

УДК 711.001.86

## АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК «СОЛНЕЧНОГО ДОМА»

А. О. Сардыкова, асп.

**Ключевые слова:** энергосбережение, энергоэффективность, «солнечный дом», архитектурный облик

**Постановка проблемы.** Сегодня качество архитектурного облика в энергоэффективном строительстве отошло на второй план, и преимущество отдается проектам, поддающимся количественной оценке, а также эффективным инженерно-техническим решениям. Архитектурное качество, соотнесенное с общей оценкой здания, составляет лишь 2,4 % от общих показателей.

**Теоретическая база исследования.** Исследование вопроса технологии получения и преобразования энергии от альтернативных источников изучены и описаны в трудах: Б. Тарнижевского, Д. Стребкова, С. Воронина, А. Саидова, Н. Селиванова, А. Мелуа, С. Зоколя, Л. Хохловой, А. Тетиора, Н. Сапрыкиной. Базовыми трудами для изучения объемно-пространственных решений являются работы, посвященные изучению мобильности, трансформации, модульности и формообразованию архитектурных объектов [5].

«Солнечная» архитектура подробно рассмотрена и проанализирована в исследовательских работах: С. Зоколя, Ф. Тромба, А. Акопджаняна, Б. Андерсона, О. Афанасьевой, С. Байера, Н. Саундерса, А. Сахарова, Б. Эрато [8]. Исследованиями в области использования возобновляемых источников энергии в архитектуре занимались: А. Сахаров, И. Анисимова, Е. Сарнацкий, К. Саркисов, Н. Селиванов, Г. Полторак. Рассмотрением объемно-планировочных приемов формообразования энергоэффективных жилых зданий занимались: И. Черешнев, Ю. Табунщиков, А. Магай, В. Беляев. Диссертации на тему энергоэффективного жилья были написаны О.К. Афанасьевой, Т.О. Кащенко, С.Н. Смирновой [1; 3; 4; 6; 7].

**Цель исследования** – выявить архитектурный облик «солнечного дома» с помощью основных элементов «солнечной» архитектуры.

**Результаты работы.** Жилой дом – это защитная, искусственно созданная оболочка человека, защищающая как от физических воздействий внешней среды, так и психологических. На архитектурный облик «солнечных» индивидуальных домов влияют особенности природы, климата, рельефа, местные традиции жилищного строительства, специфические способы проектирования, специальные инженерные сооружения и оборудование.

«Солнечный» дом с точки зрения ориентации по сторонам света, «закрыт» с северной стороны и максимально «открыт» с южной. Также с южной стороны появляется буферная зона – изолированный стеклянный объем (теплица, гелиотеплица). Она играет роль буферной зоны в физическом смысле – сглаживает температурную разницу и в психологическом смысле – объединяет природу и человека (буфер) [8].

На создание архитектурного облика «солнечного» дома влияют общие требования к проектированию:

1) *Архитектурно-планировочные требования:*

- компактная форма дома;
- оптимальная ориентация дома по сторонам света;
- дифференциация остекления в зависимости от ориентации фасадов;
- температурное зонирование (сезонное).

2) *Конструктивные требования:*

- возможность сезонной трансформации энергонакопительных элементов дома.

3) *Использование возобновляемых источников энергии:*

- пассивное и активное использование солнечной энергии;
- использование энергии ветра;
- использование энергии земли/воды.

Своеобразие архитектуры малоэтажного индивидуального жилища обусловлено его изолированным положением на участке и тесной связью с зелеными насаждениями, с природой. Дом имеет уютный и красивый вид, что создает у его жильцов хороший эмоциональный настрой. Небольшой по объему, соразмерный человеку и элементам ландшафта, малоэтажный индивидуальный дом уже самой своей сущностью способствует

этому. Однако существуют и специфические архитектурные средства взаимодействия «солнечного» малоэтажного индивидуального дома с природной средой – встроенные или пристроенные теплицы, веранды, террасы, галереи, атриумы, использование пергольных систем и ламелей, солнечные коллекторы и ветровые установки. Вертикальное озеленение фасадов и подпорных стенок обогащает композицию жилья и защищает от перегрева. Кроме выполнения своих функциональных задач, оно существенно обогащает и индивидуализирует облик дома.

Солнечная энергия может быть преобразована в механическую, электрическую и тепловую энергию, использована в химических и биологических процессах.

Энергия солнца учитывалась зодчими и учёными ещё с древнейших времён. Сократ предложил идею «солнечного дома». В традиционных жилищах всегда учитывалась солнечная радиация. Использование солнца в качестве источника энергии увеличилось с возрастанием доступности остекления, изучением его свойств и возможностей усовершенствования характеристик стекла, а с 40-х годов XX века начались пионерские проекты «солнечных домов». Стекло легко пропускает коротковолновое излучение солнца, но, с другой стороны, в тёмное время суток стекло выпускает из дома почти столько же тепла, сколько получило днём. Поэтому окна рекомендуется закрывать на ночь теплоизолирующими ставнями, как делали наши предки, либо использовать современные достижения – специальные покрытия стекла (например – «тепловое зеркало»), которое не даёт выйти тепловому излучению в обратном направлении. Системы, преобразующие солнечную энергию, можно разделить на две основные группы – «пассивные» и «активные». В «активных» системах используются различные устройства и приборы, которые аккумулируют в себе солнечную энергию и передают её потребителю в виде тепла (отопление и подогрев воды) или в виде электричества. В «пассивных» системах нет приборов, вместо них элементы здания используются в качестве накопителя солнечной энергии, которая отдаётся потребителю в том же виде, в каком и поступает – в виде тепла. Элементы системы «пассивного» использования солнечной энергии только помогают накапливать и равномерно распределять по дому солнечное тепло. В данном случае солнечная энергия используется только для обогрева [2; 7].

Основные четыре элемента «солнечной» архитектуры, формирующие архитектурный облик «солнечного дома».

*«Активные» системы:*

- использование солнечных коллекторов;
- использование фотоэлементов.

*«Пассивные» системы:*

- нагрев изолированного остеклённого объёма. Использование гелиотеплиц или солнечной комнаты (sunspace);
- нагрев термоаккумулирующего элемента здания.

1. Активные системы обогрева (охлаждения) – солнечные коллекторы. Солнечный коллектор – отдельный прибор, не являющийся частью дома, он может быть как вмонтированным в конструкцию здания, так и быть расположенным рядом с домом. Коллекторы используются для отопления дома и/или для подогрева горячей воды. Они бывают воздушными и водяными.

Основываясь на типологии домов Сахарова, использующих солнечные коллекторы, автор выделил следующие типы домов, использующих солнечные коллекторы:

- дома с вертикальным коллектором, встроенным в фасад здания;
- дома с наклонным коллектором, встроенным в крышу здания;
- дома с наклонным коллектором на крыше здания;
- дома с наклонным коллектором на участке рядом со зданием;
- дома с системой отражателей.

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

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

конструкциям которых прикреплены панели модулей фотоэлементов; дома с модулями фотоэлементами, которые вмонтированы в ограждающие конструкции.

Эти две группы можно классифицировать на типы по размещению фотоэлементов: на крыше здания (плоской или скатной); на фасадах здания (наклонном или вертикальном); на отдельных элементах здания (например, козырьках); панели, расположенные рядом со зданием.

3. Рассмотрим пассивную систему отопления, которая сильно влияет на архитектурный облик и на внутреннюю организацию «солнечного дома» – нагрев изолированного остеклённого объёма, использование гелиотеплиц или солнечной комнаты (sunspace).

Данный способ использования энергии солнца является разновидностью прямого солнечного обогрева, солнечными лучами нагревается нежилое, неотапливаемое помещение. Это помещение, которое или примыкает к южному фасаду здания, или встраивается в него, называется гелиотеплицей или солнечным пространством (sunspace). Летом оно может использоваться для расширения жилого пространства. Главной задачей гелиотеплицы является нагревание в ней воздуха благодаря большим остеклённым поверхностям. Далее нагретый воздух распространяется по остальным помещениям либо естественным путем, либо с помощью принудительной вентиляции, включаемой системой датчиков, при достижении определенной температуры воздуха в теплице.

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

Классификация «солнечного дома» с технической точки зрения, использующего нагрев изолированного объёма:

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

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

Классификация «солнечного дома» по архитектурному решению гелиотеплицы и её расположению относительно жилых помещений: отдельно стоящая гелиотеплица; гелиотеплица, примыкающая к основному жилому объёму; гелиотеплица, расположенная под общей крышей с жилым объёмом; встроенная в жилой объём гелиотеплица; циркуляция тёплого воздуха вокруг дома (дома с «двойной оболочкой») (double-shell).

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

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

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

Преимущества «пассивной» системы обогрева (теплица, гелиотеплица): наличие нежилого пространства, в котором подогревается воздух перед попаданием в жилые помещения; возможность контролировать попадание нагретого воздуха в жилые помещения; использование сезонного зонирования, т.е. гелиотеплица летом – помещение для

отдыха, а зимой – система отопления; создание буферной (возможно зелёной) зоны между природой и внутренним пространством дома.

4. Рассмотрим другую пассивную солнечную систему, которая также влияет на архитектурный облик южного фасада – обогрев или охлаждение здания через ограждающие конструкции. Существует шесть различных систем: система Тромба – Мишеля, Франция; система Байера, США; термосифонная система Андерсена, США; система «стена-поглотитель», Великобритания; система Лефевра, США; система «скай-терм» (sky-therm) Гарольда Хэя, США.

При накоплении солнечной энергии в первых двух системах используется только толстая стена, обращенная на юг. Такая стена выполнена из камня, бетона, кирпича или баков с водой и выкрашена в тёмный цвет. Перед стеной, на небольшом расстоянии от неё, находится остеклённая облицовка. Тёплый воздух, нагретый солнцем в прослойке между стеклом и стеной, поступает через отверстия в жилое помещение и распределяется там путём естественной конвекции.

Термосифонная водяная стена – это система, в которой водяные радиаторы, окрашенные в чёрный цвет, расположены между остеклением южного фасада и внутренним помещением. Вода перемещается по контуру этой системы благодаря естественной циркуляции и хранится в баках, которые находятся над этой стеной, в чердачном помещении.

При системе «стена-поглотитель» на южном фасаде дома устанавливают металлические панели, окрашенные в чёрный цвет. Воздух в зазоре между наружной стеной и панелями нагревается от контакта с металлом, поднимается вверх и засасывается в комнату с помощью вентилятора.

Система скай-терм (sky-therm) основана на принципе попеременного нагревания и испарения. Поглощение и аккумуляция солнечной энергии осуществляется лотком с водой глубиной 21 см, установленным на плоской кровле. Лоток сделан из чёрных полиэтиленовых секций, которые покрываются тяжелыми полиуретановыми пластинами толщиной 4,5 см. Зимним днём лоток открыт и вода нагревается солнечными лучами. Зимней ночью лоток закрыт теплоизолирующей ставней, и дом обогревается через потолок, а летом лоток оставляют открытым ночью и закрывают днём.

Придать выразительный архитектурный облик «солнечному дому» может конструктивная система В.Г.Шухова в изолированном стеклянном объеме (теплице, гелиотеплице) или остеклённой облицовке южного фасада. Сетчатые металлические оболочки из полосовой или уголковой стали дают возможность проектировать различные формы. Линейные диагонально пересекающиеся элементы, соединенные в местах перекрещивания на заклепках или болтах, образуют сетку с ромбовидными ячейками. Эта сетка может применяться как висячая, растянутая или как сводчатая конструкция со сжатыми элементами. В обоих случаях поверхности могут быть образованы как с одинарной, так и с двойкой кривизной. Преимуществами сетчатых конструкций являются заметное уменьшение веса по сравнению с обычными конструкциями покрытия; работа элементов только на одноосное напряжение (растяжение или сжатие); высокая несущая способность сетчатой поверхности и в случае сосредоточенных нагрузок; значительное упрощение изготовления и монтажа благодаря наличию одинаковых конструктивных элементов[9].

Для поддержания образа «солнечного дома» также металлические сетки с подобным рисунком можно использовать в системах безопасности (решетки на окнах, ограждения), в системах защиты от летнего солнца (навесы, террасы), в системах крепления (фотоэлементов, солнечных батарей), использовать различные элементы сетки для декора, в системах пассивного обогрева (остеклённая облицовка).

**Выводы.** При всем многообразии научных и проектных работ малоизученным остается вопрос объемно-пространственных решений «солнечных домов» с учетом использования инновационных достижений в области получения и переработки энергии возобновляемых источников и влияния их на архитектурный облик здания.

Определены основные четыре элемента «солнечной» архитектуры, формирующие архитектурный облик «солнечного дома»: солнечные коллекторы; фотоэлементы; изолированный остеклённый объём (гелиотеплица или солнечная комната); термоаккумулирующий элемент здания.

В связи с развитием энергоэффективных технологий необходимо уделять внимание улучшению эстетических качеств домов, выявлению специфики их внешнего облика,

преодолению утилитарности архитектуры, схематизма, за счет применения средств архитектурной выразительности, а также использовать разнообразные конструктивные особенности и технологии в формировании облика «солнечного дома», например конструктивную систему В.Г. Шухова.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Беляев В. С.** Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий: учеб. Пособ. для студ. вузов по спец. «Промышленное и гражданское строительство» / В. С. Беляев, Л. П. Хохлова. – М.: Высш. шк., 1991. – 255 с.
2. **Косо Й.** Солнечный дом. Естественное освещение в планировке и строительстве / Йозеф Косо : пер. с венгер. – М., 2006. – 173 с.
3. **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.
4. **Табунщиков Ю. А.** Энергоэффективное здание: синтез архитектуры и технологий / Ю. А. Табунщиков // Архитектура и строительство Москвы. – 2003. – № 2 – 3. – С. 14 – 23.
5. **Хохлова Л. П.** Коттеджи с солнечным энергоснабжением / Л. П.Хохлова // Жилищное строительство. – 2005. – №8. – С.14 – 19.
6. **Черешнев И. В.** Индивидуальный экомод для горожан / И.В.Черешнев // Жилищное строительство. – 2008. – № 10. – С.5 – 7.
7. **Сахаров А. Н.** Архитектурное проектирование малоэтажных жилых домов с солнечным энергоснабжением / А. Н. Сахаров, И. И. Анисимова. – М., 1983. – 352 с.
8. **Эрато Б.** Индивидуальные теплицы в современном жилище. – М.: Стройиздат, 1987.
9. **Шухов В. Г.** Искусство конструкции : пер. с нем./Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О. Перчи. – М.: Мир, 1995. – 192 с.

### SUMMARY

Today, the quality of the architectural appearance in energy efficient construction paled into insignificance. Preference is given to projects quantifiable engineering problems. Architectural quality is only 2,4% of the overall performance of the whole building.

The article investigates the architectural appearance of the «solar home». The main elements analysis of solar architecture which form an architectural appearance of a «solar home». We consider the mesh metal shell for insulated glass volume (greenhouse).

The purposes of the study identify the architectural appearance of «solar home».

Research objectives. Obschih analyze requirements for the design that affect the creation of the architectural appearance of «solar home». Consider the basic four elements «solar» architecture that form the architectural appearance of «solar home». Show application of structural systems V. G. Shukhov for the formation of the architectural appearance of «solar home».

In connection with the development of energy efficient technologies should be paid attention to improving the aesthetic qualities of the houses. Identify specifics appearance of the «solar» building. Need to consider the use of means of architectural expression in «solar home».

### REFERENCES

1. **Beljaev V. S.** Proektirovanie jenergojekonomichnyh i jenergoaktivnyh grazhdanskih zdaniy: ucheb. Posob. dlja stud. vuzov po spec. «Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo» / V. S. Beljaev, L. P. Hohlova. – М. : Vyssh. shk., 1991. – 255 s.
2. **Koso J.** Solnechnyj dom. Estestvennoe osveshhenie v planirovke i stroitel'stve / Jozhef Koso : per. s venger. – М., 2006. – 173 s.
3. **Tabunshhikov Ju. A.** Stroitel'nye koncepcii zdaniy XXI veka v oblasti teplosnabzhenija i klimatizacii / Ju. A.Tabunshhikov // Arhitektura i stroitel'stvo Moskvy. –2006. – № 2 – 3. – S. 49 – 53.
4. **Tabunshhikov Ju. A.** Jenergojefektivnoe zdanie: sintez arhitektury i tehnologij/ Ju. A. Tabunshhikov // Arhitektura i stroitel'stvo Moskvy. – 2003. – № 2 – 3. – S. 14 – 23.

5. **Hohlova L. P.** Kottedzhi s solnechnym jenergosnabzheniem / L. P.Hohlova // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2005. – № 8. – S. 14 – 19.
  6. **Chereshnev I. V.** Individual'nyj jekodom dlja gorozhan / I. V. Chereshnev // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2008. – № 10. – S. 5 – 7.
  7. **Saharov A. N.** Arhitekturnoe proektirovanie malojetazhnyh zhilyh domov s solnechnym jenergosnabzheniem / A. N. Saharov, I. I. Anisimova. – M., 1983. – 352 s.
  8. **Jerato B.** Individual'nye teplicy v sovremennom zhilishhe. – M. : Strojizdat, 1987.
  9. **Shuhov V. G.** Iskustvo konstrukcii : per. s nem. / Pod red. R. Grefe, M. Gappoeva, O. Perchi. – M. : Mir, 1995. – 192 s.
-