{12} т условного топлива, так что в перспективе солнечная энергия вполне может стать основным источником света и тепла на Земле.

Ввиду низкой плотности всех видов НВИЭ для утилизации возобновляемой энергии необходимо строительство установок, занимающих большие площади земли. В связи с этим необходимо максимально совмещать здания с установками для улавливания и преобразования энергии [76].

Принцип использования солнечной энергии

Существуют пассивные и активные системы использования солнечной энергии. Их классификация для малоэтажного жилища, согласно исследованиям профессора А.Н.Сахарова, приведена в табл.2.9 [81].

Табл. 2.9. Классификация систем использования солнечной энергии

Тип гелиоздания	Тип системы	Характеристика планировочных и технических мероприятий	Приемы организации солнечного энергоснабжения
Пассивные системы			
Здания традиционной конструкции (без специальных устройств)	Солнечные окна, оранжереи, фонари верхнего света	Ориентация основных помещений на южный фасад; широтно-вытянутый план	Планировочные мероприятия. Термоизоляция. Остекление термального массива большой площади. Вспомогательная энергетическая система Естественная конвекция воздуха
Здания с трансформированными конструктивными элементами	Стена-коллектор (аккумулятор); термопруды	Минимум северных фасадов, размещение вспомогательных помещений на северной стороне	Планировочные мероприятия. Термоизоляция. Массивные ограждения. Термальный массив. Вспомогательная энергосистема. Естественная конвекция воздуха

Активные системы			
Здания со специальными устройствами в их структуре	Плоские коллекторы	Компактность объёма; размещение коллекторов на южном скате крыши	Наличие специальных аккумуляторов тепла: емкости с водой при водяном отоплении; емкости с гравием при воздушном отоплении
Здания с отдельно-стоящими устройствами	Плоские коллекторы, концентраторы, аккумуляторы	Компактность объёма. Дома обычного типа без ограничений, связанных с использованием солнечного отопления	Наличие бойлеров, специальной системы разводки тепла. Механическое побуждение при разводке тепла

Наиболее часто применяется пассивная система солнечного отопления – система, основанная на применении конструктивных и архитектурных решений для повышения степени использования солнечной радиации и снижения тепловых потерь без гелиотехнического оборудования [7,24,54].

Типы пассивных систем /рис.2.114/ [16,75,82]:

1) Система прямого облучения

Солнечная радиация проходит сквозь оконные стекла, обеспечивающие высокое пропускание лучей с длиной волны 400-3000нм, но задерживающие инфракрасные лучи с длиной волны около 10мкм (парниковый эффект). Пришедшие солнечные лучи нагревают пол, стену или чердачные конструкции, обладающие высокой теплоемкостью (например, из темного кафеля) и аккумулирующие энергию.

2) Система «массивная стена» (Тромба- Мишеля)

Система представляет собой толстую стену с одной темной поглощающей поверхностью, которая закрыта стеклом, расположенным на небольшом расстоянии (100... 120 мм) от стены. В верхней и нижней частях стены предусмотрены проемы для циркулирования воздуха, который, нагреваясь от темной поверхности стены, становится легче и перемещается вследствие термосифонной циркуляции. Летом для исключения перегрева используют затеняющие устройства, а в ночное время для сокращения потерь теплоты стекло закрывают трансформируемой теплоизоляцией. Модификацией системы «массивная стена» является система типа оранжереи, при которой за массивной стеной размещают помещение, отапливаемое за счет конвекции от массивной стены.

3) система «водозаполненная стена», выполняемая из водозаполненных нагреваемых солнцем контейнеров, водозаполненных труб или термодиодов — двух вертикальных контейнеров, разделенных термоизоляцией и сообщающихся вверху и внизу, причем нагретая в наружном контейнере вода проходит во внутренний контейнер толщиной около 250 мм;

4) система «водоналивная крыша», при которой поверх настила укладывают наполненные водой баллоны из черного материала толщиной около 200 мм, закрываемые в ночное время трансформируемыми теплоизолирующими экранами. Солнце нагревает воду, а та благодаря своему большому объему (более 100 м³) нагревает здание. Для циркуляции воды может быть установлен насос. В летний период вода ночью охлаждается, а днем при закрытых экранах охлаждает здание.

5) термосифонные системы, при которых устройство для нагревания воздуха площадью 30...50 % от площади пола здания (тепловой коллектор) расположено ниже теплового аккумулятора, что позволяет эффективно его нагревать.

При всех пассивных системах желательно автоматическое регулирование температуры. Такие системы чаще всего используются в одноэтажных зданиях, но с равным успехом могут быть применены и в

многоэтажных. Системы пассивного отопления кроме того способствуют архитектурной выразительности объекта. Экономия энергии при этом на основе пассивной системы солнечного отопления за рубежом составляет 25-30%, а в перспективе может быть доведена до 50% [115].

Для повышения эффективности пассивного использования солнечной энергии, особенно в случаях неудобной ориентации здания или затененности наружных стен, прибегают к дополнительным техническим устройствам- солнечным коллекторам. Солнечные коллекторы могут быть плоскими и концентрирующими (бывают плоские и сферические). Их подробное устройство описано в [82,110] /рис.2.115-2.117/.

Для энергоэффективного здания целесообразно совмещение коллектора с конструкциями самого здания. Менее рационально размещение коллекторов вне дома, поскольку при этом возрастают потери тепла при его транспортировке в жилище. Фокусирующие коллекторы преобразуют лишь прямую солнечную радиацию, в то время как плоские коллекторы и диффузную.

Кандидат архитектуры Л.П.Хохлова [110] предлагает принимать площадь коллектора равной половине площади пола здания, но в любом случае в конечном итоге она будет зависеть от конкретных энергетических потребностей здания. В этой связи для архитекторов важны такие показатели, как отношение площади гелиоприемника $F_{г.п.}$ к отапливаемой площади здания $F_{о.п.з}$ - коэффициент гелиообеспечения

$$K_{г.п.}^1 = F_{г.п.} / F_{о.п.з} \quad (2.4)$$

и угол наклона гелиоприемника α .

Архитектор В.А. Акопджанян [75] рекомендует для гелиодомов любой этажности и планировочной структуры $K_{г.п.}^1 = 0,5$. Для системы солнечного отопления размер коллектора должен быть более половины площади пола здания, но не менее 10 м^2 . Для приготовления горячей воды коллектор может быть небольшим исходя из нормы $2,5...3 \text{ м}^2$ на человека.

Д.А.Даффи и У.А. Бекман [75] считают, что при оптимизации площади гелиоприемника основное внимание следует обратить на стоимость гелиосистемы. По их мнению, минимальная стоимость гелиосистемы обеспечивается при $K_{г.п.}^1 = 0,33-0,66$ (в каждом конкретном случае это зависит от планировочного и конструктивного решения здания, типа гелиосистемы и климата). Они также отмечают, что Г. Леф и А. Тибоут исследовали зависимость стоимости используемой энергии от доли солнечной энергии в теплопотребности малоэтажного здания в Бостоне (43 с.ш.), Омахе (42° с.ш.) и Альбукерке (35° с.ш.). Наименьшая стоимость единицы тепловой энергии отмечалась при 40-70% доли солнечной энергии в тепле, потребляемом зданием.

Анализ показателей малоэтажных гелиодомов, построенных в местах, сходных по климатическим условиям с Средней Азией, позволил А.А. Саидову [75] выявить следующее: оптимальным долям (40-70%) солнечной энергии в теплопотребности гелиодома соответствует $K_{г.п.}^1 = 0,5-0,65$. Учитывая большую теплоустойчивость многоэтажных зданий по сравнению с малоэтажными, для 4-этажных гелиодомов предлагается $K_{г.п.}^1 = 0,38-0,5$, для 9-этажных - $0,36-0,46$.

Нецелесообразность чрезмерного увеличения площади гелиоприемников $F_{г.п.}$, а значит $K_{г.п.}^1$, отмечает М.М. Захидов [75]. Результаты исследования позволили ему установить определенную зависимость между $K_{г.п.}^1$ и эффективностью гелиосистемы (долей солнечной энергии в теплопотребности здания), а также показателем используемости выработанной гелиоэнергии. Так, увеличение $K_{г.п.}^1$ в 2 раза (с 0,25 до 0,5) повышает эффективность гелиосистемы более чем в 2 раза (с 25 до 50-35%). Дальнейшее повышение эффективности гелиосистемы в 2 раза (до 100%) требует увеличения площади гелиоприемника почти в 3 раза; при этом резко снижается показатель используемости солнечной энергии, что показано на /рис.2.118/, где эффективности гелиосистемы, равной 40-70%, соответствует $K_{г.п.}^1 = 0,45-0,70$.

Угол наклона гелиоприемника оказывает влияние не только на эффективность гелиосистемы, но и на формирование архитектурного образа гелиодома. М.М. Захидов рекомендует решать малоэтажные гелиодома только с вертикальным размещением гелиоприемников на южном фасаде дома. При таком расположении гелиоприемники меньше запыляются, не задерживают снег, что говорит об их эксплуатационных преимуществах по сравнению с наклонными.

Однако большинство авторов, как отмечает С.В. Зоколей [75,82], рекомендует угол наклона гелиоприемника, равный широте местности. С.В. Зоколей считает необходимым учитывать климатические условия при выборе оптимального угла наклона гелиоприемника. Для Лондона, где 54% годовой солнечной радиации падает на диффузную составляющую, максимальное тепловосприятие обеспечивается при угле наклона 34° . Оптимальный угол наклона гелиоприемника, по мнению С.В. Зоколя, лежит между широтой местности и горизонталью, причем его значение определяется долей диффузной радиации.

Для условий Средней Азии, где преобладают ясные дни и доля диффузной радиации незначительна, А.А. Саидов [75] предлагает определять угол наклона гелиоприемника α в зависимости от прямой солнечной радиации, а также от широты местности и периода эксплуатации гелиосистемы. Подсчитав количество тепло поступлений от прямой солнечной радиации на поверхности разного наклона и ориентаций, А.А. Саидов предлагает:

$$\text{для систем круглогодичного действия} \quad \alpha = \varphi + 10 + 15^\circ, \quad (2.5)$$

где φ - широта местности;

$$\text{для систем гелиоотопления} \quad \alpha = 90 - h_\lambda, \quad (2.6)$$

где h_λ - высота солнца в полдень 15 января;

для гелиосистем,

$$\text{действующих только в теплое время года} \quad \alpha = \varphi \quad (2.7).$$

В климатических условиях Среднего Поволжья угол наклона коллектора принимает значения, указанные на /рис.2.120/.

С.В. Зоколей допускает возможность отклонения от строго южной ориентации гелиоприемника на восток или запад до 30° , что, по его мнению, дает уменьшение суммарного теплопоступления всего лишь на 2%. В. А. Акопджанян рекомендует ориентировать поверхность гелиоприемников не строго на юг, а со смещением на запад на 15° . По его мнению, такая ориентация позволяет получить наибольшее суммарное дневное теплопоступление от солнца [75].

Таким образом, целесообразно для диффузной радиации оптимальное положение коллектора — горизонтальное, для прямой — угол наклона принимается равным широте местности плюс $10-15^\circ\text{C}$.

Солнечные коллекторы в системе наружных ограждающих конструкций энергоэффективного здания могут быть расположены на скатных или плоских покрытиях, в наружных стенах, в ограждениях балконов, лоджий, в оконных проемах или фонарях верхнего света, на цоколе или ниже его /рис.2.119/. Возможно использование следящих солнечных коллекторов /рис.2.121-2.122/. В целом, факторами, определяющими эффективность активного использования солнечной энергии будут являться: тип гелиоколлектора, расположение, площадь /рис.2.123/.

Принцип использования энергии ветра

В целях обеспечения энергией энергоэффективные здания подчас берут на себя и функции ветроэнергоактивных зданий — зданий, выполняющие дополнительную функцию производства полезной энергии (электрической, механической, тепловой) преобразованием энергии ветра ветровыми колесами, размещенными в здании. Форма зданий может способствовать их более эффективной работе. Энергия ветра зависит от солнечной энергии, часть которой преобразуется в ветровую. Примерный потенциал ветровой энергии составляет 40 ТВт, тогда как в настоящее время человечество потребляет около 10 ТВт в год. Энергия ветра исключительно

неравномерно распределена по поверхности Земли; имеются устойчивые и меняющиеся ветровые потоки, причем существенное влияние на их скорость и направление оказывают застройка, особенно многоэтажными зданиями, а также озеленение поверхности земли и зданий (шероховатость поверхности).

Проектирование ведут в следующем порядке: определяют участки, наиболее обеспеченные ветровой энергией, учитывая наличие или отсутствие аэродинамического затенения другими зданиями, а также розу ветров; анализируют целесообразность создания аэродинамических русел с учетом рельефа местности для концентрации ветрового потока; изучают возможность концентрации ветрового потока и усиления аэродинамического эффекта путем рационального размещения вновь строящихся зданий; проектируют часть или все здание такой формы, чтобы оно позволяло улавливать и концентрировать большой ветровой поток; изучают возможность полифункционального исполнения лопастей ветротурбины.

Задача использования энергии ветра решается путем размещения ветродвигателя в окрестностях здания /рис.2.124/ или на его конструкциях, но желательно обеспечивать форму части здания, получающую назначение ветроэнергоактивной конструкции, которая позволяет улавливать ветер и концентрировать подачу воздушных потоков к элементам ветроколес /рис.2.125 /.

Здание может служить опорой для размещения ветровой установки над его кровлей /рис.2.126-2.127/. Ветроустановку и кровлю можно сделать полифункциональными, например, разместить на кровле гелиоколлектор, а ветроустановку использовать для перекачивания теплоносителя (воды, воздуха и др.) в энергосистему здания. Другим полифункциональным решением является использование лопастей ветроколес в качестве конструктивных защитных элементов — зенитных фонарей, колпаков, створок защиты проемов и др. [104].

Использование тепла верхних слоев Земли

Использование гидро- и геознергии подразумевает использование тепловой энергии глубинных слоев грунта и воды со слабым сезонным и суточным изменением температуры и энтальпии. Колебания температуры уменьшаются с увеличением глубины от верхней (дневной) поверхности. Ресурсы этой энергии ориентировочно эквивалентны энергии, выделяющейся при сжигании 100 млн т условного топлива в год. Толщина слоя грунта, служащего доступным аккумулятором геотермальной энергии низкого потенциала, как правило, не превышает 10...20 м. Эффективное использование разности температур наружного воздуха и грунта на небольшой глубине (или воды в водоеме) возможно при применении тепловых насосов, повышающих температурный потенциал теплоносителя – воды – до уровня, обеспечивающего обогрев зданий в зимнее время. В России системы такого типа применены для отопления небольших зданий – малоэтажных домов, школ, многоэтажных домов. Отбор энергии из теплого массива грунта под зданием осуществляется через теплообменник, представляющий собой систему труб с энергоносителем – воздухом, водой или иной жидкостью.

Получаемый эффект энергосбережения обосновывался тем, что, во-первых, поступающий из подземных каналов наружный вентиляционный воздух будет иметь более высокую температуру, чем воздух из естественной системы вентиляции, благодаря влиянию тепла верхнего слоя земли Q_c и тепlopоступлениям из помещения через конструкцию пола Q_c . Во-вторых, подогрев холодного вентиляционного (инфильтрующегося) воздуха, поступающего в помещения, как известно, составляет 30-50% всей тепловой потребности здания. Энергетический эффект может достигать 25-40% /рис.2.128 /.

Использование вторичной энергии

Исследования, проводимые в области эксплуатационных возможностей современного жилища, показывают, что около 50% тепла, расходуемого на отопление, выбрасывается в атмосферу с удаляемым вентиляционным

воздухом, увеличивая тем самым общие энергозатраты антропогенных систем и нанося вред экологии города в виде тепловых и других сопутствующих загрязнений окружающей среды.

Наиболее распространенными рециркуляционными системами, основанными на использовании тепловой энергии удаляемого воздуха, являются теплообменники, размещаемые в планировочной структуре жилого здания. В качестве теплообменных устройств используют как теплообменники заводского изготовления, так и конструктивные элементы жилого здания (стены, перекрытия). В этих конструкциях каналы, по которым движется отработанный воздух, размещают смежно с каналами приточного, что позволяет за счет утилизации тепла удаляемого воздуха материалом стен и перекрытий осуществлять частичный подогрев приточного воздуха и тем самым сокращать общие теплопотери здания [114].

Теплообменные устройства — стены и перекрытия с полостями, как правило, размещают в «тепловом ядре» здания, где имеются повышенные теплопоступления (печь, камин, ванная, кухня) /рис. 2.129/.

Целесообразно использовать вторичную энергию тепловых выбросов на отопление неэксплуатируемых чердаков жилых зданий или теплиц, расположенных на крышах жилых домов. Удаляемый вентиляционный воздух, попадая в чердачное пространство или пространство теплицы, позволяет компенсировать теплопотери через покрытие зимой и тем самым добиться общего снижения энергозатрат всего здания /рис. 2.130./. Кроме того, удаляемый вентиляционный воздух, имея повышенное содержание углекислого газа, поступающего из газифицированных кухонь, способствует росту растений.

Использование биоэнергии

По оценке немецких специалистов, до 98,4% отходов, образующихся в коммунальном секторе, могут быть переработаны и только 1,6% подлежат захоронению. Уровень переработки твердых бытовых отходов в России составляет менее 3%.

Для получения биоэнергии используется биомасса (деревья, трава, кустарники, водоросли, отходы с/х производства, в том числе животноводства, птицеводства, промышленные и бытовые отходы, бытовые сточные воды), представляющая собой мощный аккумулятор солнечной энергии. Биомасса служит исходным продуктом для образования биогаза (реже- жидкого топлива, получаемого сжижением). Биотехнологическое преобразование осуществляется ферментативным разложением биомассы микроорганизмами в анаэробных условиях (без доступа воздуха). Биогаз на 50...80% состоит из метана и на 50...20% из углекислого газа. Даже при низкой концентрации органических веществ в воде из нее рационально извлекать биогаз. Конверсия энергии при этом очень велика (более 80%). В процессе получения биогаза минерализуются фосфор и азот – основные компоненты удобрений, и эффективно очищается сточная вода. Особое внимание использованию энергии биомассы уделяется при строительстве экодому, как частного случая ЭЖЗ. В крупных жилых образованиях функционирует система, основным звеном которой служит метантенк /рис. 2.131./

Биотуалет Кливус-Мультрум предназначен для непрерывной переработки всех органических отходов жизнедеятельности семьи (пищевые отходы и отходы из туалета). Он представляет собой контейнер наклонного типа с двумя приемными отверстиями - для органических пищевых отходов и туалета. Контейнер оборудован системой аэрации и вытяжки, устроенной таким образом, чтобы вытяжка осуществлялась на коньке дома, а во все остальные отверстия воздух всасывается. Для этой системы важна аэрация, чтобы протекали процессы, характерные для компостирования, а не гниения, соблюдался влажностный режим, а температура поддерживалась в диапазоне 20-40°C. Эта система на Западе приобретает все большее распространение. Контейнер биотуалета располагается в обогреваемом техническом подполье /рис.2.132 / [57,58].

Энергию приливов и отливов, а также волновую энергию можно утилизировать, размещая соответствующие устройства на шельфе или в волноотбойных стенах и берегозащитных сооружениях [104].

Прогнозируемая энергетическая эффективность применения разных архитектурных и инженерных решений, согласно исследованиям д.т.н. Ю.Граника, составляет для использования тепла грунта — 5-10%, солнечной радиации, ветра — 20% [22].

Применительно к природно-климатическим Поволжья особую актуальность получают энергия Солнца, ветра, тепла верхних слоев земли, биоэнергия и вторичная энергия.

В целом, методология проектирования энергоэффективных зданий должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы, все элементы которой - форма, ориентация, ограждающие конструкции, солнцезащитные устройства, система климатизации и т. д. - энергетически взаимосвязаны между собой. Представление энергоэффективного здания как суммы независимых инновационных решений нарушает принципы системности и приводит к потере энергетической эффективности проекта.

Профессор А.М.Береговой выявляет следующие наиболее эффективные мероприятия, влияющие на энергосбережение, и приводит их эффективность (табл.2.10) [51].

Табл.2.10. Энергосберегающие ресурсы и их эффективность

Мероприятия по энергосбережению	Экономия тепловой энергии, %
Использование наружных ограждений с повышенными теплозащитными качествами	До 40
Дополнительное утепление наружных ограждений	15-20

Восстановление герметичности стыков и уплотнений в оконных и дверных проемах	До 60-70
Применение конструкций ограждений (стен, крыш, светопрозрачных участков), утилизирующих тепло уходящего воздуха	10-12
Применение конструкций ограждений, предназначенных для использования нетрадиционных видов энергии на отопление	14-17
Использование энергоэкономичных форм и атриумного пространства в объемно-планировочном решении здания	До 35
Оптимальная ориентация отдельно стоящего здания или групп зданий	3-18
Блокирование отдельно стоящих зданий	10-15
Уплотнение городской застройки	До 40
Оптимизация размеров светопрозрачных участков ограждений	10 и более
Совершенствование методов теплотехнического расчета	6-8

2.3. Теоретическое основы определения ЭЖЗ

2.3.1. Определение понятия «энергоэффективное здание»

Энергоэффективные здания находятся на стадии своего развития, и в пока отсутствует четко выраженная терминология по этой тематике. В данной работе предусмотрено уточнение базовых понятий.

Д.т.н., член-корреспондентом РААСН, Ю.А.Табунщиковым, предлагается использовать два понятия: энергоэффективные здания и энергоэкономичные здания. Энергоэффективное здание включает в себя совокупность архитектурных и инженерных решений, наилучшим образом отвечающих целям минимизации расходования энергии на обеспечение

микроклимата в помещениях здания. Энергоэкономичное здание включает в себя отдельные решения или систему решений, направленных на снижение расхода энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания. Из приведенных определений ясно различие между энергоэффективным и энергоэкономичным зданиями. Первое есть результат выбора определенными научными методами совокупности технических решений, наилучшим образом отвечающих поставленной цели. Второе есть результат суммирования ряда энергосберегающих решений в одном объекте [101].

Д.т.н., А.Н.Тетиор, здания с максимальным использованием выделяемой внутри них тепловой энергии и максимальной защитой от потерь теплоты через наружные поверхности и вентиляцию называет энергосберегающими, энергоэкономичными или энергоэффективными. Кроме того, ученый рассматривает энергоэффективные здания как одно из направлений экологичной (экологической) архитектуры – области научного знания, соединившего архитектуру и экологию и направленного, с одной стороны, на учет экологических потребностей человека при создании зданий и городских ансамблей, с другой - на учет интересов природы [105].

Еще один ученый, к.т.н. А.М.Береговой под энергоэкономичным подразумевает здание, объемно-планировочное и конструктивное решение которого, а также система инженерного оборудования, помимо общепринятых функциональных требований, удовлетворяет еще и необходимости максимальной экономии энергоресурсов. Кроме того, ученый выделяет энергоактивное здание, отличительной способностью которого является способность улавливать, а затем передавать во внутреннюю энергосистему или непосредственно в помещения энергию возобновляемых источников (солнечную, тепло верхних слоев земли, ветровую и др.) [51].

П.Н.Давиденко, член-корреспондент РААСН, заместитель директора по научной работе, выделяет энергоэкономичные и энергоэффективные дома. Под энергоэкономичными подразумеваются дома, в которых

ликвидированы лишние траты энергии (на отопление, электроприборы, вентиляцию). Это прежде всего дома с улучшенной теплоизоляцией стен, герметизацией стыков конструкций, теплозащитой окон, подогревом наружного воздуха и рекуперацией тепла отработанного воздуха в системе вентиляции и т.п. Дальнейшую экономию энергии П.Н.Давиденко связывает с применением энергоэффективных домов, под которыми он понимает дома, где достигается повышение коэффициента полезного использования энергии во всех энергетических процессах, а также ликвидируются лишние траты энергии. В энергоэффективных домах экономический эффект достигается, главным образом, считает ученый, благодаря использованию возобновляемых источников энергии (солнечная радиация, энергия ветра, гидрогеотермальная энергия и т.п.) полностью или частично для горячего водоснабжения и отопления зданий. Энергоэффективные дома наиболее близки к экологическому дому, так как энергоэффективность представляет собой одну из главных характеристик экологического дома [23].

Попытаемся объединить предложения различных исследователей и выявить наиболее точное определение энергоэффективного здания. *Энергоэффективным зданием* будем называть здание, в котором при проектировании, строительстве, эксплуатации осуществлено максимальное количество мероприятий (архитектурные и инженерные решения), наилучшим образом отвечающих целям минимизации расходования энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания и создания экологичной городской среды.

2.3.2. Суть энергоэффективных зданий. Энергоэффективные здания в контексте архитектурно-строительной экологии

Поскольку проблема энергоэффективности зданий имеет как экономический, так и экологический аспекты, разумнее всего

рассматривать энергоэффективные здания в контексте архитектурно-строительной экологии.

Архитектурно-строительная экология играет важную роль в формировании экологичной городской среды, направлена на создание благоприятной, экологически обоснованной среды для человека в городе (внутри зданий и вне их) и поддержание хорошего состояния природной среды.

Архитектурно-строительная экология – это широкая область прикладной экологии, органично связанная практически со всеми разделами теоретической и прикладной экологии /рис.2.133/. Структура архитектурно-строительной экологии широко изучена А.Н.Тетиором [103]. Возможно, наиболее общим разделом ее можно считать градостроительную экологию (мест расселения) – урбоэкологию – на макро- (планета, страна, регион), мезо- (область, край) и микротерриториальных (места расселения) уровнях. Архитектурная экология – следующий раздел, органично связанный с урбоэкологией и, как считают некоторые архитекторы, являющийся даже ее общей частью. Архитектурно-строительная экология играет важную роль в формировании экологичной городской среды, направлена на создание благоприятной, экологически обоснованной среды для человека в городе (внутри зданий и вне их) и поддержание хорошего состояния природной среды. Поэтому в архитектурно-строительную экологию входят ландшафтная экология, рассматривающая создание (здоровых, красивых, экологически обоснованных ландшафтов в городе, а также климатическая экология, оценивающая влияние климата на города и городов на климат. Конструкционно-строительная экология изучает конструктивные решения экологических зданий и сооружений, поддерживающих и даже воспроизводящих природную среду. Важным разделом архитектурно-строительной экологии является экология строительных материалов, в том числе и производства конструкций и материалов.

Архитектурно-строительная экология сформировалась как новая наука в 1991 г. и с тех пор находится в состоянии развития и совершенствования. В последние годы составными частями архитектурно-строительной экологии стали устойчивая архитектура и устойчивое строительство. На первом месте в этих науках стоит задача повышения качества городской среды внутри и вне зданий [104,105].

Таким образом, в конце XX в. экологические проблемы привлекли к себе пристальное внимание, и, как следствие, возникает новое направление в архитектуре, решающее задачи архитектурной экологии, - экологическая архитектура (устойчивая архитектура).

Экологическая архитектура – архитектурное направление, изучающее взаимосвязи человека с техносферой и окружающей природой, биосферой и заново созданной средой обитания. В архитектуре задачи экологического порядка реализуются в процессе комплексного художественного проектирования среды с учетом экологических факторов – сохранения баланса между живым миром, природой и историко-культурными общечеловеческими и национальными ценностями. Представители данного направления в архитектуре стремятся решать взаимоотношения между архитектурой и окружающей средой. Назначение этого направления – внедрять экологические принципы в проектирование /рис.2.134/ [61,79].

Рассмотрим основные задачи, решаемые с помощью методов устойчивой архитектуры и устойчивого строительства:

1. экологизация города и застроенной окружающей среды;
2. экономия энергии;
 - 1) политика сбережения энергии и применения естественных технологий, комплексного подхода к использованию энергии;
 - 2) инновационное проектирование, разработку систем и изделий для энергоэффективных целей, интеграцию солнечных и других возобновляемых энергетических систем;

3) проектирование энергосберегающих и энергоактивных зданий и технологий строительства;

3. улучшение комфортности городской среды и здоровья жителей;

4. сокращение и утилизация отходов;

5. экономия ресурсов;

6. повышение экологичности строительных материалов;

7. повышение экологического качества зданий;

8. экологизация строительного процесса;

9. экосистемный подход к строительству зданий и совершенствованию городской среды, повышению ее комфортности [104].

Ответом на поставленные задачи явились различные концепции энергетически эффективных и экологически чистых технологий. На мой взгляд, трудно однозначно причислить какое-то здание к определенной категории экологической архитектуры, деление осуществляется большей частью условно /рис.2.135/ [96].

Биоклиматическая архитектура – одно из направлений архитектуры в стиле hi-tech с ярко выраженным использованием остекленных пространств. Биоклиматическая архитектура – явление в строительстве сравнительно молодое. Главный принцип биоклиматической архитектуры – гармония с природой, желание приблизить человеческое жилище к природе /рис.2.136/.

Здоровое здание – здание, в котором приоритетность при выборе энергосберегающих технологий имеют технические решения, одновременно способствующие улучшению микроклимата помещений и защите окружающей среды, построенные с применением экологически чистых строительных материалов.

Sustainable building – здание, которое находится в экологическом равновесии с человеком и окружающей средой. Буквальный перевод «sustainable buildings» означает «поддерживающие здания», но по своему смыслу это выражение означает «жизнеудерживающие здания»,

«жизнесохраняющие здания», т. е. здания, которые находятся в равновесии с природой и человеком /рис.2.137/.

Думается, такое определение концепции вносит некоторое смешивание понятий жизнеудерживающего здания и здорового здания, но будем иметь ввиду, что «здоровое» здание несет в себе приоритет использования экологически чистых строительных материалов в обеспечении качества микроклимата в помещениях, а жизнеудерживающие здания нацелены прежде всего на комплексность и компромиссность решений в деле сохранения окружающей природной среды. Учитывая данный аспект, предлагается использовать оба эти понятия как одни из различных концепций экологических домов.

Понятие «умное здание» родилось в США в начале 1980-х годов и очень быстро стало модным. Под «умным» зданием следует подразумевать здание, оснащенное средствами автоматического контроля над всеми системами жизнеобеспечения.

В настоящее время в компьютерном и телекоммуникационном бизнесе существует понятие «интеллектуальное здание»— здание, в котором, с точки зрения теплоснабжения и климатизации, на основе применения компьютерных технологий оптимизированы потоки тепла и массы в помещениях и ограждающих конструкциях.

Здание высоких технологий— здание, в котором экономия энергии, качество микроклимата и экологическая безопасность достигаются за счет использования технических решений, основанных на сильных ноу-хау, на правилах сильного мышления /рис.2.138/.

Целесообразно под умными зданиями подразумевать интеллектуальные здания и здания высоких технологий, отличающихся большей частью «степенью интеллектуальности», уровнем применяемых систем жизнеобеспечения.

По математической терминологии энергосбережение на первом этапе своего изучения являлось «целевой функцией» при проектировании здания.

По мере изучения проблемы энергосбережения место целевой функции стали занимать такие проблемы, как, например, использование солнечной радиации в тепловом балансе здания – биоклиматическая архитектура, качество микроклимата – здоровые здания, сохранение окружающей среды – sustainable building, а энергосбережение по той же математической терминологии вошло в ранг ограничений решаемой задачи [96].

Оптимизационная задача для энергоэффективного здания имеет следующее содержание: определить показатели архитектурных и инженерных решений здания, обеспечивающих минимизацию расхода энергии на создание микроклимата в помещениях здания. В обобщенном математическом виде целевую функцию для энергоэффективного здания можно записать так:

$$Q_{\min} = F(a_i) \quad (2.8)$$

где Q_{\min} - минимальный расход энергии на создание микроклимата в помещениях здания;

a_i - показатели архитектурных и инженерных решений здания, обеспечивающих минимизацию расхода энергии [102].

При проектировании энергоэффективного здания архитектор решает задачу использовать наилучшим образом положительное энергетическое влияние (воздействие) наружного климата и максимально нейтрализовать отрицательное влияние наружного климата на тепловой баланс здания. В это же время инженер решает задачу организовать такую систему климатизации здания, которая с наименьшими затратами энергии обеспечивает требуемые параметры микроклимата в помещениях [97,98].

Цель проектирования и строительства энергоэффективных зданий состоит в более эффективном использовании энергоресурсов, затрачиваемых на энергоснабжение здания, путем применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения и не изменяют привычного образа жизни [95].

При проектировании энергоэффективного здания архитектурные решения должны быть направлены на максимальное использование положительного и нейтрализации отрицательного воздействия наружного климата на тепловой баланс здания, а инженерные решения- на организацию системы климатизации здания, обеспечивающей требуемые параметры микроклимата в помещениях с наименьшими затратами энергии [98].

2.3.3. Теоретическая модель ЭЖЗ

Функционирование энергоэффективного жилого здания, как и любого другого объекта, осуществляется в рамках взаимодействия триады «человек-окружающая среда- объект». Каждый элемент данной системы воздействует на остальные элементы, и, кроме того, сам испытывает влияние с их стороны. В рамках данной работы рассмотрен процесс формообразования ЭЖЗ, поэтому целесообразно остановиться на направленном воздействии группы факторов, исходящих от элементов «окружающая среда» и «человек» /рис.2.139/.

Ключевыми критериями соответствия объекта энергоэффективному жилому зданию выступают требования экологичности, комфортности и экономичности, которые также приобретают оттенок направленности. Так, воздействие объекта на окружающую среду должно быть экологичным:

- учет положений сенсорной экологии (визуальной, экологии запахов и звуков);
- снижение площади застройки здания, максимальное сохранение земли с целью ее естественно- ландшафтного, сельскохозяйственного, рекреационного, заповедного использования;
- применение экологичных строительных материалов;
- замкнутый безотходный цикл функционирования здания (в системах тепло-, электро-, водоснабжения, канализации), исключаящий загрязнение окружающей среды [104].

Экономичность объекта подразумевает собой снижение энергопотребления здания и влечет за собой исполнение следующих требований:

- ужесточение нормативных требований по теплозащите зданий;
- экономичность архитектурно-строительных решений;
- модернизация систем инженерного обеспечения здания.

В рамках архитектурного проектирования особую важность приобретает экономичность архитектурно-строительных решений, позволяющая, кроме того, добиться снижения энергопотребления здания без дополнительных вложений.

Осуществление требований экологичности и экономичности объекта протекает при обязательном улучшении микроклимата помещений здания. Комфортность сочетает в себе эргономичность, характеризующую влияние самого объекта, и обитаемость как предотвращение неблагоприятного воздействия природной среды на человека.

Как необходимость соответствия перечисленным выше трем основным требованиям экологичности, экономичности и комфортности возникает выполнение в процессе архитектурного проектирования двух групп принципов, объединенных между собой также согласно направленности воздействия.

На совместное выполнение требований экологичности и экономичности ориентирована группа принципов, действие которых прослеживается в функционировании подсистемы «окружающая среда»:

- градостроительные принципы (принципы учета климатических условий, учета местной градостроительной ситуации);
- принципы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (принципы использования энергии Солнца, ветра, биоэнергии, тепла верхних слоев Земли, вторичной энергии).

Совокупность требований комфортности и экономичности определяет работу архитектора с группой принципов, действие которых можно отнести к функционированию подсистемы «человек»:

- архитектурно- планировочные принципы (принципы достижения компактности здания, выбора общего объемно- планировочного решения и определения внутренней планировки здания);
- конструктивные принципы (принципы выбора наружной облицовки здания, выбора остекления здания).

Разработка теоретической модели ЭЖЗ имеет своей целью оказать практическую помощь архитектору в осмыслении методов преобразования материальной среды обитания человека, формировании и организации структуры ценностей, отвечающей потребностям времени, воспитании личной ответственности специалиста. В процессе проектирования архитектор, основываясь на модели ЭЖЗ, критически оценивает ситуацию, корректирует свои решения, тем самым сближая архитектурное решение будущего объекта жилого назначения с энергоэффективным жилым зданием.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

1. Обозначены факторы, влияющие на формирование энергоэффективного здания: группы социальных (социальные, эстетические факторы), архитектурно- природных (природно- климатические, градостроительные, экологические, архитектурно- стилистические), конструктивно- экономических (конструктивные, инженерные, экономические, планировочные). Все перечисленные факторы являются формообразующими.

2. Выявлены требования для строительства ЭЖЗ малой и средней этажности: экологические, экономические, градостроительные, планировочные, природно- климатические, конструктивные, инженерные, стилистические, эстетические, социальные.

3. Автор сформулировал комплекс основных принципов по формированию архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности – градостроительных, архитектурно- планировочных, конструктивных, принципов использования возобновляемых источников энергии.

4. К группе градостроительных принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности относятся:

- принцип выбора местоположения здания с учетом климатических особенностей;
- принцип выбора местоположения здания с учетом местности;
- принцип выбора местоположения здания с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства.

При выборе участка для размещения здания учитываются следующие пофакторные характеристики климата: солнечная радиация и ветер.

Принцип выбора местоположения здания с учетом местности предполагает рассмотрение рельефа местности, наличия водоемов, характера озеленения и благоустройства.

Характер застройки, особенно в городских условиях, существенно определяет микроклимат: солнечную радиацию, температуру воздуха, скорость ветра.

5. К группе архитектурно – планировочных принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности относятся:

- принцип компактности формы здания;
- принцип определения общей архитектурно- планировочной концепции здания;
- принцип определения внутренней планировки здания.

Компактность объема здания достигается за счет выбора характера объемной формы, определения линейных параметров, блокирования объемов.

К числу мероприятий, обуславливающих общую архитектурно-планировочную концепцию здания следует отнести: выбор исходного архитектурно- планировочного решения; надстройку мансардного этажа на существующих зданиях; устройство теплого чердака или использование чердачного пространства для установки оборудования, утилизирующего теплый вытяжной воздух; использование подземного пространства; обваловку части здания с северной стороны.

Выбор внутренней планировки энергоэффективного здания производят, руководствуясь принципом теплового зонирования, использованием «буферных зон», стремлением к уширению корпуса.

6. К группе конструктивных принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности относятся:

- принцип выбора конструкции наружной облицовки стены;
- принцип выбора конструкции кровли;
- принцип выбора материала наружной облицовки;
- принцип выбора остекления здания (площади, конструкции, расположения светопроемов) и солнцезащиты.

Наружная облицовка здания должна быть внешней оболочкой многослойной ограждающей конструкции. Использование таких конструкций позволяет, с одной стороны, «одеть» фасад в современные отделочные материалы, а с другой - улучшить теплозащитные показатели ограждающей конструкции, защитить ее от вредных атмосферных воздействий, а также снизить затраты на отопление, повысить пожарную безопасность конструкции и звукоизоляцию. Кроме того, наружная облицовка должна удовлетворять требованиям архитектурной выразительности, надежности в эксплуатации, легкости монтажа, стоимости и долговечности.

Критериями выбора материалов наружной облицовки здания являются экологичность, энергоэкономичность, комфортность, ориентация на местную сырьевую базу.

Критериями определения остекления здания являются: тип заполнения светового проема, материал переплета, площадь остекления, ориентация светового проема, характер применяемых солнцезащитных средств (архитектурно-планировочные, конструктивные, технические).

7. К группе принципов использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии относятся:

- принцип использования энергии Солнца;
- принцип использования энергии ветра;
- принцип использования биоэнергии;
- принцип использования тепла верхних слоев земли;
- принцип использования вторичной энергии.

Применительно к природно-климатическим Поволжья особую актуальность получают энергия Солнца, ветра, тепла верхних слоев земли, биоэнергия и вторичная энергия.

8. Выявлена типология ЭЖЗ малой и средней этажности применительно к климатическим условиям Среднего Поволжья.

9. Исследованы теоретические основы ЭЖЗ. Определено понятие «энергоэффективное здание», объединяющее предложения разных ученых об определении энергоэффективного здания, и проведен анализ энергоэффективных зданий в контексте архитектурно-строительной экологии, который позволил раскрыть суть энергоэффективных зданий как одного из ключевых звеньев в системе концепций нового течения в архитектуре XX века - экологической архитектуры.

10. Разработана теоретическая модель ЭЖЗ, которая имеет своей целью оказать практическую помощь архитектору в осмыслении методов преобразования материальной среды обитания человека, формировании и организации структуры ценностей, отвечающей потребностям времени, воспитании личной ответственности специалиста.

ГЛАВА 3. Методика формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности

3.1. Методика проектирования ЭЖЗ

Предлагаемая автором *методика* формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности включает анализ среды, экспериментальное моделирование, вариантное проектирование, критерии оценки проектных решений, методические рекомендации /рис.3.1/.

Архитектурное проектирование, суть которого составляет выявление формы, можно рассматривать как процесс познания, как движение от незнания к знанию, от заблуждения к истине. Логическая цепочка при проектировании выглядит следующим образом: восприятие- анализ- синтез. Сущность архитектурного проектирования заключается в моделировании, создании проектной модели объекта в соответствии с общественной, социокультурной, утилитарно- практической и эстетической функциями и закономерностями формообразования. Моделирование охватывает деятельность архитектора от первичного наброска и эскизного проекта до составления окончательного проекта. В проектировании жилых зданий широко применяют все виды моделирования: графическое, предметное и логико- математическое [53].

Методика архитектурного проектирования ЭЖЗ предусматривает применение исследовательского подхода, перевод аналитического процесса в проблемную ситуацию и формированию на его основе виртуальной модели будущего объекта. В основе аналитического процесса лежит принцип интеграции научных знаний и творческих навыков, общих для всех видов архитектуры. Основопологающим фактом становления аналитического процесса является реальное отсутствие представления об объемно- пространственном решении объекта. В этой связи тщательное конкретное изучение социальных, эстетических, природно-климатических,

градостроительных, экологических, архитектурно-стилистических, планировочных, конструктивных, экономических, инженерных факторов может положить основу виртуальной модели объекта, что является базой для ее всестороннего рассмотрения, изучения, т.к. затрагивает процессы, влияющие на реализацию объекта. Таким образом, обуславливающие факторы лежат в основе аналитического процесса, в буквальном смысле - процесса оценки.

Анализ среды:

1. Оценка климатических факторов.

Анализ климата лежит всегда в основе поиска целесообразных архитектурных и конструктивных решений зданий. Однако поэлементный подход никогда не приведет к принятию рационального решения. Для этого следует воспользоваться комплексной оценкой природно-климатических факторов. Климатический анализ основан на сведениях об основных климатообразующих факторах: солнечной радиации, температуре и влажности воздуха, ветре и количестве осадков. По итогам этих данных даются рекомендации по нейтрализации негативных климатических воздействий.

2. Оценка потенциала НВИЭ.

Известны следующие возобновляемые источники энергии: солнечная, ветровая, органических отходов (биоэнергия), геотермальная, волн, приливов и отливов (гидроэнергия), гидротермальная, внутренних источников, сбросная теплота в технологических циклах.

В настоящее время широко распространено мнение о нецелесообразности использования на большей части территории России энергии солнца. Попель О.С. (Институт высоких температур Российской академии наук) считает, что в климатических условиях средней полосы России солнечные водонагревательные установки могут эффективно использоваться различными потребителями в бытовых целях в течение 6-7 месяцев в году (март/апрель - сентябрь). В этот период времени, например, в

Москве, из 183 календарных дней с помощью той же СВУ возможно получение теплой воды (37°C) в течение около 100 дней, а в летние месяцы - около 60 дней из 92. Для нагрева 100 л воды солнечная установка должна иметь 2-3 м^2 солнечных коллекторов. Такая водонагревательная установка в летнее время обеспечит ежедневный нагрев воды до температуры не менее 45°C с вероятностью не менее 70-80% [68].

При анализе интенсивности использования солнечной энергии имеют значение данные о количестве солнечной радиации, поступающей на горизонтальную и вертикальную поверхности, условиях облачности.

Инженерно-экологическая оценка ветровой энергии производится с учетом данных о направлении ветра, распределении его скорости по времени и высоте, влияния региональных факторов (рельеф, микрорельеф, строящиеся здания). Для строительства зданий, использующих энергию ветра, благоприятна скорость ветра 3...10 м/с при повторяемости около 60...90%. Велико влияние на скорость ветра рельефа местности, особенно на небольших высотах над поверхностью земли. Так, поправочный коэффициент при скорости ветра 3...5 м/с для открытого ровного места составляет 1, для открытых возвышенностей – до 1,6...1,7, для дна не продуваемых ветром лощин – 0,6 и менее.

Использование вторичной энергии и биоэнергии имеет место независимо от внешних условий и определяется замыслом проектировщика.

Геотермальная, волн, приливов и отливов (гидроэнергия), гидротермальная энергия используются при соответствующих природно-климатических условиях.

В замкнутом цикле проектного моделирования ЭЖЗ можно выделить следующие последовательно выполняемые мероприятия /рис.3.2/:

1. Подготовительный (предпроектный) этап – фаза формулирования целевой установки на проектирование, изучения теоретической модели ЭЖЗ, определения средств достижения энергоэффективности в соответствии с конкретными условиями, проведения анализа среды.

2. Этап творческого поиска. Этот этап основан на экспериментальном моделировании. Для данного этапа характерна повторяемость операций и вариантное проектирование, анализ согласно критериям оценки проектных решений.
3. Этап творческой разработки. Характеризуется разработкой эскизного проекта, осуществляется переход от эскиза к проекту в ходе творческой работы над углублением и развитием композиционного замысла. На этом этапе используется комплексный метод архитектурного проектирования, системный подход при одновременной разработке всех аспектов проектирования: градостроительных, функционально- планировочных, конструктивных, экономических и архитектурно- художественных [5].

Правильность основных положений диссертации проверялась с помощью экспериментального проектирования - *экспериментального моделирования* (объемного, графического, цифрового).

Использование вариантного проектирования способствует повышению качества проекта. Если разрабатывать варианты на начальных этапах проектирования (стадия эскизный проект), то можно в 20-30 раз снизить дополнительные расходы, связанные с генерацией вариантов. Выгода рассмотрения вариантов на начальных стадиях проектирования проявляется не только под углом зрения критерия затрат. Значительная часть прироста результата достигается при первоначальной проработке проекта. В этой связи становится ясно, как важно именно в процессе архитектурного проектирования исследовать возможности различных вариантов объекта согласно «Критериям оценки проекта ЭЖЗ». Вариантное проектирование обеспечивает получение значительного эффекта – повышение качества принимаемого к реализации проекта в размере до 40% по сравнению с невариантным проектированием [1].

При *вариантном проектировании* необходимо иметь три составляющих элемента: возможность варибельности проектных решений, правила оценки имеющихся альтернатив, процедуру выбора лучшего

варианта /рис.3.3/. Аналитический процесс- основа для выработки нескольких логических моделей, обусловленных диалектикой окружающего нас мира, при рассмотрении которых выбирается одна, наиболее удовлетворяющая исходным условиям, и на ее основе создается объемно-пространственная виртуальная модель сооружения, которая, в свою очередь, является предметом всестороннего анализа [53].

В ходе анализа принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ сформулированы методические рекомендации к процессу архитектурного проектирования ЭЖЗ, которые излагают действия архитектора на стадии градостроительного, архитектурного и конструктивного проектирования ЭЖЗ.

Методические рекомендации на стадии градостроительного проектирования:

1. Изучение местных природно-климатических факторов района строительства с энергетической точки зрения и разделение их на две условные категории — положительную и отрицательную — путем сопоставления с требуемыми энергетическими параметрами проектируемого здания или микрорайона. Следует учитывать, прежде всего преобладающее воздействие двух характеристик климата: солнечной радиации и ветра, интенсивность влияния которых на здание обуславливается рассмотренными выше факторами.

2. Привязка проектируемого объекта на местности, которая в наибольшей степени нейтрализует негативные факторы внешней среды.

3. Искусственное усиление энергетически нейтрализующего воздействия на неблагоприятные природно-климатические факторы путем выполнения ландшафтных мероприятий (целенаправленная организация рельефа, создание защищенного растительностью земляного барьера на пути неблагоприятных ветров, устройство водоема с целью локальной оптимизации энергетических параметров микроклимата в окрестностях объекта).

4. Привязка нового объекта в районе существующей жилой застройки осуществляется с учетом оптимизации энергетического баланса объектов, образующих жилую группу, путем защиты одного здания другим от неблагоприятных природно-климатических факторов внешней среды.

Методические рекомендации на стадии архитектурного проектирования зданий:

1. Создание максимально компактной компоновки объема здания, предельно допустимого увеличения объема единого здания на основе принципа блокировки однородных объектов с целью повышения энергоэффективности жилого здания, осуществление других мероприятий по повышению тепловой эффективности в зависимости от изменения формы и размеров здания.

2. Определение общей объемно- планировочной концепции с соблюдением мероприятий, обуславливающих общую архитектурно- планировочную концепцию здания и способствующих одновременно повышению энергоэффективности объекта.

3. Проектирование внутренней планировки здания на основе принципа теплового зонирования, введения «буферных зон» в структуру здания, стремления к уширению корпуса здания.

Методические рекомендации на стадии конструктивного проектирования зданий:

1. Определение типа внешней облицовки жилого здания (кровли и стен):

- вида использованных материалов согласно принципу выбора материалов наружной облицовки здания;
- конструкции наружной облицовки здания с точки зрения достоинств и недостатков в процессе эксплуатации жилого здания.

2. Корректировка площади и расположения светопроемов, полученных при определении внутренней планировки здания, с учетом обеспечения требований энергоэффективности здания. Определение типа заполнения светового проема, назначение при необходимости вида используемых солнцезащитных средств.

3. Оценка возможности использования нетрадиционных источников энергии для инженерного обеспечения зданий и повышения их энергоэффективности в зависимости от местных природно- климатических условий, выявление возможности их пассивного использования путем совмещения функций (конструктивной и энергетической) элементов здания с последующей при необходимости корректировкой планировки и внешнего объема здания.

5. Введение внешних конструктивных элементов, обеспечивающих дополнительный приток к зданию энергии возобновляемого источника в целях повышения эффективности использования этой энергии.

3.2. Критерии оценки проектных решений ЭЖЗ малой и средней этажности

Для выявления критериев оценки проектных решений ЭЖЗ на основе метода квалиметрии построено так называемое дерево свойств, характеризующих интегральное качество объекта /рис.3.5-3.11/.

Использование данного метода связано с высокой достоверностью его, соответствием всем требованиям, характеризующим качество методов оценки проекта: нетрудоемкость, оперативность, улучшаемость, количественность, одинаковость, глобальность, гибкость, единственность, сравнимость, воспроизводимость, всесторонность, чувствительность, монотонность, точность [1].

Разработанная методика оценки качества (МОК) ЭЖЗ предусматривает многократное использование. Дерево свойств правостороннее, в табличной форме, состоящее из 10 ярусов.

Интегральное качество объекта включает в себе два свойства: *качество объекта* (результаты, получаемые обществом) и *экономичность* (затраты, понесенные обществом на строительство и эксплуатацию объекта). Согласно теории квалиметрии, качество объекта – ЭЖЗ - определяется его *функциональностью* и *эстетичностью*. Функциональность проявляется в двух аспектах: во-первых, в виде основной функции объекта, характеризующей его приспособленность выполнять свое основное назначение во время непосредственного использования – *функцию жилого энергоэффективного здания* /рис.3.5/. И, во-вторых, функциональность объекта проявляется в аспекте вспомогательной функции, характеризующей его способность приспособливаться к взаимодействию в системе «человек-среда- объект». За упущением маловажных, с точки зрения энергоэффективности, *вспомогательная функция ЭЖЗ* определяется *комфортностью* (воздействия, влияющие на самочувствие или работоспособность человека) и *экологичностью* (воздействие объекта на среду) /рис.3.6/.

Для всех свойств, входящих в дерево, были определены коэффициенты весомости. Работа происходила в следующем порядке:

1. Определены групповые ненормированные коэффициенты весомости G_i'' экспертным методом;
2. Определены групповые коэффициенты весомости G_i' , выявляющие весомость показателя каждого свойства относительно показателя любого другого свойства, входящего только в данную группу свойств:

$$G_i' = \frac{G_i''}{\sum_{i=1}^l G_i''}; \quad (3.1)$$

При этом выполняется условие $\sum_{i=1}^l G_i' = 1$.

3. Определены ярусные коэффициенты весомости G , вычисляемые на основе групповых коэффициентов G' .

$$G_k = G'_k \cdot G_{k-1} \quad (3.2)$$

где G_k - коэффициент весомости, G'_k - групповой коэффициент весомости, G_{k-1} - коэффициент весомости эквисатисного свойства.

На основании полученных данных произведена *ранжировка* показателей свойств, находящиеся на последнем ярусе дерева, по убывающим значениям коэффициентов весомости и произведено *сокращение количества учитываемых коэффициентов весомости* за счет объединения тождественных и исключения маловажных, поскольку разрабатываемая МОК ЭЖЗ предназначена для неоднократного применения. Погрешность результата при этом составляет $\epsilon=0,21$ (21%). После исключения маловажных показателей подсчитываются откорректированные значения коэффициентов весомости /Приложение 4/.

Как итог, составляется таблица «Критерии оценки проекта ЭЖЗ». В нее входят 23 свойства, для которых назначаются показатели свойств и определяются $q^{бр}_i$ - браковочное значение и $q^{эт}_i$ - эталонное значение. При количественной оценке качества для объединения относительных показателей свойств K_i в комплексный показатель качества используется аппарат усреднения. Согласно [1]:

$$K^k = K_{эф} \sum K_i G_i; \quad (3.3)$$

где $K_{эф}$ - коэффициент сохранения эффективности. В нашем случае $K_{эф}$ учитывать величину не имеет смысла, поэтому принимается $K_{эф}=1$.

Показатель интегрального качества K^Σ является функцией суммы двух показателей K^k и K^Σ .

В целях упрощения использования МОК ЭЖЗ в рамках реального проектирования критерии оценки были подвергнуты *укрупнению и обобщению*. Таким образом, архитектурное решение ЭЖЗ подлежит оценке по 9-ти основным критериям качества: экономичность, использование

НВИЭ, ориентация, форма и линейные параметры, внутренняя планировка, конфигурация плана, тип заполнения светового проема, площадь остекления /рис.3.4/. /Приложение 5,6/

Все принятые критерии являются оценочными и могут быть использованы как при автоматизированных, так и при традиционных методах разработки проектных решений. При этом большая часть приведенных критериев с различной степенью глубины используется в традиционном процессе проектирования. Их особенностями являются большое число альтернативных вариантов и большое число критериев оценки, а также необходимость использования, наряду с количественными качественных критериев, характеризующих словесными формулировками. Создание методики комплексной оценки - предмет дальнейших исследований.

Предложенная система количественных и качественных критериев оценки создает предпосылки для выбора оптимальных проектных решений с использованием традиционного проектирования и методов математического моделирования. *Интегральная оценка качества проектных решений по формообразованию ЭЖЗ* складывается из оценки качества объекта и экономичности.

3.3. Комплексная оценка природно-климатических факторов и оценка использования потенциала НВИЭ для строительства ЭЖЗ в климатических условиях Среднего Поволжья (на примере г.Йошкар-Олы и Н.Новгорода)

В данной местности преобладают северо-западные ветры летом и южные зимой. Юго- восточные стороны летом будут нагреваться интенсивнее, хотя количество солнечных лучей, попадающее на нее и на юго- западную сторону, практически одинаково. По данным [85] для г.Йошкар-Олы преобладающее направление ветра за декабрь- февраль –

южное, с максимальной из средних скоростей ветра по румбам за январь – 6,2 м/с /рис.3.12/. По имеющимся данным [106] было отмечено в Нижегородской области преобладание в зимний период ветров южного направления, а по скорости – ветров юго- западного направления. Эти обстоятельства предопределяют защиту зданий от охлаждения с южной стороны, отсюда же преимущественно должна осуществляться борьба со снегопереносами /рис.3.13/.

Суммируя все вышесказанные частные оценки по кругу горизонта, построим «комплексную розу» для г.Нижний Новгород. Заштрихованные секторы соответствуют (для г.Нижний Новгород) запрещенным, нежелательным и неблагоприятным условиям ориентации по инсоляции (от 50° до 310°), перегреву и по ветроохлаждению /рис.3.14/.

Учитывая некоторую схожесть климатических условий, вышеназванные положения будут применимы к большей части городов Среднего Поволжья.

Согласно результатам исследования, проведенными И.В.Черешневым [113], можно отметить, что меридиональный тип здания в гелиоклиматических условиях Нижнего Новгорода и Йошкар-Олы вызывает у жильцов тепловой дискомфорт на протяжении всего года. Это объясняется тем, что меридиональная форма свой годовой максимум приведенной облученности получает в летний период и это способствует перегреву жилых помещений, а в зимний период года практически не облучается, что, естественно, требует дополнительных энергозатрат на поддержание комфортного теплового режима в жилище.

Широтный тип, в отличие от меридионального, в этих же условиях имеет стабильно высокую приведенную облученность как летом, так и зимой, что позволяет обеспечивать круглогодичную оптимизацию теплового режима.

Большой интерес представляют также сведения об ориентации поверхности в пространстве. Для климатических условий г.Йошкар-Ола (56°

с.ш.) максимальное количество солнечной радиации (прямой и рассеянной) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе приходится на июль и составляет 875 МДж/м^2 [85]. На вертикальную же поверхность стены максимальное количество солнечной энергии падает в марте и апреле (а не летом) и составляет соответственно 673 и 638 МДж/м^2 . Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности для Н.Новгорода принимает значения, приведенные в табл.3.1.

Табл.3.1. Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности для Н.Новгорода [47]

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Значение	50	121	268	398	577	634	599	480	276	121	52	32

Имеют значение также данные о солнечной радиации, приведенные в табл.3.2.

Табл.3.2. Данные о солнечной радиации для Н.Новгорода [30,31]

1	Число часов солнечного сияния	Н.Новгород -1797
2	Число ясных и пасмурных дней по общей облачности за год	Н.Новгород $\frac{44}{171}$
3	Максимальное количество солнечной радиации (прямой и рассеянной) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе	Июль, 875 МДж/м^2
4	Максимальное количество солнечной радиации (прямой и рассеянной) на вертикальную поверхность при безоблачном небе	Март, 673 МДж/м^2 ; Апрель, 638 МДж/м^2

Количество же солнечной радиации в феврале (528 МДж/м^2) почти идентично жаркому июлю (501 МДж/м^2), а в марте в 1,3 раза больше [85]. Известно, например, что в январе при температуре воздуха -15° в связи с

прямым углом падения лучей поверхность стены, специально окрашенной в черный цвет со слоем стекла на ее поверхности, нагревается до 35%.

В.В.Захаров [82] отмечает, что угол наклона звена коллектора к горизонту α , может быть принят в диапазоне значений от $(\pi/2 - h_{\text{сол зим}}^{\text{max}})$ до $(\pi/2 - h_{\text{сол лет}}^{\text{max}})$. Для г.Йошкар-Олы имеем $\pi/2 - 9^\circ 50' = 80^\circ 10'$; $\pi/2 - 56^\circ 50' = 33^\circ 10'$; т.е. оптимальный угол α находится в пределах $33^\circ 10' < \alpha < 80^\circ 10'$.

Что касается типа применяемого солнечного энергоснабжения в энергоэффективном здании для климатических условий г.Йошкар-Олы и г.Н.Новгорода, можно сделать следующий вывод:

При использовании тепла солнечной радиации допустимо применение всех типов пассивных солнечных систем и плоских коллекторов, включенных в саму структуру энергоэффективного здания.

Анализируя розу ветров за зимний период для г.Н.Новгород, приходим к выводу, что средняя скорость ветра колеблется от 3,7 до 5,1 м/с с преобладающим южным, юго-западным, западным направлениями ветра с общей повторяемостью 60%. В летнее время скорость ветра существенно ниже и составляет 3,3- 4,1 м/с. Эти данные позволяют предположить возможность использования ветровой энергии в зимний период. Для г. Йошкар-Олы этот потенциал выше – максимальная из средних скоростей ветра за зимний период 6,2 м/с с преобладающим южным направлением ветра, причем средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха ниже 8°C составляет 4,7 м/с, в то время как для г.Н.Новгорода это значение 3,7 м/с.

Таким образом, наибольший потенциал использования солнечной энергии – с марта по сентябрь, а ветровой – в зимнее время. Кроме солнечной и ветровой энергии, перспективными для повышения энергоэффективности являются использование тепла верхних слоев земли теплоизоляционных свойств грунта, утилизация отработанного тепла.

3.4. Внедрение результатов исследования в архитектурно-строительную практику

Настоящее исследование является обобщением научно-исследовательской и проектной работы автора.

Внедрение результатов исследования осуществлялось по нескольким основным направлениям /Приложение 3/:

- внедрение основных положений и методик *в учебный процесс*;
- проектирование и реализация решений по строительству ЭЖЗ.*

Внедрение в учебный процесс осуществлялось по нескольким направлениям:

- разработка *учебных программ* по дисциплинам: «Типология и архитектурно- конструктивное проектирование» (раздел «Многоэтажное жилое здание»), «Виды пластических решений архитектуры» (влияние строительных материалов на архитектурное формообразование гражданских зданий).

- ведение *практических занятий и консультирование курсового проектирования* по дисциплине «Архитектура гражданских и промышленных зданий»;

- в дипломное проектирование* проработкой в дипломных проектах тематики ЭЖЗ.

Внедрение в проектно-строительную практику осуществлялось автором в проектных организациях: ООО «ПСК», ООО «Институт каркасных систем – г.Йошкар-Ола». Автором выполнено 7 проектов зданий, использующих принципы ЭЖЗ /рис.3.15-3.20/ /Приложение 2/.

Экспериментальное моделирование градостроительных, архитектурно-планировочных, конструктивных принципов позволило проследить закономерности формирования архитектурных решений ЭЖЗ и количественно выявить их влияние на формообразование ЭЖЗ.

Оценка качества архитектурных решений осуществлялась согласно разработанным автором критериям оценки интегрального качества ЭЖЗ. Расчет показателей качества описан в /Приложении 6/. Экспериментальное моделирование принципов осуществлено на примере пяти жилых домов усадебной застройки, запроектированных для строительства в городе Йошкар-Ола и его пригороде, и двух пятиэтажных домов для строительства в г.Лысково и г.Кстово Нижегородской области. Характеристика объектов оценки приведена в /Приложении 7/.

Наиболее приближенным к идеалу ЭЖЗ среди рассмотренных объектов усадебной застройки является объект №1 ($\Sigma k_i G_i = 0,730$), далее следует объект №2 ($\Sigma k_i G_i = 0,650$), а минимальное из рассмотренных объектов имеет объект №5 ($\Sigma k_i G_i = 0,573$), максимально возможное $\Sigma k_i G_i = 1,000$ /рис.3.21/ /Приложение 8/. Дальнейшему повышению энергоэффективности препятствовали так или иначе ряд условий: требования заказчика, застройка местности, отсутствие финансовых возможностей, регламентирующие действия местных органов власти.

Экспериментальное моделирование *архитектурно-планировочных принципов* прослеживается в соответствии критериям экономичности, эстетичности, формы и линейных параметров, определении внутренней планировки и конфигурации плана, т.е. в подавляющем большинстве свойств интегрального качества ЭЖЗ. Суммарный коэффициент весомости составляет $G_{1,4,5,6,7} = 0,586$.

Согласно МОК ЭЖЗ превалирующее значение из критериев качества ЭЖЗ приобретает экономичность, как одно из ключевых звеньев в системе концепции ЭЖЗ наряду с экологичностью и комфортностью. Имея самый высокий коэффициент весомости ($G = 0,320$), критерий экономичности является определяющим при разработке архитектурного решения ЭЖЗ. Показателем экономичности архитектурного решения является удельный расход тепловой энергии на отопление здания, который в свою очередь зависит от отапливаемого строительного объема и отапливаемой площади.

Кроме того, в расчете фигурируют температура и градусо-сутки отопительного периода, характерные для данного региона. В нашем случае, в рамках экспериментального моделирования принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ при равенстве внешних условий главенствующее значение получают отапливаемый объем и площадь.

Объект №2 имеет высокие значения относительного показателя качества по критериям формы и линейных параметров, качеству внутренней планировки и конфигурации плана, но значительно уступает объекту №1 в экономичности, что связано низкой долей отапливаемой площади при существенном строительном объеме. Вследствие такой нерациональной планировки возникает увеличение удельного расхода на отопление. Избегнув хотя бы незначительно этого недостатка, объект №2 претендовал бы на роль идеального ЭЖЗ. Еще одним недостатком можно назвать некоторую неоправданную сложность внешнего объема, следствием чего становится понижение качества формы и линейных параметров здания.

Показателем оптимально выбранных формы и линейных параметров является коэффициент компактности, удовлетворяющий нормативным требованиям. Он характеризует способность здания заключить в минимуме наружных ограждающих конструкций максимальный объем. Как показывает проведенный сравнительный анализ, эта способность увеличивается с возрастанием массивности (объема здания) и приближенности к кубической форме. Таким образом, из всех пяти объектов максимальное значение качества формы и линейных параметров получает объект №5 ($k_5=1,000$; при $V=593,22 \text{ м}^3$), а не удовлетворяет требованиям компактности объект №4 ($k_5=0,000$; при $V=243,9 \text{ м}^3$). Остальные же объекты занимают промежуточное положение. На понижение качества объекта №3 по данному пункту повлияло наличие эркера по объему первого этажа с переходом в открытый балкон на втором этаже.

Определение внутренней планировки рассматривается с точки зрения выполнения принципа теплового зонирования и использования «буферных

зон» в планировке ЭЖЗ. По этому показателю объекты №1 и 2 получают высший показатель среди пяти объектов – 0,900. Улучшению качества внутренней планировки с точки зрения энергоэффективности объектов №3,4,5 препятствовали требования и пожелания, продиктованные заказчиком.

Конфигурация плана с показателем качества в виде удельного периметра наружных стен принимает максимальные значения у объектов №2,3,5 с более значительным отапливаемым строительным объемом (391,7 м³; 382,9 м³; 593,22 м³ соответственно). При возрастании изрезанности фасада или средних величинах площади, заключенной в предельно низком значении периметра наружных стен, что чаще всего имеет место при вытянутой объема здания в вертикальной плоскости и низкой площади застройки (пример тому – объект №4 $k_7=0,610$), возникает увеличение удельного периметра наружных стен.

Экспериментальное моделирование принципа использования НВИЭ показывает возможность использования пассивной энергии Солнца, биоэнергии, вторичной энергии для жилых домов усадебной застройки без каких-либо высоких дополнительных финансовых вложений, кроме того открывает широкие возможности активного использования энергии Солнца, ветра благодаря свободе градостроительных условий усадебной застройки и способности в связи с этим беспрепятственной утилизации и использования нетрадиционных видов энергии. Ввиду аналогичности внешних условий для всех пяти объектов критерий использования НВИЭ принят одинаково равным $k_2=0,423$ с коэффициентом весомости $G_2=0,200$.

Экспериментальное моделирование *градостроительного принципа* при равенстве климатических условий определяется преимущественно ориентацией ЭЖЗ на местности с учетом Солнца, ветра. Оценка ориентации основывается на квалитетических данных, представленных Г.Г.Азгальдовым [1] и оценке горизонта по комплексу факторов, которая учитывает климатические условия. Наиболее благоприятная ориентация у

объектов №1 ($k_3=0,700$) и 2 ($k_3=0,800$). Более низкий k_3 у объекта №1 объясняется некоторым раскрытием фасада здания на запад, вследствие чего неизбежно возникнет перегрев в послеполуденное время летом. Причина – в ограничениях, диктуемых застройкой местности. Выходом из сложившегося положения будет обязательное применение солнцезащитных средств, которые устранят чрезмерное попадание солнечных лучей в помещение летом и не будут препятствовать им зимой ввиду низкого солнцестояния. Дальнейшему повышению коэффициента k_3 у объекта №2 препятствует обусловленная внутренней планировкой и застройкой местности сложившаяся ориентация спальных комнат на втором этаже. Одинаковое значение $k_3 = 0,600$ имеют объекты №3 и 4 ввиду своей схожести ориентации на местности и ориентации комнат дома. Низкий относительный критерий имеет объект №5 $k_3 = 0,400$, что вызвано требованиями заказчика.

Экспериментальное моделирование *конструктивного принципа* в данной работе предусматривает определение остекления здания. Тип заполнения светового проема при равных климатических условиях принимает одинаковое значение $k_8 = 0,700$. Площадь остекления зависит от конкретных проектных решений. Низкие значения k_9 у преобладающего большинства объектов вызваны недостаточной степенью остекленности фасадов, близкой к критическому значению с точки зрения обеспечения санитарно-гигиенических требований. Остекление здания должно обеспечивать компромисс между требованиями теплотехники (коэффициент остекленности $f=18\%$) и санитарно-гигиеническими требованиями (f назначается для каждого объекта по расчету). Наилучшим показателем площади остекления обладает объект №2 $k_9= 0,500$. Резерв улучшения качества освещения имеется у каждого объекта.

В целом, можно отметить, что дальнейшие шаги по разработке ЭЖЗ усадебного типа, скорее всего, будут связаны с продолжением тенденций, намеченных при проектировании объектов №1 и 2.

Автором разработана методика оценки качества ЭЖЗ и представлены критерии оценки. Оценка лишь по одному или двум критериям может привести к ошибочности результатов. Так, например, объект №4 по требованиям удельного расхода на отопление (критерий экономичности) имеет наивысшее значение относительного показателя качества $k_1=1,000$, но по всем остальным он значительно уступает или же вовсе не удовлетворяет требованиям ($k_5=0,000$; $k_9=0,000$; $k_6=0,200$). Ценность данной методики заключается в комплексном рассмотрении группы факторов, влияющих на энергоэффективность, затрагивающих архитектурные, конструктивные, эстетические, технологические аспекты формирования архитектурных решений ЭЖЗ.

Автором проведена сравнительная оценка запроектированных им принципиально отличных друг от друга по объемно- планировочному решению двух многоквартирных пятиэтажных жилых домов /рис.3.20/ /Приложение 8/. Объект №6 представляет собой 3-х секционный жилой дом меридиональной ориентации с небольшим поворотом на северо-восток. Объект №7 – 3-х секционный угловой дом с наибольшей поверхностью фасада, ориентированной на юг.. Экспериментальное моделирование градостроительного принципа выявляется в улучшенной ориентации объектов и показывает, что более благоприятным вариантом решения жилого дома является протяженный меридиональный жилой дом ($k_3=0,810$) по сравнению с угловым решением ($k_3=0,700$). Это связано с ограниченностью ориентации помещений квартир угловой секции и выходу окон кухонь на южные фасады /рис.3.22/.

Экспериментальное моделирование *архитектурно- планировочного принципа* показывает экономичность объекта №6 (размер одной секции 14,4х26,04 м) с удельным расходом тепловой энергии на отопление здания 73кДж/(м²·°С·сут) по сравнению с решением объекта №7 (размер одной секции 15х18,84 м) с удельным расходом тепловой энергии на отопление здания 88,7кДж/(м²·°С·сут). Таким образом, целесообразно применение

домов, планировка которых предусматривает максимально возможное увеличение площади этажа и достижение большей компактности объема здания.

Оба объекта характеризуются улучшенными показателями качества внутренней планировки и конфигурации плана, а также низким качеством свойства формы и линейных параметров (у объекта №6 $k_5=0,330$, а №7 $k_5=0,100$). Преимущество объекта №6, линейного дома с меридиональной ориентацией, состоит в резервах увеличения ширины корпуса за счет двухрядной блокировки квартир и насколько возможно увеличения длины здания, а значит и повышения тепловой эффективности. Дальнейшее улучшение качества объекта №7, углового дома с преобладающей южной ориентацией, просматривается в увеличении протяженности корпуса и этажности. Увеличение протяженности дома с 4 до 10 секций влечет снижение удельного расхода тепла на отопление до 5-7%. Кроме того, ученым при рассмотрении вариантов проектов домов установлено, что угловой дом имеет на 25% большую поверхность наружных стен [8].

Согласно исследованиям Беляева В.С. [8], максимальная экономия тепла, которую можно получить в случае применения всех энергосберегающих мероприятий, составляет 43% для 5-ти этажных домов.

В многоквартирном многоэтажном здании большая часть помещений имеет лишь одну наружную стену, в то время как в усадебном одноквартирном почти все комнаты угловые и подвержены воздействию окружающей среды со всех сторон. Специфические условия усадебного строительства отражаются в увеличении удельного расхода на отопление здания, удельного периметра наружных стен и увеличением коэффициента компактности здания на порядок.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.

1. Предложена методика формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности.

Методика проектирования ЭЖЗ включает анализ среды, экспериментальное моделирование, вариантное проектирование, критерии оценки проектных решений, методические рекомендации.

В замкнутом цикле проектного моделирования ЭЖЗ можно выделить следующие последовательно выполняемые мероприятия:

- а) Подготовительный (предпроектный) – фаза формулирования целевой установки на проектирование, изучения теоретической модели ЭЖЗ, определения средств достижения энергоэффективности в соответствии с конкретными условиями, проведения анализа среды.
- б) Этап творческого поиска. Этот этап основан на экспериментальном моделировании. Для данного этапа характерна повторяемость операций и вариантное проектирование, анализ согласно критериям оценки проектных решений.
- в) Этап творческой разработки.

Этап характеризуется системным подходом при одновременной разработке всех аспектов проектирования: градостроительных, функционально- планировочных, конструктивных, экономических и архитектурно- художественных.

2. В ходе анализа принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ сформулированы методические рекомендации к процессу архитектурного проектирования ЭЖЗ, которые излагают действия архитектора на стадии градостроительного, архитектурного и конструктивного проектирования ЭЖЗ.

3. Анализ среды включает в себя оценку климатических факторов и оценку потенциала НВИЭ места строительства.

4. Выявлены критерии оценки проектных решений: экономичность, использование НВИЭ, ориентация, форма и линейные параметры, внутренняя планировка, конфигурация плана, тип заполнения светового проема, площадь остекления. Предложенная система количественных и качественных критериев оценки создает предпосылки для выбора оптимальных проектных решений с использованием традиционного проектирования и методов математического моделирования.

5. Произведена оценка климатических факторов и оценка потенциала НВИЭ для условий Среднего Поволжья (в частности для г. Йошкар-Ола и Нижнего Новгорода).

6. Экспериментальное моделирование, проводимое с целью проверки предложенных в работе методики формирования архитектурных решений ЭЖЗ, качественных и количественных параметров основных принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ, в целом подтвердили правильность положений и рекомендаций, эффективность практического внедрения принципов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные автором комплексные исследования, включающие изучение и научное обобщение мировой практики проектирования, строительства, эксплуатации энергоэффективных зданий, многовариантные проектно-экспериментальные проработки архитектурно-планировочных решений позволили разработать принципы по формированию архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий.

Совокупность научных положений, полученных в результате исследований, составляет основу формирования архитектуры ЭЖЗ.

Основные научные и практические результаты, полученные при выполнении работы, состоят в следующем:

1. Изучение зарубежного и отечественного опыта проектирования и строительства ЭЖЗ малой и средней этажности позволило выявить *мероприятия* и сформулировать основные *пути экономии энергии* в зданиях.

2. Выявлены *предпосылки* для строительства энергоэффективных зданий: экологические, экономические, градостроительные, планировочные, природно- климатические, конструктивные, инженерные, стилистические, эстетические, социальные. Сформулированы *требования* к проектированию ЭЖЗ малой и средней этажности.

3. Автор сформулировал комплекс *основных принципов* по формированию архитектурных решений ЭЖЗ – градостроительных, архитектурно- планировочных, конструктивных, принципов использования возобновляемых источников энергии.

К группе *градостроительных принципов* формирования архитектурных решений ЭЖЗ относятся:

- принцип выбора местоположения здания с учетом климатических особенностей;
- принцип выбора местоположения здания с учетом местности;
- принцип выбора местоположения здания с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства.

К группе *архитектурно – планировочных принципов* формирования архитектурных решений ЭЖЗ относятся:

- принцип компактности формы здания;
- принцип определения общей архитектурно- планировочной концепции здания;
- принцип определения внутренней планировки здания;
- архитектурно- композиционный принцип.

К группе *конструктивных принципов* формирования архитектурных решений ЭЖЗ относятся:

- принцип выбора конструкции наружной облицовки стены;
- принцип выбора конструкции кровли;

- принцип выбора материала наружной облицовки;
- принцип выбора остекления здания (площади, конструкции, расположения светопроемов) и солнцезащиты.

К группе *принципов использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии* относятся:

- принцип использования энергии Солнца;
- принцип использования энергии ветра;
- принцип использования биоэнергии;
- принцип использования тепла верхних слоев земли;
- принцип использования вторичной энергии.

4. Исследованы теоретические основы ЭЖЗ. Определено *понятие* «энергоэффективное здание», объединяющее предложения разных ученых об определении энергоэффективного здания и сделана попытка исследования энергоэффективных зданий в контексте архитектурно-строительной экологии, как одного из ключевых звеньев во множестве концепций экологической архитектуры.

5. Разработана *теоретическая модель ЭЖЗ*, которая имеет своей целью оказать практическую помощь архитектору в осмыслении методов преобразования материальной среды обитания человека, формировании и организации структуры ценностей, отвечающей потребностям времени, воспитании личной ответственности специалиста. Определена *типология* ЭЖЗ малой и средней этажности.

6. Предложена *методика* формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности. Выявлены *критерии оценки* проектных решений: экономичность, использование НВИЭ, ориентация, форма и линейные параметры, внутренняя планировка, конфигурация плана, тип заполнения светового проема, площадь остекления. Предложенная система количественных и качественных критериев оценки создает предпосылки для выбора оптимальных проектных решений с использованием традиционного проектирования и методов математического моделирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании/ Г.Г.Азгальдов.- М.: Стройиздат,1989.-264с.:ил.
2. Архитектурная физика: Учеб.для вузов: Спец. «Архитектура»/В.К.Лицкевич, Л.И.Макриненко, И.В.Мигалина и др.; Под ред. Н.В.Оболенского.-М.: «Архитектура-С», 2005.- 448с.:ил.
3. Афанасьева, О.К. Гелиотеплицы в малоэтажном жилищном строительстве/О.К.Афанасьева// Жилищное строительство- 2007.- №11.-С.18-20.
4. Афанасьева, О.К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Автореферат дис. канд. арх. Москва, 2009.-20с.ил.
5. Бархин, Б.Г. Методика архитектурного проектирования: Учеб.- метод. Пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп./Б.Г.Бархин –М.: Стройиздат, 1982.- 224с., ил.
6. Белова, Е.М. Здание биоклиматической архитектуры – «Городские ворота Дюссельдорфа»/Е.М.Белова// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2006.- №2.
7. Беляев, В.С., Степанова, В.Э. Об использовании альтернативных источников энергии/В.С.Беляев, В.Э.Степанова//Жилищное строительство- 2005.- №10.-С.15-16.
8. Беляев, В.С., Хохлова, Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. Учеб. пособие для студ. вузов по спец. «Промышленное и гражданское строительство»/В.С.Беляев, Л.П.Хохлова.-М.: Высш. шк.,1991.-255с.:ил.
9. Береговой, А.М., Прошин, А.П., Береговой, В.А. Энергосбережение в архитектурно-строительном проектировании/А.М.Береговой, А.П.Прошин, В.А.Береговой// Жилищное строительство-2002.-№5.-С.4-6.

10. Бондаренко, В., Ляхович, Л., Хлевчук, В., Матросов, Ю. О нормативных требованиях к тепловой защите зданий/В.Бондаренко//БСТ.- 2001.-№11.
11. Блази, В. Справочник проектировщика. Строительная физика/ В.Блази.- М.:Техносфера, 2005.- 536 с.
12. Блохин, П.Н. Жилая квартира в восстановительном строительстве/ П.Н.Блохин// Сборник Института Архитектуры Массовых Сооружений «Жилой дом, архитектура и строительство».-1948.-№1.-С.19-26.
13. Бродач, М.М. ВІПКІ – новый взгляд на энергосбережение/М.М.Бродач// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2002.- №6.- С. 14-20.
14. Бродач, М.М., Шилкин, Н.В. Многоэтажное энергоэффективное жилое здание в Нью-Йорке/ М.М.Бродач, Н.В.Шилкин//АВОК.- 2003.- №4.
15. Булгаков, С.Н. Энергоэффективные строительные системы и технологии/С.Н.Булгаков// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-1999.- №2.
16. Васильева, И.М., Порублев, А.И., Чадин, И.М., Кетаов, А.Г. Гелиотеплоснабжение населенных мест. Инженерное оборудование населенных мест, жилых и общественных зданий. Обзорная информация.Вып.4/ И.М.Васильева, А.И.Порублев, И.М.Чадин, А.Г.Кетаов.- Москва-1984.
17. Все о строительстве в Украине//[Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет: www.ibud.com.ua
18. Гельберг, Л.А. Вопросы экономики жилого дома/Л.А.Гельберг//Сборник Института Архитектуры Массовых Сооружений «Жилой дом, архитектура и строительство».-1948.-№1.-С.27-36.
19. Гельберг, Л.А. Вопросы экономики проектных решений жилых домов/Л.А.Гельберг.- Москва,1956.-63с.
20. Гликин, С.М. Современные ограждающие конструкции и энергоэффективность зданий/С.М.Гликин.- М., 2003.- 157с.

21. Граник, Ю.Г. Объемно-планировочные решения при формировании новых типов энергоэффективных жилых зданий/ Ю.Г.Граник, А.А.Магай В.С.Беляев// Энергосбережение.- 2003.- №4.- С. 79-81.
22. Граник, Ю.Г. Формирование новых типов энергоэффективных жилых зданий/ Ю.Г.Граник, А.А.Магай, В.С.Беляев// Жилищное строительство.-2003.-№10
23. Давиденко, П.Н., Петрова, З.К. О проектировании ресурсосберегающей и экологической жилой среды/П.Н.Давиденко, З.К.Петрова // Жилищное строительство.-2003.-№9.-С.3-11.
24. Дмитриев,А.Н. Пассивные здания и нетрадиционные источники энергии — развитие перспективных направлений в энергосбережении/А.Н.Дмитриев//Энергосбережение.-2002.-№3.- С.18-19.
25. Достопримечательности Ростовской области//[Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет:www.rostov-region.ru
26. Здание Терморок в г. Лимхамне (Швеция) — опытная станция с автоматическим управлением. - М.: ЦИНИС, 1976.
27. Ильичев, В.А. Россия и мир: экономия ресурсов в строительстве/ В.А. Ильичев//Архитектура и строительство Москвы.- 2003.- №2-3.-С.72-81.
28. История русской архитектуры: Учеб для вузов/В.И.Пилявский, Т.А.Славина, А.А.Тиц, Ю.С.Ушаков, Г.В.Заушкевич, Ю.Р.Савельев.- 2-е изд., перераб. и доп.- С.-Петербург, Стройиздат СПб, 1994.- 600с.:ил.
29. Карташова, К.К. Социально- пространственная модель доходного дома как прообраз современного городского жилища/К.К.Карташова//Известия вузов.Строительство.-2001.-№4.-С.114-122.
30. Климатологический справочник СССР.Вып.8а.- Л., Гимиз, 1957.- 212с.

31. Климатологический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 8. Часть VI. Т. 2. Облачность и солнечное сияние. - Л., Гимиз, 1960.-196с.

32. Кокорин, А. Киотский протокол к рамочной конвенции ООН. В чем же суть Киотского протокола?/А.Кокорин//[Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет: wwf.ru/aboutwhat_we_docclimatekyotodoc28page1.html

33. Кокорин, А. Киотский протокол к рамочной конвенции ООН. Киотский протокол – что же это такое?/А.Кокорин// [Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет: wwf.ru/aboutwhat_we_docclimatekyoto.html

34. Кокорин, А. Киотский протокол к рамочной конвенции ООН. Что же из этого следует?/А.Кокорин//[Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет: wwf.ru/aboutwhat_we_docclimatekyotodoc28page2.html

35. Кудрявцев, В.Г. Деревянное зодчество марийцев: Монография/В.Г.Кудрявцев//Йошкар-Ола: МарНИИЯЛИ, 2004.- 120с., ил.

36. Кулишов, В. И. В Низовьях Дона/ В.И.Кулишов// М.: Искусство, 1987.

37. Куприянов, В.Н. Строительная климатология и физика среды: Учебное пособие/В.Н.Куприянов//Казань: КГАСУ, 2007.-114с.

38. Ливчак, В. И. Как же приблизить время расчетов жителей за потребленные ресурсы в объеме того, что потребили/В.И.Ливчак // Энергосбережение.- 2006. -№ 2. -С. 46-48.

39. Ливчак, В.И. Энергосбережение при строительстве и реконструкции жилых зданий в России/ В.И.Ливчак// Энергосбережение.- 2001.-№5.- С. 26-27.

40. Лыжин, С.М. Формирование структуры квартирного фонда крупнейшего города/С.М.Лыжин// Жилищное строительство.-2006.-№4.- С.18-22.

41. Маклакова, Т.Г. Функция- конструкция- композиция. Учебник/Т.Г.Маклакова-М.: Изд-во АСВ, 2002.-256с., ил.

42. Маркус, Т.А. Моррис, Э.Н. Здания, климат и энергия/ Т.А.Маркус. Э.Н.Моррис.- Л.:Гидрометеиздат. 1985. - 542 с.
43. Матросов, Ю.А. Регионы России переходят на энергетический принцип проектирования и строительства зданий/Ю.А.Матросов//Энергосбережение.-2002-№2.-С.44-47.
44. МГСН 2.01–99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению». – М. : ГУП «НИАЦ», 1999.
45. Меерсон, Д.С. Архитектура жилого района Сталинграда/ Д.С.Меерсон// Сборник Института Архитектуры Массовых Сооружений «Жилой дом, архитектура и строительство».-1948.-№1.-С.12-18.
46. Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий/ Под ред. Н.А.Катковой.- Сектор научно- технической информации АКХ. Москва.- 1994.
47. Метеорологический ежегодник.1989г. Вып.29.Ч.2/Гос.ком.СССР по гидрометеорологии Верхне-Волжск.территор.упр.по гидрометеорологии. Гидрометеорологический центр.- Горький, 1990.-86с.
48. Милославский, М.Г. История строительной техники и архитектуры/ М.Г.Милославский.- М.: Издательство «Высшая школа», 1964.- 248 с.
49. Михайлова, И. Современные строительные материалы и товары/ И.Михайлова, В.Васильев, К.Миронов.-М.: Изд-во Эксмо, 2005.-576с
50. Михайлов, С. А., Васильев, В. М., Помогаев, В. Ф. Повышение энергоэффективности как ключевой фактор достижения энергетической безопасности в России/ С. А. Михайлов, В. М. Васильев, В. Ф. Помогаев// Энергосбережение.- 2006. -№ 2.
51. Михеев, А.П., Береговой, А.М., Петрянина, Л.Н. Проектирование зданий и застройки населенных мест с учетом климата и энергосбережения: Учебное пособие.-3-е изд. перераб.и доп./А.П.Михеев, А.М.Береговой, Л.Н.Петрянина.- М.:Издательство АСВ, 2002.-192с.

52. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных зданий. Дис. канд.арх. Москва, 2007.-142с.ил.
53. Молчанов, В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./В.М.Молчанов.- Ростов н/Д: «Феникс», 2003.- 240с.: ил.- (Серия «Учебные пособия»)
54. Новиков, В.А. Архитектурная организация сельской среды: Учеб. Пособие/В.А.Новиков.-М.:Архитектура-С.-2006.-376с.ил.
55. Нурмиев, Г.Н. Москва-энергоэффективный город/Г.Н.Нурмиев//Жилищное строительство.-2002.-№4.-С.26-28.
56. Оболенский Н.В. Архитектура и солнце/ Н.В.Оболенский.- М.: Стройиздат , 1988. - 207с.
57. Огородников, И.А. Экодом — жилище XXI века/И.А.Огородников//Архитектура и строительство России.- 1996.- № 9-10. -С. 14-15.
58. Огородников, И.А. Экодом в Сибири. Обзор литературы, оригинальные разработки, рекомендации специалистов/ И.А. Огородников, О.Н. Макарова, Е.С. Дубынина. - Исар-Сибирь, Новосибирск, 2000.-89с.
59. Онищенко, С.В. Автономная система энергоснабжения жилого дома/С.В.Онищенко// Жилищное строительство.-2008.-№9.-С.10-12.
60. Онищенко, С.В. Автономные энергоэффективные здания усадебной застройки/С.В.Онищенко// Жилищное строительство.-2008.-№7.- С.7-8.
61. Орельская, О.В. Современная зарубежная архитектура: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О.В.Орельская. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.- 272 с.
62. Особенности казачьей архитектуры//[Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет:www.razdory-museum.ru/homestead.html
63. Основные положения Энергетической стратегии России на период до 2020.Одобрены правительством РФ,№39 от

23.11.2001/Приложение к общественно-деловому журналу «Энергетическая политика».- М.:ГУ НЭС, 2001.

64. Очерки истории строительной техники России XIX- начала XX веков/ В.В. Большаков, И.Г. Васильев, А.И. Власюк, Б.М. Голдовский, Е.К. Иванова, и др. Под ред. Г.М. Людвига.- М.: Издательство литературы по строительству, 1964.-371 с.

65. Перспективы реконструкции в Новосибирске// Строительство и недвижимость.-2005.-№5.

66. Плешивцев, В.Г. Новый закон «Об энергосбережении в Москве»/В.Г.Плешивцев//Энергосбережение.-2006.-№1.

67. Подолян, Л.А. Энергоэффективность жилых зданий нового поколения. Дис.канд.т.н. Москва, 2005.

68. Попель, О.С. Эффективность применения солнечных водонагревателей в климатических условиях средней полосы России/О.С.Попель// Энергосбережение.-2001.- №1.- С. 27-30.

69. Рахимов, Р.З. Ресурсо - и энергосбережение в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве/Р.З.Рахимов// Архитектура и строительство Москвы.- 2003.- № 2-3.- С. 43-46.

70. Рецепт здоровья от «Чудо-окон»// Красивые дома.- №18.- С.112

71. Реттер, Э.И. Архитектурно- строительная аэродинамика/Э.И.Реттер.- Москва, Стройиздат, 1984.-294с., ил.

72. Ржеганек, Я., Яноуш, А. Снижение теплопотерь в зданиях/Пер. с чеш. В.П.Поддубного; Под ред. канд. техн. наук Л.М.Махова.- Москва, Стройиздат, 1988.-168 с.:ил.

73. Романова, О., Шахнес, Л. Окна ПВХ: вчера, сегодня, завтра/ О.Романова//Оконные системы и зимние сады. Архитектура, конструкции, оборудование.-2001.-№2.- С.32-34.

74. Роуф, Сьюзан. Оксфордский солнечный дом/Сьюзан Роуф//[Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет: - ecocities.narod.ru/roaf.html

75. Саидов, А.А. Планировочная структура жилых домов с солнечным отоплением. Обзорная информация. Вып.3/А.А.Саидов.- Москва-1985.
76. Сапрыкина, Н.А. Альтернативная архитектура с автономным энергообеспечением/Н.А.Сапрыкина//Известия вузов. Строительство.-2000.- №7-8.-С.112-116.
77. Сапрыкина, Н.А. Биоклиматическая архитектура как ресурс новаторства идей/Н.А.Сапрыкина//Известия вузов. Строительство.-2004.- №7.-С.85-91.
78. Сапрыкина, Н.А. Жилище нового поколения как интегрированная экологическая система/Н.А.Сапрыкина//Известия вузов. Строительство.- 2002.-№5.-С.112-115.
79. Сапрыкина, Н.А. Потенциальные возможности использования экологических принципов проектирования в архитектуре /Н.А.Сапрыкина//Известия вузов. Строительство.-2003.-№9.-С.129-134.
80. Сапрыкина, Н.А. Развитие и использование принципов динамической адаптации архитектурных объектов /Н.А.Сапрыкина//Известия вузов. Строительство.-1999.-№11.-С.112-120.
81. Сахаров, А.Н., Анисимова, И.И. Архитектурное проектирование малоэтажных жилых домов с солнечным энергоснабжением/А.Н.Сахаров, И.И.Анисимова.- М.,1983.
82. Селиванов, Н.П. Энергоактивные здания/Н.П.Селиванов, А.И.Мелуа, С.В.Зоколей и др. Под ред. Э.В.Сарнацкого и Н.П.Селиванова.- М.: Стройиздат,1988.-376 с.
83. Серебровский, Ф.Л. Аэрация жилой застройки/Ф.Л.Серебровский.-М.:Стройиздат,1971.
84. Симагин, В.А. Архитектурная экология карельского жилища/ В.А.Симагин, Р.В.Булгач, Н.В.Курбатова// Известия вузов. Строительство.- 2003.-№3.-С.101-104.

85. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.- Госстрой России, ФГУП ЦПП.- 2000.
86. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита.- Госстрой России, ФГУП ЦПП.- 2004.
87. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.- Госстрой России, ФГУП ЦПП.- 2003.
88. СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные.- Госстрой России, ФГУП ЦПП.- 2004.
89. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. Свод правил по проектированию и строительству.- Госстрой России, ФГУП ЦПП.- 2004.
90. СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий. Свод правил по проектированию и строительству.- Госстрой России, ФГУП ЦПП.- 2003.
91. Современный подход к возведению зданий и сооружений //Вестник.-2003.-№1.
92. Соловьев, М. М. Энергосбережение в Российской Федерации/М. М. Соловьев// Энергосбережение.- 2006. -№ 2.
93. Табунщиков, Ю.А. Здания высоких технологий: возможности современного строительства/Ю.А.Табунщиков // Архитектура и строительство Москвы.-2004.- №2-3.- С. 85-91.
94. Табунщиков, Ю.А. Основные принципы оценки экономической эффективности средств энергосбережения зданий/ Ю.А.Табунщиков, И.Н.Ковалев, Е.О.Гегуева // Энергосбережение.- 2004.- №5.- С. 26-32.
95. Табунщиков, Ю.А. От энергоэффективных к жизнеудерживающим зданиям/Ю.А.Табунщиков // АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2003.- №3.- С. 8-11.
96. Табунщиков, Ю.А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации/ Ю.А.Табунщиков// Архитектура и строительство Москвы.-2006.-№2-3.-С.49-53.

97. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективное здание как критерий мастерства архитектора и инженера/Ю.А.Табунщиков// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2001.- №2.- С. 8-11.
98. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективное здание: синтез архитектуры и технологии/Ю.А.Табунщиков// Архитектура и строительство Москвы.- 2003.- № 2-3.-С. 14-23.
99. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективное здание учебного центра/Ю.А.Табунщиков, М.М.Бродач, Н.В.Шилкин// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2002.- №5.- С. х-х.
100. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективное высотное здание/Ю.А.Табунщиков, Н.В.Шилкин, М.М.Бродач// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2002.- №3.- С. 8-20.
101. Табунщиков, Ю.А., Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий/ Ю.А.Табунщиков, М.М.Бродач// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-1998.- №1.- С. 27-30.
102. Табунщиков, Ю.А., Бродач, М.М., Шилкин, Н.В. Энергоэффективные здания/ Ю.А.Табунщиков, М.М.Бродач, Н.В.Шилкин// М.: АВОК-ПРЕСС, 2003.-200с.
103. Тетиор, А.Н. Архитектурно- строительная экология – важнейшая проблема XXI века/ А.Н.Тетиор// Жилищное строительство.-2001.-№2.-С.15-16.
104. Тетиор, А.Н. Городская экология: учеб. пособие для вузов/ А.Н.Тетиор.- М.: Издательский центр «Академия», 2006.- 336с.
105. Тетиор, А.Н. Экологичная архитектура и экологичная красота зданий и города/ А.Н.Тетиор// Жилищное строительство.-2001.-№12.-С.14-17.
106. ТСН 23-301-97(ТСН 31-301-96 НН) Строительная климатология для пунктов Нижегородской области.- Нижний Новгород.- 1997.

107. Федеральный закон «Об энергосбережении», №28-ФЗ от 3 апреля 1996.
108. Хихлуха, Л.В. Архитектура и ресурсосбережение/Л.В.Хихлуха// Архитектура и строительство Москвы.- 2003.- № 2-3.- С. 31-37.
109. Хихлуха, Л.В. Реализация Национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» требует всесторонней научной и экономической проработки/Л.В.Хихлуха//Строительные материалы.- 2006.- №4.- С.4-7
110. Хохлова, Л.П. Коттеджи с солнечным энергоснабжением/ Л.П.Хохлова//Жилищное строительство.-2005.-№8.-С.14-19
111. Цихан, Т.В. Концепция энергоэффективности жилых зданий – составная часть энергетической политики развитых стран/ Т.В. Цихан// Теория и практика управления.-2003.-№4.
112. Черешнев, И.В. Индивидуальный экодом для горожан/И.В.Черешнев//Жилищное строительство.-2008.-№10.-С.5-7.
113. Черешнев, И.В. Объемно-планировочные приемы формообразования энергоактивных жилых зданий/И.В.Черешнев//Жилищное строительство.-2006.-№12.-С.10-12.
114. Черешнев, И.В. Повышение энергоэффективности жилых зданий/И.В.Черешнев //Жилищное строительство.-2007.- №2- С. 8-11.
115. Черешнев, И.В. Энергосберегающая архитектура высокоплотного малоэтажного жилища/И.В.Черешнев //Жилищное строительство.-2006.- №5- С. 8-10.
116. Шарипов, А.Я. Энергоэффективные и энергосберегающие технологии в системе теплоснабжения жилого района Куркино г. Москвы/А.Я.Шарипов//Энергосбережение.-2001.-№5.-С.х-х
117. Шарупич, Т.С. Экспериментальный жилой дом. Жилой 10-этажный дом на 108 квартир со встроенными блоками теплиц третьего поколения с энерготехнологозависимыми модулями типа ТС-600А/

Т.С.Шарупич// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2005.- №5.- С. X-x

118. Шилкин, Н.В. Здание высоких технологий/ Н.В.Шилкин // АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2003.- №7.- С. 18-27.

119. Шилькрот, Е. О. Эффективное использование энергии – где и как?/ Е. О. Шилькрот// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2006.- №7.

120. Широков, И.В. Перспективы строительства жилых зданий с широким корпусом в современной России / И.В. Широков // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Архитектура. Экология.- Н.Новгород:ННГАСУ,2007- 212с.

121. Широков, Е.И. Энергопассивный экодом/ Е.И.Широков// Архитектура и строительство России.-1998.-№5.-С. 8-9.

122. Щекин, Р.В., Березовский, В.А., Потапов, В.А. Расчет систем центрального отопления/Р.В.Щекин, В.А.Березовский, В.А.Потапов.- Издательское объединение «Вища школа», 1975.- 215 с.

123. Энергоэффективный малоэтажный жилой дом с солнечным отоплением «Экодом Solar-5»// [Электронный ресурс].- Режим доступа: Интернет:www.inno-expert.ru

124. Якушевский Л.Е. Эколого - типологический подход к системному проектированию жилых зданий/Л.Е.Якушевский// Жилищное строительство.- 2003.-№8.-С.4-7.

125. Council Directive 93/76/EEC of 13 September 1993 to Limit Carbon Dioxide Emissions by Improving Energy Efficiency (SAVE)//Official Journal.L.237.22.09.1993,P.28-30 (Директива 93/76/ЕС по ограничению выделений двуокси углерода путем улучшения энергетической эффективности (СЭЙФ).

126. Decision No 647/2000 EC of the Council of 28 February 2000 adopting a multiannual program for the promotion of energy efficiency (SAVE,

1998-2002). (Решение 647/2000/ЕС о многолетней программе содействия энергетической эффективности (СЭЙФ, 1998-2002).

127. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings// Official Journal.04.01.2003.P.65-70. (Директива 2002/91/ЕС по энергетической эффективности зданий).

128. Energy-Efficient Building (Best of Fine Homebuilding) by Fine Homebuilding Editors and Editors of Fine Homebuilding (Paperback - Oct 15, 1999) – Illustrated

129. Foster, Michel. The principles of architecture. Style, structure and design/ Michel Foster.- Phaidon, 1983.-202p.

130. Foster, Norman. Sir Norman Foster and Partners/ Norman Foster.- Sir Norman Foster and Partners Publications, London, 1993.

131. Fukai, Dennis. Being sustainable : Building System Performance/ Dennis Fukai.- 2008

132. Gellot, John I. David Wright's residence in Santa-Pe/ John I. Gellot//ASHRAE Journal.- 1978.- vol. 20.- №1.-P.16-21.

133. Hyde, Richard. Bioclimatic Housing. Innovative Designs for Warm Climates/ Richard Hyde.- Paperback.- December 2007.-400 p.

134. Kelbaugh,D. Maison a Princeton dans le New-Jersey, U.S.A./ D. Kelbaugh//Techniques architecture.-1977.- N315.-P. 80-82.

135. Le Corbusier. Oeuvre compl'ete 1938-1946 (Boesiger W., ed)/ Le Corbusier .-Boesiger: Zurich,1946.

136. Lloyd Jones, David. Architecture and the Environment/ David Lloyd Jones.- Laurence King, 1998.

137. Phillips, Derek. Daylighting: natural light in architecture/ Derek Phillips.- Architectural Press, 2004.-212 p.

138. Shurcliff, William A. Super solar houses -- Saunders's 100% solar, low-cost designs/ William A. Shurcliff.- Brick House Publishing Company, 1983.- 118 p.
139. Stefanutti, Luca. Климатизация атриумов/Luca Stefanutti// АВОК (Вентиляция. Отопление. Кондиционирование)-2001.- №4.- С. 27-30.
140. Yeang, Ken. Designing with Nature: The Ecological basis for Architectural Design/ Ken Yeang.- New York: McGraw Hill Publication, 1995.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Список опубликованных автором работ по теме диссертации

1. Смирнова, С.Н. Проблема энергоэффективности жилых зданий и возможные пути ее решения / С.Н.Смирнова, А.А.Яковлев // Потенциалы России в глобальном мире: проблема адаптации и развития. Десятые Вавиловские чтения: материалы постоянно действующей Всероссийской междисциплинарной научной конференции с международным участием. Под общей редакцией проф. В.П.Шалаева: в 2 ч.- Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2006.- Ч.2.- С.278-279.

2. Смирнова, С.Н. Проблема энергоэффективности жилых зданий / С.Н.Смирнова, А.А.Яковлев // Актуальные проблемы современного строительства: Тез.докл.междунар.науч.-техн.конф.- Пенза:ПГУАС, 2007.- С.35-36.

3. Смирнова, С.Н. Энергоэффективные здания в контексте архитектурно-строительной экологии / С.Н.Смирнова, А.А.Яковлев // Научному прогрессу - творчество молодых: сборник материалов Международной научной студенческой конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам: в 3 ч.- Ч.3.- Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008.- С.229-230.

4. Смирнова С.Н. Влияние формы и ориентации здания на энергоэффективность/ С.Н.Смирнова // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Архитектура. Экология.-Н.Новгород:ННГАСУ, 2007.- С.94-99.

5. Смирнова, С.Н. Энергоэффективные здания в контексте архитектурно-строительной экологии / С.Н.Смирнова // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Архитектура. Экология.- Н.Новгород:ННГАСУ, 2008.- С.78-82.

6. Смирнова, С.Н. Энергосбережение в традиционных марийских поселениях/ С.Н.Смирнова, А.А. Яковлев // Архитектура зданий и

городской среды: Межвузовский сборник научных трудов под ред.С.И.Чикоты.- Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008.- С.62-66.

7. Смирнова, С.Н. Анализ опыта энергосбережения в традиционном строительстве / С.Н.Смирнова, А.А. Яковлев // Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов. Межвузовский сборник научных статей.- Йошкар-Ола:МарГТУ, 2009.- С.10-11.

8. Смирнова, С.Н. Выбор конструкции и материалов наружной облицовки стен энергоэффективного жилого здания / С.Н.Смирнова // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Архитектура. Экология.- Н.Новгород:ННГАСУ,2009.- С.97-101.

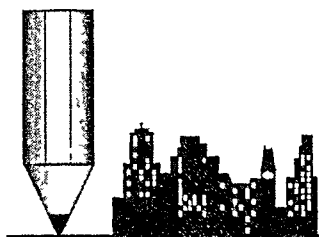
9. Смирнова, С.Н.* Теоретическая модель энергоэффективного жилого здания / С.Н.Смирнова //Приволжский научный журнал. Периодическое научное издание. - Н.Новгород: ННГАСУ, 2009.-С.86-91.

* Статья, опубликованная в издании, входящем в Перечень ВАК.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень выполненных автором
проектов жилых зданий, в которых использованы результаты
исследования**

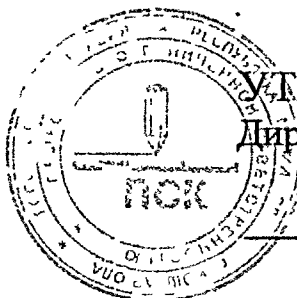
- 1) Жилой дом, расположенный по адресу: г.Йошкар-Ола, с.Семеновка, ул.Садовая, 96.Проект. Автор. 2008. Осуществляется.
- 2) Дачный дом в п. Старожильск. Проект. Автор. 2006. Осуществляется.
- 3) Жилой дом, расположенный по адресу: г.Йошкар-Ола, ул.Набережная, 14.Проект. Автор. 2007. Осуществляется.
- 4) Пристрой к существующему жилому дому по ул.Первомайская, 24 в г.Йошкар-Ола.Проект. Автор. 2006. Осуществлен.
- 5) Жилой дом по ул.Б.Чигашево, 28. Проект. Автор. 2008. Осуществляется.
- 6) Четырехэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой и цокольным этажом в г.Лысково, Нижегородской области. Предпроектное предложение. Соавтор, 2009.
- 7) Четырехэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой в г.Кстово, Нижегородской области. Предпроектное предложение. Соавтор, 2009.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Акты внедрения результатов исследования



ООО "ПСК"

Россия, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Зарубина, 45. ☎ 72-11-82



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ООО «ПСК»

В.Н.Сбитнев

А К Т

о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы
Смирновой Светланы Николаевны

Комиссия в составе: председатель – Сбитнев В.Н.

Члены комиссии: Бартова М.Д.
Фатыхова Ф.Г.

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий», представленной на соискание ученой степени, использованы в проектно-конструкторской деятельности ООО «ПСК» при разработке:

- 1) Дачный дом в п. Старожильск. Проект. Автор. 2006. Осуществляется.
- 2) Жилой дом, расположенный по адресу: г. Йошкар-Ола, ул. Набережная, 14. Проект. Автор. 2007. Осуществляется.
- 3) Пристрой к существующему жилому дому по ул. Первомайская, 24 в г. Йошкар-Ола. Проект. Автор. 2006. Осуществлен.

в виде эскизного проекта, методики расчета энергоэффективности архитектурных решений малоэтажных жилых зданий усадебного типа и рекомендаций по повышению энергоэффективности за счет совершенствования объемно-планировочных решений.

Использование указанных результатов позволяет повысить качество проектирования, эффективность использования энергии при эксплуатации объектов, улучшить микроклимат в помещениях жилых зданий.

Председатель комиссии:

Члены комиссии:

Сбитнев В.Н.

Бартова М.Д.

Фатыхова Ф.Г.



ООО «Институт каркасных систем - г. Йошкар-Ола»

ОГРН 1071215004156
ОКПО 80052181
№8614
к/с 30101810300000000630

ИНН/КПП 1215120719/121501001
р /с 40702810437180105899 в ОСБ Марий Эл
БИК 048860630

424000 Россия, Марий Эл, г Йошкар-Ола, ул. Пролетарская, 17.
тел/факс (8362) 45-90-57, e-mail: iksyo@mail.ru

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Институт
каркасных систем - г. Йошкар-Ола»



Лазарев А.И.

АКТ

о внедрении результатов
кандидатской диссертационной работы
Смирновой Светланы Николаевны

Комиссия в составе: председатель Лазарев А.И.

Члены комиссии: Титов А.Н.

Хлыбова В.П.

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий», представленной на соискание ученой степени, использованы в проектно- конструкторской деятельности ООО «Институт каркасных систем – г.Йошкар-Ола» при разработке:

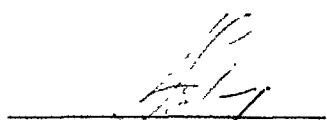
- 1) Жилой дом, расположенный по адресу: г.Йошкар-Ола, с.Семеновка, ул.Садовая, 96. Проект. Автор. 2008. Осуществляется.
- 2) Жилой дом по ул.Б.Чигашево, 28. Проект. Автор. 2008. Осуществляется.

в виде эскизного проекта, методики расчета энергоэффективности архитектурных решений малоэтажных жилых зданий усадебного типа и

рекомендаций по повышению энергоэффективности за счет выбора оптимальной ориентации объекта на местности, учета местной градостроительной ситуации, климатических условий и совершенствования объемно- планировочных решений.

Использование указанных результатов позволяет повысить качество проектирования, эффективность использования энергии при эксплуатации объектов.

Председатель комиссии:

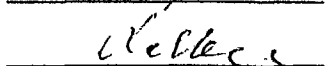


Лазарев А.И.

Члены комиссии:



Титов А.Н.



Хлыбова В.П.



ООО «Институт каркасных систем - г. Йошкар-Ола»

ОГРН 1071215004156
ОКПО 80052181
№8614
к/с 30101810300000000630

ИНН/КПП 1215120719/121501001
р /с 40702810437180105899 в ОСБ Марий Эл
БИК 048860630

424000 Россия, Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Пролетарская, 17.
тел/факс (8362) 45-90-57, e-mail iksyo@mail.ru

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Институт
каркасных систем - г. Йошкар-Ола»



АКТ

о внедрении результатов
кандидатской диссертационной работы
Смирновой Светланы Николаевны

Комиссия в составе: председатель Лазарев А.И.

Члены комиссии: Титов А.Н.

Хлыбова В.П.

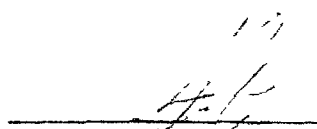
составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы
«Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных
жилых зданий», представленной на соискание ученой степени,
использованы в проектно- конструкторской деятельности ООО «Институт
каркасных систем – г.Йошкар-Ола» при разработке:

- 1) Четырехэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой и цокольным этажом в г.Лысково, Нижегородской области. Предпроектное предложение. Соавтор, 2009.
- 2) Четырехэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой в г.Кстово, Нижегородской области. Предпроектное предложение. Соавтор, 2009.

в виде эскизов архитектурных решений жилых зданий, вариантных проработок планировки, методики расчета энергоэффективности архитектурных решений жилых зданий средней этажности и рекомендаций по повышению энергоэффективности за счет выбора оптимальной ориентации объекта на местности, учета местной градостроительной ситуации, климатических условий, выбора внутренней планировки.

Использование указанных результатов позволяет повысить качество проектирования, эффективность использования энергии при эксплуатации объектов.

Председатель комиссии:

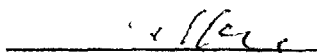


Лазарев А.И.

Члены комиссии:



Титов А.Н.



Хлыбова В.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

проректор по ОД Мар ГТУ

Шебанев



А К Т

внедрения в учебный процесс

Результаты исследований по диссертационной работе «Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий», представленной аспиранткой Нижегородского архитектурно-строительного университета, ассистентом кафедры «Проектирование зданий» строительного факультета Марийского государственного технического университета Смирновой Светланы Николаевны, используется в учебном процессе в рамках курсового и дипломного проектирования.

Аналитическая часть диссертационной работы использовалась при разработке учебно-методических комплексов по дисциплинам: «Типология и архитектурно-конструкторское проектирование», «Виды пластических решений архитектуры», «Архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений».

Декан строительного факультета
Мар ГТУ, к.т.н., доцент

В.Г.Котлов

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Вычисление значений коэффициентов весомости показателей свойств, находящихся на последнем ярусе дерева свойств

Показатели свойств, находящиеся на последнем ярусе дерева, ранжированные по убывающим значениям коэффициентов весомости			Показатели критических свойств (отмечены знаком «+»)	Откорректированные после исключения маловажных показателей значения коэффициентов весомости G_i при условиях: $e=0,21$; $\sum^e G_i^p = 0,21 \leq e$; $G_i = \frac{G_i^p}{1 - \sum G_i^p} = \frac{G_i^p}{1 - 0,21} = \frac{G_i^p}{0,79}$
№ показателя свойств на дереве свойств	Название свойства на последнем ярусе дерева свойств	Значения коэффициентов в весомости G_i^p		
1	2	3	4	5
80	Экономичность (затраты, понесенные обществом на строительство и эксплуатацию объекта)	0,25	+	0,32
7, 55	Ориентация по странам света	0,073	+	0,1

59	Использование энергии ветра	0,046		0,058
77	Эстетичность экстерьера	0,038		0,048
57	Пассивное использование энергии Солнца	0,029		0,037
58	Активное использование энергии Солнца	0,028		0,035
79	Сочетание с архитектурной средой	0,025		0,032
78	Сочетание с природной средой	0,025		0,032
25	Конфигурация плана	0,024	+	0,030
20	Застройка местности	0,021		0,027
54	Площадь остекления	0,021	+	0,027
52	Тип заполнения светового проема	0,021		0,027
62	Использование вторичной энергии	0,020		0,025
35	Принцип теплового зонирования	0,017	+	0,022
26	Объемная форма	0,017	+	0,022
36	Использование «буферных зон»	0,017		0,022
37	Уширение корпуса	0,017	+	0,022
5	Материал поверхности	0,013		0,017
60	Использование биоэнергии	0,011		0,014
61	Использование тепла верхних слоев Земли	0,011		0,014

76	Эстетичность интерьера	0,011		
56	Солнцезащитные средства	0,010		
6	Расположение поверхности	0,010		
28,13	Длина здания (линейные параметры)	0,010	+	0,013
29,12	Ширина здания (линейные параметры)	0,010	+	0,013
18	Направление ветра	0,009	+	0,011
19	Скорость ветра	0,009	+	0,011
34	Использование чердачного пространства	0,009		
53	Материал переплета светового проема	0,009		
15	Ориентация здания с учетом ветра	0,008	+	0,010
27	Высота здания (линейные параметры)	0,008	+	0,010
21	Рельеф	0,007		
23	Озеленение	0,007		
32	Использование подземного пространства	0,007		
33	Обваловка здания	0,007		
38	Экологичность материалов	0,007		
39	Энергоэкономичность материалов	0,007		
40	Комфортность материалов	0,007		

41	Ориентация на местную сырьевую базу	0,007		
30	Блокирование объемов	0,007		
72	Экологичность (воздействие на ландшафт)	0,006		
73	Экологичность (воздействие на растительный мир)	0,006		
74	Экологичность (воздействие на животный мир)	0,006		
75	Экологичность (воздействие на людей)	0,006		
1	Географическая широта местности	0,006		
3	Облачность	0,006		
2	Загрязненность атмосферы	0,005		
31	Тип жилого здания	0,005		
63	Гигиеничность	0,004		
64	Антропометричность	0,004		
65	Психофизиологичность	0,004		
66	Психологичность	0,004		
69	Предотвращение проникновения атмосферных осадков	0,004		
70	Предотвращение неблагоприятного влияния наружной температуры и влажности	0,004		

4,8	Время года	0,003		
10	Высота наветренного фасада	0,003		
16	Характер растительности	0,003		
22	Водоемы	0,003		
24	Элементы благоустройства	0,003		
67	Предотвращение проникновения загрязненного воздуха	0,003		
68	Предотвращение проникновения наружного шума	0,003		
71	Предотвращение неблагоприятного влияния движения попадающего в объект наружного воздуха	0,003		
11	Длина наветренного фасада	0,002		
17	Расположение растительности относительно здания	0,001		
42	Архитектурная выразительность конструкции стены	0,001		
43	Надежность в эксплуатации конструкции стены	0,001		
44	Легкость монтажа конструкции стены	0,001		
45	Стоимость	0,001		

	конструкции стены			
46	Долговечность конструкции стены	0,001		
47	Архитектурная выразительность конструкции кровли	0,001		
48	Надежность в эксплуатации конструкции кровли	0,001		
49	Легкость монтажа конструкции кровли	0,001		
50	Стоимость конструкции кровли	0,001		
51	Долговечность конструкции кровли	0,001		
9	Время суток	0,0004		
	Контроль:	$\Sigma = 1,00$		Контроль: $\Sigma = 1,00$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Критерии оценки проекта ЭЖЗ

№ п/ п	№ пок- ля свойств на дер. свойств	Название свойства на последнем ярусе дерева свойств	Зн-я коэф. вес-ти G_i	Название показателя свойства	Показатель свойства (формула)	Абсолютный показатель свойства				Относитель ный показатель свойства $k_i = \frac{q_i - q_i^{бр}}{q_i^{эт} - q_i^{бр}}$	$k_i G_i$
						ед. изм.	$q_i^{бр}$	$q_i^{эт}$	q_i		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	80	Экономичность (затраты, понесенные обществом на эксплуатацию объекта)	0,32	Эксплуатац. затраты на отопление	Удельный расход на отопление. (СНиП 23-02-2003. Тепловая защита., Прил.Г, табл.8,9).	кДж/ (м ² °C сут)	По табл.	По таб л.			
2	57, 58, 59, 5, 41, 62	Использование НВИЭ: энергии Солнца, ветра, вторичной	0,072 + 0,025 +	Квалиметрическая оценка		-	0	1			

		энергии, биоэнергии, тепла верхних слоев земли (пассивное и активное, использование солнечной радиации материалами наружной облицовки)	0,058 + 0,017 + 0,014 + 0,014 = 0,200						
3	7, 55, 18, 19, 15, 20	Ориентация по странам света с учетом солнечной радиации и ветра, застройка местности	0,159	Квалиметрическая оценка	-	0	1		

		параметры) Уширение корпуса Объемная форма									
6	35, 36	Определение внутренней планировки: Принцип теплового зонирования, использование «буферных зон»	0,044	Экспертный метод		%	0	100			
7	25	Конфигурация плана	0,030	Уд. периметр нар. стен	$P_{уд} = \frac{P_{нар.ст.}}{S_{общ.эт.}}$	м/м ²	<u>1,1</u> 0,25	<u>0,25</u> 0,13			
8	52	Тип заполнения светового проема	0,027	Привед.соп р-е теплопереда че R ₀	Зн-я сопротивления теплопередаче по СП 23-101-2004,	(м ² ·° С)/В т	0,56	0,82			

					СНиП 23-02-2003 Тепловая защита, табл.4						
9	54	Площадь остекления	0,027	Коэф-т остекленнос ти фасадов	СНиП 23-02-2003 п.9.4.4 $f = S_{ост} / S_{общ\ нар\ ст}$	%	18	По рас чет у			
		Контроль:	$\Sigma =$ 1,00								

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Расчет показателей критериев интегрального качества архитектурного решения ЭЖЗ

1. Экономичность

Для оценки критерия экономичности (затраты, понесенные обществом на эксплуатацию объекта) воспользуемся значением удельного (на 1 м² отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений, или на 1 м³ отапливаемого объема) расхода тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} , кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)].

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_h^{des} , кДж/(м²·°С·сут) или кДж/(м³·°С·сут), следует определять по формуле

$$q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (A_h D_d); \quad (6.1) \quad [85,88]$$

где Q_h^y -расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода, МДж;

A_h — сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания, за исключением технических этажей и гаражей, м²;

D_d — градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

В нашем случае градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, при $t_{int} = +20$ °С согласно [105] составляет:

Нижний Новгород (заречная часть) -5148 , °С·сут; Нижний Новгород (нагорная часть) -5194, °С·сут;

Йошкар-Ола - 5522, °С·сут [84]

Для оценки расхода тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода определим значение ориентировочной тепловой нагрузки системы отопления. Методика расчета изложена в [121].

Максимальный расход тепла на отопление по укрупненным измерителям определяют по формуле:

$$Q = q_o a (t_c - t_n) V_n, \text{ ккал/ч}, \quad (6.2)$$

q_o – удельная тепловая характеристика на отопление, ккал/м³ч °С,

a – поправочный коэффициент на изменение удельной тепловой характеристики в зависимости от местных климатических условий, принимаемый по таблице.

В нашем случае $a = 0,95$;

t_c – усредненная расчетная внутренняя температура отапливаемых помещений (табл.), согласно методике расчета $t_c = 18$ °С для жилых зданий;

V_n – строительная кубатура отапливаемого здания, м³;

t_n – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С согласно [84, табл.1.] принимает следующие значения: для г.Н.Новгород (заречная часть) $t_n = -32$ °С; для г.Йошкар- Ола $t_n = -34$ °С;

Удельная тепловая характеристика q_o по данным методики, изложенной в [45]. Промежуточные значения находим интерполяцией.

Табл. 6.1. Удельная тепловая характеристика

Здание	Объем зданий, V_n , тыс.м ³	Удельная тепловая характеристика, ккал/м ³ ч °С
Жилые дома, гостиницы и общежития	≤ 3	0,42
	5	0,38
	10	0,33
	15	0,31
	20	0,29
	25	0,28

	30	0,27
	>30	0,26

Для расчета расхода тепла на отопление за отопительный период воспользуемся формулой:

$$Q_{om.nep.} = Q_{zht} 24(t_c - t_{om.nep.}) / (t_c - t_n), \text{ ккал}; \quad (6.3)$$

$$t_{om.nep.} = -5,1^{\circ}\text{C};$$

Удельный (на 1 м² отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений [или на 1 м³ отапливаемого объема]) расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} , кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)], определяемый по приложению Г, должен быть меньше или равен нормируемому значению q_h^{req} , кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)], и определяется путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, ориентации здания и типа, эффективности и метода регулирования используемой системы отопления до удовлетворения условия

$$q_h^{req} \geq q_h^{des}, \quad (6.4)$$

где q_{req}^h - нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)], определяемый для различных типов жилых и общественных зданий, согласно [85, табл.8]

Табл.6.2. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление q_h^{req} жилых домов многоквартирных отдельно стоящих и блокированных, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$

Отапливаемая площадь домов, м^2	С числом этажей			
	1	2	3	4
60 и менее	140	—	—	—
100	125	135	—	—
150	110	120	130	—
250	100	105	110	115
400	—	90	95	100
600	—	80	85	90
1000 и более	—	70	75	80

Примечание — При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 60—1000 м^2 значения q_h^{req} должны определяться по линейной интерполяции.

Табл.6.3. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий q_h^{req} , $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$ или $[\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})]$

Типы зданий	Этажность зданий					
	1-3	4, 5	6,7	8,9	10,11	12 и выше
1 Жилые, гостиницы, общежития	По таблице 8	85[31] для 4-этажных многоквартирных и блокированных домов — по таблице 8	80[29]]	76[27,5]]	72[26]]	70[25]]

Нормируемое значение удельного расхода на отопление выступает при расчете относительного показателя качества в роли браковочного значения, эталонное значение условимся принимать согласно рекомендациям ученых на 10% ниже нормируемого.

2. Использование НВИЭ

Оценка использования потенциала НВИЭ производится на основе квалиметрии в баллах (равных групповым коэффициентам весомости):

Солнце - 0,384 (пассивное -0,192, активное – 0,192);

Ветер – 0,308;

Вторичная энергия – 0,154;

Биоэнергия – 0,077;

Тепло верхних слоев земли – 0,077;

3. Ориентация

Для оценки ориентации с учетом солнечной радиации и ветра воспользуемся рекомендациями Г.Г.Азгальдова. [1]

Табл.6.4. Квалиметрическая оценка ориентации окон общей комнаты

Ориентация окон общей комнаты	Значение показателя качества
Север 0°	0,12
Север (325-35)°	0,12
Северо-запад (300-325)°	0,25
Северо-восток (35-60)°	0,37
Запад (240-300)°	0,5
Восток (60-120)°	0,62
Юго-запад (215-240)°	0,75
Юго-восток (120-145)°	0,87
Юг (145-215)°	1,00

Табл.6.5. Квалиметрическая оценка ориентации окон спальни

Ориентация окон спальни	Значение показателя качества
Север 0°	0,12
Север (325-35)°	0,12
Северо-запад (300-325)°	0,25
Северо-восток (35-60)°	0,37
Запад (240-300)°	0,5
Восток (60-120)°	0,62
Юго-запад (215-240)°	0,75
Юг (145-215)°	0,87
Юго-восток (120-145)°	1,00

Табл.6.6. Квалиметрическая оценка ориентации окон кухни

Ориентация окон спальни	Значение показателя качества
Север (35-325)°	1
Восток (35-120)°	0,5
Запад (325-215)°	0,12
Юг (215-120)°	0,12

Оценка ветра производится согласно оценке горизонта по комплексу факторов (г.Йошкар-Ола и Н.Новгород), при необходимости назначаются дополнительные показатели качества. Итоговое значение показателя качества ориентации находится как среднее арифметическое значение.

4. Эстетичность

Оценка эстетичности производится экспертным методом в процентах от 0 до 100.

5. Форма и линейные параметры

При выборе формы и размеров здания предпочтение отдаётся объемно-планировочным решениям с минимальным значением коэффициента компактности, представляющим собой отношение площади поверхности

наружной оболочки здания A_e^{sum} к заключённому в ней отапливаемому объёму V_h :

$$K_e^{des} = A_e^{sum} / V_h \quad (6.5)$$

Согласно [85] расчетный показатель компактности здания для жилых зданий (домов), как правило, не должен превышать следующих значений:

- 0,25 для зданий 16 этажей и выше;
- 0,29 для зданий от 10 до 15 этажей включительно;
- 0,32 для зданий от 6 до 9 этажей включительно;
- 0,36 для 5-этажных зданий;
- 0,43 для 4-этажных зданий;
- 0,54 для 3-этажных зданий;
- 0,61; 0,54; 0,46 для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и

секционных домов соответственно;

- 0,9 для двухэтажных и одноэтажных домов с мансардой;
- 1,1 для одноэтажных домов.

Это нормируемое значение принимается за браковочное q^{br} . Эталонное q^{et} находится следующим образом.

Профессором Гиндояном А.Г. дифференцированием зависимости (6.5) и условий $d K_e^{des} / dh = 0$ и $V = \text{const}$ получены значения h_{opt} и $K_e^{des}_{min}$ для зданий в плане круглых, квадратных и прямоугольных. На базе полученных данных построены графики, позволяющие при заданном объеме здания установить их оптимальную высоту и минимальный коэффициент компактности /рис.2.42-2.43/. [19]

6. *Определение внутренней планировки*

Качество внутренней планировки определяется экспертным методом.

7. *Конфигурация плана*

Конфигурация плана характеризуется удельным периметром наружных стен.

Удельный периметр наружных стен определяется как отношение периметра наружных стен к общей площади этажа

$$P_{уд} = \frac{P_{нар.ст.}}{S_{общ.эт.}} \quad (6.6)$$

Браковочное значение в соответствии с рекомендациями для многоквартирных домов составит 0,25 м/м², а эталонное 0,13 м/м² по данным эталонных объектов. [7] Для многоквартирных – 1,1 м/м² (браковочное значение) со стремлением к эталону - 0,25 м/м². [20,21,123]

8. Тип заполнения светового проема

Качество типа заполнения светового проема оценивается по приведенному сопротивлению теплопередаче R_o . [85] Тепловая защита устанавливается нормируемое значение, которое в нашем случае принимается за браковочное. Для наших климатических условий это значение составит 0,56 (м²·°C)/Вт. Эталонное - 0,82 (м²·°C)/Вт как наилучшее возможное значение. Значения R_o принимаются по [88].

9. Площадь остекления

Площадь остекления характеризуется коэффициентом остекленности фасада.

$$f = S_{ост} / S_{общ\ нар\ ст} \quad (6.7)$$

Согласно [85, п.9.4.4] для наших условий f составит 18% (эталонное значение).

Браковочное значение находится исходя из требований естественного освещения с точки зрения санитарно- гигиенического комфорта помещений.

Размеры и расположение световых проемов в помещении, а также соблюдение требований норм естественного освещения помещений определяют предварительным расчетом площади световых проемов и КЕО при боковом освещении. [86,89] Среднее значение коэффициента остекленности по зданию находится следующим образом:

$$f = S_{ост} / S_{общ\ нар\ ст} \quad (6.8)$$

Согласно предварительному расчету $A_{co}/A_{\pi}=18\%$ для жилых зданий с глубиной помещения $d_{\pi}=6\text{м}$ (принимается как максимально возможное значение) , высота верхней грани световых проемов над уровнем условной рабочей поверхности $h_{01} = 1,5\text{м}$, тогда отношение $d_{\pi}/h_{01} = 4$ при нормированном значении КЕО $e=0,5\%$.

$$A_{co}/A_{\pi}=18\% , \quad (6.9)$$

где A_{co} – площадь остекления помещения, A_{π} – площадь помещения.

$S_{ост}$ – площадь остекления всего здания, равное ΣA_{co} всех помещений.

A_{hl} – площадь освещаемых помещений всего здания, равное ΣA_{π} всех помещений.

$$\text{Тогда } S_{ост} = 0,18 A_{hl} . \quad (6.10)$$

И коэффициент остекленности

$$f = S_{ост}/S_{общ\ нар\ ст} = 0,18 A_{hl}/S_{общ\ нар\ ст} \text{ (браковочное значение)}. \quad (6.11)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Характеристика объектов оценки

ОБЪЕКТ №1:

Жилой дом, расположенный по адресу: г. Йошкар-Ола, с. Семеновка, ул.Садовая, 96а.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 375 м³;

Площадь наружных теплопередающих конструкций

(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 300 м²;

Отапливаемая площадь: 115,11 м²;

Общая площадь: 137,76 м²;

Периметр наружных стен: 33,2 м;

Площадь остекления: 20 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	114,6 кДж/(м ² ·°C·с ут)	0,990
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,423	0,423
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,700	0,700
4	Эстетичность	Экспертный метод	90%	0,900
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	0,8 м ⁻¹	0,500
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	90%	0,900
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,48 м/м ²	0,730
8	Тип заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°C)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	12 %	0,140

ОБЪЕКТ №2 :

Жилой дом, расположенный по адресу: г. Йошкар-Ола, с. Семеновка,
ул.Набережная, 14.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 391,7м³;
Площадь наружных теплопередающих конструкций
(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 301, 6 м²;
Отапливаемая площадь: 110 м²;
Общая площадь: 183,24 м²;
Периметр наружных стен: 39,11 м;
Площадь остекления: 27,6 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	125,10 кДж/(м ² ·°C·с ут)	0,990
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,423	0,423
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,800	0,800
4	Эстетичность	Экспертный метод	80%	0,800
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	0,77 м ⁻¹	0,650
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	90%	0,900
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,42 м/м ²	0,800
8	Тип заполнения светового проема	Соппротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°C)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	13 %	0,500

ОБЪЕКТ №3 :

Жилой дом, расположенный по адресу: г. Йошкар-Ола, ул.Б.Чигашево, 28.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 382,9м³;

Площадь наружных теплопередающих конструкций

(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 326 м²;

Отапливаемая площадь: 108,31 м²;

Общая площадь: 153,9 м²;

Периметр наружных стен: 32,9 м;

Площадь остекления: 21 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	124,20 кДж/(м ² ·°С·с ут)	0,670
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,423	0,423
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,600	0,600
4	Эстетичность	Экспертный метод	88%	0,880
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	0,85 м ⁻¹	0,250
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	80%	0,800
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,42 м/м ²	0,800
8	Тип заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°С)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	12 %	0,140

ОБЪЕКТ №4 :

Жилой дом, расположенный по адресу: г. Йошкар-Ола, ул.Первомайская, 24.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 243,9м³;

Площадь наружных теплопередающих конструкций

(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 254,8 м²;

Отапливаемая площадь: 78,32 м²;

Общая площадь: 87,12 м²;

Периметр наружных стен: 26,5 м;

Площадь остекления: 11,55 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	115 кДж/(м ² ·°C·с ут)	1,000
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,423	0,423
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,600	0,600
4	Эстетичность	Экспертный метод	60%	0,600
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	1,00 м ⁻¹	0,000
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	20%	0,200
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,58 м/м ²	0,610
8	Тип заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°C)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	7 %	0,000

ОБЪЕКТ №5 :

Жилой дом, расположенный по адресу: респ.Марий Эл, п.Старожильск.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 593,22м³;

Площадь наружных теплопередающих конструкций

(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 412,84 м²;

Отапливаемая площадь: 175,85 м²;

Общая площадь: 200,43 м²;

Периметр наружных стен: 44,54 м;

Площадь остекления: 30,14 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	109,7 кДж/(м ² ·°С·с ут)	0,600
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,423	0,423
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,400	0,400
4	Эстетичность	Экспертный метод	80%	0,800
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	0,700 м ⁻¹	1,000
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	60%	0,600
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,44 м/м ²	0,780
8	Тип заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°С)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	14 %	0,333

ОБЪЕКТ №6 :

Четырехэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой и цокольным этажом в г.Лысково Нижегородской области.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 21 012,6м³;

Площадь наружных теплопередающих конструкций

(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 5 994 м²;

Отапливаемая площадь: 7 722 м²;

Периметр наружных стен: 191 м;

Площадь остекления: 612 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	73 кДж/(м ² ·°С·с ут)	0,875
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,346	0,346
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,810	0,810
4	Эстетичность	Экспертный метод	90%	0,900
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	0,290 м ⁻¹	0,330
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	90%	0,900
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,15 м/м ²	0,830
8	Тип заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°С)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	18 %	1,000

ОБЪЕКТ №7 :

Четырехэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой и цокольным этажом в г.Кстово Нижегородской области.

Исходные данные (ТЭП проекта):

Отапливаемый строительный объем: 12 943 м³;

Площадь наружных теплопередающих конструкций

(включая перекрытие и покрытие цокольного этажа): 3977 м²;

Отапливаемая площадь: 4193,5 м²;

Периметр наружных стен: 152 м;

Площадь остекления: 405 м².

Показатели качества:

№ п/п	Наименование свойства	Наименование показателя свойства	Абсол. показатель качества	Относит. показатель качества
1	Экономичность	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	88,7 кДж/(м ² ·°С·с ут)	0,000
2	Использование НВИЭ	Квалиметрическая оценка	0,346	0,346
3	Ориентация	Квалиметрическая оценка	0,700	0,700
4	Эстетичность	Экспертный метод	90%	0,900
5	Форма и линейные параметры	Коэффициент компактности	0,310 м ⁻¹	0,100
6	Определение внутренней планировки	Экспертный метод	90%	0,900
7	Конфигурация плана	Удельный периметр наружных стен	0,16 м/м ²	0,750
8	Тип заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	0,74 (м ² ·°С)/Вт	0,700
9	Площадь остекления	Коэффициент остекленности	19 %	0,900

ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Сравнительная оценка интегрального качества жилых домов

Сравнительная оценка интегрального качества малоэтажных жилых домов

№ п/п	Название показателя свойства	Коэф- т весомо сти G	ЖД №1 (г.Йошкар-Ола, с.Семеновка ул.Садовая, 96а)		ЖД №2 (г.Йошкар-Ола, с.Семеновка ул.Набережная, 14)		ЖД №3 (г.Йошкар-Ола, ул.Б.Чигашево, 28)		ЖД №4 (г.Йошкар-Ола, ул.Первомайская, 24)		ЖД №5 (п.Старожильск)	
			k_i	$k_i G_i$	k_i	$k_i G_i$	k_i	$k_i G_i$	k_i	$k_i G_i$	k_i	$k_i G_i$
1	Экономичность	0,320	0,990	0,317	0,620	0,198	0,670	0,214	1,000	0,320	0,560	0,179
2	Использование НВИЭ	0,200	0,423	0,085	0,423	0,085	0,423	0,085	0,423	0,085	0,423	0,085
3	Ориентация	0,160	0,700	0,112	0,800	0,128	0,600	0,096	0,600	0,096	0,400	0,064
4	Эстетичность	0,112	0,900	0,101	0,800	0,090	0,880	0,099	0,600	0,067	0,800	0,090
5	Форма и линейные параметры	0,080	0,500	0,040	0,650	0,052	0,250	0,020	0,000	0,000	1,000	0,080
6	Определение внутренней планировки	0,044	0,900	0,040	0,900	0,040	0,800	0,035	0,200	0,009	0,600	0,026
7	Конфигурация плана	0,030	0,730	0,022	0,800	0,024	0,800	0,024	0,610	0,018	0,780	0,023
8	Тип заполнения светового проема	0,027	0,700	0,019	0,700	0,019	0,700	0,019	0,700	0,019	0,700	0,019
9	Площадь остекления	0,027	0,140	0,004	0,500	0,014	0,140	0,004	0,000	0,000	0,333	0,009
	Интегральное качество:	$\Sigma =$ 1,000		$\Sigma = 0,730$		$\Sigma = 0,650$		$\Sigma =$ 0,596		$\Sigma =$ 0,615		$\Sigma =$ 0,573

Сравнительная оценка интегрального качества пятиэтажных жилых домов

№ п/п	Название показателя свойства	Коеф- т весомо- сти G	ЖД №6 (г.Лысково)		ЖД №7 (г.Кстово)	
			k_i	$k_i G_i$	k_i	$k_i G_i$
1	Экономичность	0,320	0,875	0,280	0,000	0,000
2	Использование НВИЭ	0,200	0,346	0,070	0,346	0,070
3	Ориентация	0,160	0,810	0,130	0,700	0,112
4	Эстетичность	0,112	0,900	0,100	0,900	0,100
5	Форма и линейные параметры	0,080	0,330	0,026	0,100	0,008
6	Определение внутренней планировки	0,044	0,900	0,040	0,900	0,040
7	Конфигурация плана	0,030	0,830	0,025	0,750	0,023
8	Тип заполнения светового проема	0,027	0,700	0,019	0,700	0,019
9	Площадь остекления	0,027	1,000	0,027	0,900	0,024
		$\Sigma =$ 1,000		$\Sigma = 0,717$		$\Sigma = 0,396$

k_i - относительный показатель свойства

На правах рукописи



Смирнова Светлана Николаевна

**ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

04200961082

18. 00. 02 - Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции
архитектурной деятельности

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата архитектуры
ТОМ II

Научный руководитель
доктор архитектуры, профессор,
А.А.Яковлев

Нижний Новгород - 2009

ГЛАВА 1. Мировой опыт проектирования и строительства энергоэффективных жилых зданий малой и средней этажности

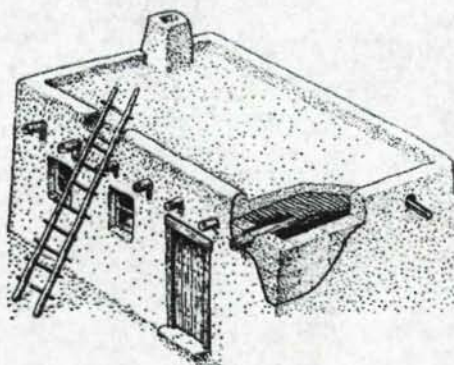


Рисунок 1.1 - Здания, характерные для пустынных климатов

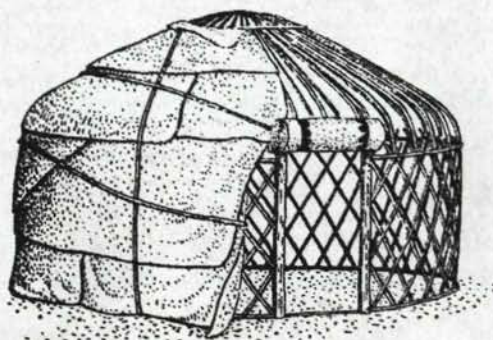


Рисунок 1.2 - Монгольская юрта

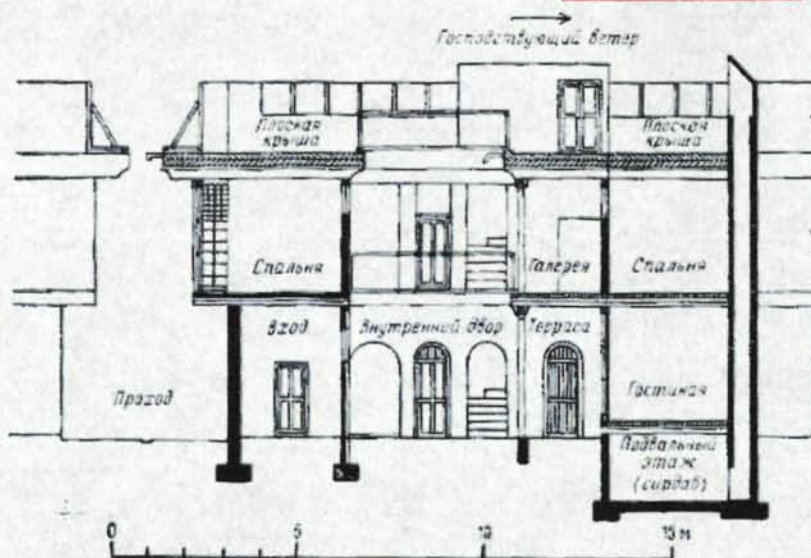


Рисунок 1.3 - Разрез (схема) типичного багдадского дома



Рисунок 1.4 - Традиционный малайский дом

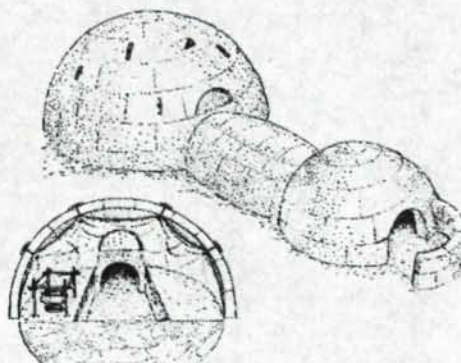


Рисунок 1.5 - Внутренний и внешний вид эскимосского иглу

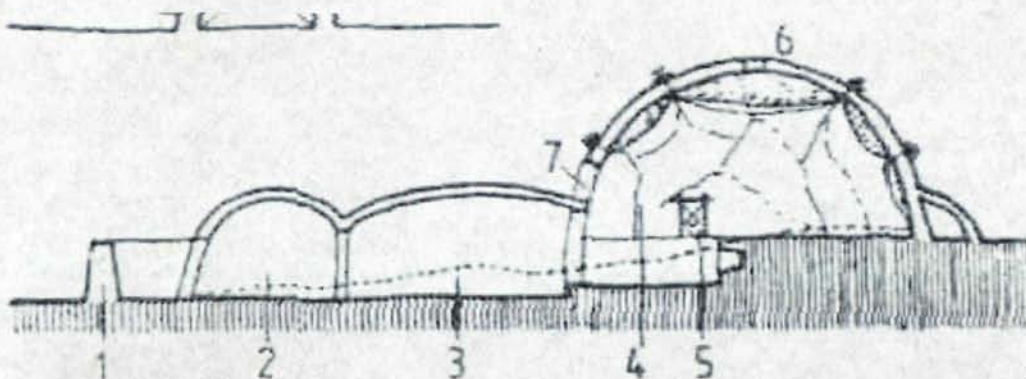


Рисунок 1.6 - Эскимосское иглу: 1 - ветрозащитная стенка; 2 - вход; 3 - коридор; 4 - жилой объем с входом через отверстие в полу; 5 - источник тепла (светильник); 6 - вентиляционное отверстие; 7 - окно



Рисунок 1.7 - Первое энергоэффективное здание в Манчестере (штат Нью-Хэмпшир, США, 1972г.)

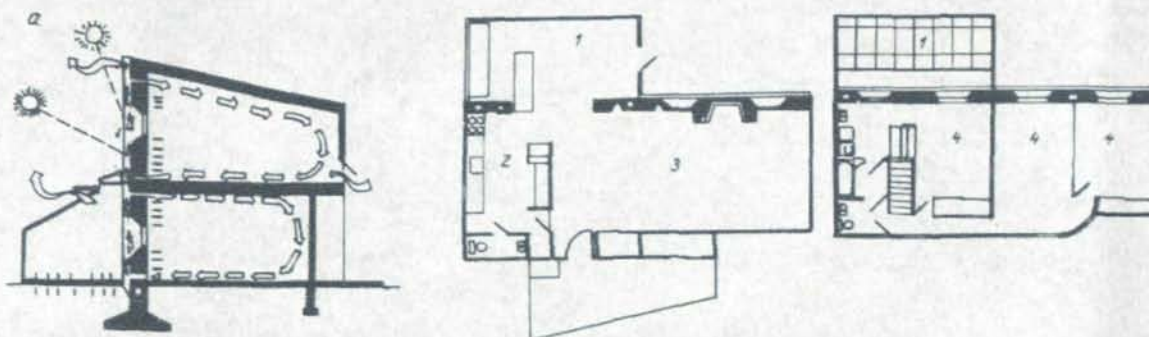


Рисунок 1.8 - Дом в Принстоне (США):

а - разрез; б — план первого уровня; в - план второго уровня; 1 - оранжерея; 2 — кухня; 3 -общая комната; 4 - спальни

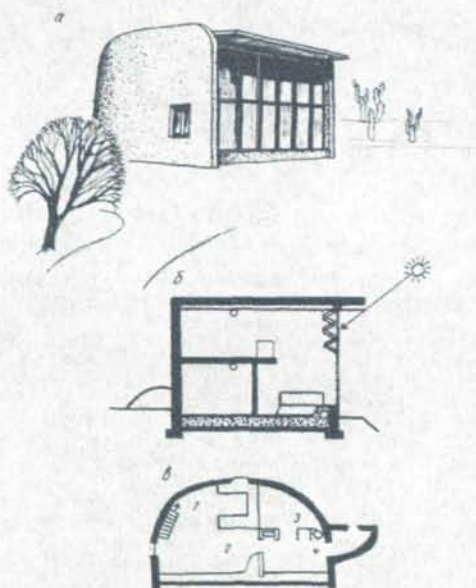


Рисунок 1.9 - "Солнечный дом" в
Санта-Фе (США):

а - общий вид; б - разрез; в - план
(1 - кухня; 2 — общая комната;
3 — рабочая комната; 4 -
комната-прихожая)

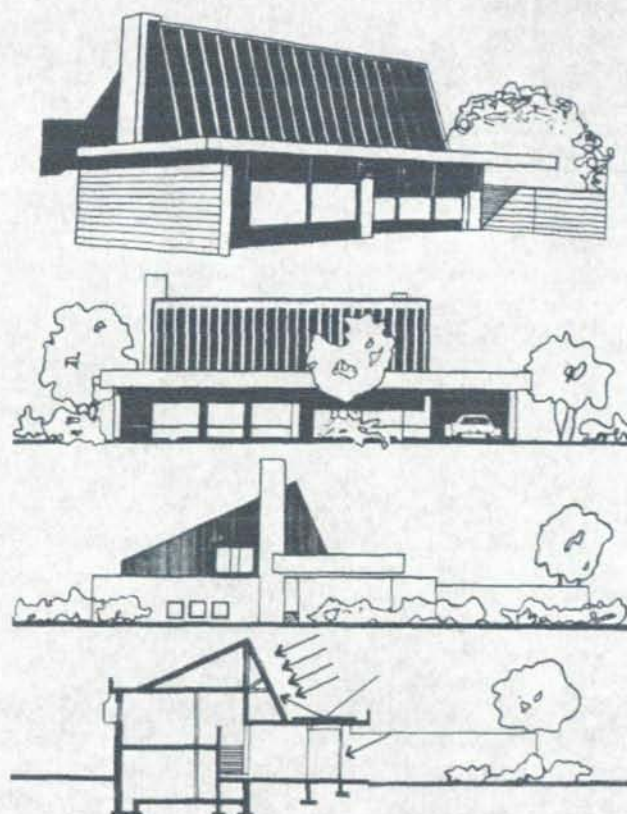


Рисунок 1.10 - Одноквартирный дом в
двух уровнях в г. Лимхамне (
Швеция):

а - перспектива; б —
главный; в - боковой
фасад; г - разрез



Рисунок 1.11 - Cliff-house (Вестон,
шт. Массачусетс, США, 1983г.).
Авторы - архитектор Эдвард Ф.
Шабо, солнечные системы - Н. Б.
Саундерс. Перспектива



Рисунок 1.12 - Cliff-house (Вестон, шт.
Массачусетс, США, 1983г.). Авторы -
архитектор Эдвард Ф. Шабо, солнечные
системы - Н. Б. Саундерс. Южный фасад



East end of Cliff House and attached two-car garage.

Рисунок 1.13 - Cliff-house (Вестон, шт. Массачусетс, США, 1983г.). Авторы - архитектор Эдвард Ф. Шабо, солнечные системы - Н. Б. Саундерс. Восточный фасад

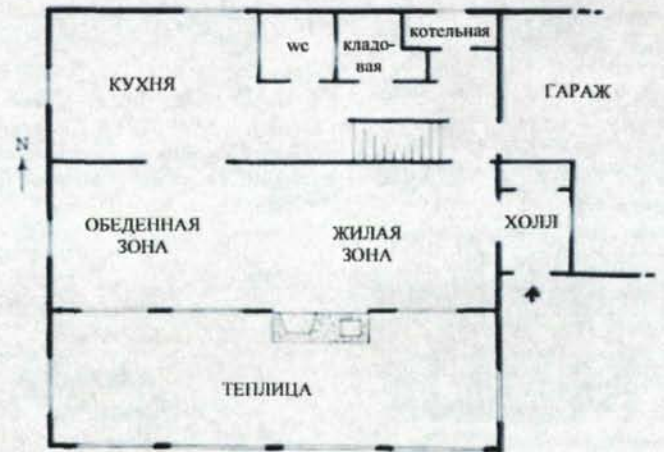


Рисунок 1.14 - Cliff-house (Вестон, шт. Массачусетс, США, 1983г.). Авторы - архитектор Эдвард Ф. Шабо, солнечные системы - Н. Б. Саундерс. План 1-го эт.

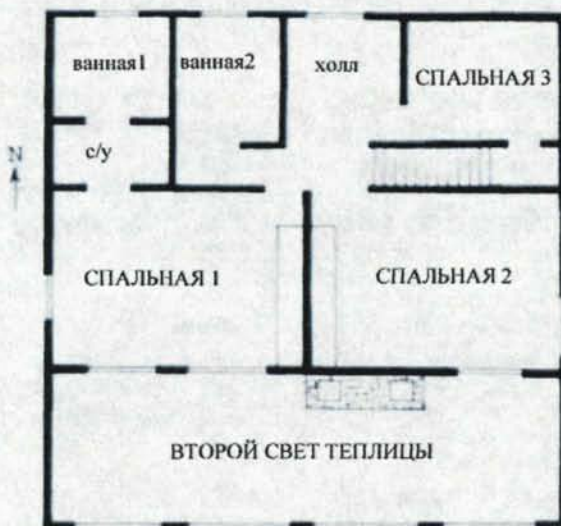


Рисунок 1.15 - Cliff-house (Вестон, шт. Массачусетс, США, 1983г.). Авторы - архитектор Эдвард Ф. Шабо, солнечные системы - Н. Б. Саундерс. План 2-го эт.

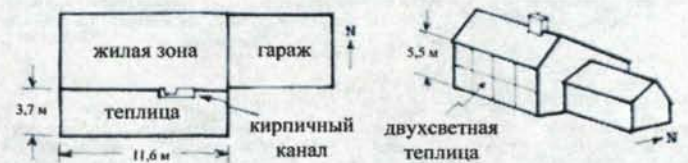


Рисунок 1.16 - Cliff-house (Вестон, шт. Массачусетс, США, 1983г.). Авторы - архитектор Эдвард Ф. Шабо, солнечные системы - Н. Б. Саундерс. Основные параметры теплицы

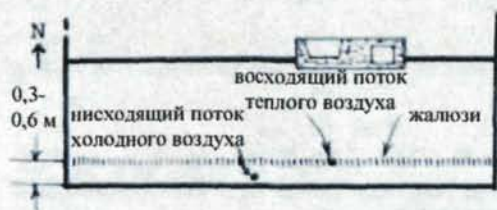


Рисунок 1.17 - Cliff-house (Вестон, шт. Массачусетс, США, 1983г.).
Авторы - архитектор Эдвард Ф. Шабо, солнечные системы - Н. Б. Саундерс. Система солнечного отопления



Рисунок 1.18 - Оксфордский солнечный дом (1995г., С.К.Роаф)

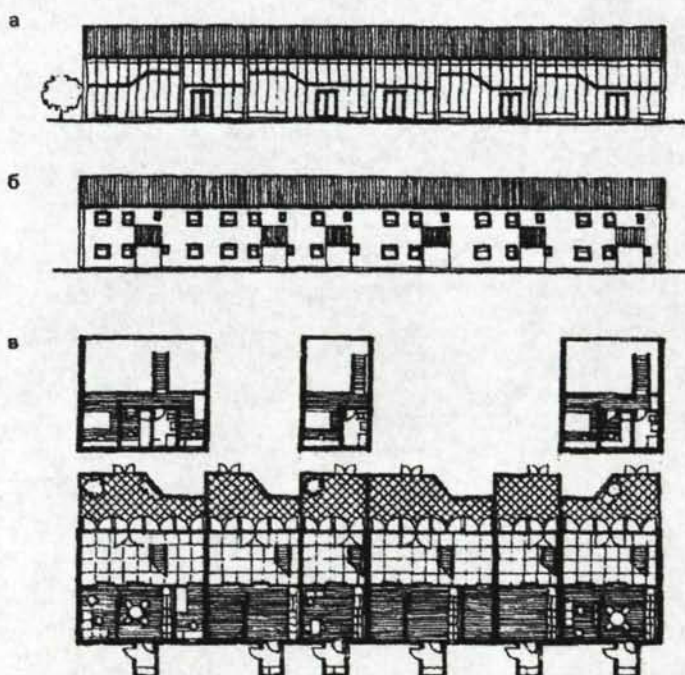


Рисунок 1.19 - Шестиквартирный блокированный дом Skriverhusene, Дания
а- южный фасад жилого дома; б- северный фасад жилого дома; в- планы первого и второго этажей

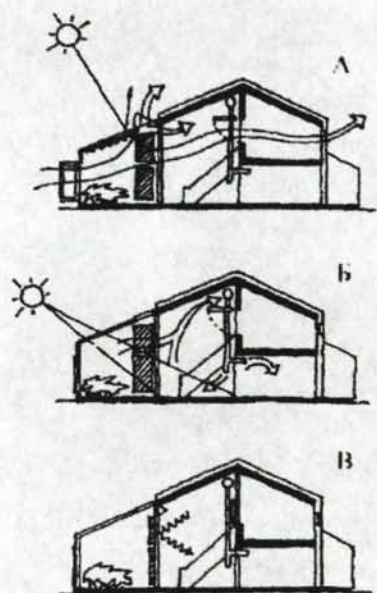


Рисунок 1.20 - Шестиквартирный блокированный дом Skriverhusene, Дания. Пример функционирования «пассивной» системы солнечного обогрева в различные периоды года

А- теплообмен при открытом режиме эксплуатации жилища — лето;

Б- теплообмен в межсезонный период года — весна, осень;

В- теплообмен при закрытом режиме эксплуатации жилища — зима.

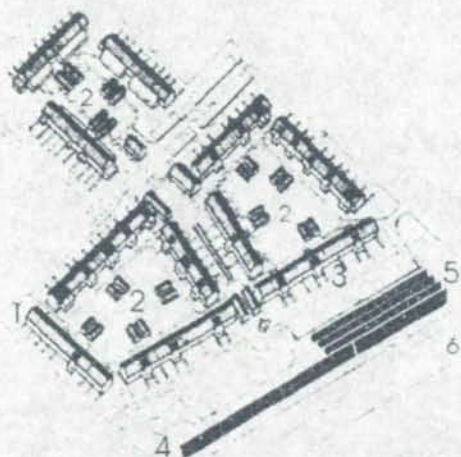


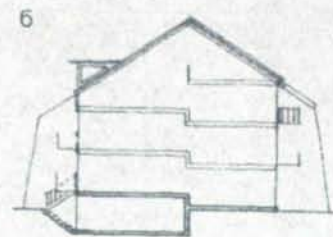
Рисунок 1.21 - Поселок Tubberupvange в пригороде Копенгагена (Дания)

1 — жилые блоки; 2 — общественные пространства; 3 — индивидуальные участки; 4 — шумозащитный земляной вал; 5 — солнечные коллекторы; 6 — транспортная магистраль



Рисунок 1.22 - Поселок Tubberupvange в пригороде Копенгагена (Дания)

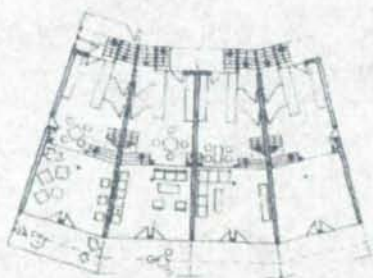
А — применение активных и пассивных систем утилизации энергии, расположенных в структуре здания; Б — применение активной системы с сезонным хранилищем тепла, расположенной отдельно от жилого поселения



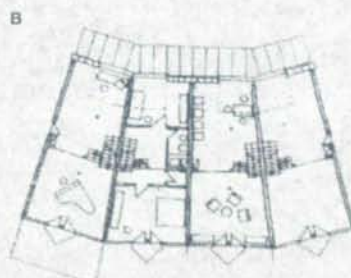
б — разрез здания

Рисунок 1.23 - Жилой комплекс "Солнечный сад" во Фрайбурге. Архитектор Рольф Диш, г.Фрайбург (Германия)

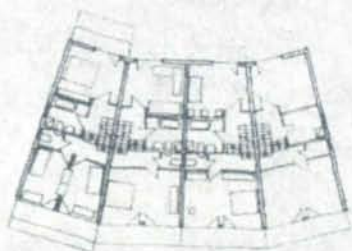
а — схема застройки жилого комплекса; б — разрез здания; в — планы этажей жилого дома



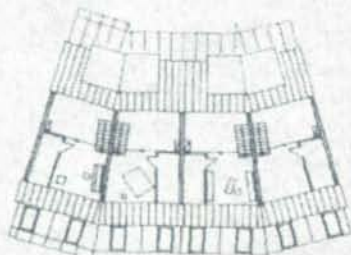
в- План первого этажа



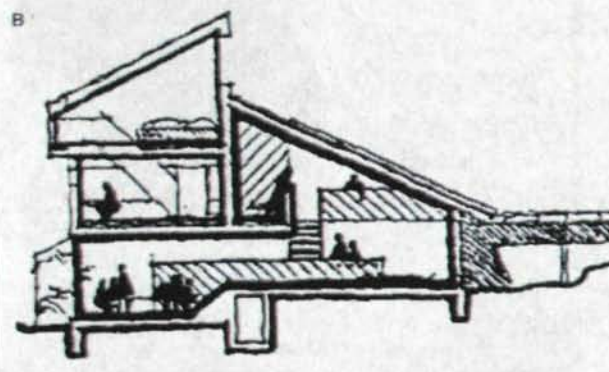
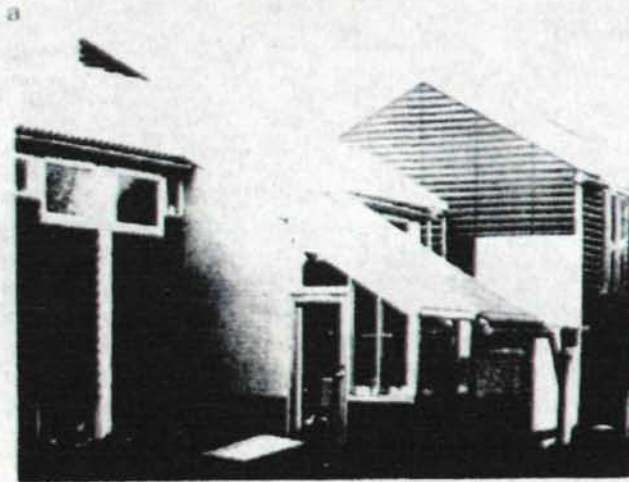
в- План третьего этажа



в- План второго этажа



в- План мансардного этажа



б)

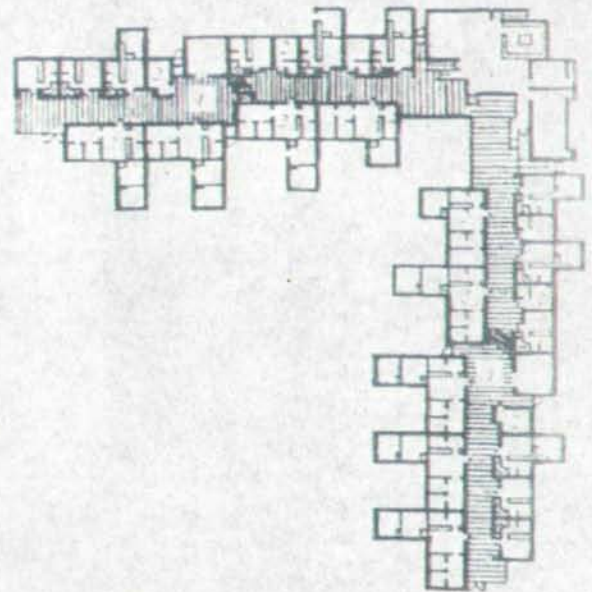


Рисунок 1.24 - Малоэтажный жилой комплекс Джиспрап Самилл (Дания)

а — фрагмент фасада, б — план первого этажа, в — разрез, 1 — остекленный атриум, 2-планы первого этажа двухуровневых блок-квартир, 3 — общественный блок: кухня-столовая, каминная, музыкальная комната



Рисунок 1.25 - Район VIIKKI (Хельсинки, Финляндия). Застекленные лоджии здания

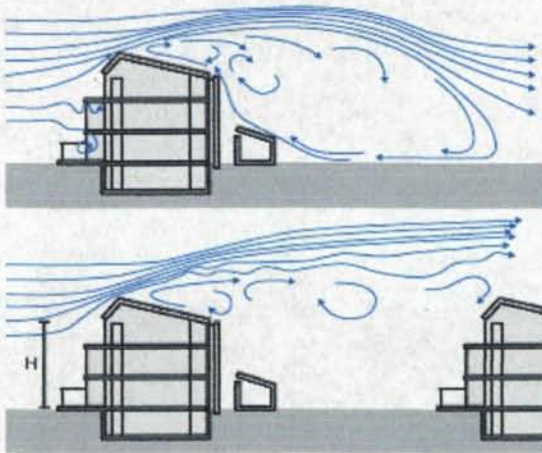


Рисунок 1.26 - Район VIIKKI (Хельсинки, Финляндия). Влияние формы и расположения зданий на ветровые потоки



Рисунок 1.28 - Район VIIKKI (Хельсинки, Финляндия). Система солнечного теплоснабжения

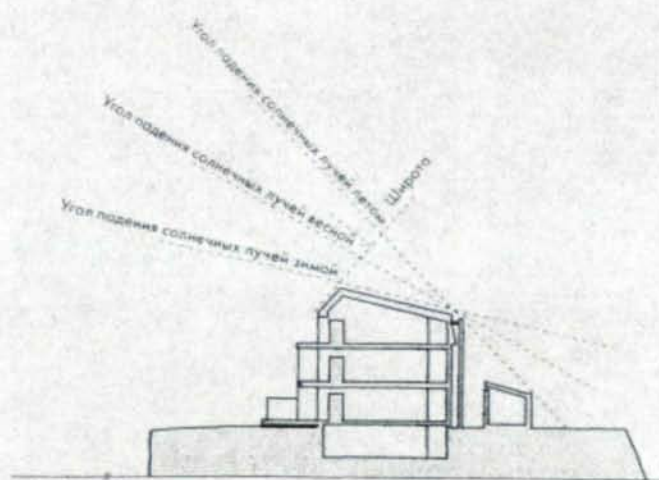


Рисунок 1.27 - Район VIIKKI (Хельсинки, Финляндия). Солнечные коллекторы в конструкции крыши жилого здания

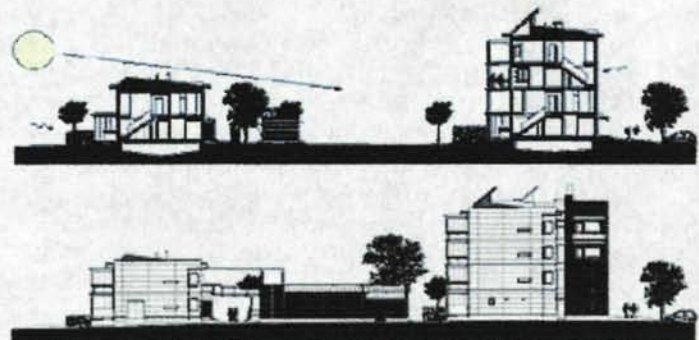


Рисунок 1.29 - Городская структура VIIKKI имеет однородную, компактную организацию. Район имеет небольшие здания с 1–3 уровнями. Такая низкая однородная структура в совокупности с множеством ограждений от ветра позволяет создать в районе приятный микроклимат

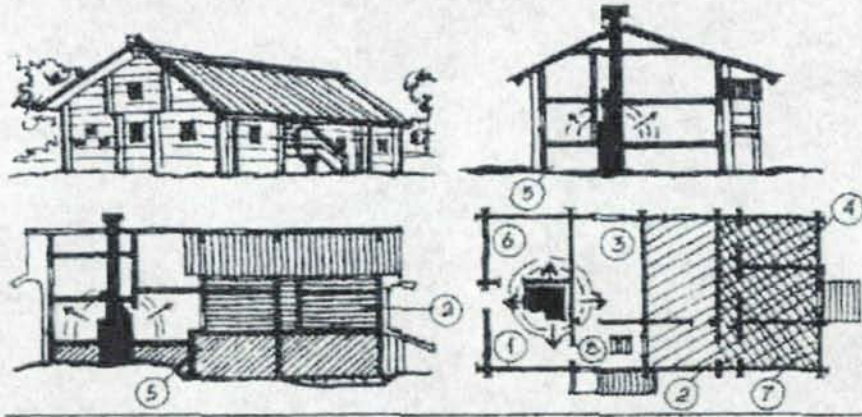


Рисунок 1.30 - Русская североевропейская изба: 1 - изба; 2 - клеть; 3 - сени; 4 - двор; 5 - подклеть; 6 - светлица; 7 - хозяйственные помещения; 8 - крыльцо



Рисунок 1.31 - Русская североевропейская изба. Фото. Музей-заповедник Кижи

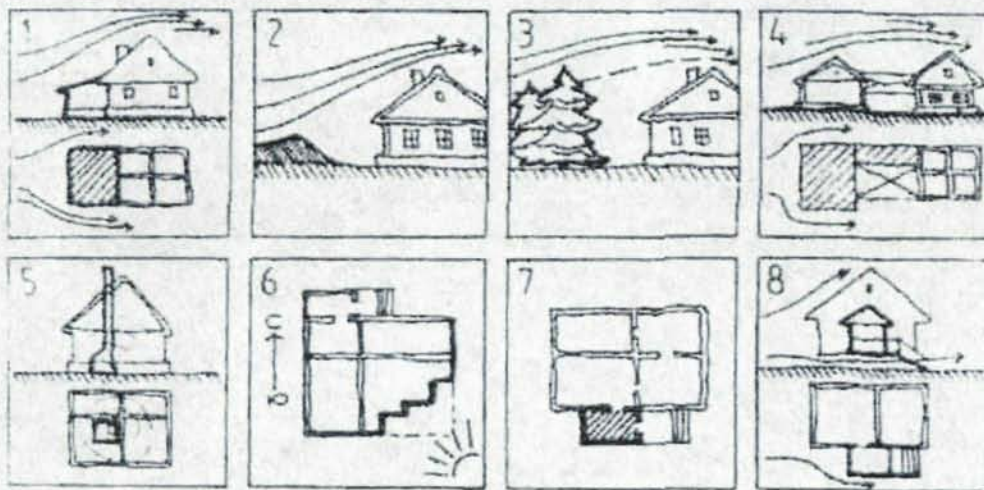


Рисунок 1.32 - Приемы учета климатических факторов в северных условиях: 1,4 - расположение хозяйственных помещений (буферных зон) с наветренной стороны; 2,3 - снего- и ветрозащита: устройство ветроотбойного вала, зеленых насаждений; 5 - центральное расположение печи ("теплового ядра") избы; 6 - смещение жилых помещений и окон на солнечные фасады; 7,8 - устройство сеней, ветрозащитных крылец

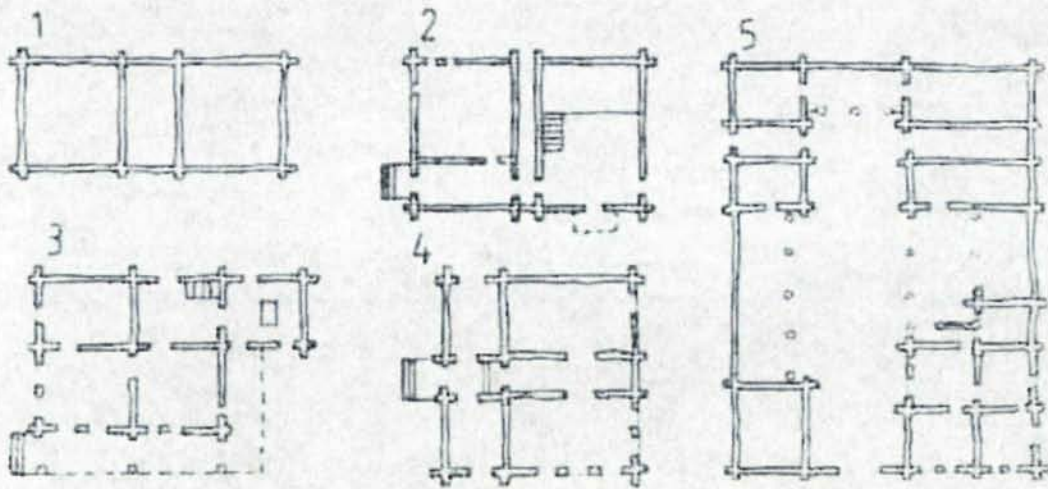


Рисунок 1.33 - Объемно-планировочные решения традиционного жилища:
1 - изба со связью ("дом на две стопы"); 2 - двойной дом; 3 - крестовая изба; 4 - изба со связью и крытым двором; 5 - "дом-комплекс" с внутренним двором

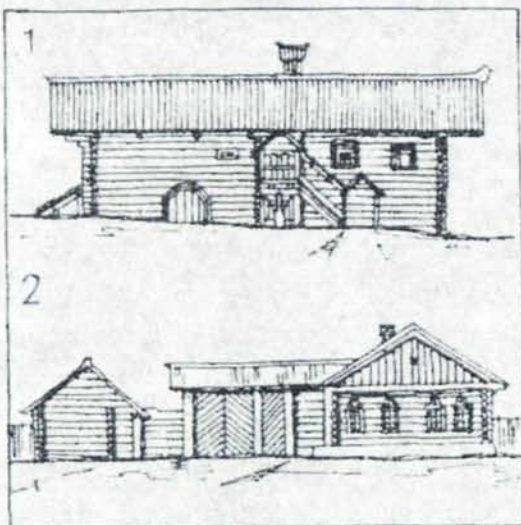


Рисунок 1.34 - Компактная жилая среда; 1 - северорусская изба; 2 - сибирская изба

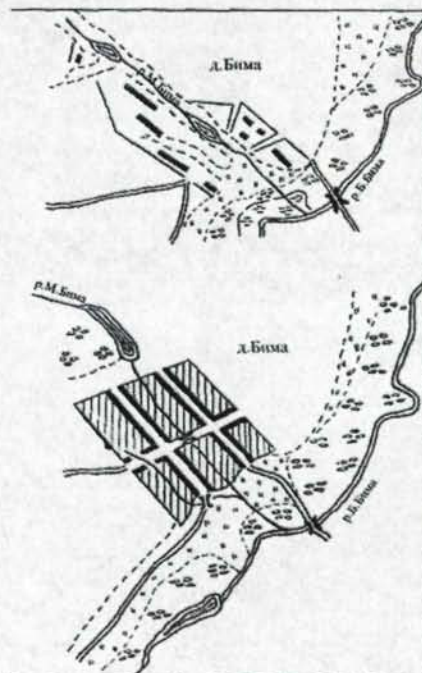


Рисунок 1.35 - Планы д.Бима Елабужского уезда 1818 и 1874 годов

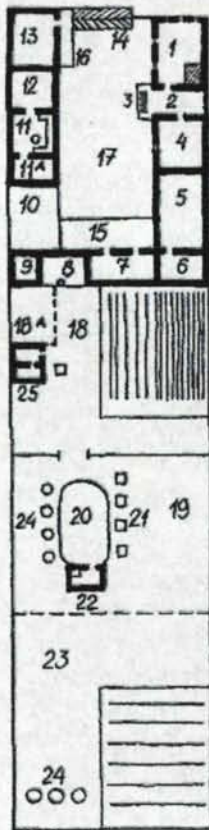


Рисунок 1.36 -

План марийской
усадьбы

1. изба, 2. сени,
3. крыльцо, 4.
клеть, амбар,
5. 10. навес, 6.

конюшня,
7. коровник, 8.
сарай,

9. овчарня, 11. 11 а.
культовое
сооружение,
12, 13. клеть, амбар,

14. ворота,

15. 16. односторонний навес, 17.

двор, 18. сад,

18а. огород,

19., 20. гумно,

21. подставка под стог,

22. овин, 23. изгородь,

24. стога, 25. баня.

Рисунок 1.37 - Дом. Марий Эл. Фото Г.
СепееваРисунок 1.38 - Казачий курень. Внешний
вид.

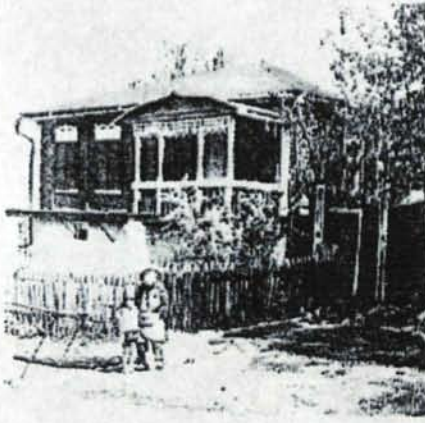


Рисунок 1.39 - Казачий курень XIX века

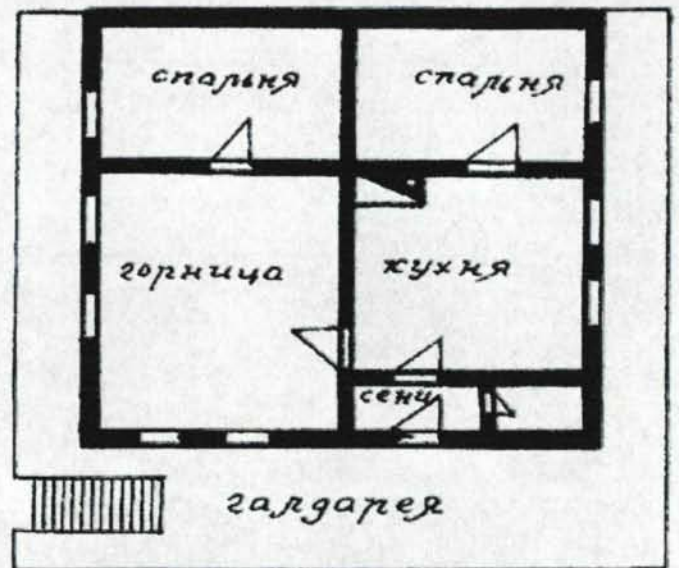


Рисунок 1.40 - Планировка казачьего крестового дома

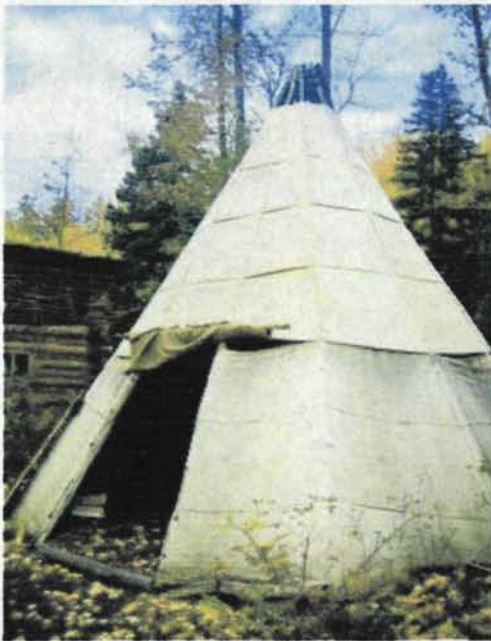


Рисунок 1.41 - Яранга. Внешний вид

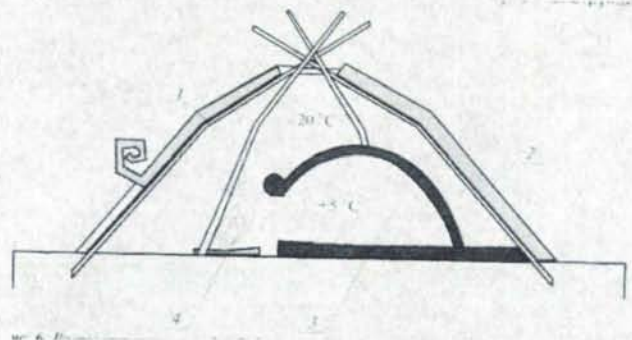


Рисунок 1.42 - Разрез яранги чукчей. 1-буферная зона, 2-оболочка яранги, 3-спальный полог, 4-жировая лампа

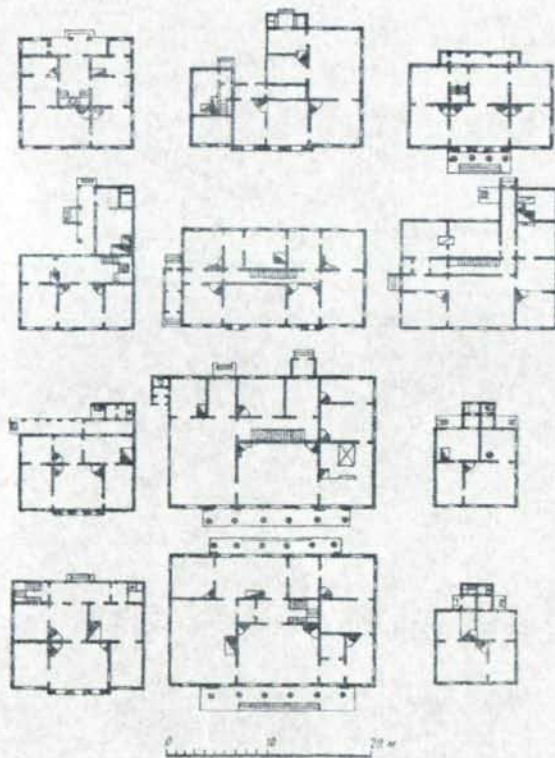


Рисунок 1.43 - Схемы планов
жилых домов 1п. XIXв.



Рисунок 1.45 - Симбирск.
Московская улица

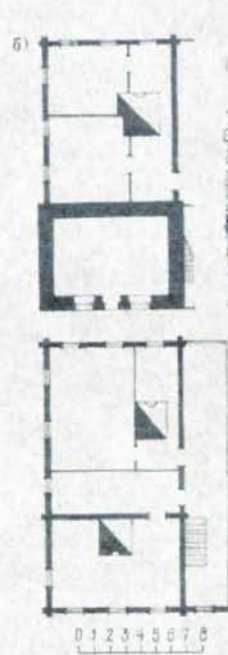


Рисунок 1.44 - Гороховец
Владимирской губ. Дом
портного. Общий вид.
Планы этажей

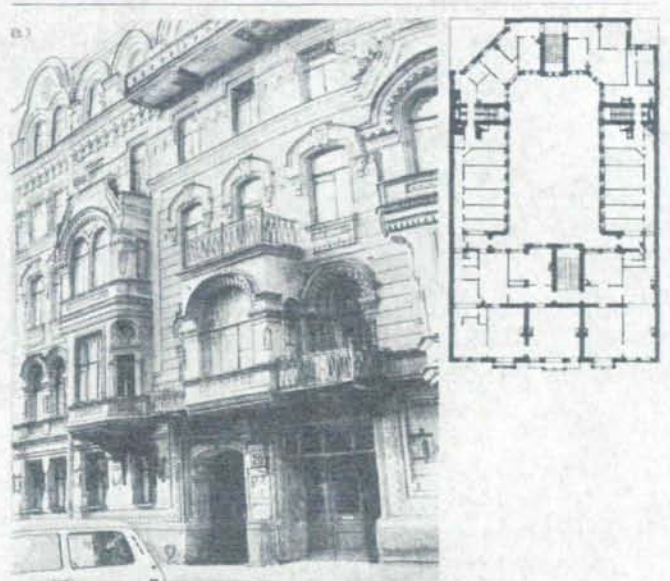


Рисунок 1.46 - Доходный дом Зайцевой
на Фурштадтской улице в
Петербурге. 1877г. Фрагмент фасада. План
2-го этажа

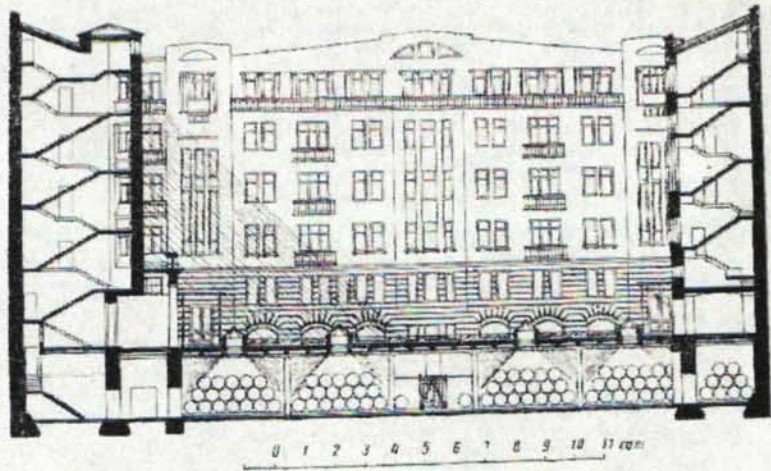
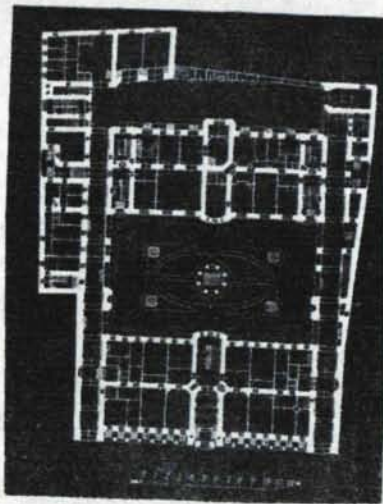


Рисунок 1.47 - Развитой тип доходного дома в Петербурге. 1910г. План и разрез

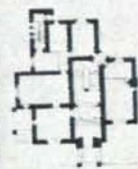
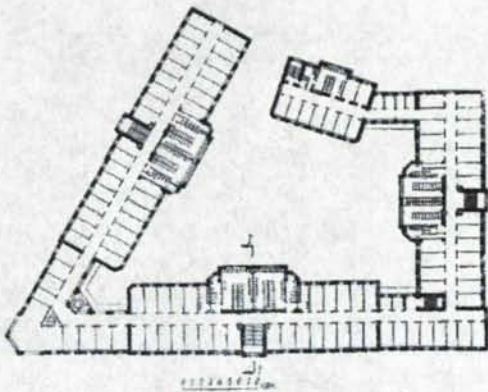


Рисунок 1.49 - Москва. Особняк С.П.Рябушинского. Ф.О.Шехтель. 1900 г. Общий вид. План

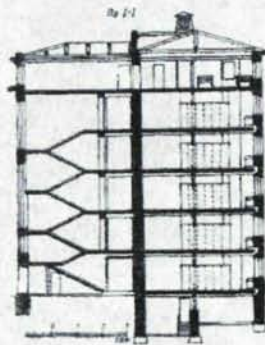


Рисунок 1.48 - Дом дешевых квартир в Москве. 1914г. План и разрез

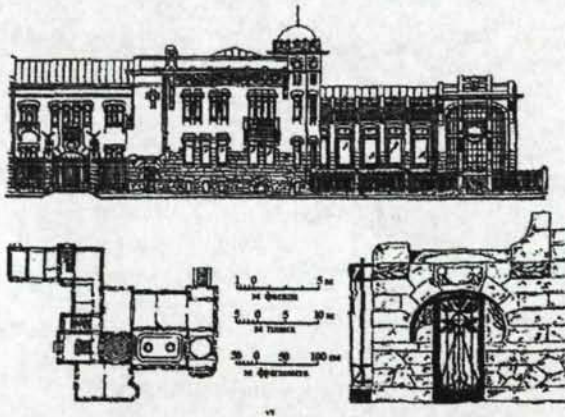


Рисунок 1.50 - Санкт-Петербург.
Дворец Кшесинской. А.Гоген,
А.Смойлов.
Фасад.План.Фрагмент

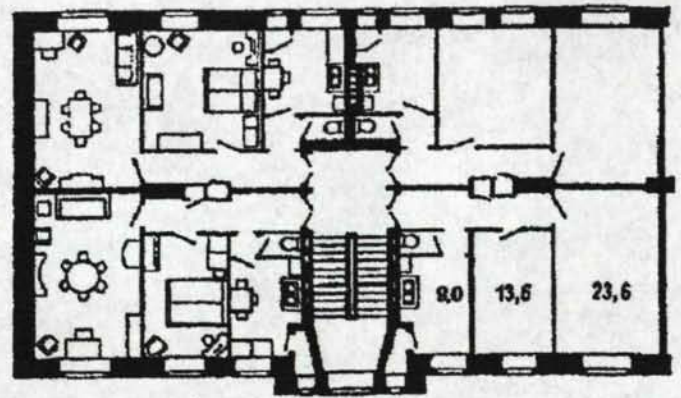


Рисунок 1.51 - План первой типовой
экономичной жилой секции для Москвы

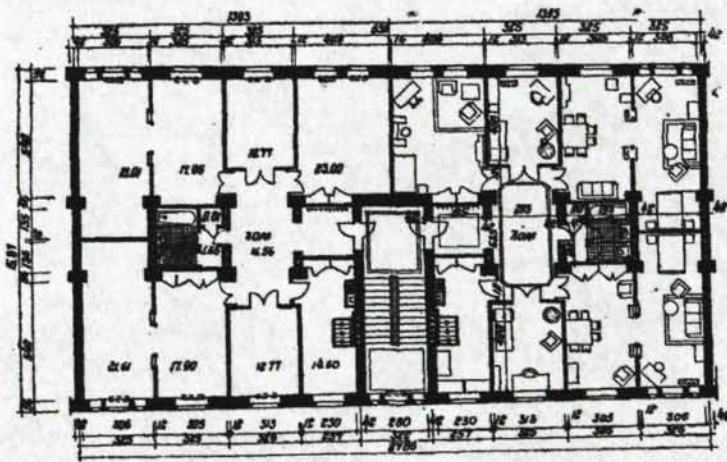


Рисунок 1.52 - Проект секции, получивший 1-
ю премию на конкурсе в Ленинграде 1939г.
Ф.З.Мазель, В.А.Жуковская



Рисунок 1.53 - Дом на
Манежной пл. в Москве.
1934г. И.Жолтовский



Рисунок 1.54 - Жилые дома на
Усачевской ул. в Москве. 1926-
1927г.г. А.Мешков

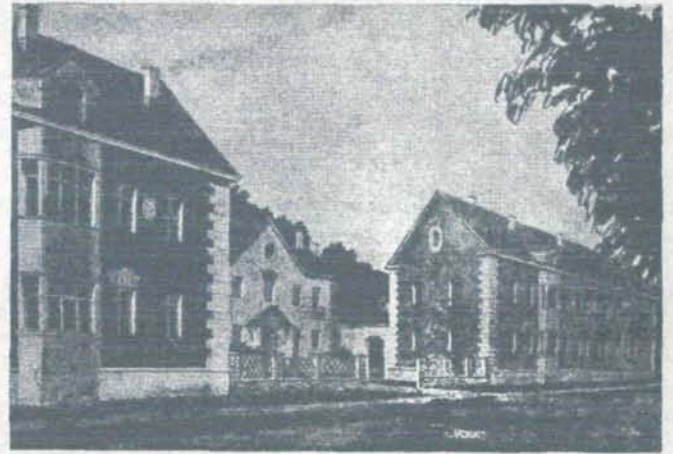


Рисунок 1.55 - Ансамбль двухэтажной
многоквартирной секционной застройки

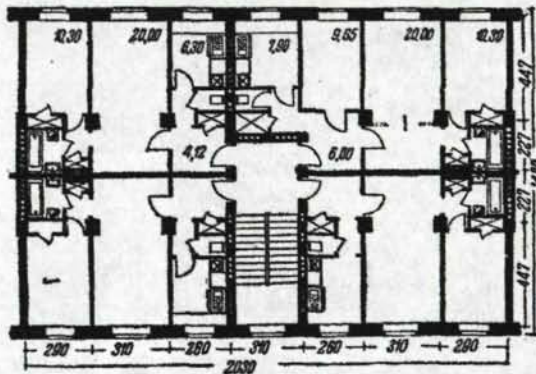


Рисунок 1.56 - Типовая секция
1947г. Серия 1.
Автор - П.Н.Блохин

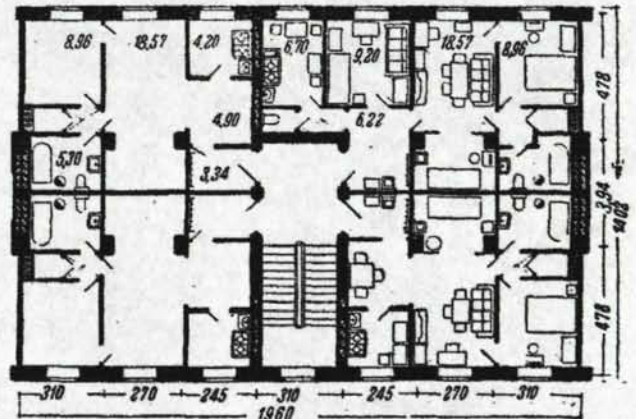


Рисунок 1.57 - Типовая секция 1947г.
Серия 2. Авторы - О.И.Гурьев,
В.М.Фромзель, К.А.Герберг

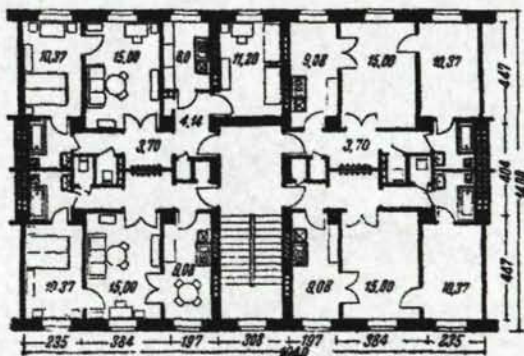


Рисунок 1.58 - Типовая секция
1947г. Серия 3. Автор - В.Г.Калаш

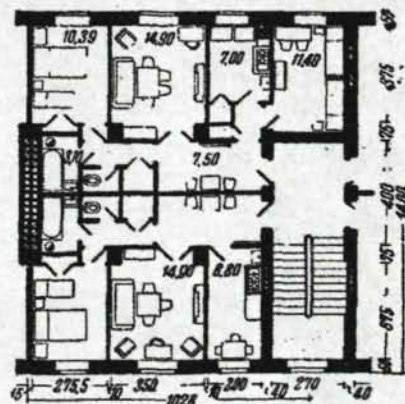


Рисунок 1.59 - Типовая секция 1946г.
Серия 4. Автор - Л.О.Бумажный

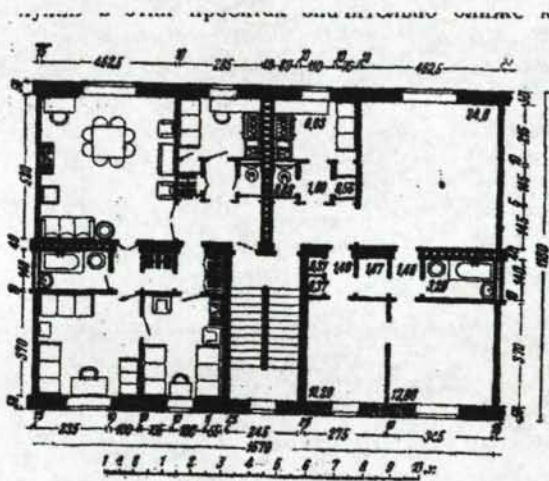


Рисунок 1.60 -
Экспериментальный проект
Института Массовых сооружений
Академии Архитектуры 1945г.
Автор - Н.А.Наумова

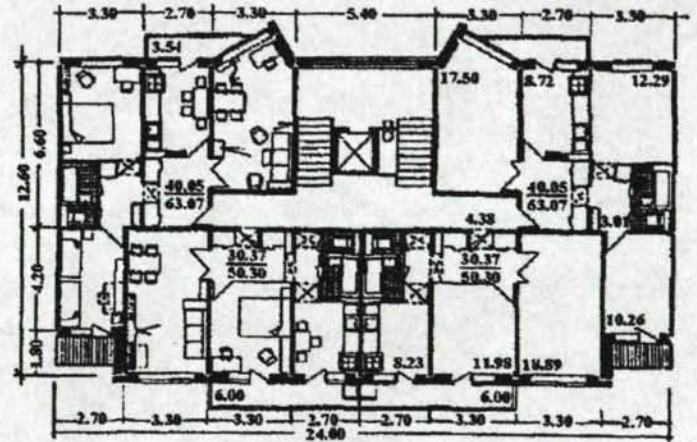


Рисунок 1.61 - Пример жилой секции для
умеренного климата

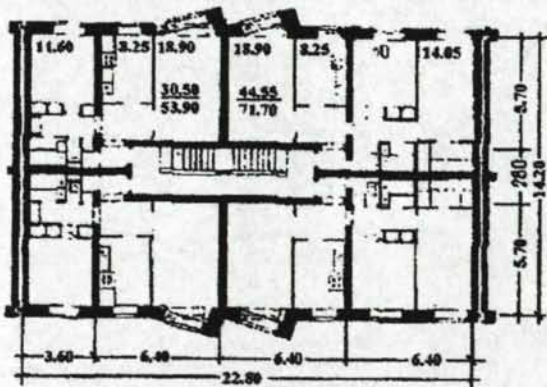


Рисунок 1.62 - Пример жилой
секции для Крайнего Севера

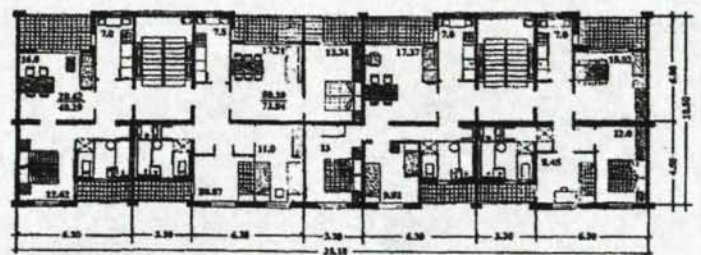


Рисунок 1.63 - Пример жилой секции для
жаркого климата

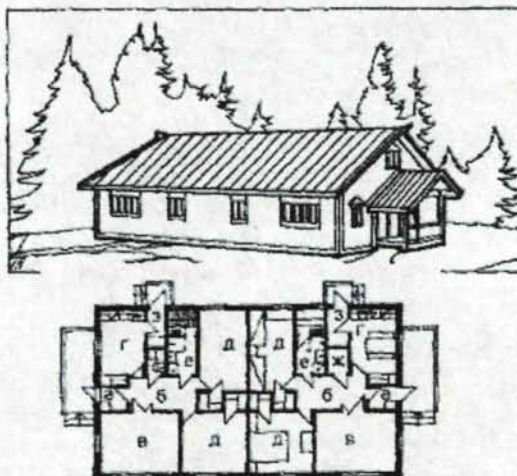


Рисунок 1.64 - Двухквартирный
карельский дом

а — тамбур; б — прихожая; в — общая
комната; г — кухня-столовая; д —
спальные комнаты со встроенными
шкафами; е — душевая и сауна; ж —
туалет; з — хозяйственный выход



Рисунок 1.65 - Жилой дом серии «Е» с автономной системой солнечного теплоснабжения в поселке Мерцаван Армянской ССР

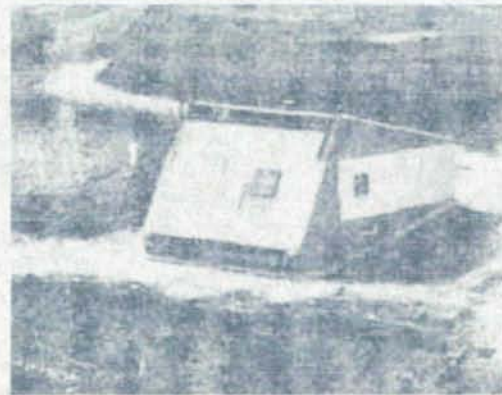


Рисунок 1.66 - Жилой дом серии «Г» с наклонной стеной-коллектором солнечной энергии в поселке Верхний Гуний Дагестанской АССР



Рисунок 1.67 - Одноквартирный жилой дом серии «М» с системой солнечного горячего водоснабжения и отопления

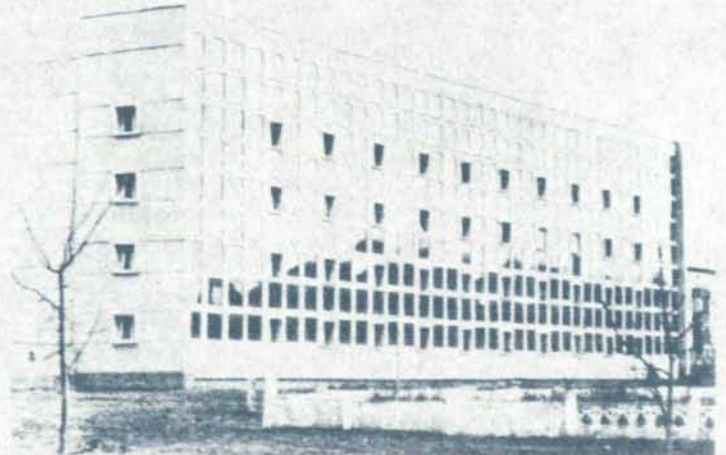


Рисунок 1.68 - Четырехэтажный гелиодом в г. Чирчике (УзССР), 1975г.



Рисунок 1.69 - Жилые дома в Херсоне

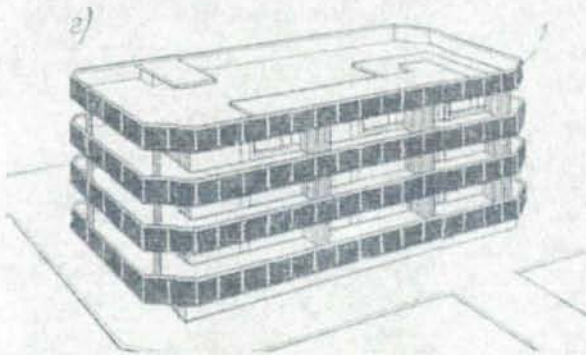


Рисунок 1.70 - Проект солнечного дома д.т.н. Селиванова Н.П. (СССР)



Рисунок 1.71 - Проект солнечного дома д.т.н. Селиванова Н.П. (СССР). Жилое здание снабжено вращающимися гелиоловушками с внутренними отражателями



Рисунок 1.72 - Жилой район Куркино, г.Москва



Рисунок 1.73 - Проект жилого здания «Экодом SOLAR-5»

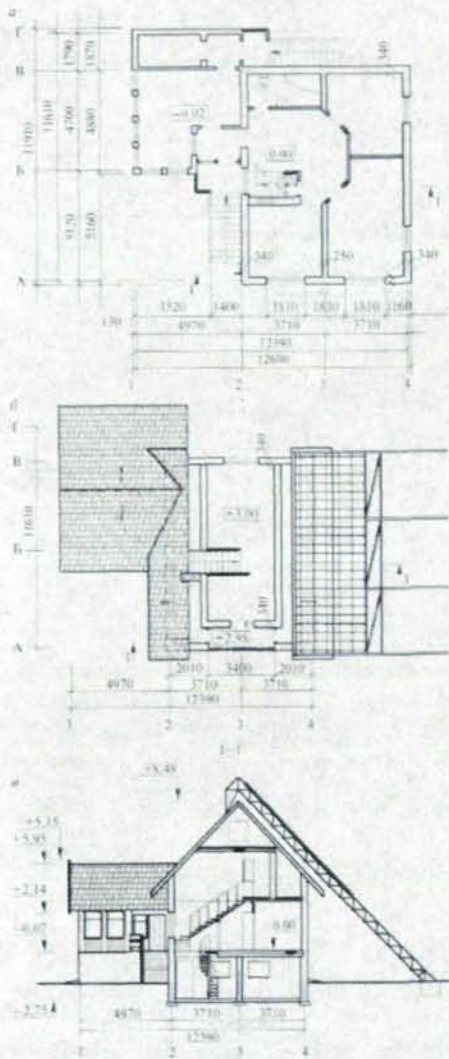


Рисунок 1.74 - Экспериментальный жилой дом (пос.Черноморский, Краснодарский край): а- план 1-го эт. на отм.0,00; б- план мансардного эт. на отм. +3,00; в- разрез 1-1



Рисунок 1.75 - Общий вид автономного энергоэффективного дома: а- юго-западный фасад; б- северный фасад

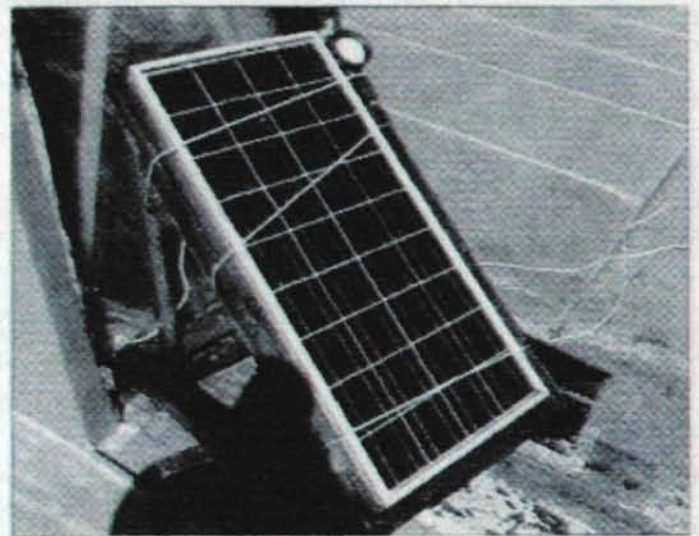


Рисунок 1.76 - Фотоэлектрический солнечный модуль

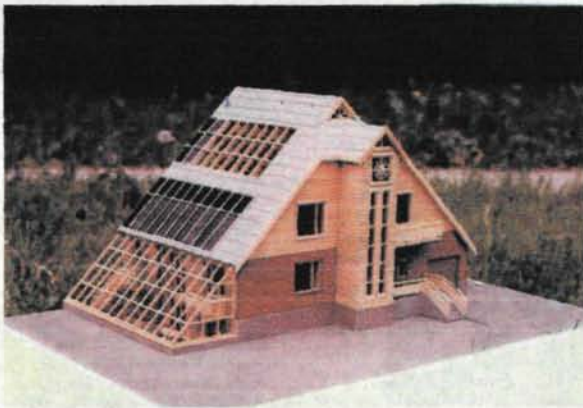


Рисунок 1.77- Один из проектов экоддома, разработанных группой И.А. Огородникова. Общий вид

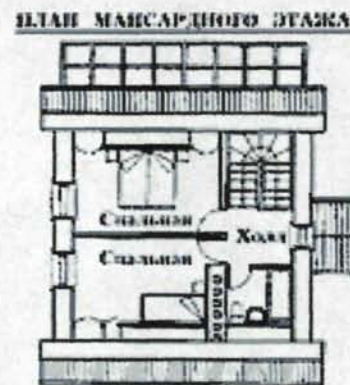


Рисунок 1.78 - Один из проектов экоддома, разработанных группой И.А. Огородникова. Планы этажей



Рисунок 1.79 - Индивидуальный жилой дом (арх. И.В.Черешнев), основанный на экологических принципах для г.Волгограда: а- юго-восточный фасад (лето); б - северо-восточный фасад (лето); в- юго-восточный фасад (осень)

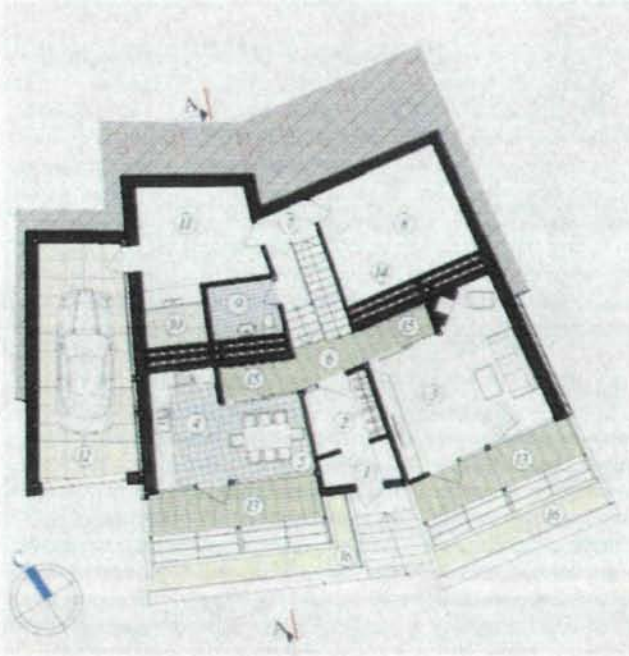


Рисунок 1.80 - План 1-го этажа:

1- тамбур; 2- прихожая; 3- гостиная;
4- кухня; 5- столовая; 6- остекленный
атриум; 7- лестничный холл; 8-
кладовая; 9- туалет, постирочная; 10-
биокомпостный контейнер; 11-
котельная; 12- гараж; 13- зимний сад;
14- теплообменник системы
естественного кондицион-я; 15-
система утилизации солнечной энергии
«массивная стена» Тромба- Мишеля;
16- контейнер для выщегося
озеленения

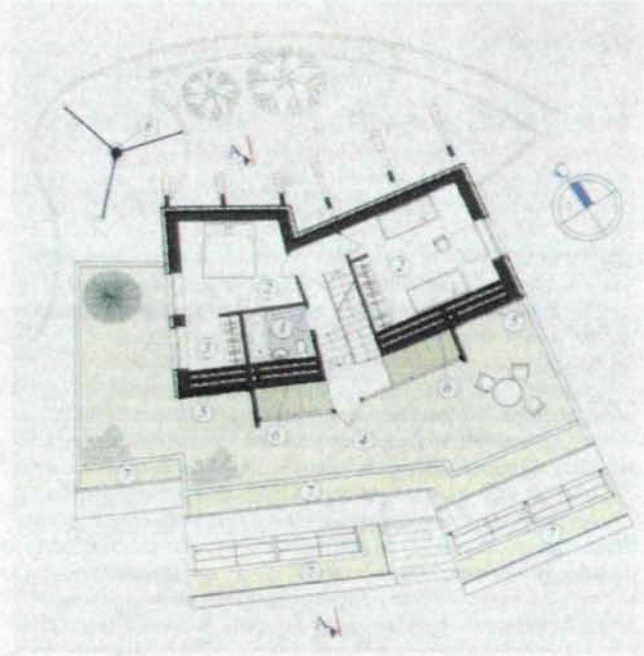


Рисунок 1.81 - План 2-го этажа:

1- ванная комната; 2- спальни; 3-
гардеробная; 4- открытая
озелененная терраса; 5- система
утилизации солнечной энергии
«массивная стена» Тромба- Мишеля;
6-теплообменник системы
естественного кондиционирования;
7- контейнер для выщегося
озеленения; 8- ветроэнергетическая
установка

МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ЭКОЛОГИЗАЦИЮ ЖИЛОЙ СРЕДЫ, решаемые при проектировании ЭЖЗ малой и средней этажности	минимизация вредных выбросов в атмосферу
	экологичные водопровод и канализация
	удаление и повторное использование отходов
	применение экологичных материалов
	максимальное использование естественных возобновляемых технологий от отопления до вентиляции и освещения
	освоение подземного пространства и неудобных для обычной застройки территорий для сохранения естественных природных участков
	сохранение гармонии между строительным объектом и естественной природной средой
	повышение качества жизни и комфортности среды в местах расселения и здания путем экореставрации природной среды, максимального приближения к природной среде
	экологичная оптимизация архитектурных, конструктивных и технологических решений путем исключения негативных воздействий их на окружающую природу
	экономия всех ресурсов, их устойчивое потребление с целью уменьшения влияния на окружающую среду

Рисунок 1.82 - Мероприятия, направленные на экологизацию жилой среды

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЖЗ малой и средней этажности	внедрение интегрированных экологических систем в жилище, которые представляют собой различные модификации набора функциональных систем, сочетающих сложнейшие технологии и легкость их использования, называемых «умным домом», и служат для повышения комфорта жилой среды (контроль задымления, контроль СО, контроль утечки газа, управление светом, управление отоплением дома) с возможностью компьютерного управления;
	снабжение ЭЖЗ малой и средней этажности мобильными следящими устройствами или вращение всего здания в режиме слежения за Солнцем и т.д. с целью более полного использования НВИЭ для энергоснабжения здания;
	использование в функционировании систем жизнедеятельности ЭЖЗ малой и средней этажности новых НВИЭ (например, звездная батарея и т.д.);
	разработка и внедрение системы модульных элементов (гелио-, ветро-, биоблоки и т.д., предназначенных для использования различных видов НВИЭ; жилые блоки; блоки подсобных помещений и др.) в целях дешевого массового внедрения в жилую застройку;
	внедрение как массового типа жилой застройки блокированного жилища, которое широко используется за рубежом и сочетает много преимуществ (высокую плотность и комфортные условия жизни.)

Рисунок 1.83 - Перспективы развития ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 1.84 - Основные пути экономии энергии в энергоэффективных жилых зданиях

ГЛАВА 2. Теоретические основы архитектурного проектирования энергоэффективного жилого здания малой и средней этажности

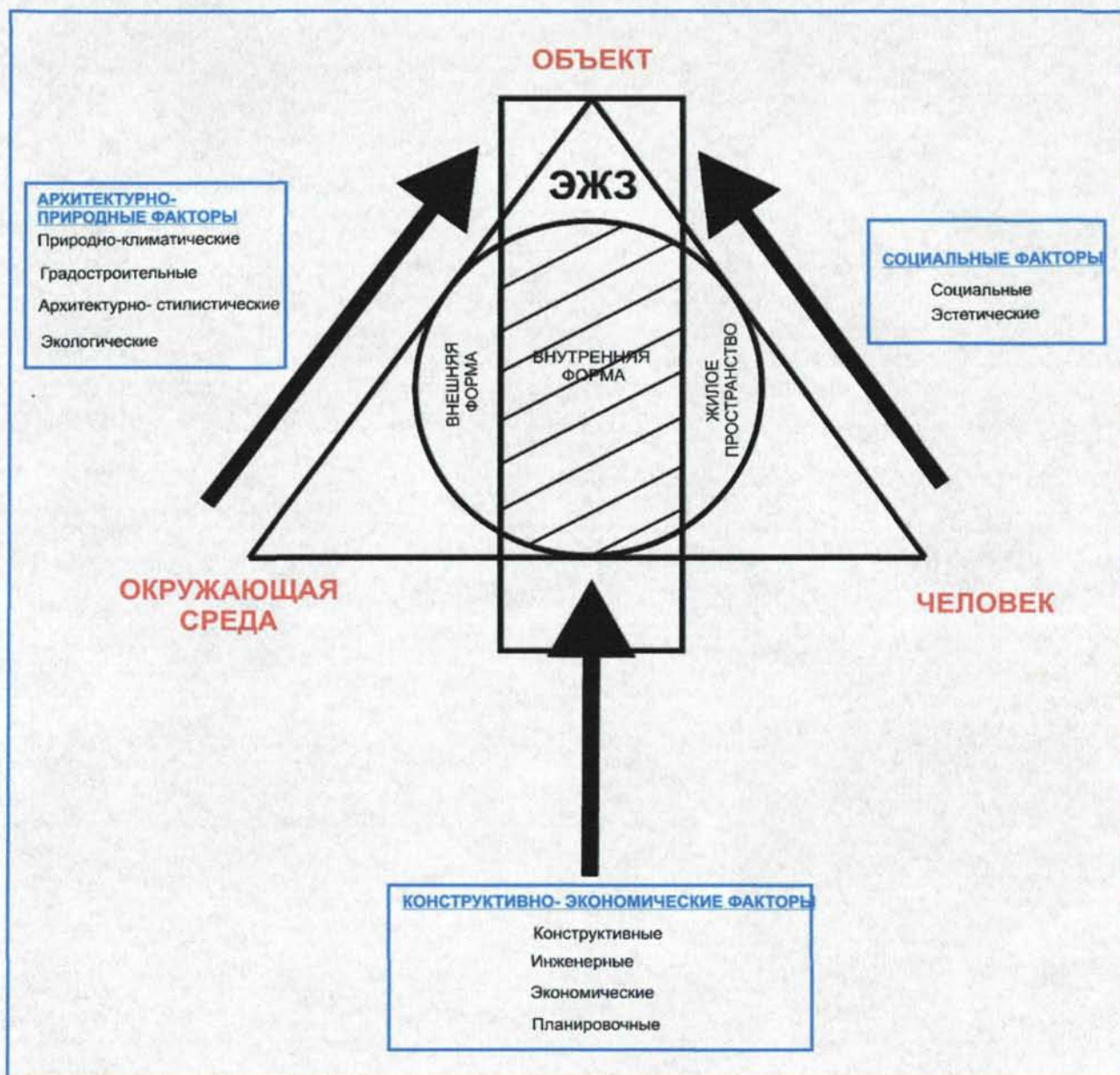


Рисунок 2.1 - Факторы, влияющие на формирование энергоэффективного здания



Рисунок 2.2 - Предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

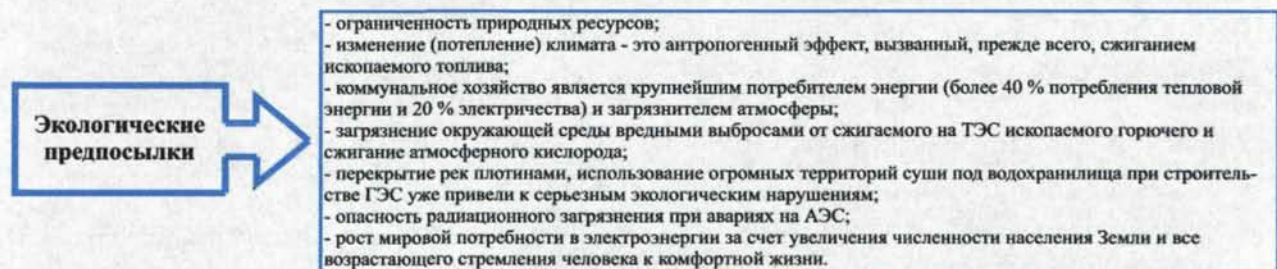


Рисунок 2.3 - Экологические предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

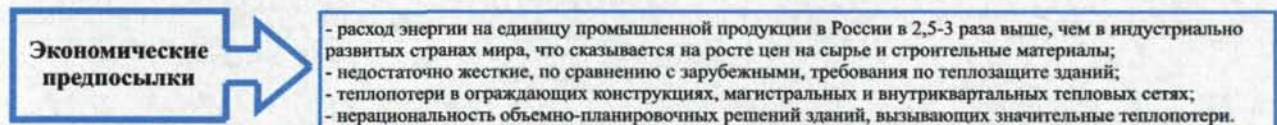


Рисунок 2.4 - Экономические предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

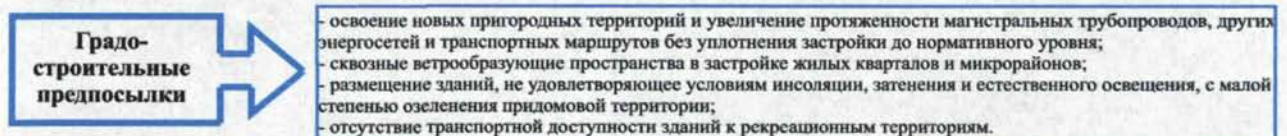


Рисунок 2.5 - Градостроительные предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

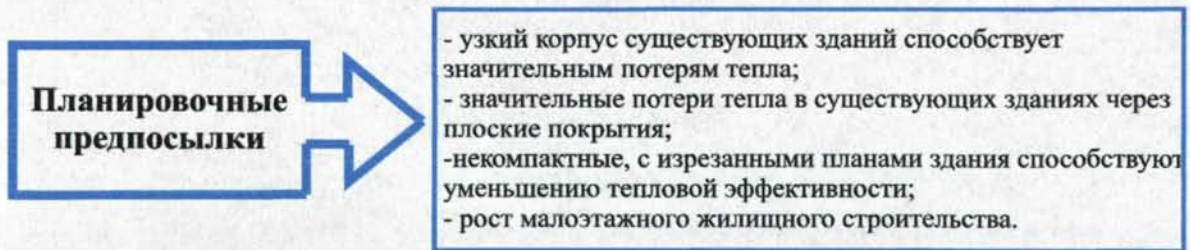


Рисунок 2.6 - Планировочные предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 2.7 - Природно-климатические факторы проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

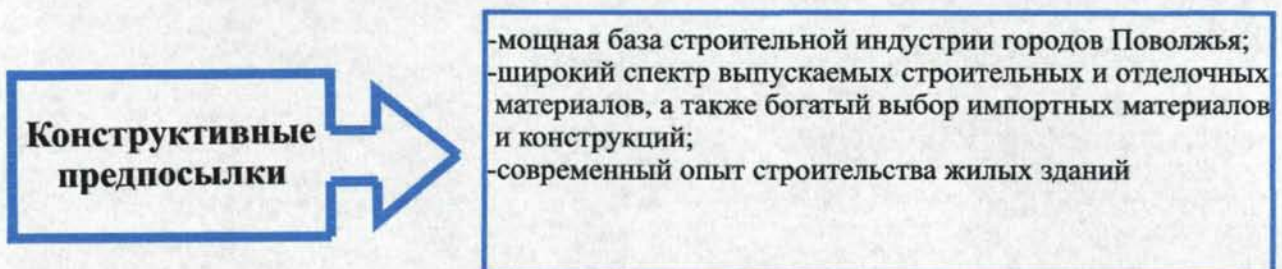


Рисунок 2.8 - Конструктивные предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

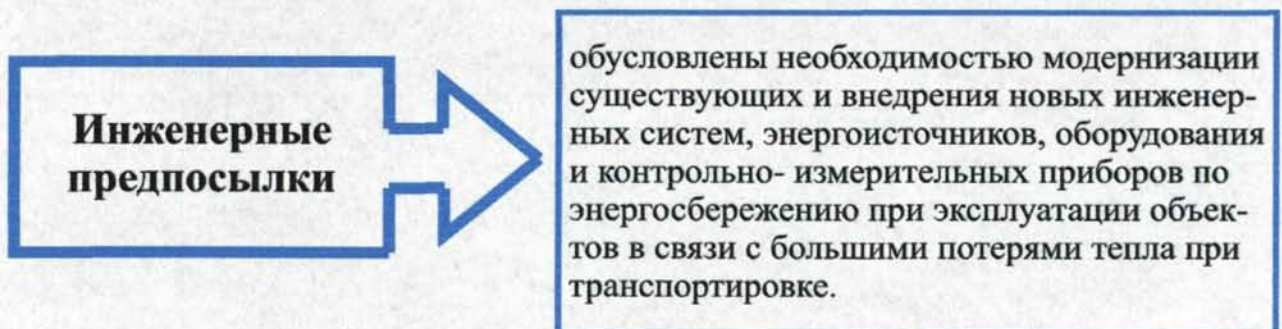


Рисунок 2.9 - Инженерные предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 2.10- Архитектурно-стилистические предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

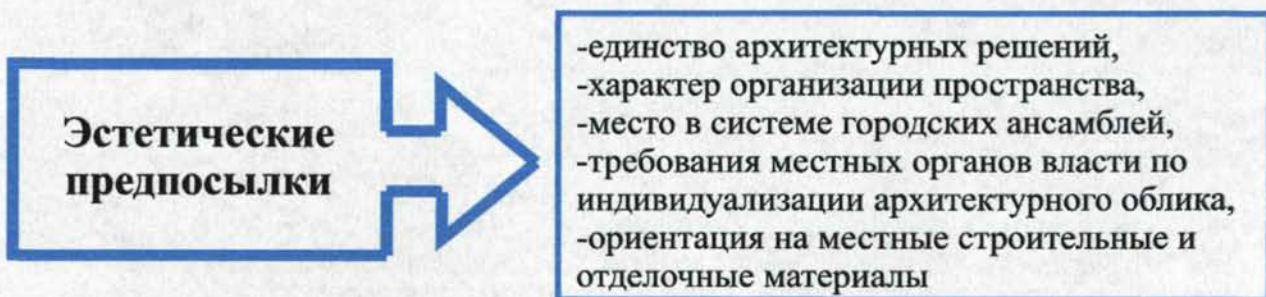


Рисунок 2.11 - Эстетические предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

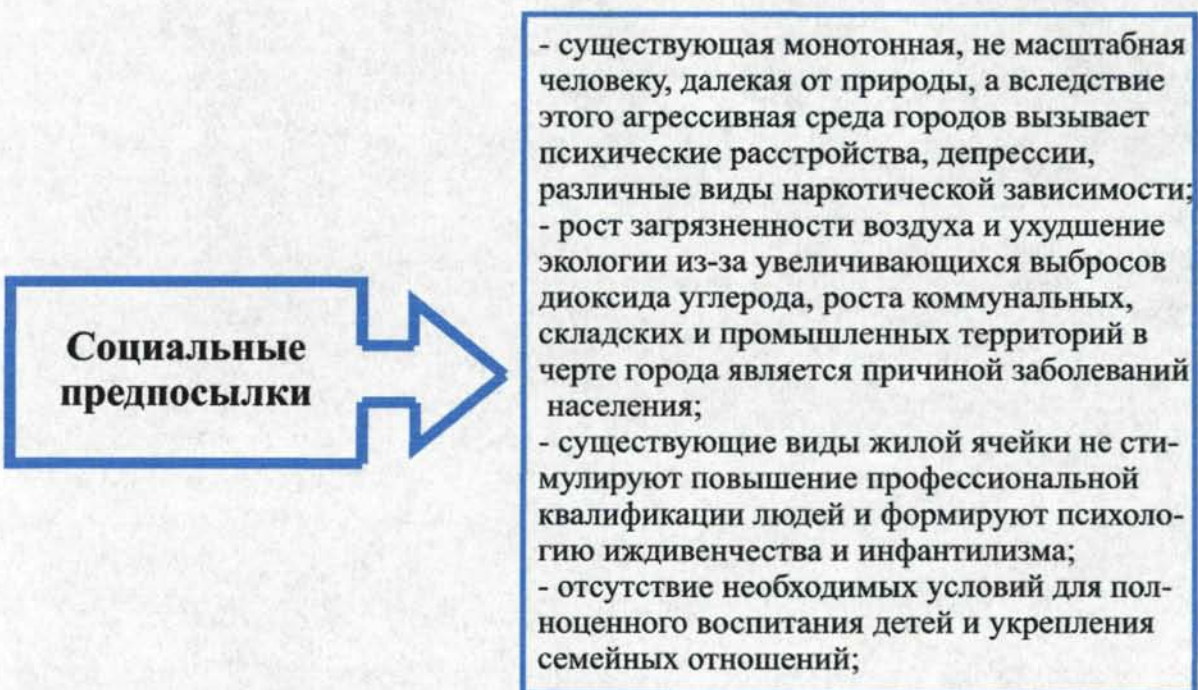


Рисунок 2.12- Социальные предпосылки проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности

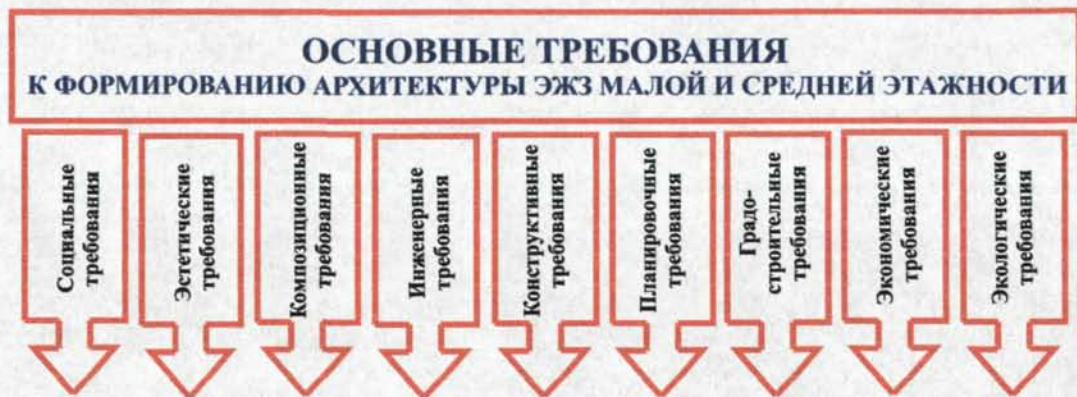


Рисунок 2.13 - Основные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

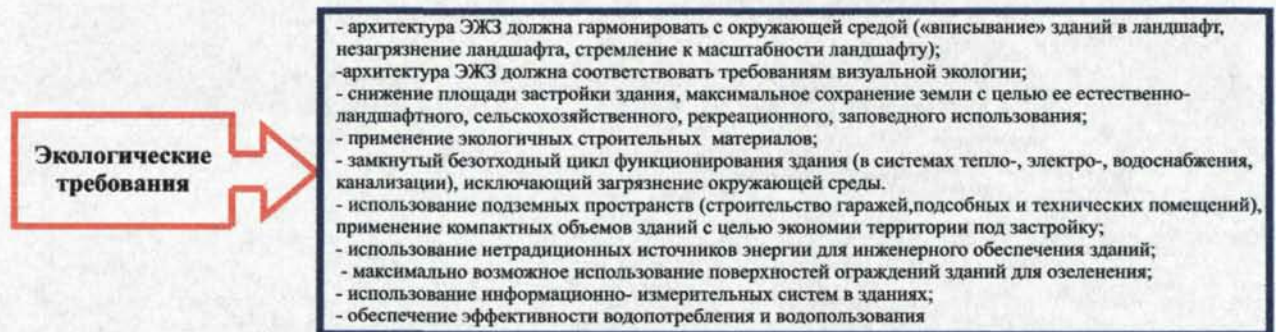


Рисунок 2.14 - Экологические требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

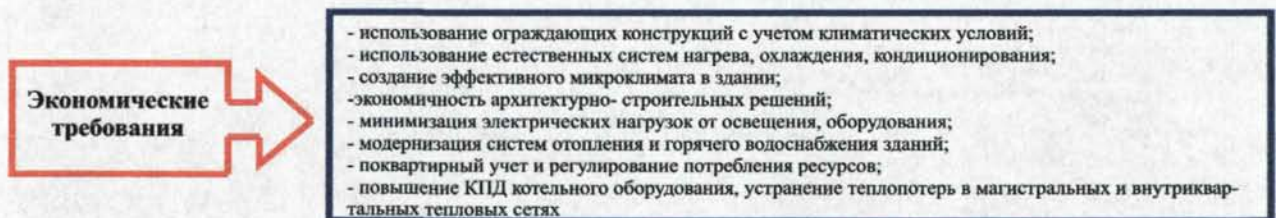


Рисунок 2.15- Экономические требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

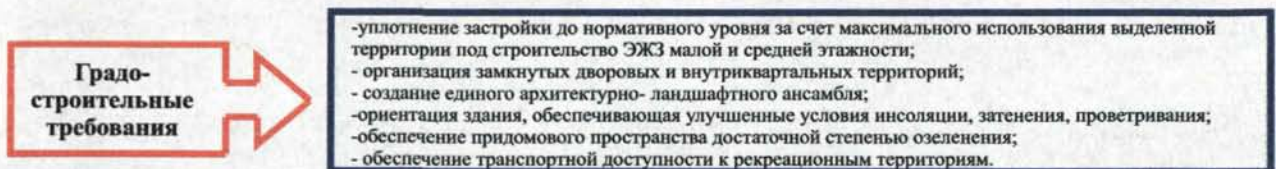


Рисунок 2.16- Градостроительные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

Планировочные требования

- обеспечение компактности формы ЭЖЗ;
- переход на проектирование и строительство ширококорпусных жилых домов с сокращением на 20-30% удельной площади ограждающих конструкций на квадратный метр площади жилья;
- помещения располагать согласно принципу теплового зонирования;
- использование в структуре ЭЖЗ буферных зон;
- размещение в структуре ЭЖЗ технического этажа с целью использования НВИЭ для инженерного обеспечения зданий;
- возведение мансардных этажей на существующих зданиях с ограждающими конструкциями повышенной теплозащиты;
- модернизация архитектурно- планировочных решений отапливаемых лестничных клеток и лестнично-лифтовых блоков;
- оптимизация с точки зрения уменьшения теплопотерь соотношения площади ограждающих конструкций к общей площади здания;
- оптимизация с точки зрения уменьшения теплопотерь соотношения площади оконных проемов к площади наружных стен.

Рисунок 2.17- Планировочные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

Конструктивные требования

- использование для строительства местных строительных материалов;
- использование энергоэкономичных материалов.

Рисунок 2.18- Конструктивные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

Инженерные требования

- использование высокопроизводительного котельного оборудования, в том числе локальных котельных контейнерного типа, при размещении которых на крыше зданий исключается необходимость в тепловых сетях;
- переход на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты с исключением применения струйных смесителей- насосов (элеваторов) со свободным количественным и качественным регулированием теплоносителя для пофасадной и секционной подачи. Установление режимов отопления для дневного, ночного времени, зимнего и осенне- весеннего периодов, выходного дня, дежурного отопления.
- использование альтернативных источников энергии, пассивных систем.

Рисунок 2.19- Инженерные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

Композиционные требования

- смешанная этажность, позволяющая создавать разнообразные по размеру и характеру использования междомовые пространства;
- пешеходные пространства, улучшающие условия восприятия и использования территории жилища;
- функциональное разнообразие внешнего пространства, придающее оригинальность облику застройки;
- архитектура ландшафта, отражающая связь с природой.

Рисунок 2.20- Композиционные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

Эстетические требования

- гармоничные пропорции;
- благоустройство территории (озеленение, водные устройства, покрытия, микрорельеф, малые архитектурные формы);
- цветовое решение, фактура, светотень, создающие богатство зрительных образов

Рисунок 2.21 - Эстетические требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

Социальные требования

- сохранение здоровья проживающих людей путем создания комфортного микроклимата;
- рациональная планировка жилья, способствующая укреплению семьи, созданию в ней здорового психологического климата, организации досуга;
- достаточные жилищные условия и обеспеченная жилищная норма, стимулирующие развитие семьи;
- повышение профессиональной квалификации как основа для создания условий для домашних занятий профессиональным трудом;
- создание необходимых условий в жилище, способствующее полноценному воспитанию детей;
- создание условий для отдыха и психологической защиты на основе изоляции, зонирования и включения природных компонентов.

Рисунок 2.22- Социальные требования к формированию архитектуры ЭЖЗ малой и средней этажности

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЖЗ малой и средней этажности											
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ			АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ			КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ			ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НВИЭ		
Принцип выбора местоположения здания с учетом климатических особенностей	Принцип выбора местоположения здания с учетом ландшафта	Принцип выбора местоположения здания с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства	Принцип компактности формы здания	Принцип выбора общего объемно-планировочного решения	Принцип определения внутренней планировки здания	Архитектурно-композиционный принцип	Принцип выбора конструкции наружной облицовки стены	Принцип выбора конструкции наружной облицовки кровли	Принцип выбора материала наружной облицовки здания	Принцип выбора остекления здания и солнцезащиты	Принцип использования энергии Солнца
											Принцип использования энергии ветра
											Принцип использования биоэнергии
											Принцип использования тепла верхних слоев земли
											Принцип использования вторичной энергии

Рисунок 2.23- Принципы проектирования ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 2.24- Критерии, отражающие учет солнечной радиации при выборе местоположения здания с учетом климатических условий

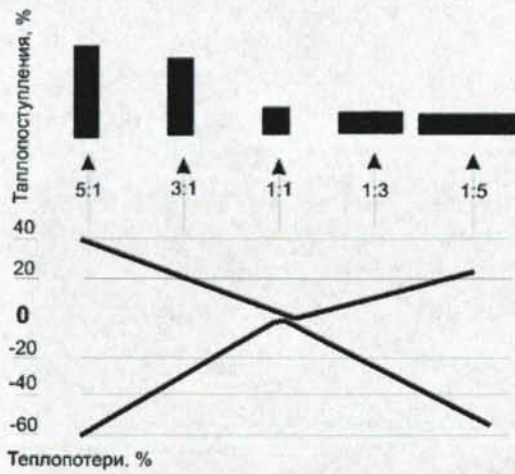


Рисунок 2.25 - Теплоступления и теплотери здания при разной ориентации и форме плана



Рисунок 2.27 - Ориентированное жилое образование.
Жилой дом в Екатеринбурге.
Архитекторы В.Соколов, И.Антонов. Перспектива

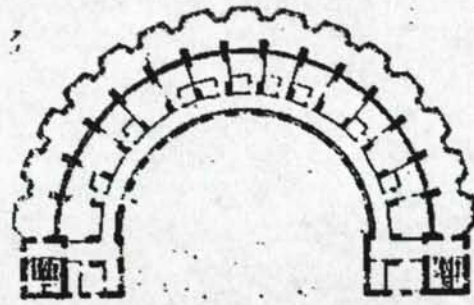


Рисунок 2.26 - Ориентированное жилое образование.

Жилой дом в Екатеринбурге.

Архитекторы В.Соколов, И.Антонов.
План

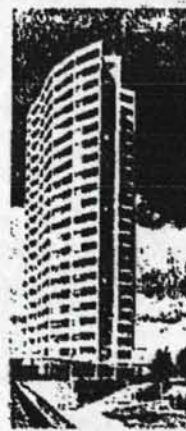


Рисунок 2.28 - Жилой дом.
Германия.

Архитектор А.Аалто.
Перспектива, фасад, план

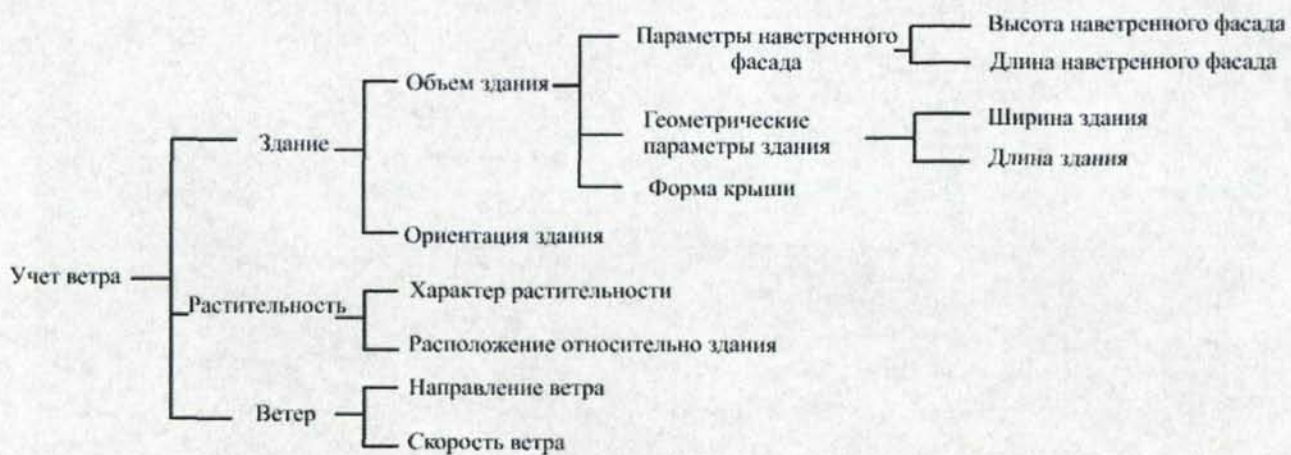


Рисунок 2.29 - Критерии, отражающие учет ветра при выборе местоположения здания с учетом климатических условий

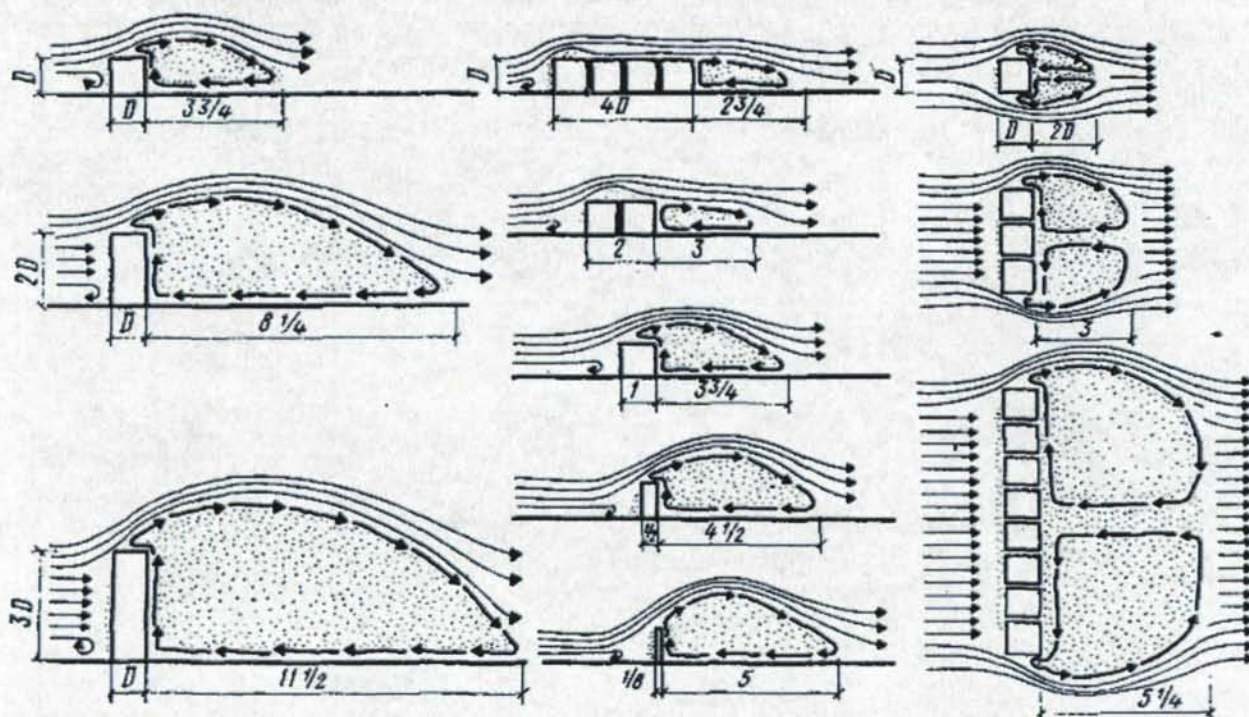


Рисунок 2.30 - Заветренные области параллелепипеда при вариации высоты, ширины и длины, $\alpha=90^\circ$ (по Эвансу)

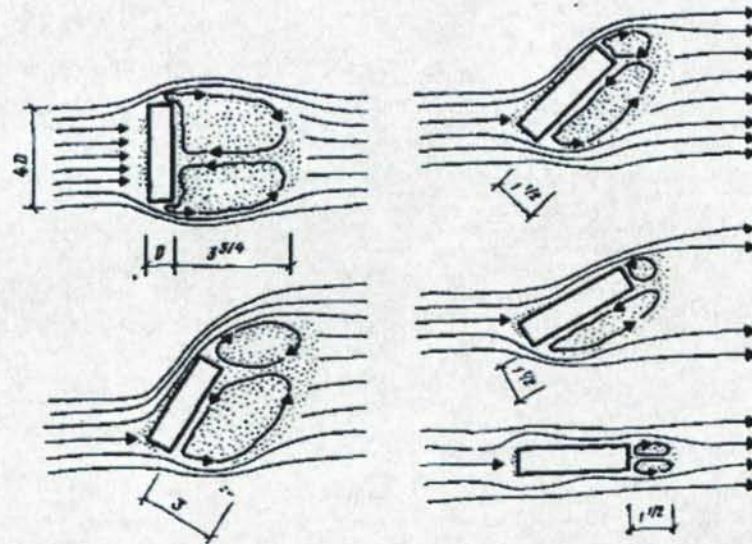


Рисунок 2.31 - Заветренные области здания при разных направлениях ветра (по Эвансу)

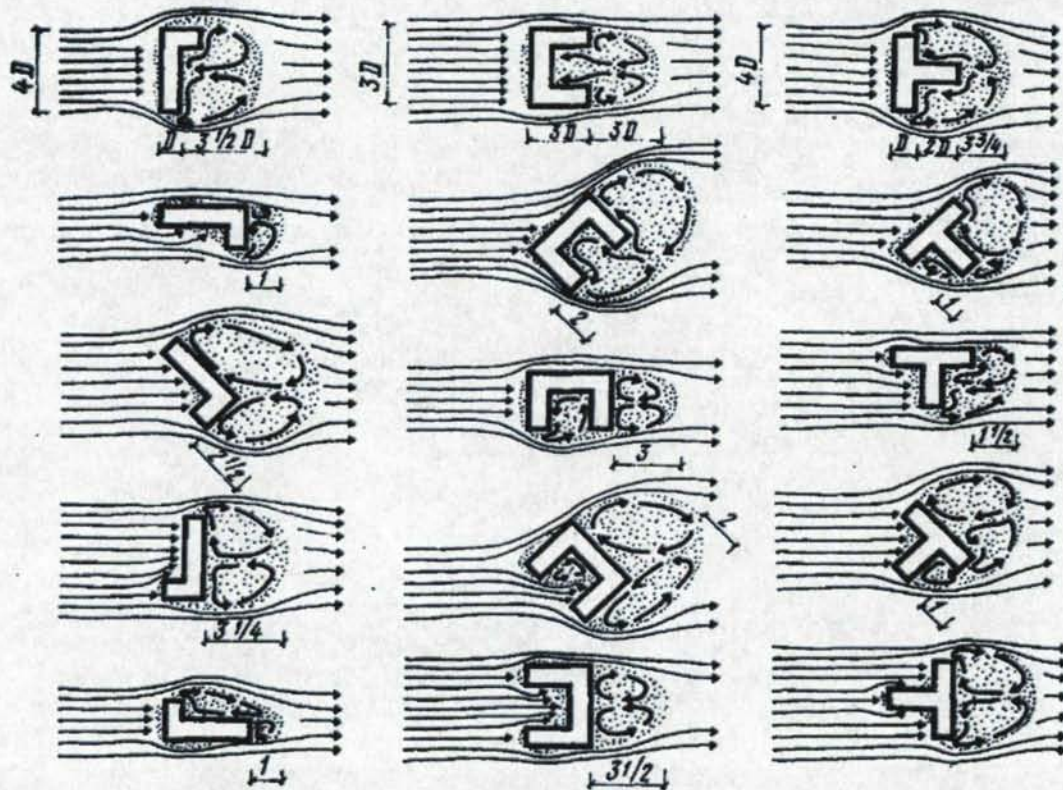


Рисунок 2.32 - Обтекание воздушным потоком Г-, П-, Т-образных застроек при $\alpha=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$.

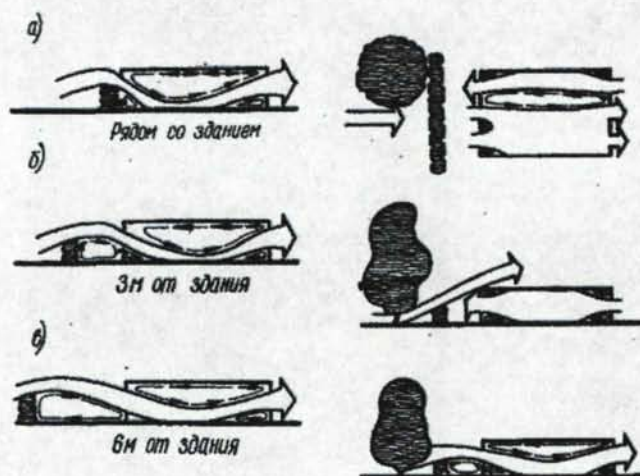


Рисунок 2.33 - Влияние зеленых насаждений на эффективность проветривания здания: а- в зависимости от расположения кустарника вдоль одноэтажного здания; б- дерева напротив здания; в- то же, в 6 м от здания.

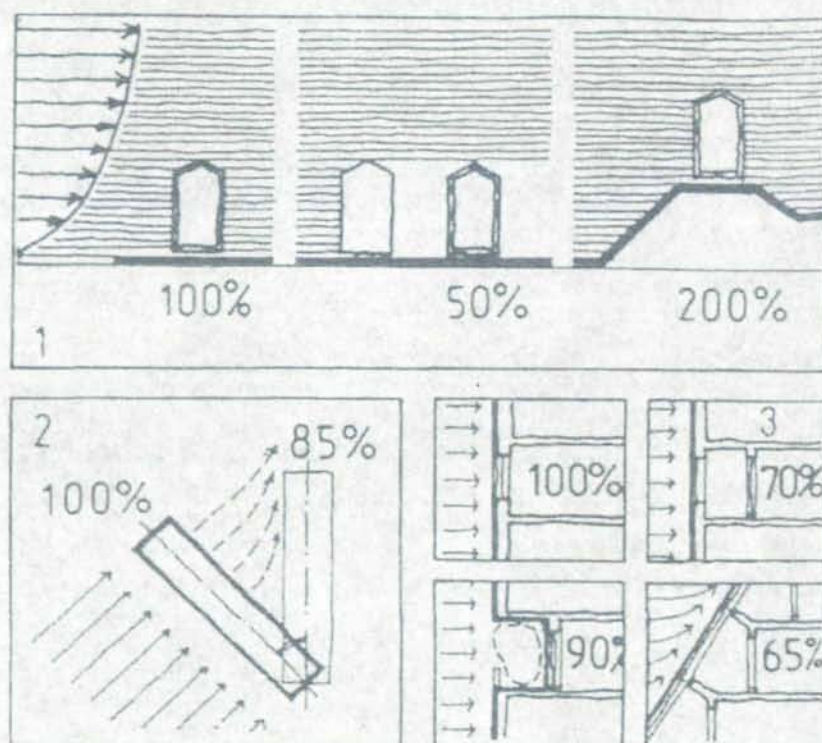


Рисунок 2.34 - Ветроохлаждение зданий в зависимости от : 1- местоположения; 2- ориентации; 3- характера ограждения (стена- открытая лоджия- лоджия — лоджия с наклонным остеклением)

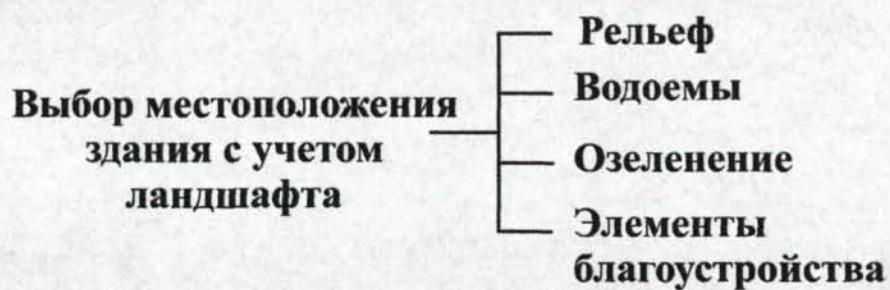


Рисунок 2.35 - Принцип выбора местоположения здания с учетом ландшафта

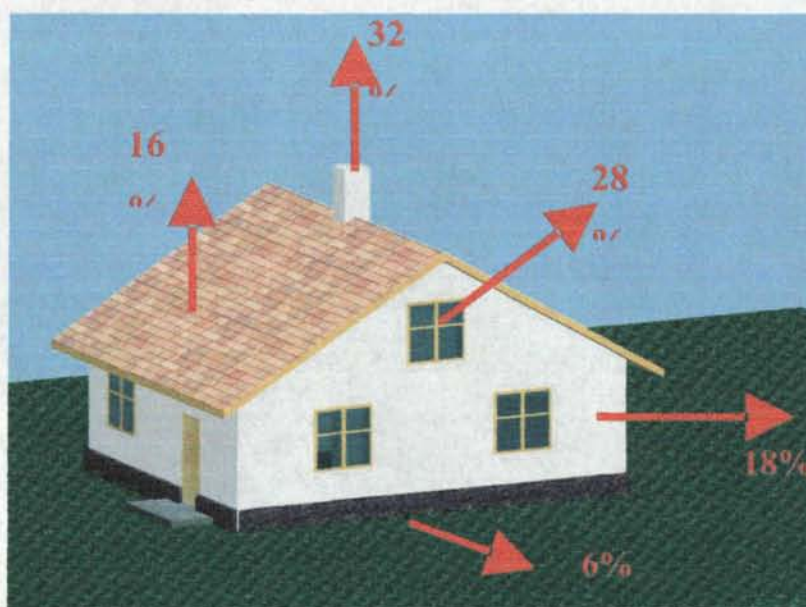


Рисунок 2.36 - Теплотери через различные части отдельностоящего односемейного дома (по В.Блази)

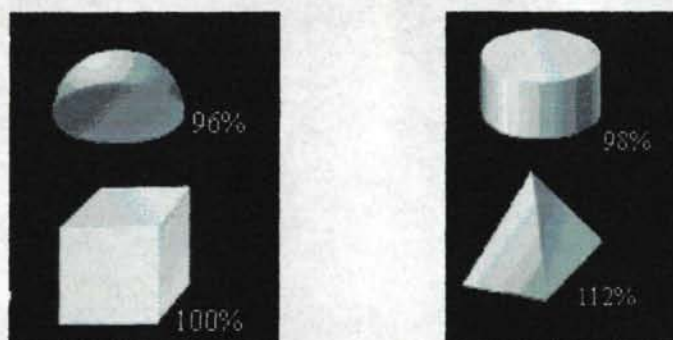


Рисунок 2.37 - Относительное изменение энергопотребления здания в зависимости от формы

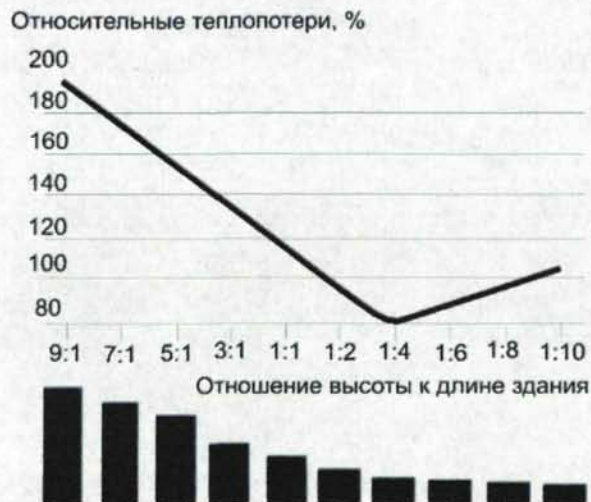


Рисунок 2.38 - Зависимость теплотерь здания от его формы и отношения площади поверхности к объему

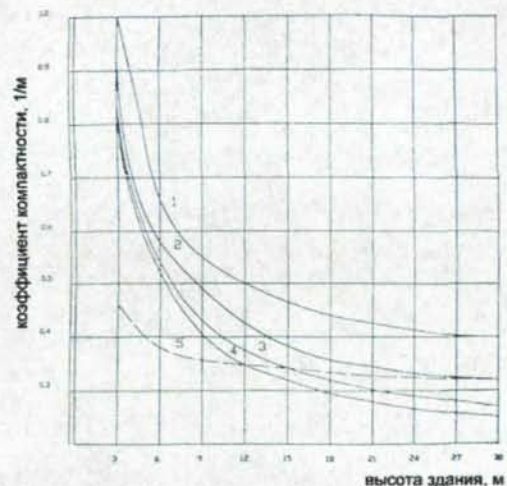


Рисунок 2.39 - Изменение коэффициента компактности здания шириной 12м и длиной 12м(1), 24м(2), 48м(3), 120м(4) в зависимости от высоты, а также круглого здания размером в плане эквивалентному квадратному 12х12м(5)

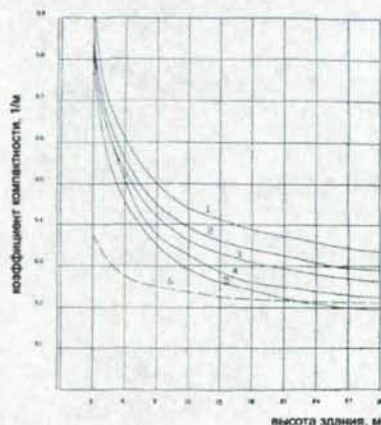


Рисунок 2.40 - Изменение коэффициента компактности здания шириной 18м и длиной 12м(1), 18м(2), 24м(3), 48м(4), 120м(5) в зависимости от высоты, а также круглого здания размером в плане эквивалентному квадратному 18х18м(6)

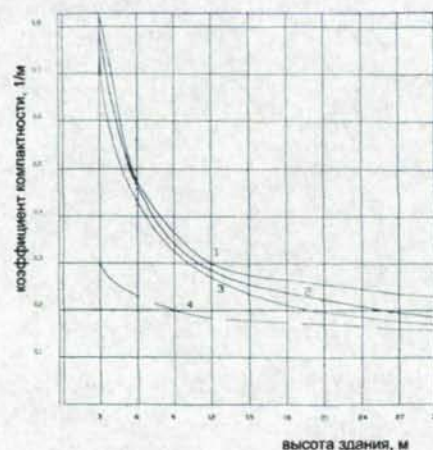


Рисунок 2.41 - Изменение коэффициента компактности здания шириной 24м и длиной 24м(1), 48м(2), 120м(3) в зависимости от высоты, а также круглого здания размером в плане эквивалентному квадратному 24х24м(4)

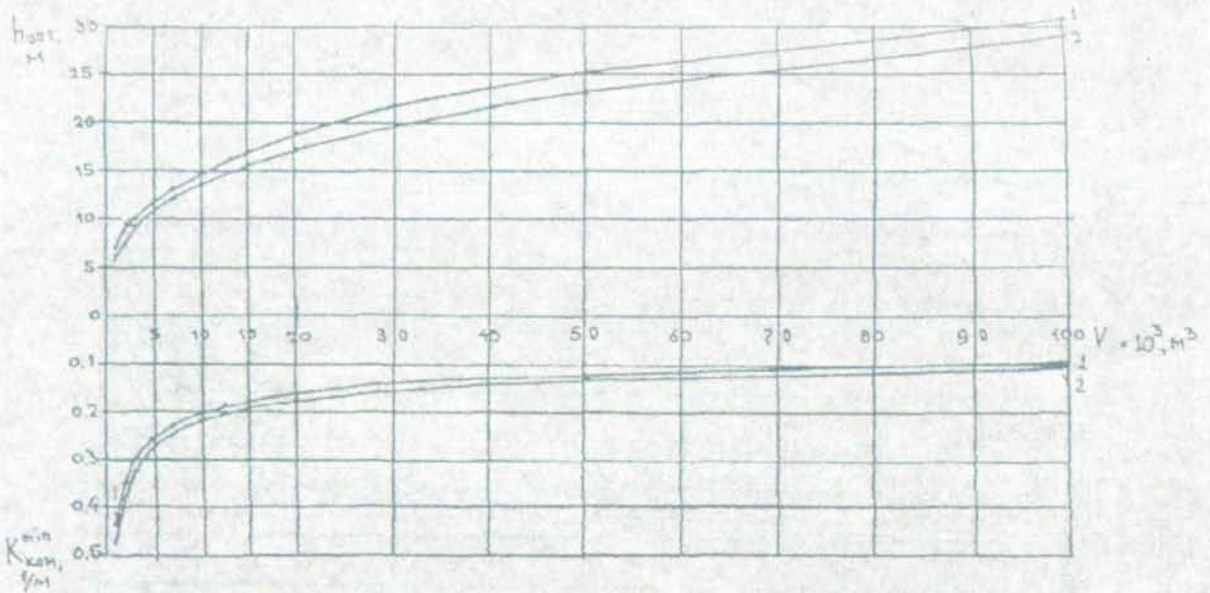


Рисунок 2.42 - Зависимость $K_{\text{e}}^{\text{des}}_{\text{min}}$ и h_{opt} от объема $V_{\text{здания}}$ круглого в плане (1) и квадратного (2) (по А.Г.Гиндюяну)

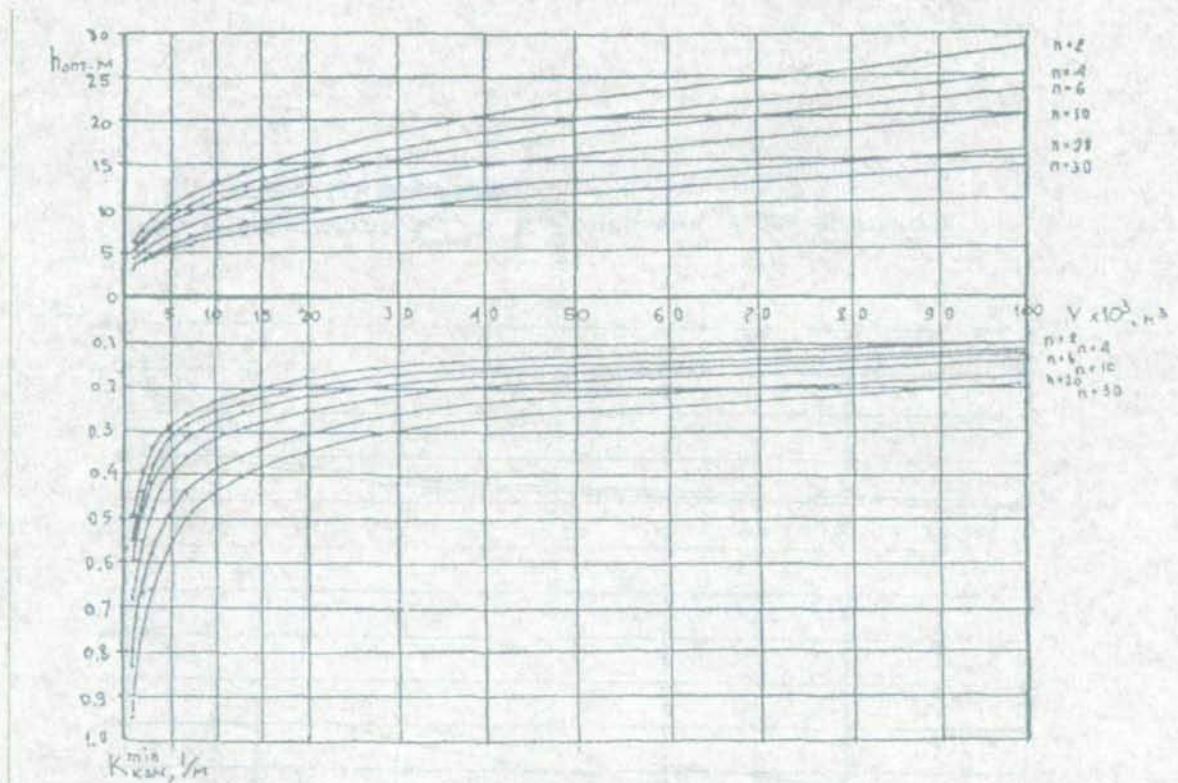


Рисунок 2.43 - Зависимость $K_{\text{e}}^{\text{des}}_{\text{min}}$ и h_{opt} от объема $V_{\text{здания}}$ с прямоугольным основанием $n = a/b$ (по А.Г.Гиндюяну)

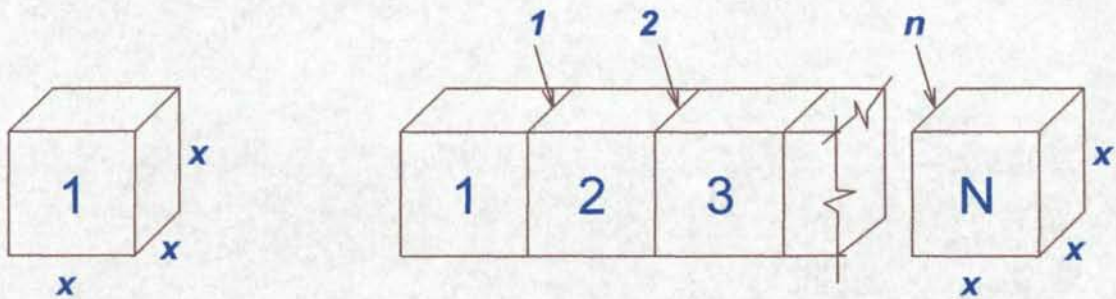


Рисунок 2.44- Схема блокирования объектов в одно здание

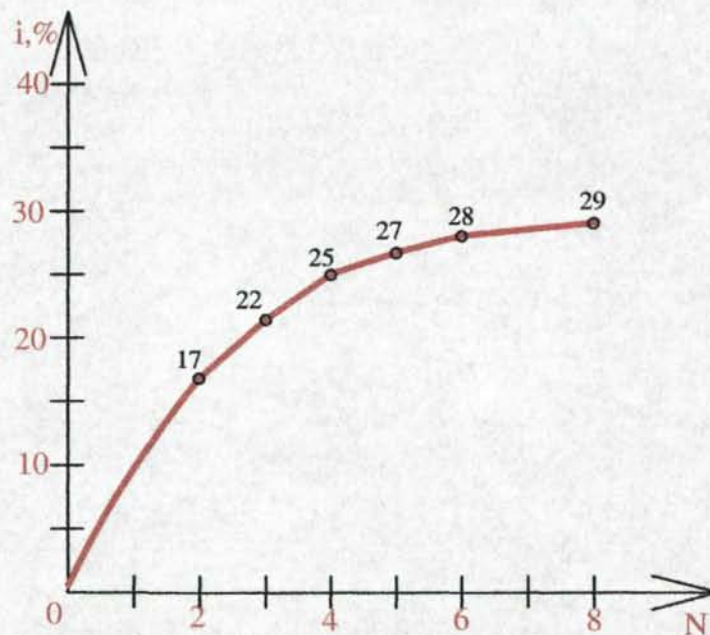


Рисунок 2.45- Эффективность блокирования при линейной блокировке объектов

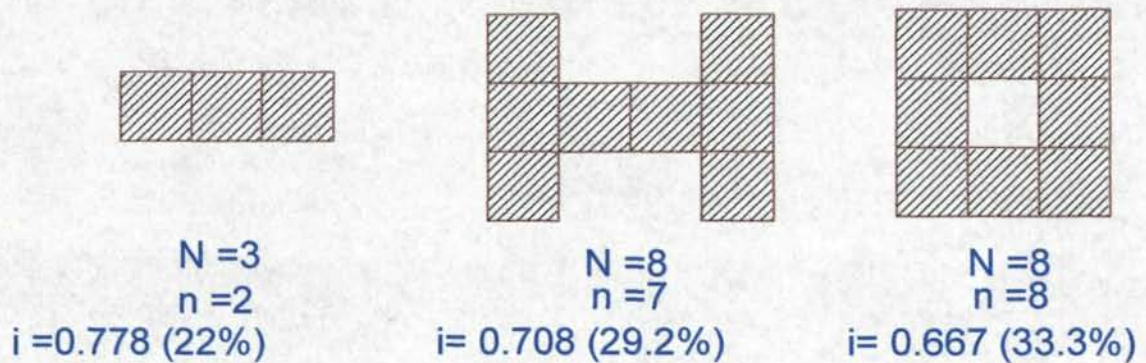


Рисунок 2.46- Примеры блокирования объектов в одно здание

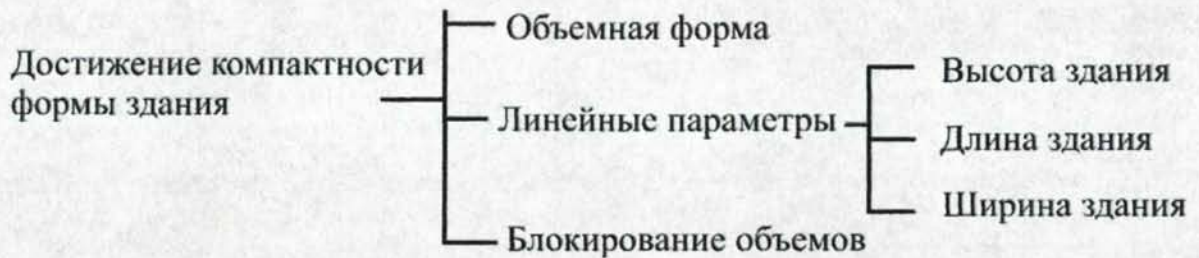


Рисунок 2.47- Принцип компактности формы здания

ЭЖЗ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ	ЖИЛЫЕ ДОМА СО ВХОДАМИ В КВАРТИРЫ С ТЕРРИТОРИИ	УСАДЕБНОЕ ГОРОДСКОЕ ЖИЛИЩЕ	ТРАДИЦИОННАЯ ФОРМА		
			НАПРАВЛЕННАЯ ФОРМА		
			НА РЕЛЬЕФЕ		
		БЛОКИРОВАННОЕ ГОРОДСКОЕ ЖИЛИЩЕ	ОДНОРЯДНАЯ БЛОКИРОВКА		
			ДВУХРЯДНАЯ БЛОКИРОВКА		
			НА РЕЛЬЕФЕ		
	ЖИЛЫЕ ДОМА СО ВХОДАМИ В КВАРТИРЫ ЧЕРЕЗ ОБЩИЕ КОММУНИКАЦИИ	АТРИУМНЫЙ			
		СЕКЦИОННЫЙ	ТОЧЕЧНЫЙ (ОДНОСЕКЦИОННЫЙ)		
			ЛИНЕЙНЫЙ (МНОГОСЕКЦИОННЫЙ)	МЕРИДИОНАЛЬНЫЙ	
				ШИРОТНЫЙ	

Рисунок 2.48- Типология ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 2.49- Общая концепция формирования архитектуры ЭЖЗ усадебного типа в климатических условиях Среднего Поволжья

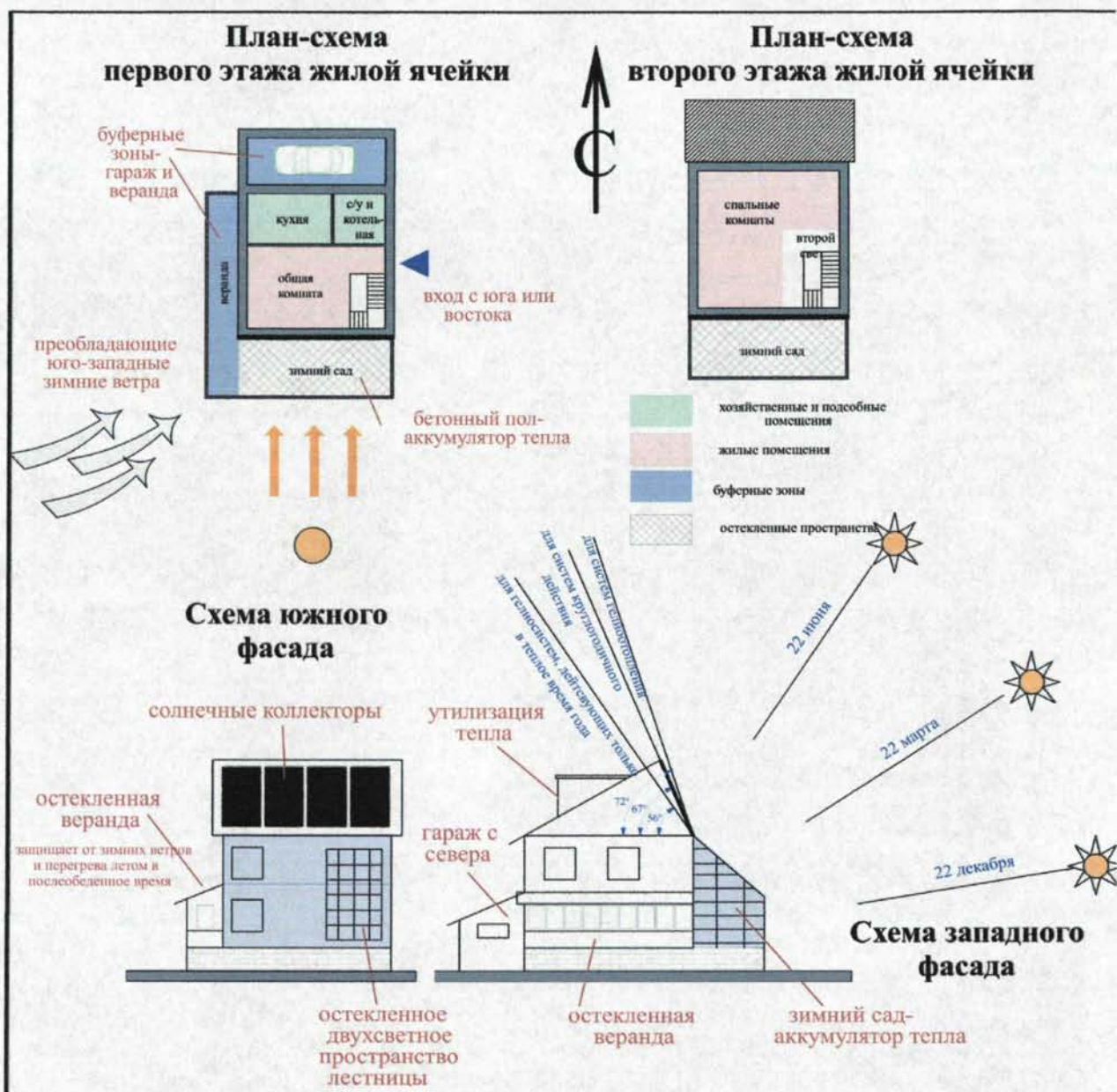


Рисунок 2.50- Объемно-пространственная организация усадебного городского жилища традиционной формы

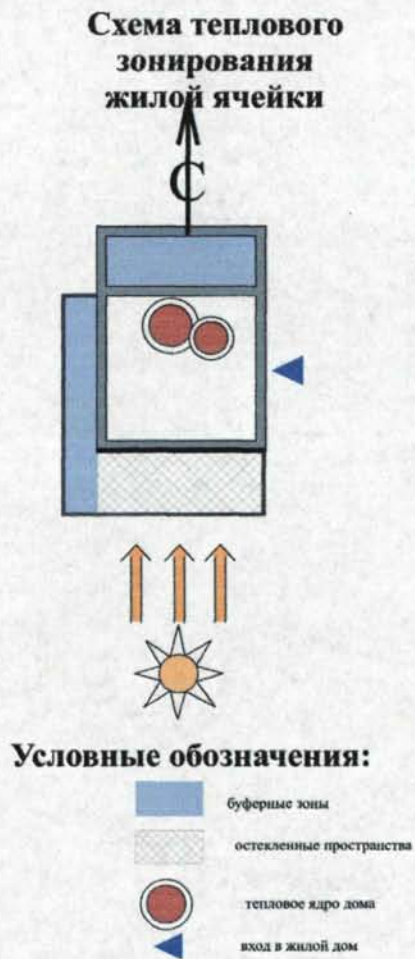


Рисунок 2.51- Схема теплового зонирования усадебного жилища традиционной формы

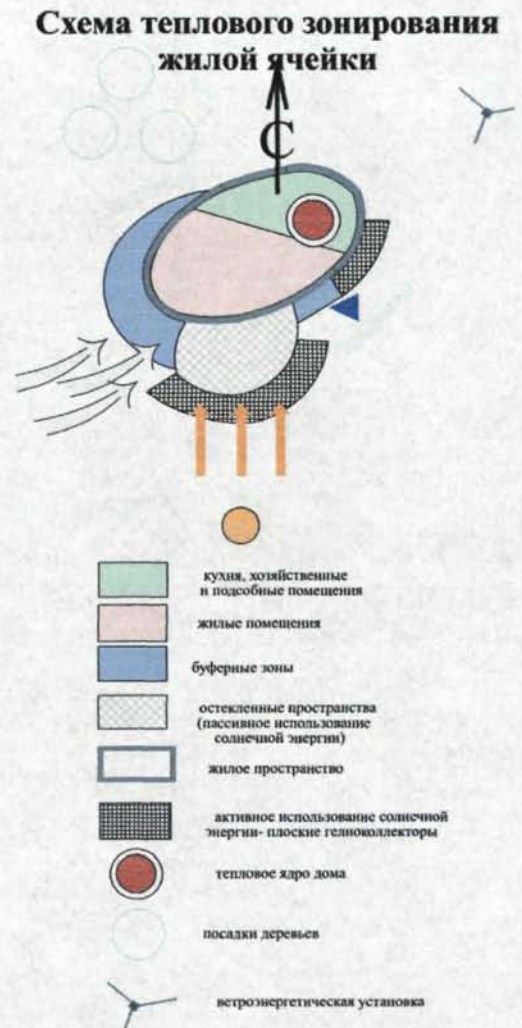


Рисунок 2.52- Схема теплового зонирования усадебного жилища направленной формы



Рисунок 2.53- Объемно-пространственная организация усадебного городского жилища направленной формы

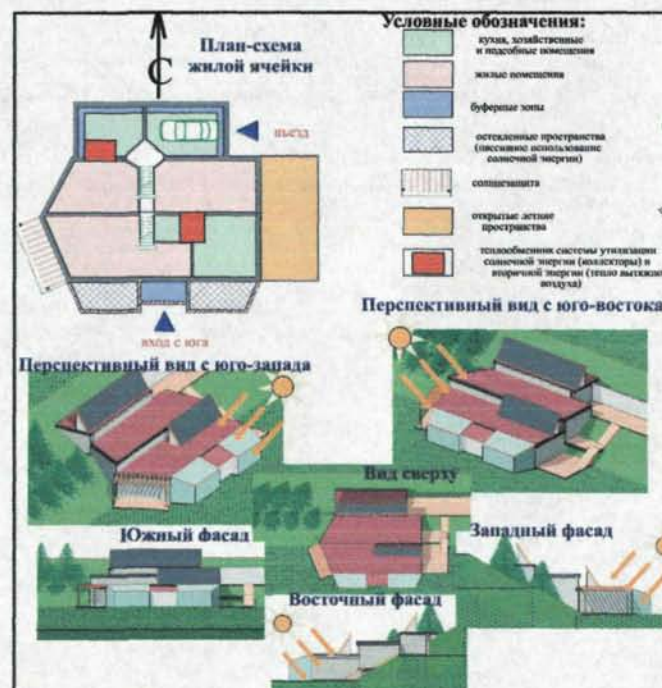


Рисунок 2.54- Объемно-пространственная организация усадебного городского жилища на рельефе



Рисунок 2.55- Схема теплового зонирования усадебного жилища на рельефе

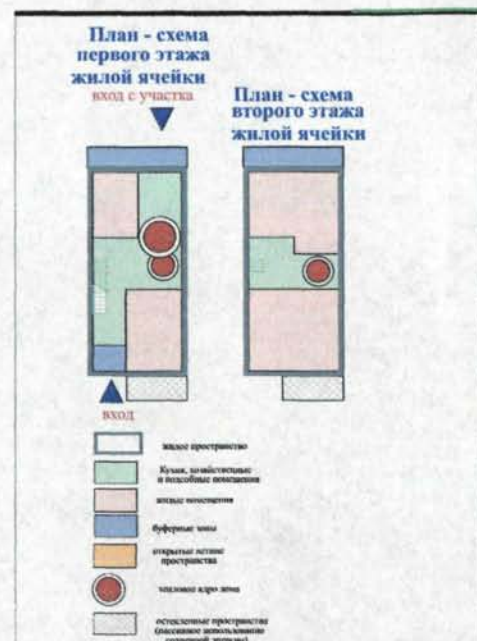


Рисунок 2.56- Объемно-пространственная организация блокированного жилища однорядной блокировки

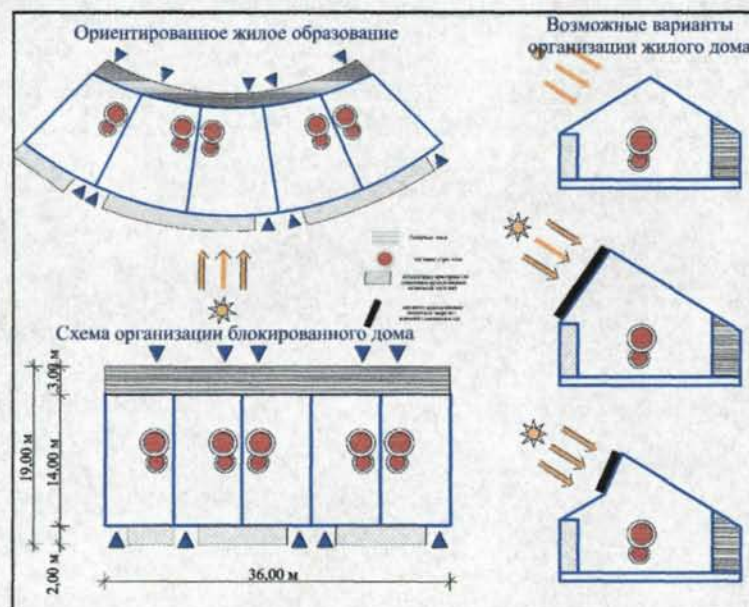


Рисунок 2.57- Схема теплового зонирования блокированного жилища однорядной блокировки

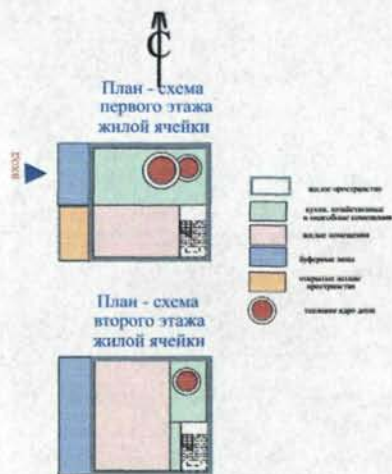


Рисунок 2.58- Объемно-пространственная организация блокированного жилища двухрядной блокировки

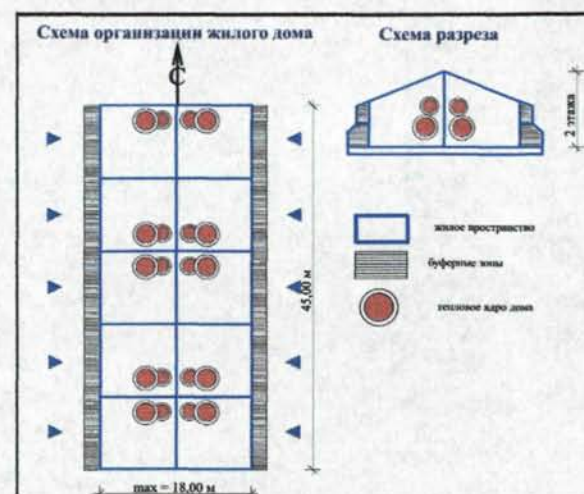


Рисунок 2.59- Схема теплового зонирования блокированного жилища двухрядной блокировки

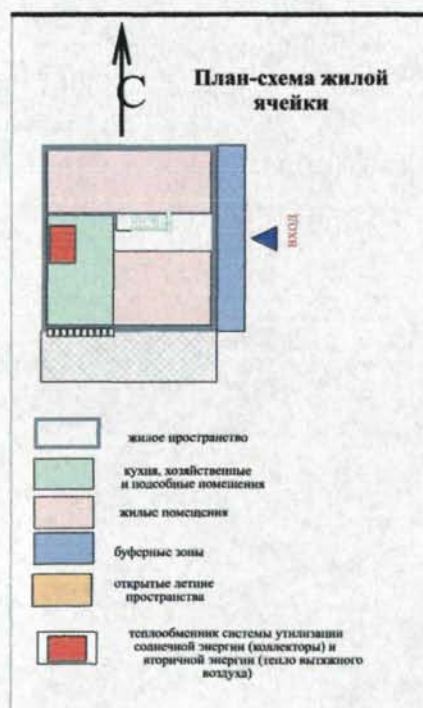


Рисунок 2.60- Объемно-пространственная организация блокированного жилища на рельефе

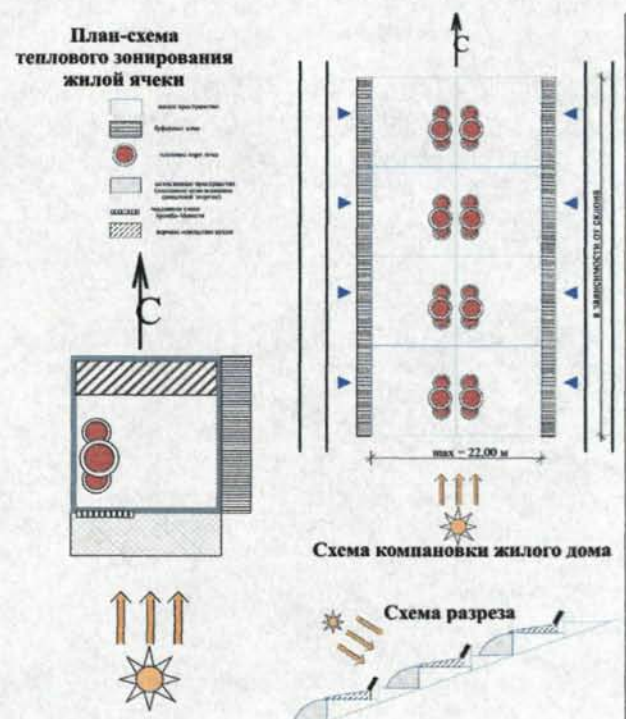


Рисунок 2.61- Схема теплового зонирования блокированного жилища на рельефе

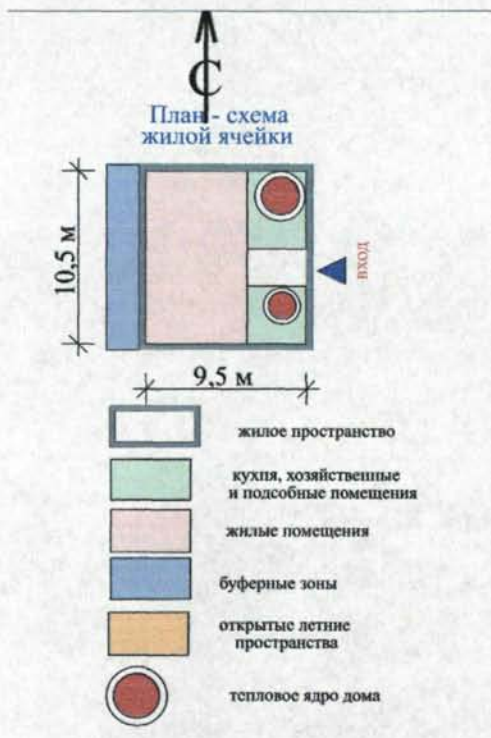


Рисунок 2.62- Объемно-пространственная организация атриумного жилища

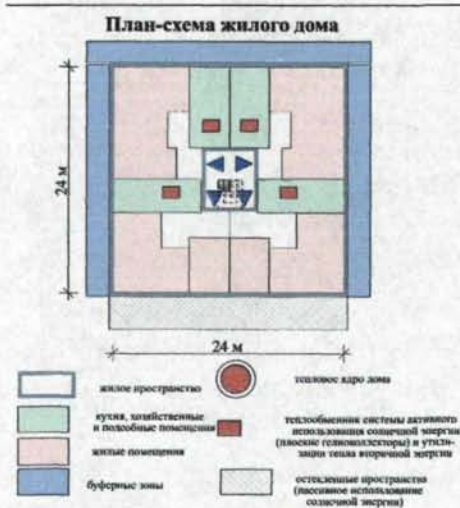


Рисунок 2.64- Объемно-пространственная организация точечного секционного жилища

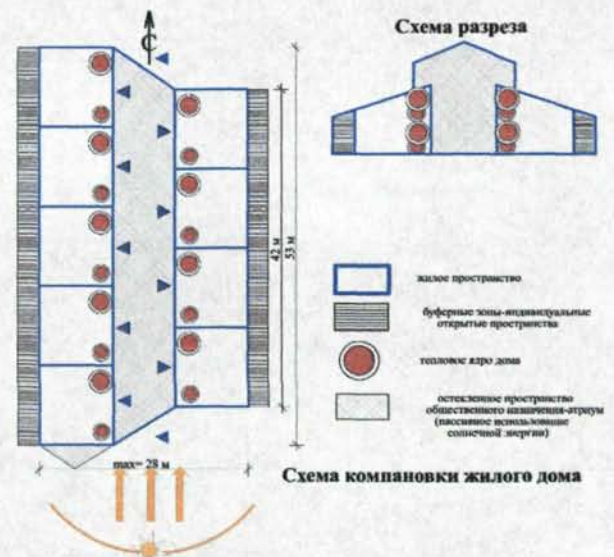


Рисунок 2.63- Схема теплового зонирования атриумного жилища



Рисунок 2.65- Схема теплового зонирования точечного секционного жилища

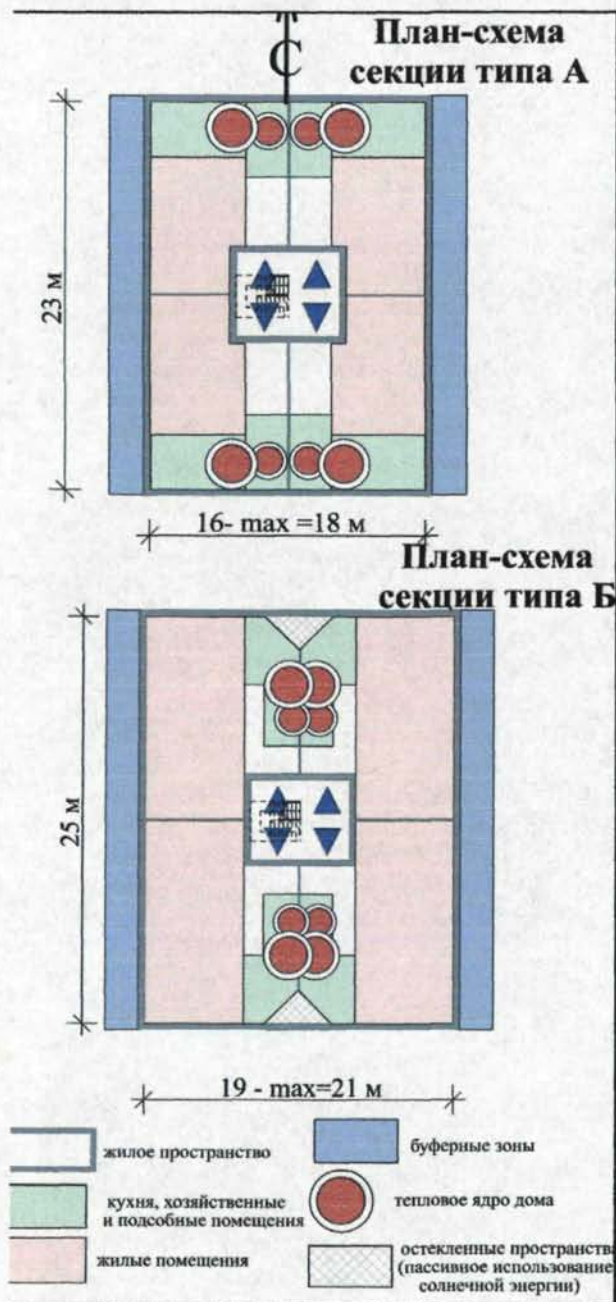


Рисунок 2.66- Объемно-пространственная организация линейного секционного жилища меридиональной ориентации

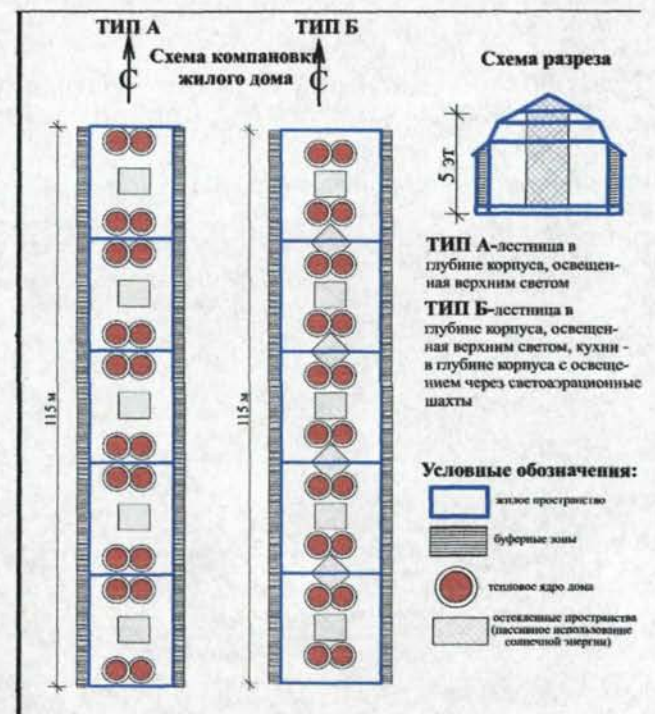


Рисунок 2.67- Схема теплового зонирования линейного секционного жилища меридиональной ориентации

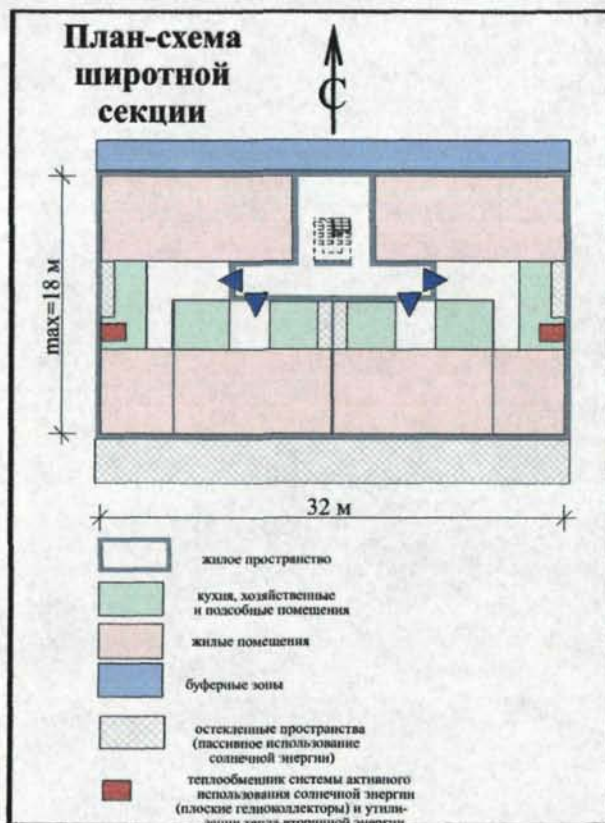


Рисунок 2.68- Объемно-пространственная организация линейного секционного жилища широтной ориентации

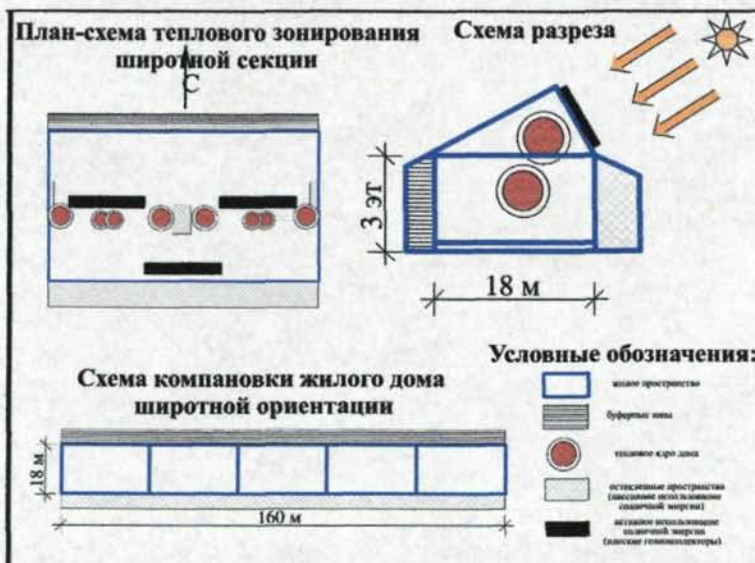


Рисунок 2.69- Схема теплового зонирования линейного секционного жилища широтной ориентации

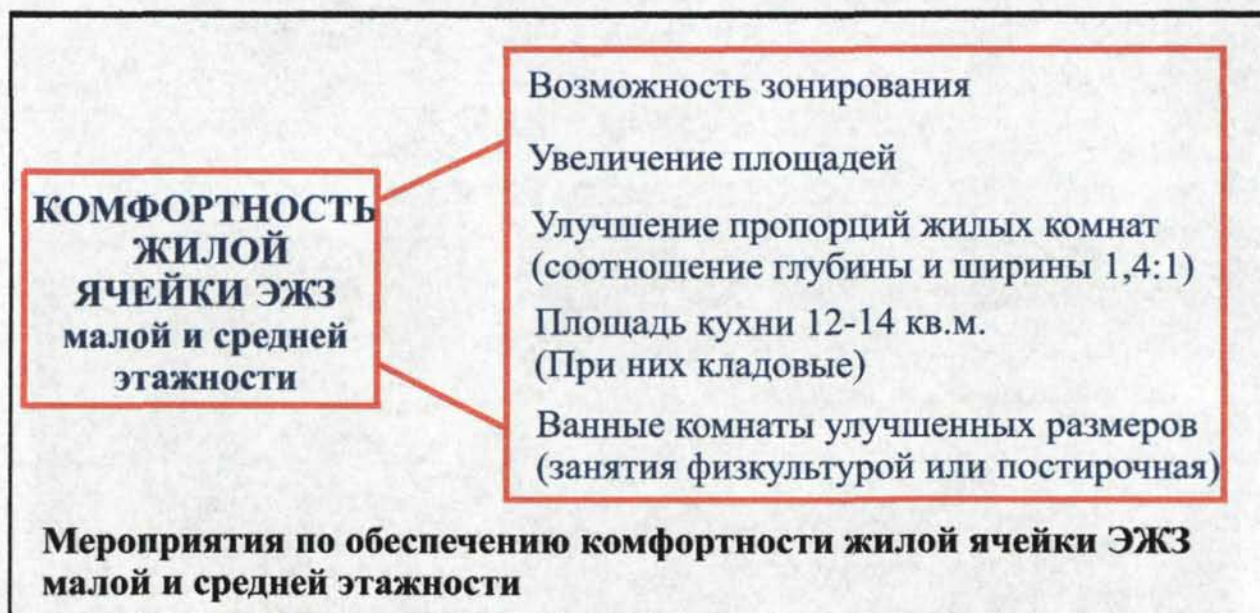


Рисунок 2.70- Мероприятия по обеспечению комфортности жилой ячейки ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 2.71- Факторы, обуславливающие выбор типа ЭЖЗ малой и средней этажности

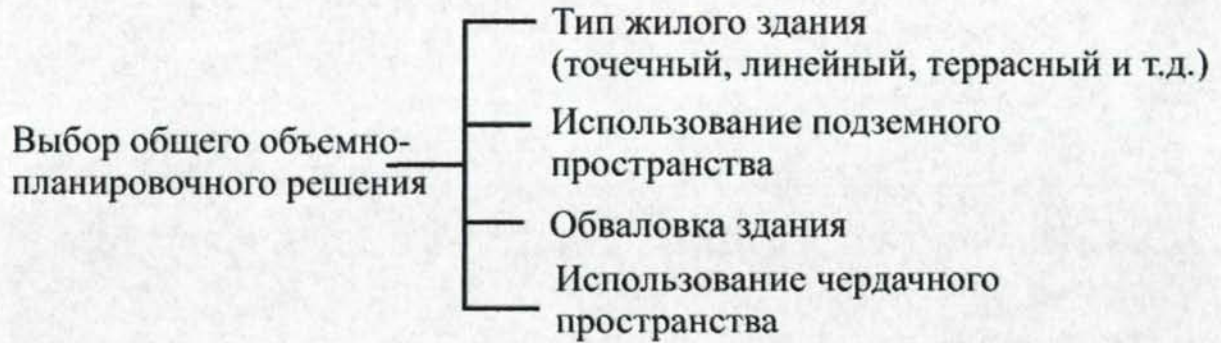


Рисунок 2.72-Принцип выбора общего объемно- планировочного решения



Рисунок 2.73- Осуществление теплового зонирования при определении внутренней планировки ЭЖЗ малой и средней этажности

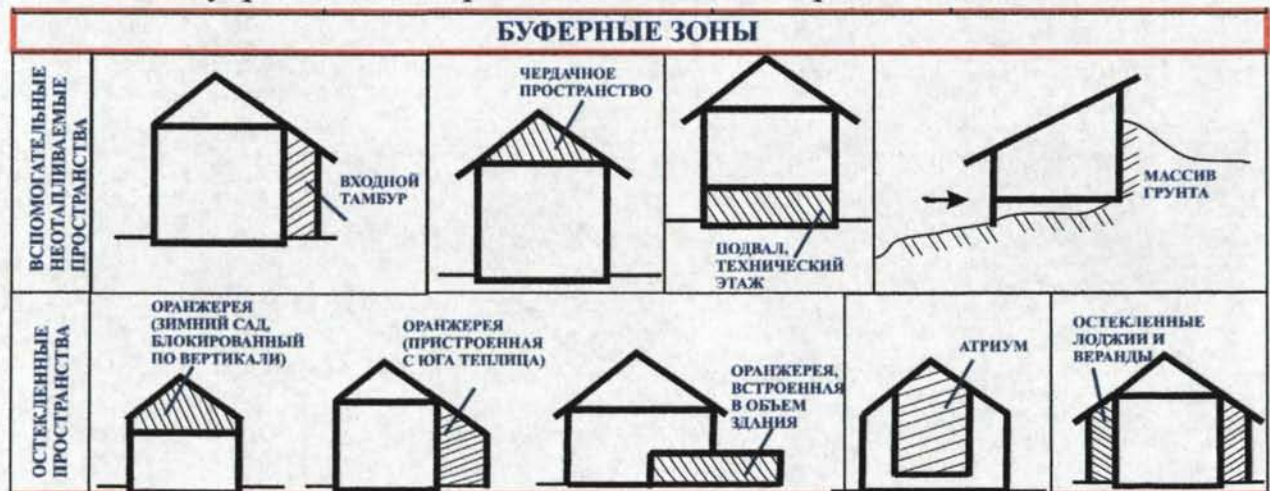


Рисунок 2.74- Использование буферных зон при определении внутренней планировки ЭЖЗ малой и средней этажности

УШИРЕНИЕ КОРПУСА				
МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВНУТРЕННЕЙ ПЛАНИРОВКИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ УШИРЕНИЮ КОРПУСА до 18-24м				
устройство кладовых комнат при кухнях	освещение кухни через светоаэрационные шахты	размещение лестниц в глубине корпуса с верхним освещением (особенно эффективно в условиях малой и средней этажности)	устройство непосредственного сообщения близких по назначению комнат квартиры	создание комнат улучшенных размеров с соблюдением необходимого соотношения глубины к ширине 1,4:1

Рисунок 2.75- Мероприятия при определении внутренней планировки ЭЖЗ малой и средней этажности, способствующие уширению корпуса



Рисунок 2.76- Принцип определения внутренней планировки здания

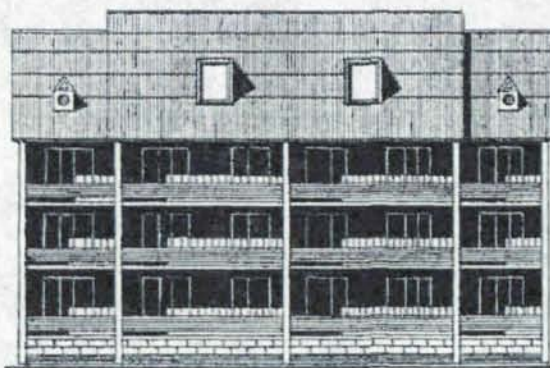


Рисунок 2.77- "Буферные зоны" в виде остекленных веранд на фасаде здания



Рисунок 2.78- Квадратный атриум в Borax BA Headquarters

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ И СРЕДСТВА ЭЖЗ малой и средней этажности	АСИММЕТРИЧНОСТЬ ФАСАДОВ
	ПРОСТАЯ ГЕОМЕТРИЯ ПЛАНА С УМЕНЬШЕННОЙ ИЗРЕЗАННОСТЬЮ
	ПРИМЕНЕНИЕ В СТРУКТУРЕ ЭЖЗ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕЛИОАРХИТЕКТУРЫ И УЛАВЛИВАНИЯ ВЕТРА
	ВКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ
	МАСШТАБНАЯ СОРАЗМЕРНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ

Рисунок 2.79- Архитектурно- композиционный принцип формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности

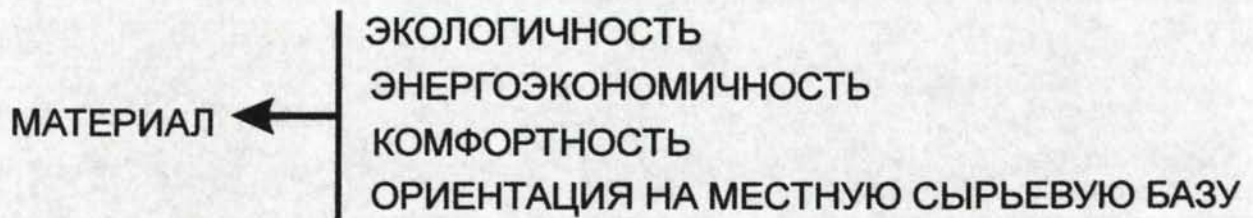


Рисунок 2.80- Принцип выбора материалов при проектировании ЭЖЗ

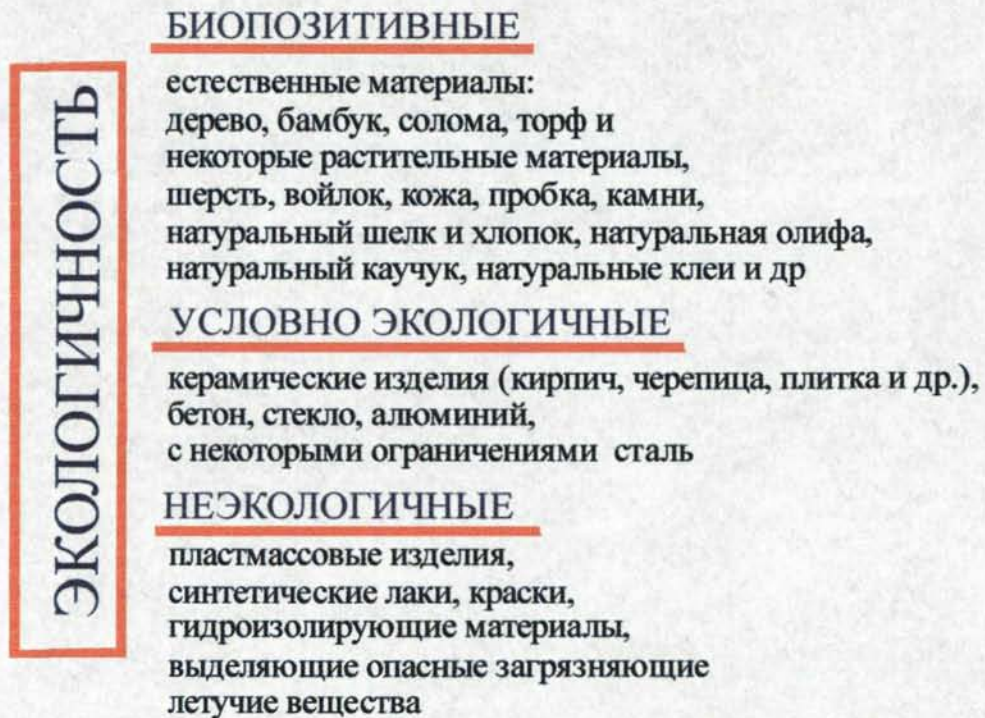


Рисунок 2.81- Классификация материалов по экологичности

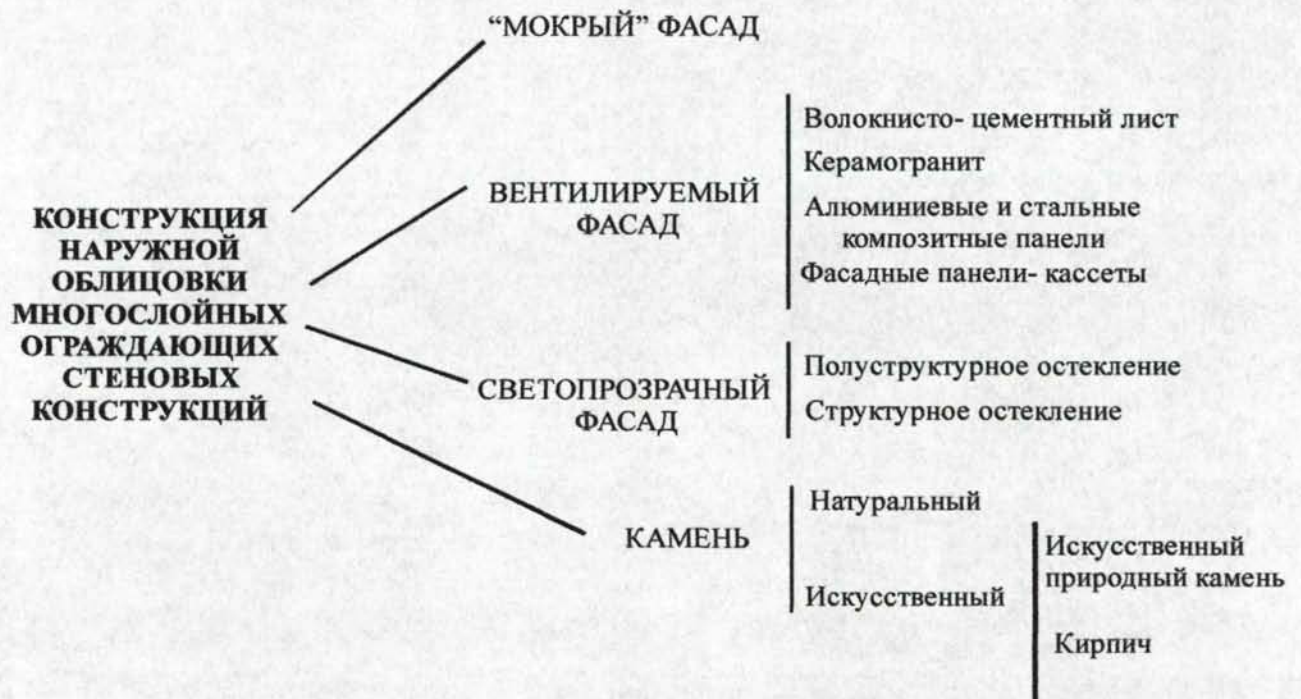


Рисунок 2.82- Виды конструкции наружной облицовки многослойных ограждающих стеновых конструкций

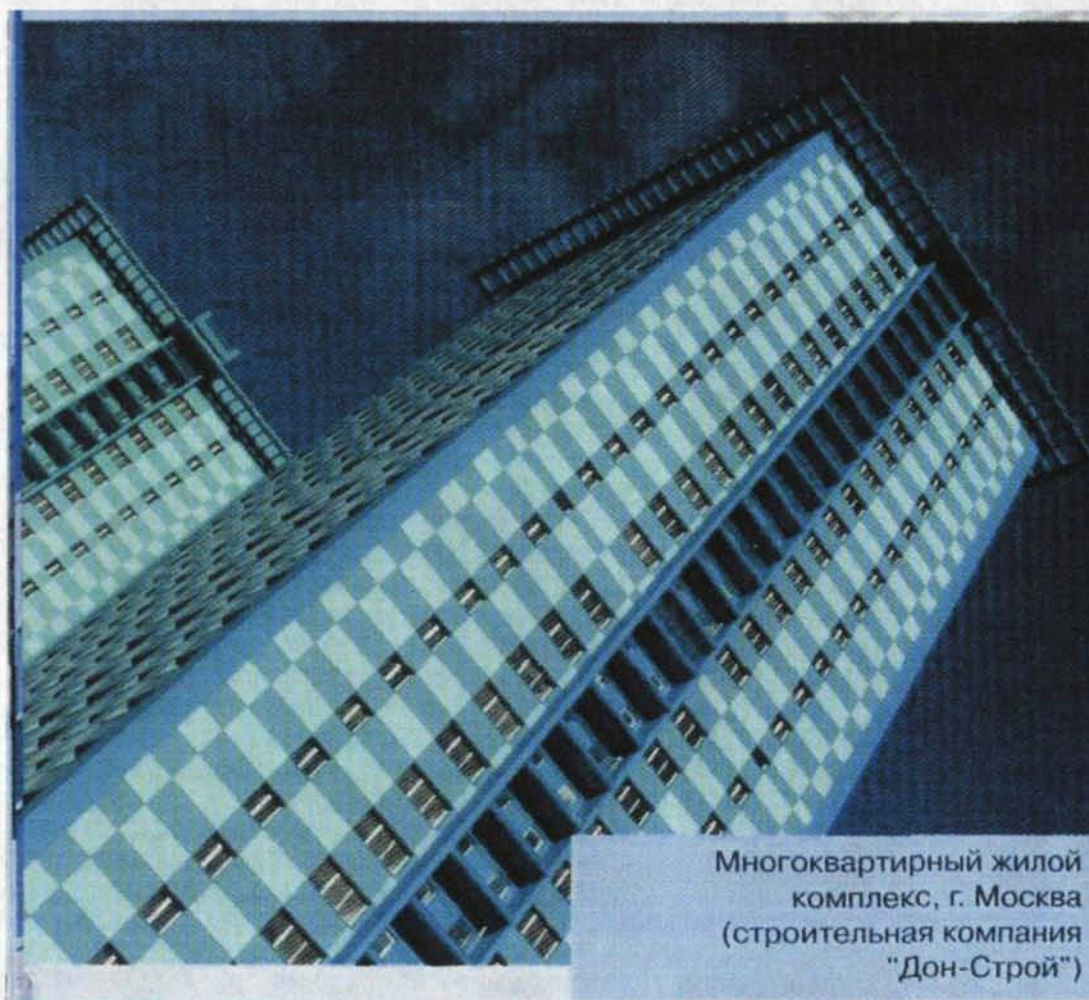


Рисунок 2.83- Конструкция вентилируемого фасада.



Рисунок 2.84- Конструкция вентилируемого фасада. Использование в качестве облицовочного слоя вентилируемого фасада плит из керамогранита марки «КТС-1ВФ»



Рисунок 2.85- Использование «мокрого» фасада



Рисунок 2.86 - Конструкция ограждающие алюминиевые вентилируемого фасада. Жилой дом конструкции. Жилой дом по адресу: на проспекте 60-летия Октября, д.8, г.Москва, Вавилова, вл.75 г.Москва — пример использования алюминиевых композитных панелей



Рисунок 2.87- Светопрозрачные



Рисунок 2.88- Светопрозрачные ограждающие конструкции. Частный дом. Зимний сад



Жилое здание,
г. Москва,
ул. Долгоруковская

Рисунок 2.89- Пример использования многослойного «мокрого» фасада системы «Сенарджи»



Рисунок 2.90 - Светопрозрачные ограждающие алюминиевые конструкции. Жилой дом по адресу: г.Москва, Зубовский проезд



Рисунок 2.91- Применение искусственного камня.
Частный дом



Рисунок 2.92 - Строительство дома по технологии *cordwoodmasonry*



Рисунок 2.93- Дом Клиффа Шоки (Shockey House), Ванской, Саскачеван. Общий вид.

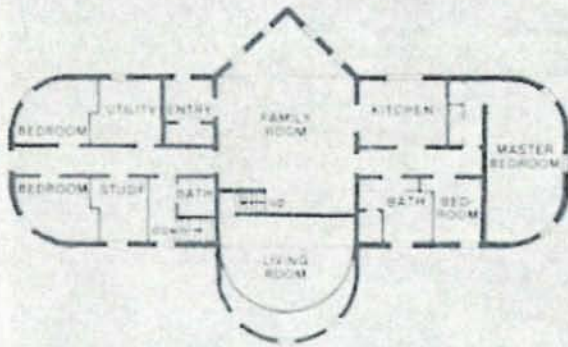


Рисунок 2.94- Дом Джека
Хенстрайджа (Henstridge House),
Оромокто, Нью-Брунсвик, Канада.
Общий вид. План



Рисунок 2.95-Строительство дома из
соломенных блоков.



Рисунок 2.96- Дом Нотнеса вблизи
Хинтона (Альбертина, Канада, 1998)
(Notnes House). Общий вид.



Рисунок 2.97- Этап строительства



Рисунок 2.98-Интерьер



Рисунок 2.99- Приоратский дворец в Гатчине, построенный в технике землебита (1797—1799 г.г. архитектор А.Н.Львов).



Рисунок 2.100- Возведение стен по технологии *earthbags*.



Рисунок 2.101- Honey House

Принципы выбора конструкции наружной облицовки стены и кровли:

Наружная облицовка здания должна быть внешней оболочкой многослойной ограждающей конструкции и должна удовлетворять требованиям архитектурной выразительности, надежности в эксплуатации, легкости монтажа, стоимости и долговечности.

Рисунок 2.102- Принципы выбора конструкции наружной облицовки стены и кровли



Рисунок 2.103 - Классификация кровельных материалов



Рисунок 2.104 - Дерновая крыша в разрезе



Рисунок 2.105 - Дом Р.Роя с дерновой крышей

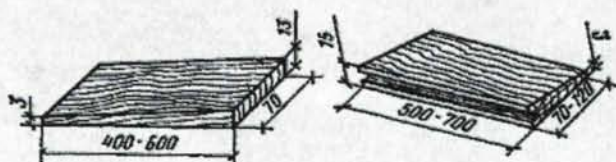


Рисунок 2.106- Деревянный гонт



Рисунок 2.107 - «Маленький коттедж». Арх.Х.Девис



Рисунок 2.108 - Жилой дом с камышовой кровлей



Рисунок 2.109 - Жилой дом с соломенной кровлей



Рисунок 2.110 - Принцип выбора остекления здания



Рисунок 2.111 - Принцип работы
«Теплового зеркала»

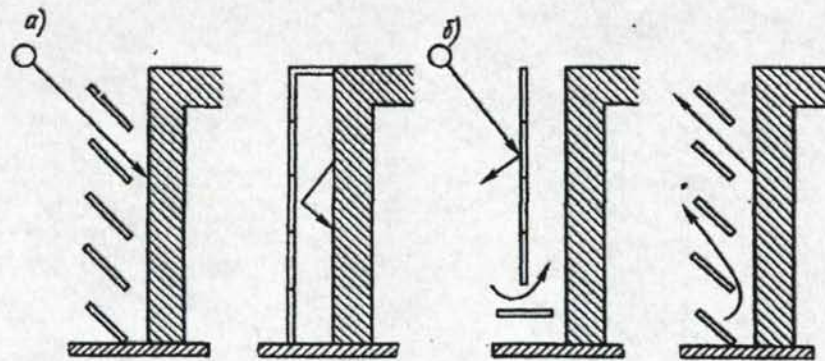


Рисунок 2.112 - Принцип действия системы штор: а- зимой и летом в дневные часы; б- зимой и летом в ночные часы

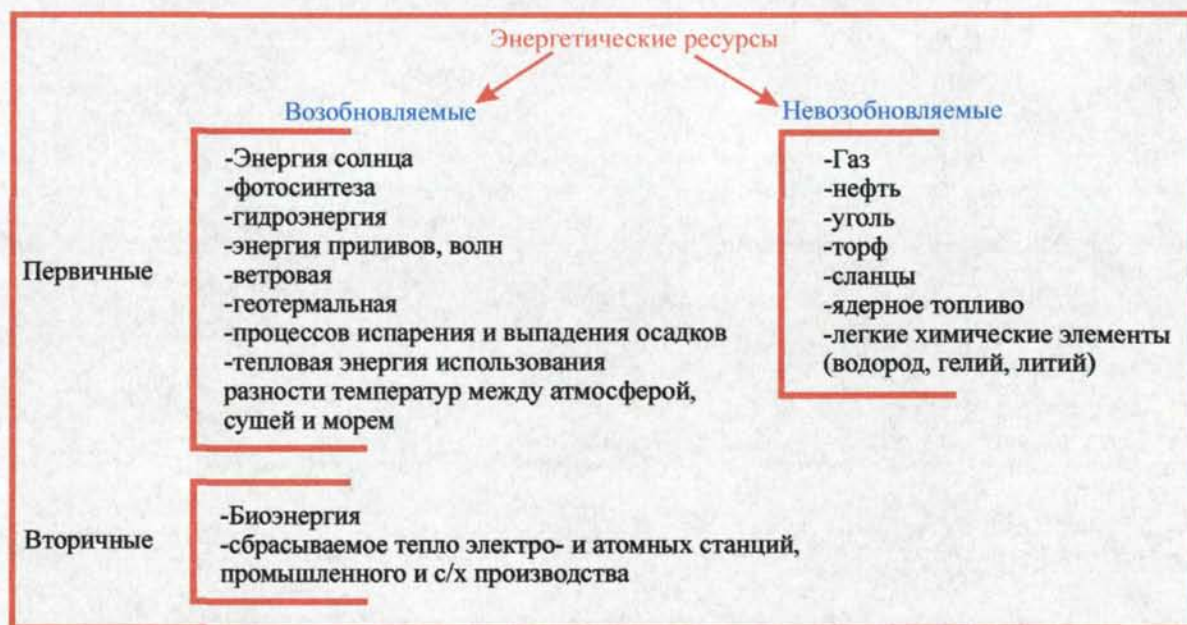


Рисунок 2.113 - Классификация энергетических ресурсов

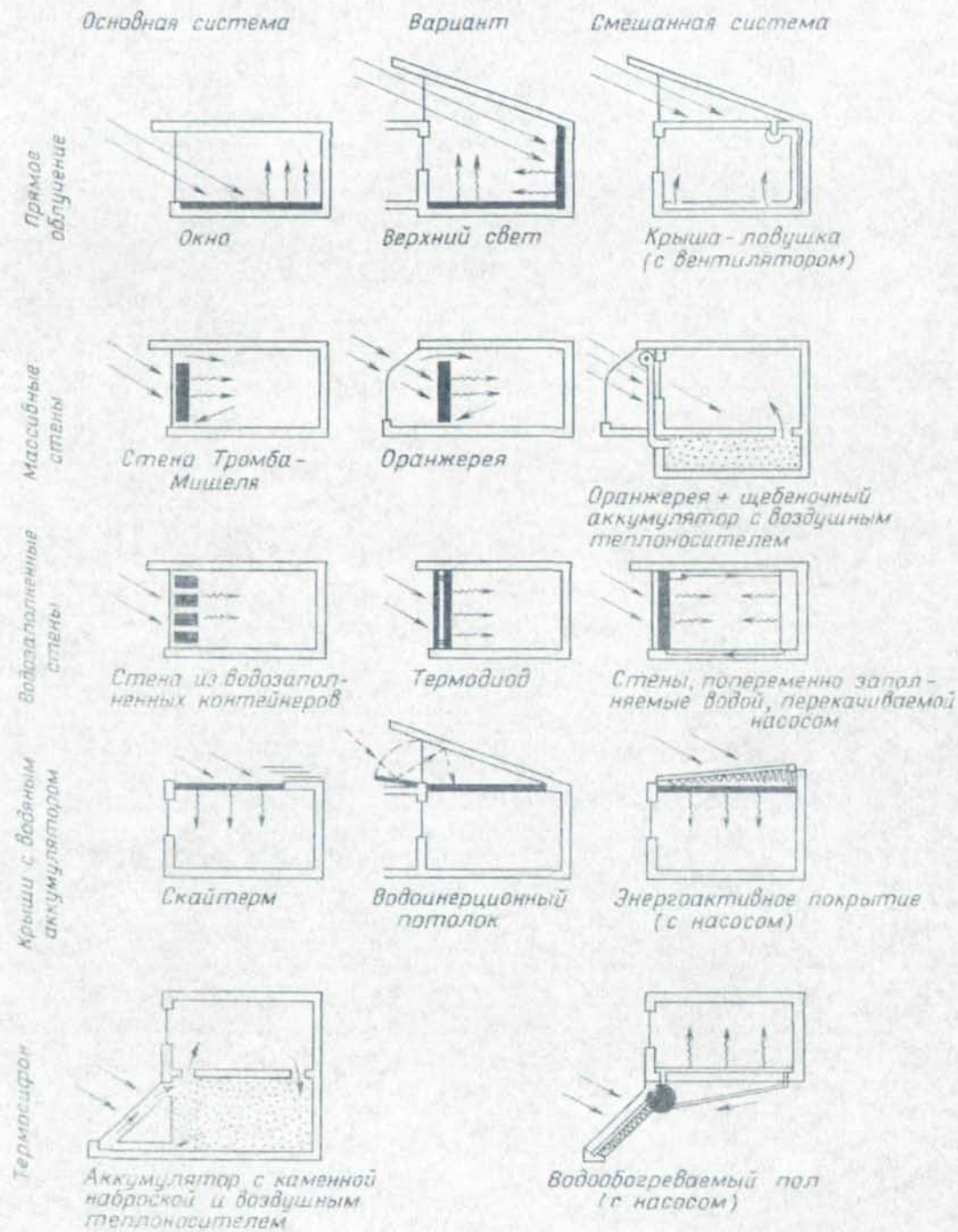


Рисунок 2.114- Схемы пассивных систем солнечного отопления (по Селиванову Н.П.)

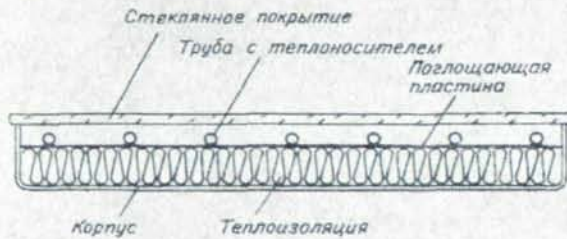


Рисунок 2.115- Принципиальная схема плоского коллектора



Рисунок 2.116- Плоский гелиоконцентратор



Рисунок 2.117- Сферический гелиоконцентратор

эффективность, %

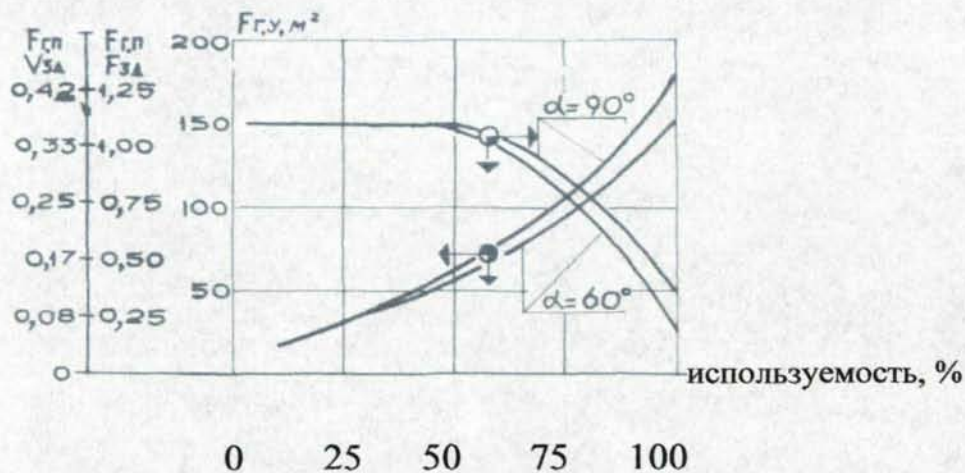


Рисунок 2.118 - Зависимость площади гелиоприемника $F_{г.п.}$ (м²) и показателя используемости выработанной гелиоэнергии И (%) от планируемой эффективности (%) гелиосистемы и угла наклона гелиоприемника:

$F_{г.п.}/V_{зд}$ - отношение площади гелиоприемника к объему здания;
 $F_{г.п.}/F_{зд}$ - отношение площади гелиоприемника к площади здания.

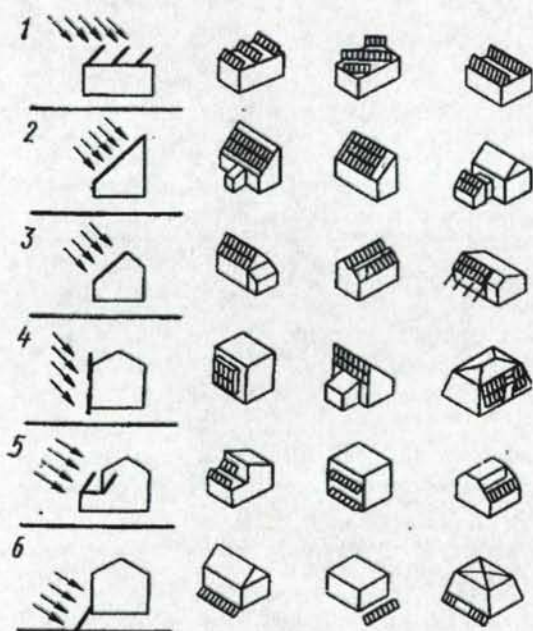


Рисунок 2.119 - Типы солнечных коллекторов в зависимости от их расположения в доме:

1-монтируемое на плоской крыше, 2-то же, на односкатной крыше, 3-то, же на двускатной крыше, 4-вертикальные и наклонные на стенах, 5-балконные и на лоджиях, 6-цокольные

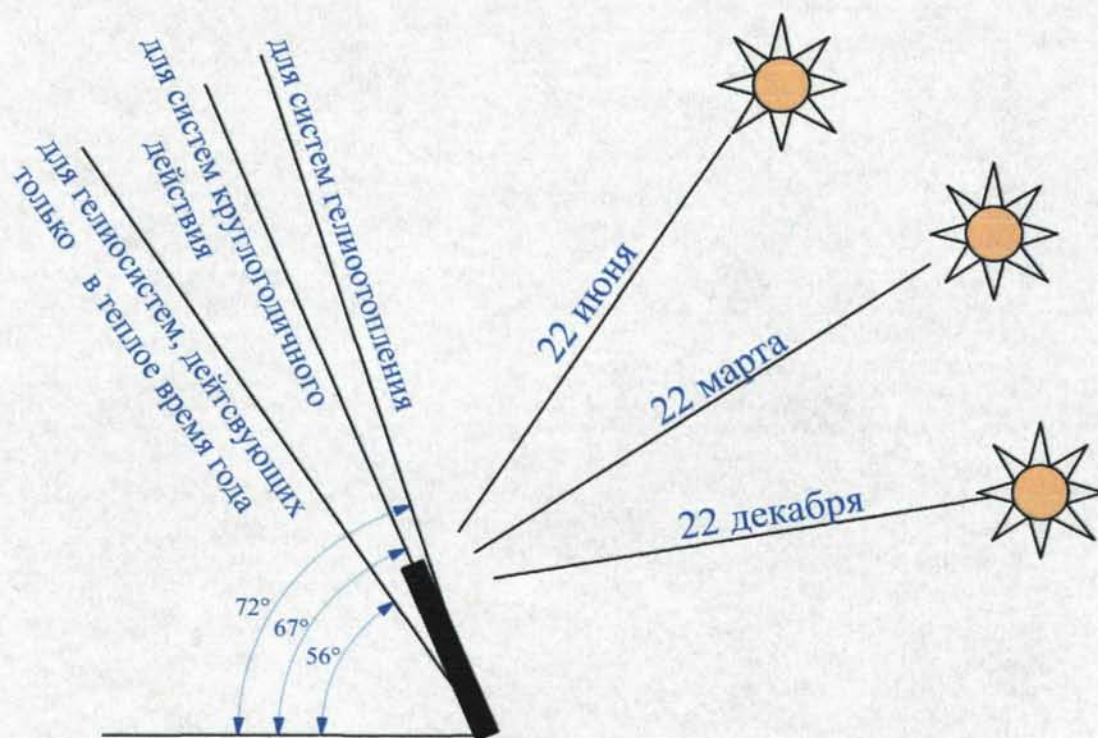


Рисунок 2.120 - Угол наклона гелиоприемника в условиях Среднего Поволжья

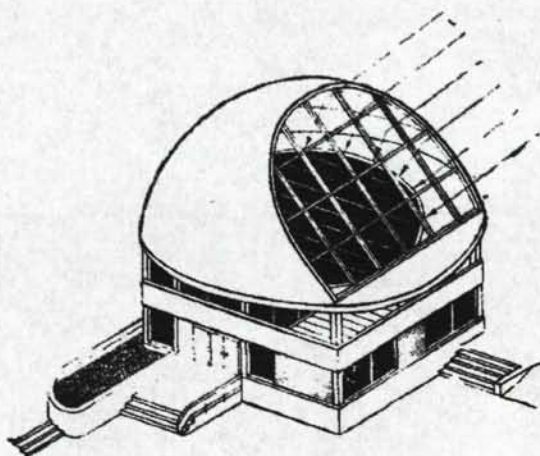


Рисунок 2.121- Стационарное здание со следящим коллектором
(Селиванов Н.П.)

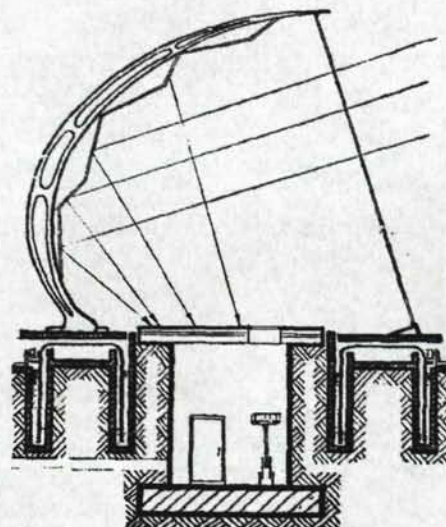


Рисунок 2.122 - Стационарное здание со следящим элементом – гелиотеплицей (Селиванов Н.П.)

АКТИВНОЕ	Тип гелиоколлектора
	Расположение
	Площадь

Рисунок 2.123 - Факторы, определяющие эффективность активного использования солнечной энергии



Рисунок 2.124 - Отдельностоящая ветроустановка

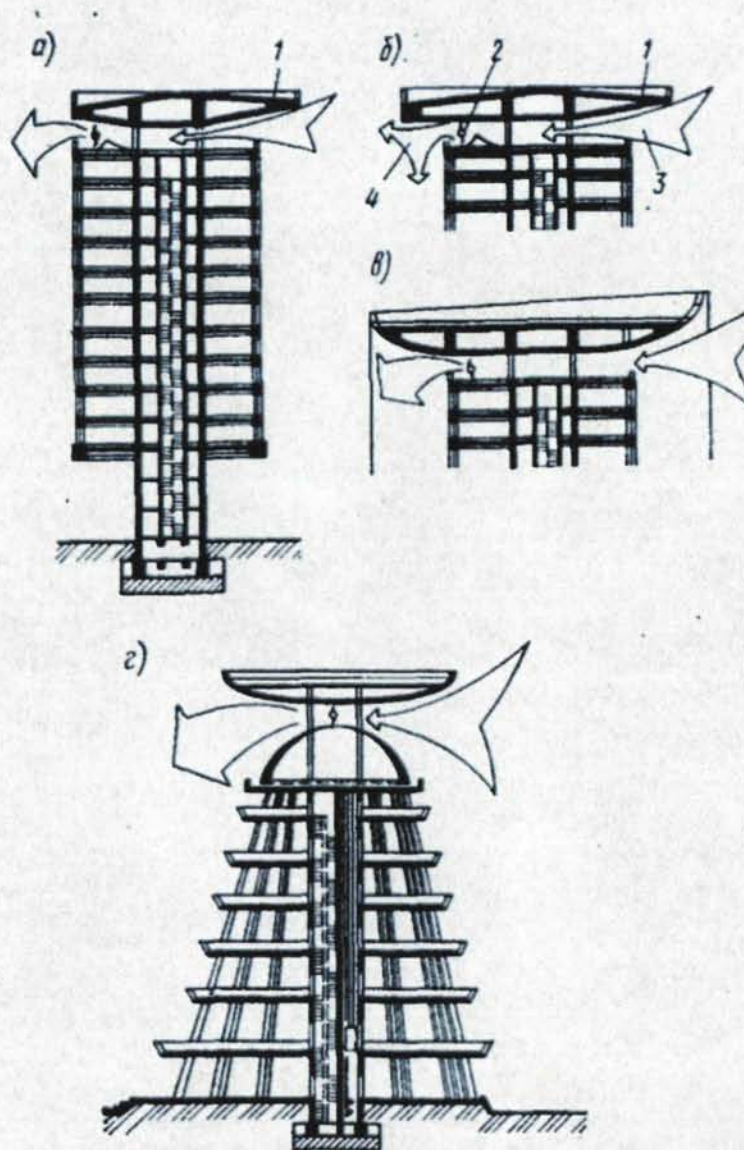


Рисунок 2.125 - Конструктивные схемы ветроэнергоактивных зданий с солнцезащитным экраном, трансформированным в концентратор и диффузор ветрового потока: а)-крыша с односкатным экраном, выполненная в виде концентратора ветровой энергии; б)-то же, с продленным экраном, образующим с подветренной стеной малый диффузор; в)-покрытие с двускатным экраном с улучшенными аэродинамическими качествами концентратора и диффузора ветра; г)-здание с комплексными аэродинамическими и солнцезащитными экранами: 1-экран; 2-ветроколеса (турбина); 3-концентратор воздушного потока; 4-диффузор

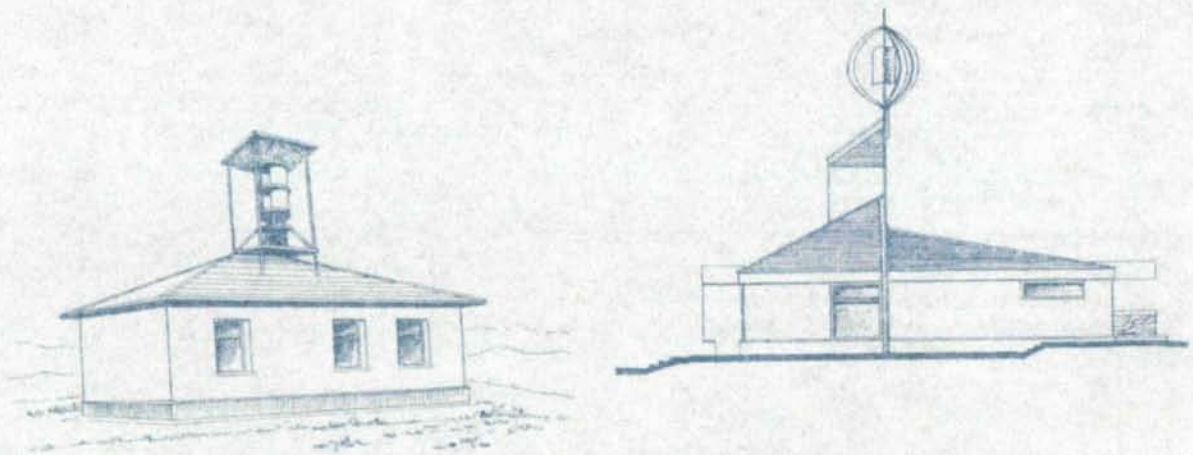


Рисунок 2.126- Здания с размещенными на них ветроколесами

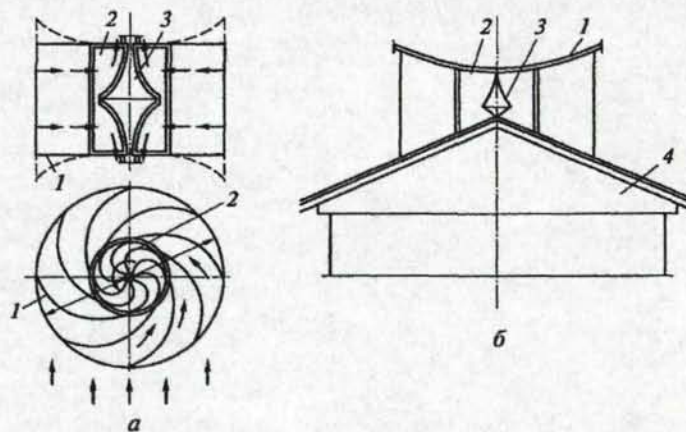


Рисунок 2.127 - Ветроколесо с неподвижным наружным концентратором (а) и его использование в индивидуальном доме (б) конструкции А.Н.Тетиора

- 1- Неподвижный концентратор
- 2- Вращающееся ветроколесо
- 3- Неподвижный отражатель ветрового потока
- 4- Кровля дома

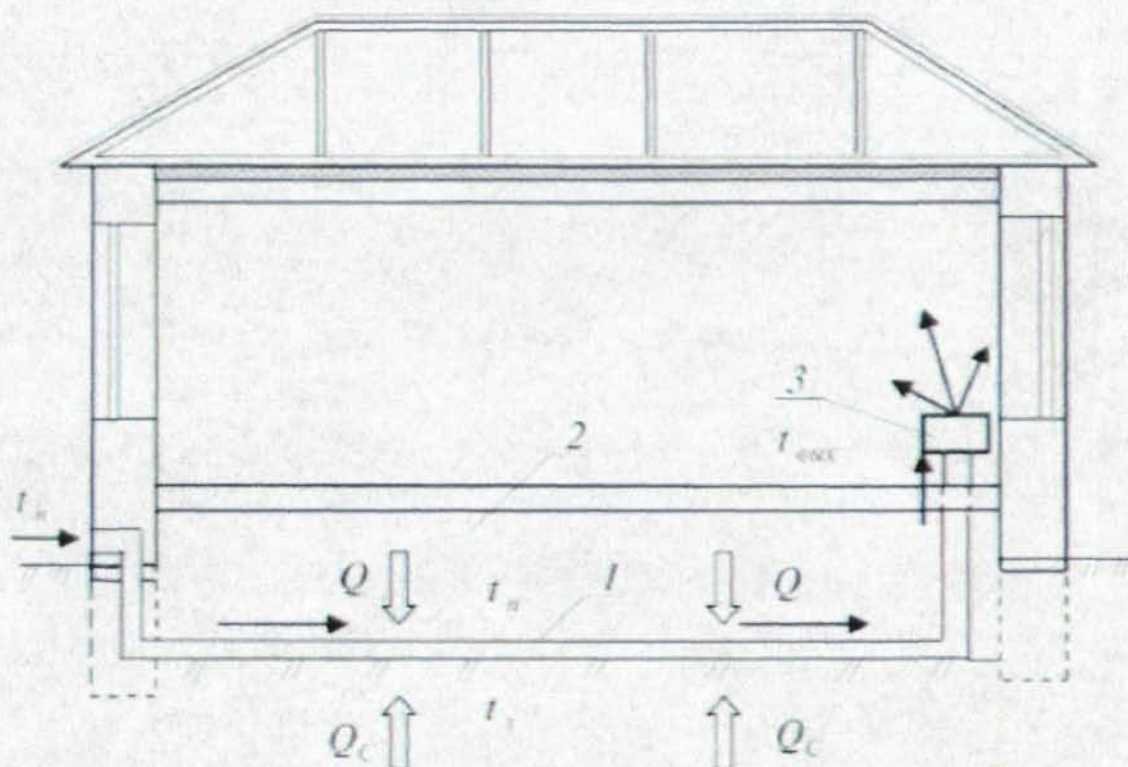


Рисунок 2.128 - Использование тепла верхних слоев земли с помощью каналов:

1- система каналов; 2- подвальное помещение; 3- система воздушного отопления

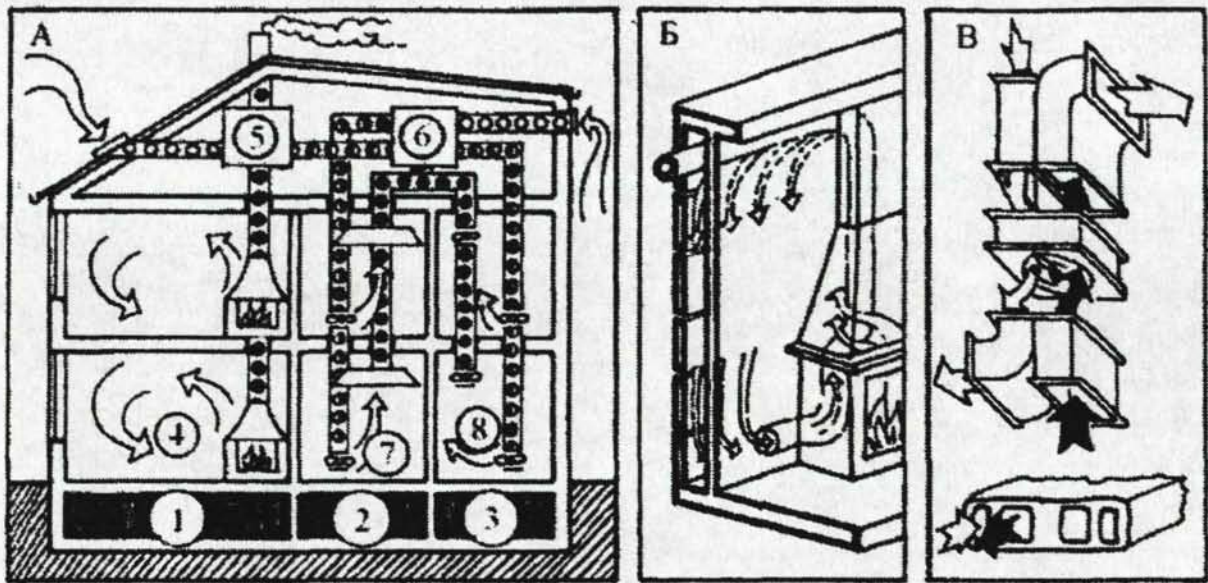


Рисунок 2.129 - Устройство теплообменников в системе принудительной вентиляции.

А-размещение теплообменных устройств в структуре жилого здания: 1- жилые комнаты с камином; 2-кухня; 3-ванная комната; 4-«тепловая стена»; 5- теплообменник для тепловых выбросов камина; 6- теплообменник для тепловых выбросов ванной и кухни; 7- отработанный теплый воздух; 8- приточный теплый воздух;

Б-«тепловая стена»; В-конструкции теплообменных устройств

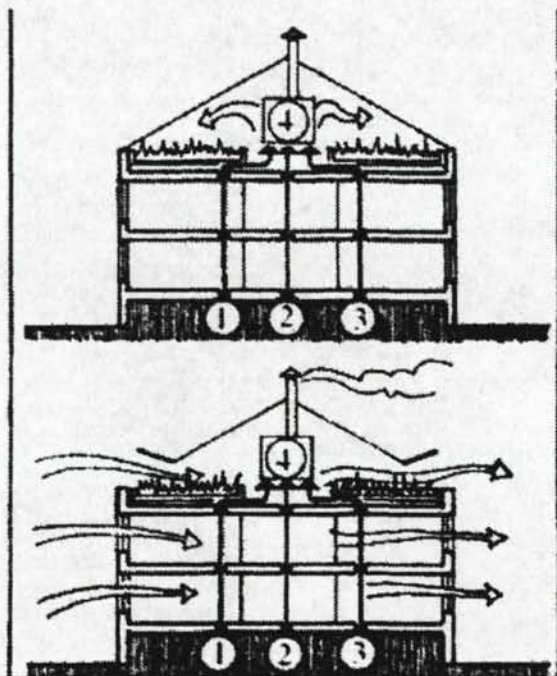


Рисунок 2.130 - Использование тепловой энергии удаляемого воздуха для отопления теплиц, расположенных на крыше жилого дома: 1-вытяжка из камина; 2-вытяжка из кухни; 3-вытяжка из ванной; 4-теплообменник для тепловых выбросов камина, кухни, ванной

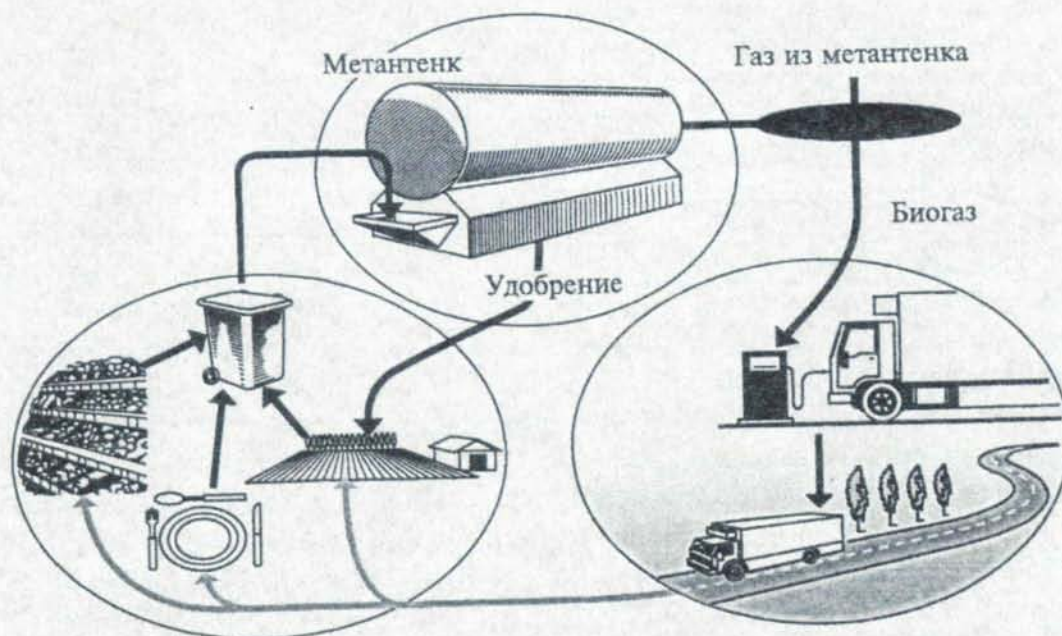


Рисунок 2.131- Цикл получения и использования биогаза.

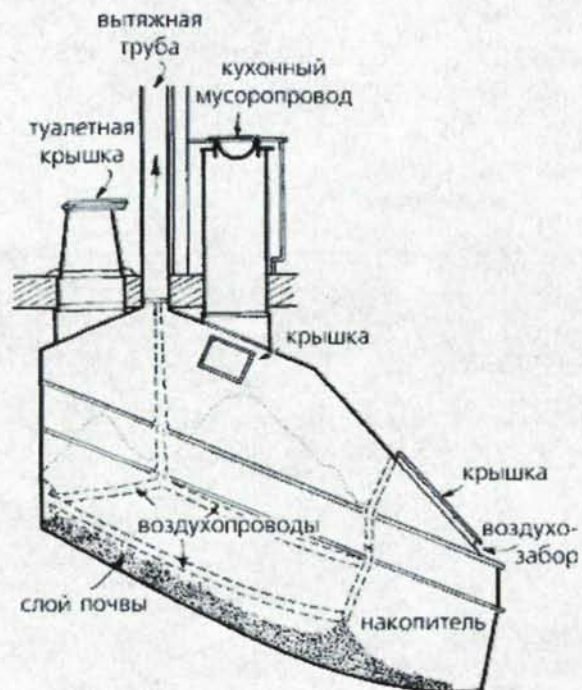


Рисунок 2.132 - Биотуалет непрерывного действия (Клиvus-Мультирум).

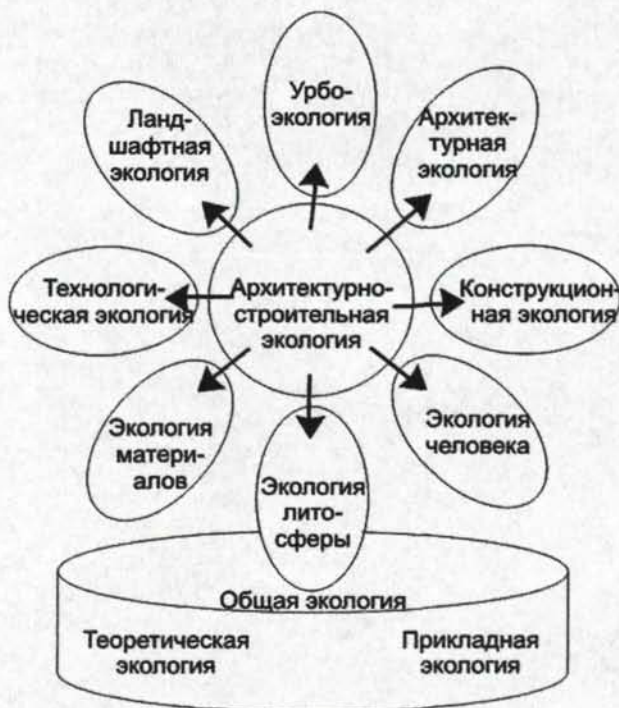


Рисунок 2.133- Структура архитектурно- строительной экологии



Рисунок 2.134- Энергоэффективные здания в контексте архитектурно- строительной экологии



Рисунок 2.135- Концепции развития экологической архитектуры



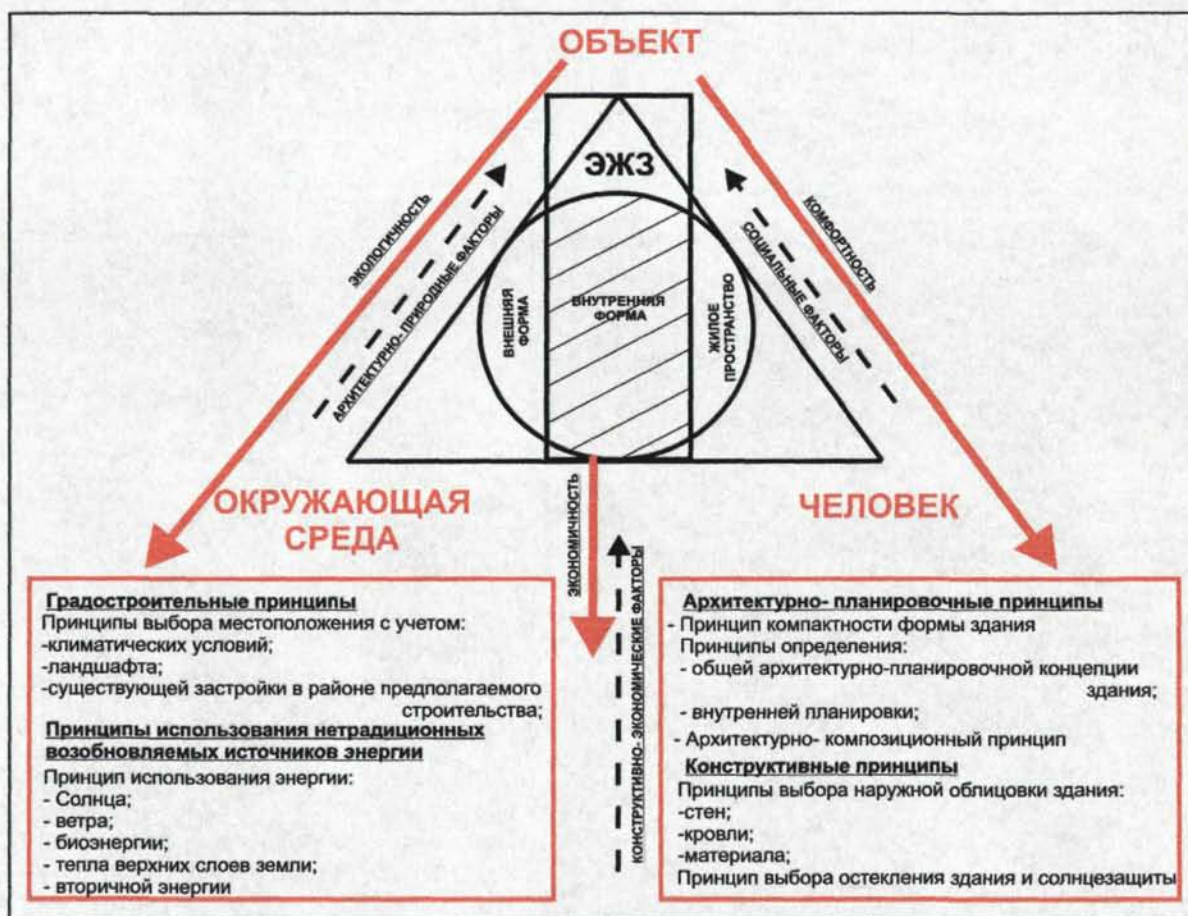
Рисунок 2.136- Здание биоклиматической архитектуры - Helikon Building в Лондоне, архитектор Sheppard Robson



Рисунок 2.137- Sustainable building в Лондоне, архитектор Bill Dunster



Рисунок 2.138 - Здание высоких технологий - Мэрия в Лондоне, архитектор Norman Foster



Условные обозначения:

- > Формообразующие факторы
- Требования, предъявляемые к ЭЖЗ

Рисунок 2.139 - Теоретическая модель ЭЖЗ

ГЛАВА 3. Методика формирования архитектурных решений ЭЖЗ малой и средней этажности



Рисунок 3.1 - Методика формирования архитектурных решений ЭЖЗ

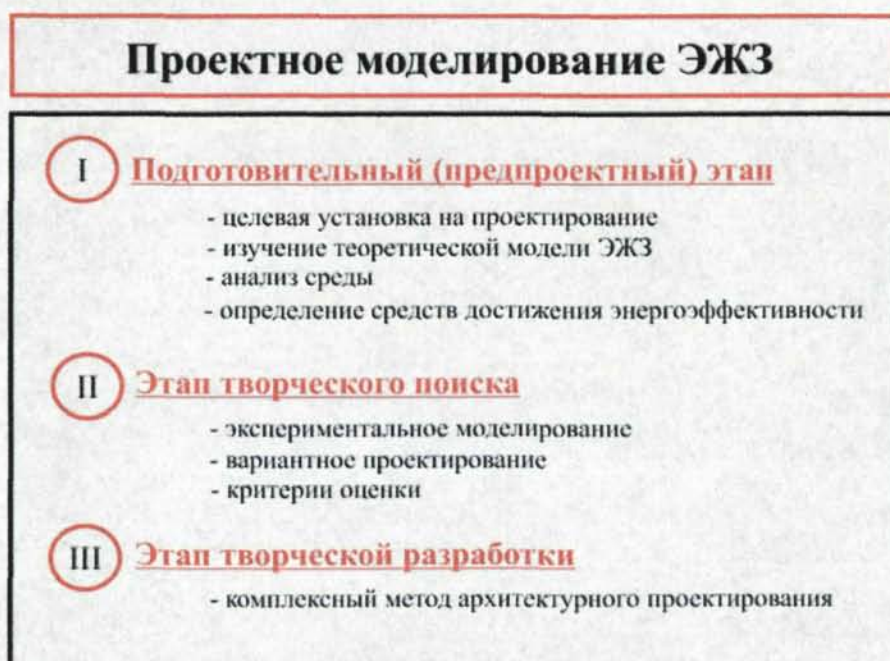


Рисунок 3.2 - Организация проектного процесса ЭЖЗ

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	ВОЗМОЖНОСТЬ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ
	ПРАВИЛА ОЦЕНКИ ИМЕЮЩИХСЯ АЛЬТЕРНАТИВ
	ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА

Рисунок 3.3 - Факторы, обуславливающие возможность вариантного проектирования

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЭЖЗ

№ п/п	Название свойства	Коэф-т весомо- сти G	Показатель свойства
1	Экономичность	0,320	удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период
2	Использование НВИЭ	0,200	квалиметрическая оценка
3	Ориентация	0,160	квалиметрическая оценка
4	Эстетичность	0,112	экспертная оценка
5	Форма и линейные параметры	0,080	коэффициент компактности
6	Определение внутренней планировки	0,044	экспертная оценка
7	Конфигурация плана	0,030	удельный периметр наружных стен
8	Тип заполнения светового проема	0,027	приведенное сопротивление теплопередаче
9	Площадь остекления	0,027	коэффициент остекленности
		$\Sigma =$ 1,000	

Рисунок 3.4 - Критерии оценки проектных решений

ЯРУСЫ ДЕРЕВА		
3	4	5
115 Основная функция - приспособленность к выполнению функции жилого энергоэффективного дома	109 Учет градостроительных решений	99 Учет климатических условий
		100 Учет местной градостроительной ситуации
	110 Учет архитектурно-планировочных решений	101 Достижение компактности объема здания
		102 Выбор общего объемно-планировочного решения
		103 Определение внутренней планировки здания
	111 Учет конструктивных решений	104 Выбор наружной облицовки здания
		105 Выбор остекления здания
	112 Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ)	106 Солнце
		59 Ветер
		60 Биоэнергия
		61 Тепло верхних слоев Земли
		62 Вторичная энергия

Рисунок 3.5 - Поддерево А - свойства, определяющие основную функцию (приспособленность к выполнению функции жилого энергоэффективного здания)

ЯРУСЫ ДЕРЕВА			
3	4	5	...10
116 Вспомогательная функция- приспособленность к взаимодействию в системе "человек- среда- объект"	113 Комфортность (воздействия, влияющие на самочувствие или работоспособность человека)	107 Эргономичность (предотвращение неблагоприятного воздействия объекта)	63 Гигиеничность 64 Антропометричность 65 Психофизиологичность 66 Психологичность
		108 Обитаемость (предотвращение неблагоприятного воздействия природной среды)	67 Проникновение загрязненного воздуха 68 Проникновение наружного шума 69 Проникновение атмосферных осадков 70 Неблагоприятное влияние наружной температуры и влажности 71 Неблагоприятное влияние движения попадающего в объект наружного воздуха
	114 Экологичность (воздействие на среду)		72 Воздействие на ландшафт 73 Воздействие на растительный мир 74 Воздействие на животный мир
			75 Воздействие на людей (не связанных непосредственно с функционированием объекта)

Рисунок 3.6 - Поддерево Б - свойства, определяющие вспомогательную функцию (приспособленность к взаимодействию в системе «человек- среда- объект»)

ЯРУСЫ ДЕРЕВА					
5	6	7	8	9	10
90 Учет климатических условий 0,727 0,108	92 Учет солнечной радиации 0,588 0,064				1 Географическая широта местности 0,087 0,006
					2 Загрязненность атмосферы 0,429 0,005
		84 Состояние атмосферы 0,174 0,011			3 Облачность 0,571 0,006
		85 Подстилающий слой 0,233 0,015			4 Время гола 0,182 0,003
					5 Материал поверхности 0,818 0,013
					6 Расположение поверхности (верт., гориз., наклонное) 0,203 0,010
					7 Ориентация по странам света 0,291 0,022
					8 Время года 0,0060 0,0004
	93 Учет ветра 0,412 0,044				9 Время суток 0,0060 0,0004
				81 Параметри наветренного фасада 0,385 0,005	10 Высота наветренного фасада 0,600 0,001
					11 Длина наветренного фасада 0,400 0,002
		86 Здание 0,471 0,021	85 Объем здания 0,600 0,013	82 Геометрические параметры здания 0,284 0,005	12 Ширина здания 0,500 0,002
					13 Длина здания 0,500 0,002
					14 Форма крыши 0,231 0,003
					15 Ориентация здания 0,400 0,003
		87 Растительность 0,118 0,005			16 Характер растительности 0,571 0,003
					17 Расположение относительно здания 0,429 0,001
		88 Ветер 0,412 0,018			18 Направление ветра 0,500 0,009
					19 Скорость ветра 0,500 0,009

Рисунок 3.7 - Поддерево В - свойства, определяющие учет климатических условий

ЯРУСЫ ДЕРЕВА						
5		6 ...10				
100	Учет местной градостроительной ситуации	94	Ландшафт	20	Застройка местности	0,500 0,021
				21	Рельеф	0,357 0,007
				22	Водоемы	0,143 0,003
				23	Озеленение	0,357 0,007
				24	Элементы благоустройства	0,143 0,003
					0,273 0,041	
					0,500 0,021	

Рисунок 3.8 - Поддерево Г - свойства, определяющие учет местной градостроительной ситуации

ЯРУСЫ ДЕРЕВА			
4	5	6	...10
110 Учет архитектурно-планировочных решений 0,250 0,149	101 Достижение компактности объема здания 0,476 0,071	95 Линейные параметры 0,333 0,024	25 Конфигурация плана 0,333 0,024
			26 Объемная форма 0,233 0,017
			27 Высота здания 0,330 0,008
			28 Длина здания 0,330 0,008
			29 Ширина здания 0,330 0,008
			30 Блокирование объемов 0,100 0,007
	102 Выбор общего объемно- планировочного решения 0,190 0,028		31 Тип жилого здания (точечный, линейный, террасный и т.д.) 0,167 0,005
			32 Использование подземного пространства 0,250 0,007
			33 Обваловка здания 0,250 0,007
			34 Использование чердачного пространства 0,333 0,009
	103 Определение внутренней планировки здания 0,333 0,050		35 Принцип теплового зонирования 0,333 0,017
			36 Использование "буферных зон" 0,333 0,017
			37 Уширение корпуса 0,333 0,017

Рисунок 3.9 - Поддеревья Д, Е, Ж - свойства, определяющие учет архитектурно- планировочных решений: достижение компактности объема здания, выбор общего объемно- планировочного решения, определение внутренней планировки здания

ЯРУСЫ ДЕРЕВА			
5	6	7	...10
<u>104</u> Выбор наружной облицовки здания 0,250 0,037	<u>96</u> Материал наружной облицовки здания 0,714 0,028	<u>38</u> Экологичность 0,250 0,007	
		<u>39</u> Энергоэкономичность 0,250 0,007	
		<u>40</u> Комфортность 0,250 0,007	
		<u>41</u> Ориентация на местную сырьевую базу 0,250 0,007	
	<u>97</u> Конструкция наружной облицовки здания 0,286 0,009	<u>89</u> Стены 0,500 0,005	<u>42</u> Архитектурная выразительность конструкции стены 0,200 0,001
			<u>43</u> Надежность в эксплуатации конструкции стены 0,200 0,001
			<u>44</u> Легкость монтажа конструкции стены 0,200 0,001
			<u>45</u> Стоимость конструкции стены 0,200 0,001
			<u>46</u> Долговечность конструкции стены 0,200 0,001
			<u>47</u> Архитектурная выразительность конструкции кровли 0,200 0,001
		<u>90</u> Кровля 0,500 0,004	<u>48</u> Надежность в эксплуатации конструкции кровли 0,200 0,001
			<u>49</u> Легкость монтажа конструкции кровли 0,200 0,001
			<u>50</u> Стоимость конструкции кровли 0,200 0,001
			<u>51</u> Долговечность конструкции кровли 0,200 0,001

Рисунок 3.10 - Поддерево И - свойства, определяющие выбор наружной облицовки здания

ЯРУСЫ ДЕРЕВА			
5	6	7	...10
<u>105</u> Выбор остекления здания <div>0,750 0,112</div>	<u>98</u> Световой проем <div>0,909 0,102</div>	<u>91</u> Конструкция <div>0,500 0,051</div>	<u>52</u> Тип заполнения светового проема <div>0,417 0,021</div>
			<u>53</u> Материал переплета <div>0,167 0,009</div>
			<u>54</u> Площадь остекления <div>0,417 0,021</div>
		<u>55</u> Ориентация светового проема <div>0,500 0,051</div>	
			<u>56</u> Солнцезащитные средства <div>0,091 0,010</div>

Рисунок 3.11 - Поддерево К - свойства, определяющие выбор остекления здания

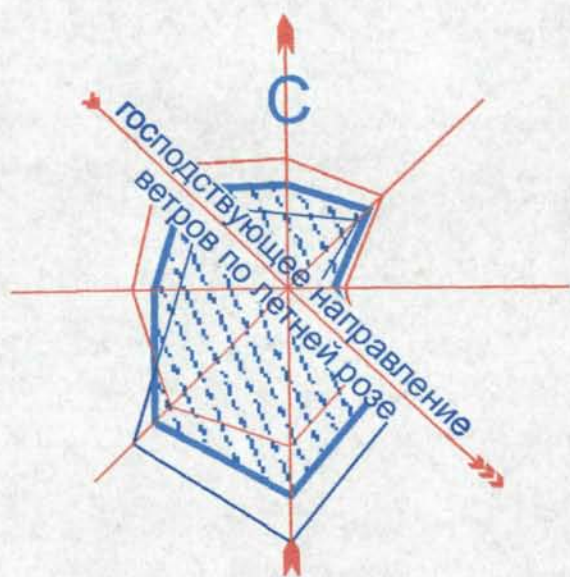


Рисунок 3.12 - Роза ветров для г. Йошкар-Олы

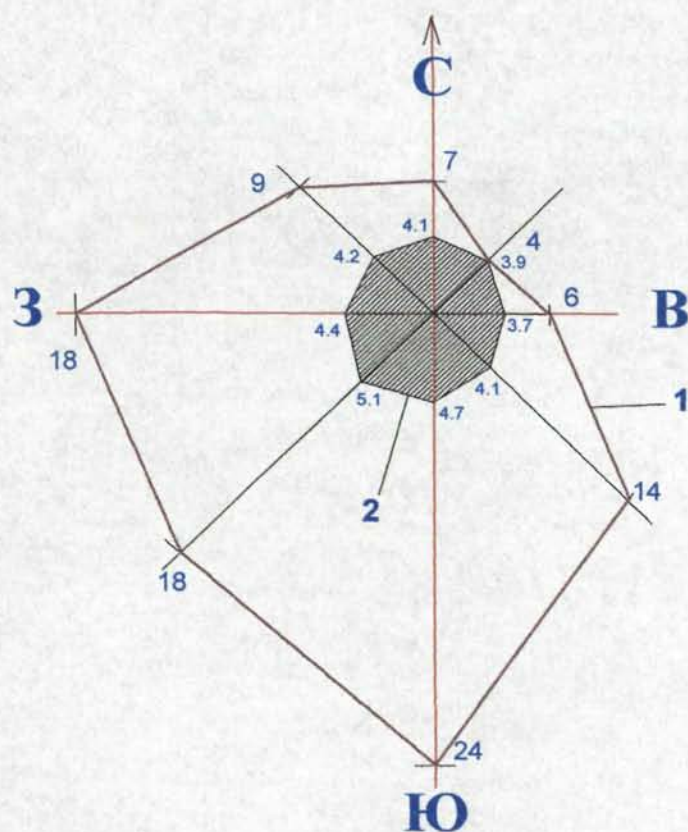


Рисунок 3.13 - Роза ветров для г. Нижний Новгород на зимний период (январь):

- 1- повторяемость направлений ветра по румбам, %,
- 2- средняя скорость ветра, м/с.

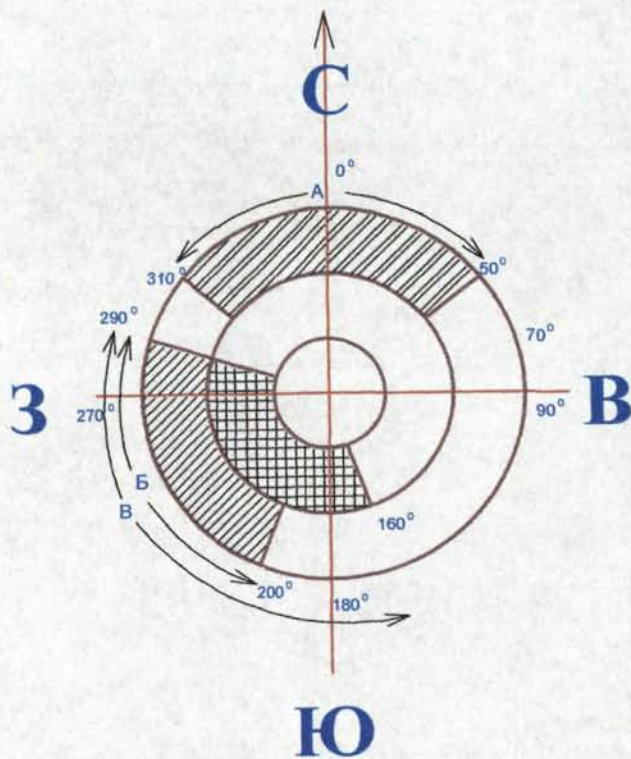


Рисунок 3.14 - Оценка горизонта по комплексу факторов (г.Нижний Новгород). Сектор ограничения ориентации жилых помещений:

А – по условиям инсоляции;

Б – нежелательный по условиям перегрева;

В – нежелательный по условиям ветроохлаждения в зимний период.



Рисунок 3.15- Внедрение результатов исследования в архитектурно- строительную практику. Объект №1

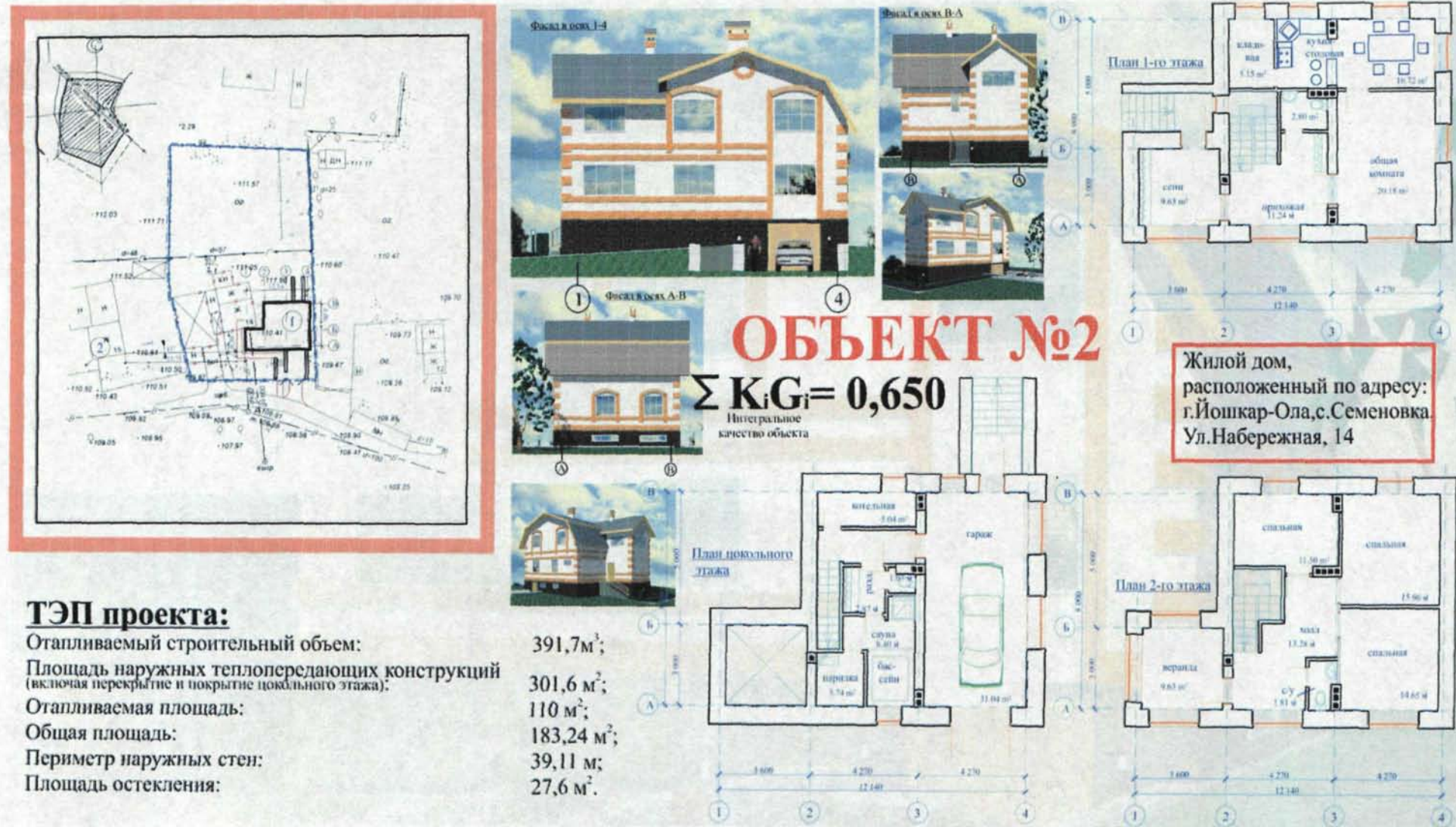


Рисунок 3.16 - Внедрение результатов исследования в архитектурно-строительную практику. Объект №2



Рисунок 3.17- Внедрение результатов исследования в архитектурно- строительную практику. Объект №3



Рисунок 3.18 - Внедрение результатов исследования в архитектурно- строительную практику. Объект №4

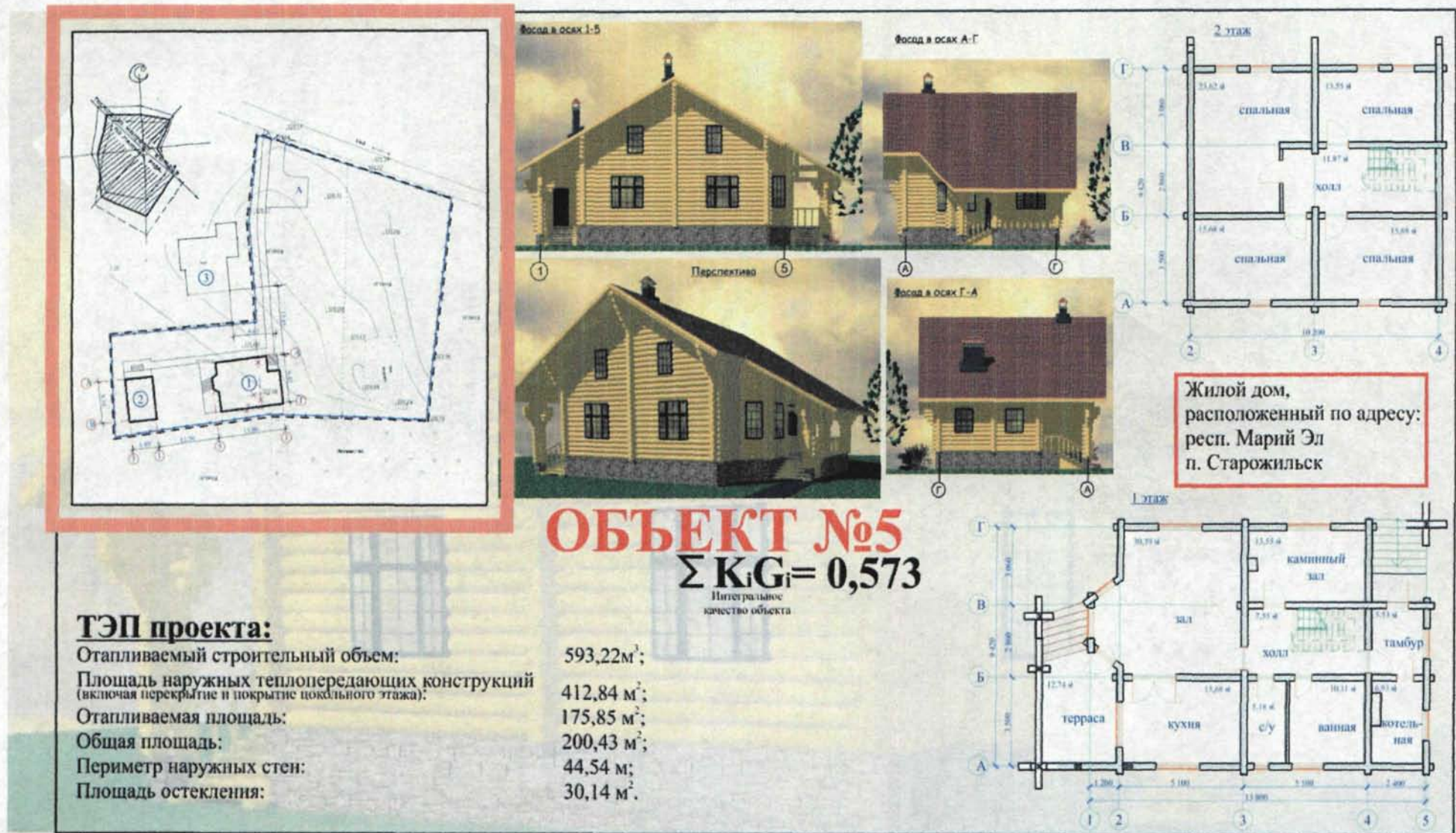


Рисунок 3.19 - Внедрение результатов исследования в архитектурно-строительную практику. Объект №5

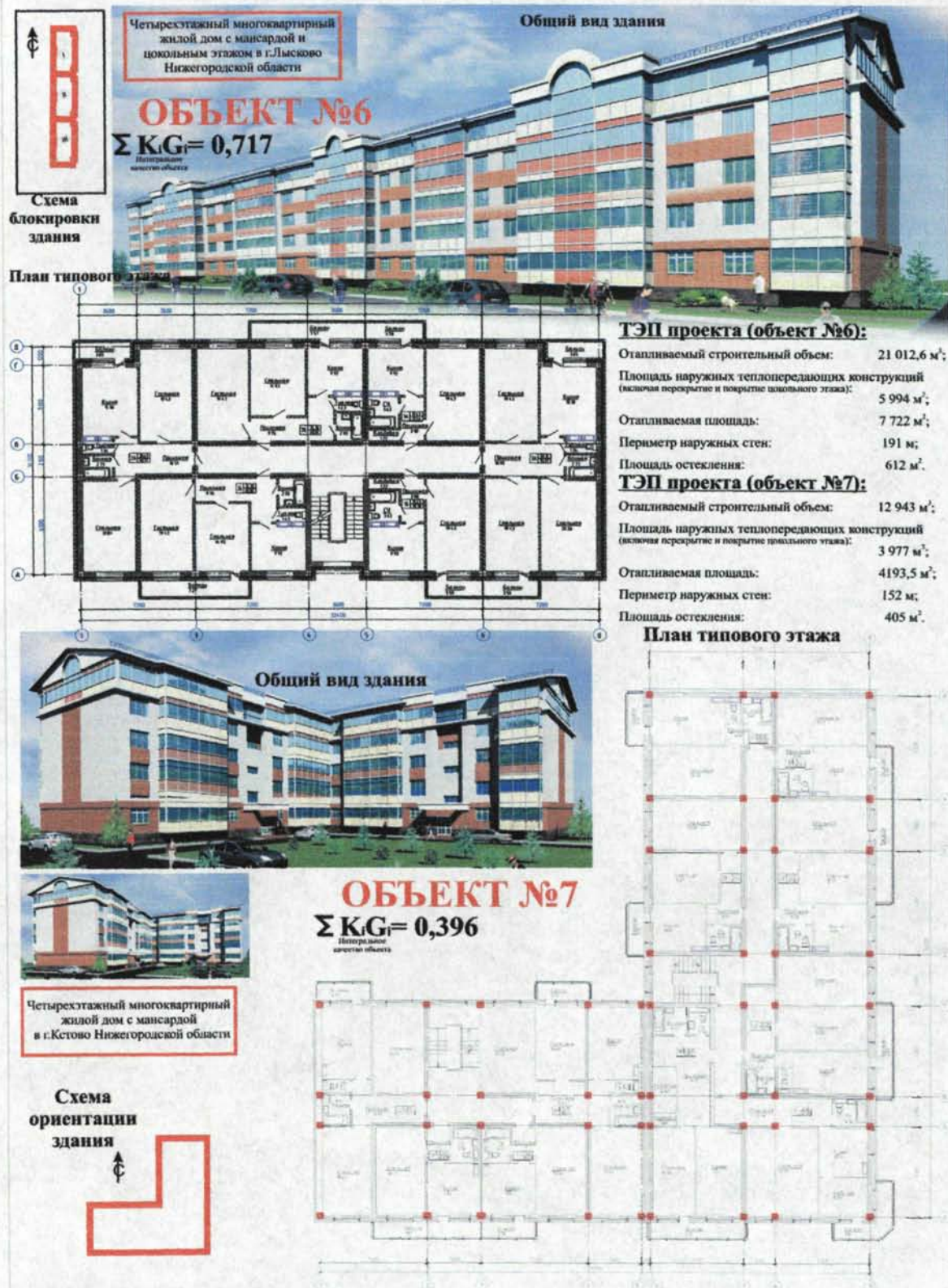


Рисунок 3.20 - Внедрение результатов исследования в архитектурно-строительную практику. Объекты №№6, 7

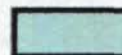
Сравнительная оценка интегрального качества объектов - одноквартирных жилых домов усадебного типа

№ п/п	Название показателя свойства	Кэф-т весомо- сти G	Объект №1		Объект №2		Объект №3		Объект №4		Объект №5	
			k_i	$k_i G$	k_i	$k_i G$	k_i	$k_i G$	k_i	$k_i G$	k_i	$k_i G$
1	Экономичность	0,320	0,990	0,317	0,620	0,198	0,670	0,214	1,000	0,320	0,560	0,179
2	Использование НВИЭ	0,200	0,423	0,085	0,423	0,085	0,423	0,085	0,423	0,085	0,423	0,085
3	Ориентация	0,160	0,700	0,112	0,800	0,128	0,600	0,096	0,600	0,096	0,400	0,064
4	Эстетичность	0,112	0,900	0,101	0,800	0,090	0,880	0,099	0,600	0,067	0,800	0,090
5	Форма и линейные параметры	0,080	0,500	0,040	0,650	0,052	0,250	0,020	0,000	0,000	1,000	0,080
6	Определение внутренней планировки	0,044	0,900	0,040	0,900	0,040	0,800	0,035	0,200	0,009	0,600	0,026
7	Конфигурация плана	0,030	0,730	0,022	0,800	0,024	0,800	0,024	0,610	0,018	0,780	0,023
8	Тип заполнения светового проема	0,027	0,700	0,019	0,700	0,019	0,700	0,019	0,700	0,019	0,700	0,019
9	Площадь остекления	0,027	0,140	0,004	0,500	0,014	0,140	0,004	0,000	0,000	0,333	0,009
		$\Sigma =$ 1,000		$\Sigma =$ 0,730		$\Sigma =$ 0,650		$\Sigma =$ 0,596		$\Sigma =$ 0,615		$\Sigma =$ 0,573

Условные обозначения:



Улучшенный относительный показатель качества свойства



Предельно низкий относительный показатель качества свойства

Рисунок 3.21- Сравнительная оценка интегрального качества объектов – одноквартирных жилых домов усадебного типа

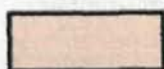
итого в 2х книгах!
320

98

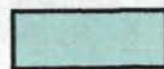
Сравнительная оценка интегрального качества объектов - многоквартирных пятиэтажных жилых домов

№ п/п	Название показателя свойства	Коэф-т весомо- сти G	Объект №6		Объект №7	
			k_i	$k_i G$	k_i	$k_i G$
1	Экономичность	0,320	0,875	0,280	0,000	0,000
2	Использование НВИЭ	0,200	0,346	0,070	0,346	0,070
3	Ориентация	0,160	0,810	0,130	0,700	0,112
4	Эстетичность	0,112	0,900	0,100	0,900	0,100
5	Форма и линейные параметры	0,080	0,330	0,026	0,100	0,008
6	Определение внутренней планировки	0,044	0,900	0,040	0,900	0,040
7	Конфигурация плана	0,030	0,830	0,025	0,750	0,023
8	Тип заполнения светового проема	0,027	0,700	0,019	0,700	0,019
9	Площадь остекления	0,027	1,000	0,027	0,900	0,024
		$\Sigma =$ 1,000		$\Sigma =$ 0,717		$\Sigma =$ 0,396

Условные обозначения:



Улучшенный относительный показатель качества свойства



Предельно низкий относительный показатель качества свойства

Рисунок 3.22 - Сравнительная оценка интегрального качества объектов -
многоквартирных пятиэтажных жилых домов