

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛИЩА С ПАССИВНОЙ СИСТЕМОЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ АРМЕНИИ

*В результате исследований, анализа и комплексной оценки определены основные предпосылки, выводы и перспективы использования солнечной энергии в практике проектирования и строительства малоэтажного жилища в условиях Армении. Разработаны основные положения и рекомендации по проектированию таких жилищ и застроек на их основе, раскрывающих и определяющих новые направления в формировании их архитектурно-планировочных, объемно-пространственных и строительных решений. Приводятся проектные предложения, разработанные в процессе поискового проектирования, в основу которых заложены основные положения и рекомендации.*

**Ключевые слова:** солнечная энергия, малоэтажное жилище, природно-климатические условия, биоклиматическая архитектура, социально-доступное жилье, гелиоприемники, объемно-пространственная композиция, горное солнце.

### 1. Использование солнечной энергии в практике проектирования жилища в Армении

Природно-климатические факторы республики, с энергетической точки зрения, могут быть оценены очень высокими и благоприятствующими при использовании солнечной энергии для обогрева жилищ и снижения затрат населения на отопление в холодную половину года, одновременно - улучшения комфорта и микроклимата жилищ.

Идея “солнечности” всегда была определяющей в формировании архитектуры народного жилища Армении, для которой солнечная ориентация характерна для жилищ, строящихся в различных климатических районах. Менялась их структура - от раскрытого в жарких и теплых районах до более компактного в горных умеренных районах, но идея “солнечности” всегда оставалась доминирующей. Этот феномен “солнечности” был предан забвению в период типизации, стандартизации и индустриализации жилища в 60-е годы прошлого столетия. В последующие годы он приобрел большую значимость по формированию жилья с учетом специфики природно-климатических условий и их воздействия на архитектуру, определяемую ныне как “биоклиматическая архитектура”. На основе этого направления были реализованы жилые комплексы, основой которых являлись разработанные новые серии проектов индивидуального проектирования, с ограниченной номенклатурой и способностями комбинаторики, при единстве параметров архитектурных и конструктивных решений. Эти прогрессивные направления методов проектирования жилища канули в прошлое и возврат к “штучному” произвольному проектированию стал основным методом проектирования, по принципу: “кто во что горазд?”.

Проблема использования солнечной энергии в нашем случае тесно увязана с необходимостью разработки социально-доступного экономичного жилища от 2-х до 4-х этажей, затребованного населением и рассчитанного на экономические возможности более широких слоев населения. Они менее проблематичны в конструктивно-технологическом отношении, особенно в условиях повышенной сейсмичности, легко и быстро возводимы и в то же время в них более органично реализуема взаимосвязь параметров климата и жилища. При отсутствии исследований по данной тематике и ее новизны для отечественной практики, мы опирались на мировой опыт и обширный научно-проектный и технический материал, накопленный в области использования солнечной энергии в малоэтажных жилищах. Это дало возможность на основе анализа и оценки исследуемых в зарубежной практике систем (активных и пассивных) определить наиболее приемлемые, рациональные и апробированные системы для применения в практике проектирования и строительства малоэтажного жилища в условиях Армении.

Основной принцип выбора системы – она не должна быть громоздкой и сложной в эксплуатации, с дорогостоящим оборудованием, а должна окупать вложения и не повышать стоимости строительства. Эти требования исключают активные системы использования солнечной энергии, которые нецелесообразны для применения в массовом строительстве жилищ Армении. С учетом экономических возможностей, специфики природно-климатических условий и огромных ресурсов солнечной энергии, для условий Армении однозначно целесообразными и реалистичными можно считать пассивные системы с прямым солнечным обогревом. Решающее значение для таких систем является обусловленность месторасположением, соответствующие параметры климата и ресурсов солнечной энергии при специфичных архитектурно-строительных решениях и разработках новых проектов малоэтажных типов жилых домов. Гелиоприемником должно стать само здание – его объемно-планировочная структура, предметно-пространственная внутренняя среда, отдельные элементы и конструктивные решения. Все это должно способствовать максимальному проникновению солнечных лучей в жилище в холодное полугодие и соответствующей защите от перегрева, в летний период.

Опыт показывает, что использование солнечной энергии в существующих домах, даже с капитальной их реконструкцией, не может привести к положительным результатам. Между тем, совместное проектирование новых типов жилища с использованием солнечной энергии раскрывает совершенно новые возможности взаимосвязи – “внешняя среда, солнечная энергия - жилище”.

Пассивная система может органично вписаться в архитектурную композицию малоэтажных типов жилища и в то же время содействовать достижению в них благоприятного микроклимата, уюта, психологического и гигиенического комфорта, а также индивидуализации облика и экономичности застройки при снижении все возрастающих расходов населения на обогрев своих жилищ.

В перспективе не исключается использование с пассивными системами новых типов фотоэлектрических панелей (батареи, модули) с преобразованием солнечного света непосредственно в электричество в самих батареях (фотовольтаика). Они более адаптируемы к пассивным системам и наиболее целесообразны для автономного использования в малоэтажных жилищах, которые могут стать практически энергонезависимыми. По коэффициенту полезного действия они намного превосходят обычного типа плоские панели с водяными коллекторами. К тому же не требуют обязательного их расположения на скатных крышах и могут подвешиваться на

стенах южных фасадов или непосредственно располагаться в чердаках с раскрытыми на южную сторону, что исключает постоянную их очистку от снега в условиях горных районов и снежной зимы. Фотоэлектрические батареи начали развиваться еще два десятка лет назад и поначалу были исключительно дорогими. Цены их многократно снижались и ныне это самый распространенный тип солнечных батарей, стоимость которых постоянно снижается, благодаря огромным объемам производства, исчисляемым десятками миллиардов долларов. Они все более и более становятся доступными по цене и стремительно развиваются во всем мире.

## **2. Основные положения и рекомендации по проектированию малоэтажного жилища с пассивной системой использования солнечной энергии**

Традиционные решения малоэтажных жилых домов индивидуального и квартирного типов с приспособлением их под солнечные дома, пассивно использующих солнечную энергию, неприемлемы. Необходима разработка новых нетрадиционных типов жилых домов со специфическими архитектурно-планировочными решениями, в которых изначально были бы заложены основные положения и принципы пассивной системы с прямым солнечным обогревом. В настоящее время в мировой практике наблюдается тенденция создавать не крупные комплексы, а отдельные здания, особенно жилые дома с автономными устройствами использования солнечной энергии, более эффективными и экономически целесообразными для массового применения. Был осознан факт того, что выбор наиболее целесообразных и рациональных архитектурно-строительных решений комплексного характера во многом может определить эффективность и экономическую целесообразность функционирования солнечной системы. В то же время, при неверных решениях можно значительно ослабить эффективность солнечного облучения и свести на нет основную задачу – снижение затрат на отопление в холодную половину года и создание благоприятного теплового режима в жилищах.

При пассивных системах использования солнечной энергии для обогрева жилищ гелиоприемником должно стать само здание, вся его структура и “плоть”. Его объемно-планировочная структура, предметно-пространственная среда, конструктивная “начинка”, отдельные элементы и используемые материалы должны подчиняться идее солнечно-ориентированной архитектуры, при максимальном улавливании солнечных лучей и в то же время защите от излишней радиации и перегрева, обеспечивая при этом снижение теплотерь за счет выбора компактной формы жилища, при улучшенной теплоизоляции.

Идея солнечности была присуща архитектуре народных жилищ Армении, располагаемых в совершенно различных районах – от жарких низменных до умеренных высоких. Менялась только форма компактности и раскрытости композиции – от более раскрытых в низменных жарких районах, до более компактных и замкнутых в высокогорье, для уменьшения теплотерь в холодное полугодие. Идея солнечности стала затребованной и доминантной и в новых условиях использования солнечной энергии в качестве источника для обогрева жилищ и снижения затрат на отопление. В то же время осуществление этой идеи не должно идти вразрез с учетом таких требований к современному жилищу как достижение комфорта, удобства, благоприятного микроклимата, рациональности и экономичности строительства, индивидуализации облика зданий и застройки в

целом. Это требует использования системного комплексного метода проектирования с учетом совокупности действующих факторов и их отражении в здании, как целостного организма.

Эффективность систем солнечного обогрева жилищ напрямую зависит от факторов окружающей среды, а именно- от климатических и радиационно-инсоляционных условий. Согласно зарубежным источникам, эффективность и экономичность в использовании солнечной энергии достигается, при мягкой и умеренно-мягкой зиме с изотермами холодного месяца, от 0 до  $-10^0$  при значительной продолжительности числа часов солнечного сияния и высокой интенсивности радиации в зимнее полугодие. Об уникальных ресурсах “горного солнца” было отмечено [1-7]. Можно утверждать, что специфические особенности природно-климатических факторов создают условия наибольшего благоприятствования использованию солнечной радиации.

Решающее значение при пассивных системах имеет ориентация жилища на южную сторону. Она создает столь огромные преимущества, с точки зрения использования солнечной энергии, с учетом которого выбор южной ориентации становится обязательным условием. Недаром эти типы домов в практике получили наименование “солнечные дома”. Огромные преимущества южной ориентации в условиях Армении были осознаны и нашими предками, что они отразили в народных жилищах. Можно сказать, что идея солнечно-ориентированной архитектуры исходит именно оттуда. Но в нашем случае, мы должны исходить из количественных и качественных параметров южной ориентации, непосредственно связанных с условиями радиации и инсоляции. Это может в определенной степени изменить наши традиционные представления о формировании архитектурно-строительных решений жилища с учетом использования солнечной энергии.

Огромные преимущества южной ориентации определяются возможностями обеспечения наибольшей продолжительности инсоляции и притока максимального количества теплового потока наибольшей интенсивности, проникающего в помещения через окна или остекленные поверхности южной ориентации. Уникальность “горного” климата и “горного” солнца Армении определяется не только расположением в условиях  $40^0$  с.ш., но и общей приподнятостью территории над уровнем моря (среднегорье и высокогорье), характером и экспозицией горного рельефа, прозрачностью атмосферы в холодное полугодие, большим количеством ясных дней и высокой интенсивностью солнечной радиации. Согласно графоаналитическим расчетам для  $40^0$  с.ш., теоретически продолжительность солнечной инсоляции в декабре, при южной ориентации помещений и разрывах в застройке до  $3H_p$  (расчетная высота от верха карниза до низа подоконника затеняемого) может составить до 6 часов в сутки, тогда как при восточной и западной ориентации - всего до 2 ч. 15 мин., то есть практически в 3 раза меньше. Помещения, расположенные в стенах северной, северо-восточной и северо-западной ориентации практически лишены инсоляции и с этой стороны могут быть расположены лишь небольшие окна для сквозного или углового проветривания. Разрыв между параллельно расположенными зданиями на расстоянии  $3H_p$  является оптимальным для малоэтажных домов в 2-4 этажа, так как в этом случае в помещения проникают лучи солнца при высоте не менее  $12^0$ , сохраняющие в себе энергетическое воздействие и обеспечивающие максимум продолжительности инсоляции. Эти расстояния для двухэтажной застройки соответствуют 18 м, трехэтажной – 27 м, а четырехэтажной – 33 м. При таких разрывах создается возможность достижения высоких плотностей застройки без ущерба для гигиенических качеств застройки (18 м – величина бытового разрыва, исключая визуальную просматриваемость из окон в окна). Что

касается оценки южной ориентации с точки зрения суточного количества теплового потока, проникающее в помещения, то преимущества южной ориентации становятся еще более разительными. Так, при разрывах в  $3H_p$ , в декабре суточное количество тепла, проникающее в помещение южной ориентации через окно размером 120...140 см, достигает 4750 ккал, тогда как при ориентации на восток-запад всего 750 ккал, то есть в шесть раз больше.

Для нашего случая, нас интересуют не только теоретические выкладки, а конкретные параметры инсоляционного и радиационного режимов различных районов Армении и то влияние, которое они могут оказать на выбор систем использования солнечной энергии и решений архитектурно-строительных задач. Для оценки выбора оптимальной ориентации важным является то обстоятельство, что максимум продолжительности солнечного сияния в холодные месяцы года падает преимущественно на околополуденные часы от 10 до 15 часов, охватывая угол инсоляции в декабре порядка  $60^0$ , при угловом возвышении солнца от  $20$  до  $27^0$  в полдень, при котором солнечные лучи имеют наибольшую энергетическую эффективность. В марте и сентябре угловое возвышение солнца в полдень достигает уже  $50^0$ . Реальная продолжительность солнечного сияния в разных населенных пунктах, по справочникам метеорологических показателей Армении, колеблется в широких пределах. Ниже приводится число часов солнечного сияния и отношение фактического сияния к возможному в процентах некоторых пунктов Армении по времени года.

Ереван: зимой – 316 (35,7%), весной – 628 (52,3%), осенью - 711(69,3%), летом – 1056 (82,2%), в год - 2711(60%) часов.

Дилижан: зимой – 387 (5%), весной - 503(42,7%), осенью - 456(51,3%), летом – 718 (56,3%), в год - 2064(51%) часов.

Горис: зимой – 472 (53%), весной – 464 (38,7%), осенью – 454 (44,7%), летом – 696 (54,7%), в год – 2086 (48%) часов (самый высокий зимний показатель для населенных пунктов Армении).

Севан: зимой – 429 (49%), весной – 608 (48%), осенью – 652 (66,3%), летом – 914 (73,3%), в год – 2633 (61%) часов.

Как видно, в среднем, за зимний период приходится от 3,5 до 5,2 часов в сутки солнечного сияния. Эти данные не идут ни в какое сравнение с данными для  $55^0$  с.ш., по которым число часов солнечного сияния за сутки в зимний период едва достигает одного часа и то при низких лучах солнца, когда их энергетическая эффективность ничтожна и не может приниматься во внимание. Если учесть, что в большинстве районах Армении продолжительность холодного периода длится почти полгода, когда требуется подогрев жилища, то использование пассивных методов солнечной энергии становится еще более актуальной и значимой. Ниже приводится интенсивность прямой радиации солнца на перпендикулярную к лучам поверхность в полдень некоторых городов.

Ереван: зимой –  $1,18$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, весной - $1,35$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, осенью -  $1,37$  ккал/см<sup>2</sup>/мин;

Дилижан: зимой –  $1,28$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, весной - $1,40$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, осенью -  $1,26$  ккал/см<sup>2</sup>/мин;

Севан: зимой –  $1,39$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, весной - $1,35$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, осенью -  $1,35$  ккал/см<sup>2</sup>/мин, летом –  $1,33$  ккал/см<sup>2</sup>/мин.

Для оценки величин этих показателей целесообразно их сопоставить с солнечной постоянной, т. е. с предельным значением радиации на верхней границе атмосферы равной  $1,9$  ккал/см<sup>2</sup>/мин (Арагац высокогорный, при высоте над уровнем моря 3229 м, напряженность радиации составляет  $1,59$  ккал/см<sup>2</sup>/мин). Отметим также, что южная ориентация имеет преимущества и в летний период,

когда максимум количества энергии приходится на восточную и западную ориентацию (35000 ккал), тогда как при южной ориентации при высоком стоянии солнца она минимальна. При возможном перегреве помещения окна от излишнего проникновения солнечных лучей могут быть защищены затеняющими устройствами и приспособлениями горизонтального типа, в виде козырьков, карниз, жалюзи, свесов крыш, выступов балконов и др. Исключительно высокие величины солнечной радиации в течение всего холодного года не только подтверждают обязательность южной ориентации, но и раскрывают новые возможности поисков нетрадиционных архитектурно-строительных решений с использованием комбинированных смешанных систем использования солнечной энергии.

Формирование планировочной структуры жилища (квартиры) должно идти в направлении ориентации всех жилых помещений или их большинства на южную сторону горизонта, с расположением во втором ряду, выходящих на север обслуживающих помещений: холла, коридоров, сан. узлов, лестниц, кладовок, кухонь, со столовой частью, трансформированных с общей комнатой [8]. Возможно, эти условия могут поставить большие ограничения перед архитекторами, дома могут оказаться с узким корпусом, вытянутыми с востока на запад и узкими в меридиональном направлении. Однако, как показывает опыт поискового проектирования, эти проблемы оказываются преодолимыми и при использовании гибких приемов планировки и трансформативности решений, с передачей тепла, полученного с южной стороны, во второй ряд помещений, расположенных с противоположной стороны, что позволяет достигнуть большей компактности решений и уменьшения теплопотерь.

В традиционных решениях солнечных домов, в мировой практике, вот уже два десятка лет сложилась тенденция сплошного остекления южных фасадов жилища, с целью максимального проникновения солнечных лучей в жилище. В последние годы намечается тенденция перехода к сочетанию глухих поверхностей стен с традиционными окнами большого размера. Ни одна система использования солнечной энергии не может эффективно работать, если здание неэффективно в тепловом отношении и недостаточно изолировано. При выборе архитектурных решений решающее значение имеет рациональное использование поступления тепловой энергии солнца, особенно через оконные проемы [9]. Она определяется следующими факторами:

- ориентацией окна (плотностью падающей на его поверхность радиации и ее продолжительностью);
- размерами окна или сплошного остекления южного фасада;
- типом остекления (двойным или одинарным, с использованием евроокон с рамами из металлопластика, с обеспечением герметичности);
- затеняющими приспособлениями как внешними (решетками, жалюзи, навесами, выносами кровли, тентами, ставнями), так и внутренними (шторами, занавесями, жалюзи с плотным прилеганием створок, раздвижными остекленными перегородками).

Как показывает опыт многолетней эксплуатации сплошного остекления южных фасадов в зарубежной практике, наряду с обеспечением максимального потока солнечной энергии, они создают также ряд неудобств, вызывающих дискомфорт квартир и повышение стоимости строительства. Чем больше поверхность остекления, тем больше поступление потока солнечной энергии, но одновременно - больше теплопотерь через остекление при облачной погоде и в ночное время. При

этом, в летний и весенне-осенний периоды возникает возможность перегрева и необходимость дополнительных затрат на устройство затеняющих приспособлений и вентиляционных систем для обеспечения притока свежего воздуха, отводов излишков тепла из помещения путем воздухообмена и для физиологического охлаждения и защиты от перегрева.

Из опыта известно, что в средних широтах, полезное тепло, поступающее через окна в помещение, в ясный зимний солнечный день может более чем в три раза превышать тепловые потери, суммарные же потери за 24 часа могут оказаться даже больше, чем суммарное поступающее. Двойное остекление может вдвое снизить теплопотери, но и на 30% снизить теплопоступления. Достижение оптимального теплового баланса между поступлением тепла и его потерями требует значительных затрат, приводит к повышению стоимости строительства. Поскольку наша задача касается социально-доступного жилища, то необходимо искать свои пути использования апробированных систем прямого солнечного обогрева без заметного увеличения строительных затрат и с учетом больших ресурсов солнечной энергии в условиях Армении.

“Издержки” сплошного остекления южных фасадов необходимо рассматривать в контексте с организацией предметно-пространственной среды жилища, которая должна обеспечивать проживающим: уют, комфорт, удобства, возможность уединения и общения, защиту от неблагоприятных факторов внешней среды. Возврат к традиционному окну, вместо сплошного остекления южного фасада, закономерный процесс, обусловленный рядом факторов, в том числе психологического порядка. Человек привык считать свое жилище ограждением от неблагоприятного воздействия факторов внешней среды, и определенная замкнутость жилища была продиктована укладом и образом жизни и даже безопасностью человека, недаром англичане говорят “мой дом – моя крепость”. Поэтому чрезмерная раскрытость жилища, вроде сплошного остекления южных фасадов, в ущерб определенной замкнутости и обособленности внутреннего пространства оказались для многих жильцов больше дискомфортным, нежели комфортным фактором. Такие издержки чрезмерной инсоляции и радиации как яркая освещенность, контрастность, блескость, ослепление требуют постоянного регулирования светового режима помещений жилища и скорее вызывает раздражение, нежели успокоение.

Переход от сплошного остекления к окнам большого размера на южных фасадах требует определения оптимального теплового баланса, при котором в зимний период поток поступления солнечной энергии будет значительно превосходить тепловые потери через окна и отсюда необходимость оптимизации соотношений размеров оконных проемов и глухих фасадных стен при южной ориентации. При этом, положительный результат при пассивных системах может быть достигнут в условиях феноменальных радиационных и инсоляционных ресурсов Армении, при благоприятном сочетании температурного и ветрового режимов. В условиях же средних и умеренных широт результат скорее будет отрицательным, нежели положительным. Здесь более целесообразно сочетание пассивных методов с активными, с использованием солнечных батарей фотоэлектрического типа, вместо естественного, что может привести к некоторому удорожанию строительства.

В условиях разнообразия природно-климатических, радиационных и инсоляционных условий Армении, для конкретных районов строительства необходимо проводить соответствующие теплотехнические и строительные расчеты, направленные на выбор оптимального теплового баланса и оптимизации размеров глухих и остекленных поверхностей южного фасада. Для разработки

архитектурно-строительных решений малоэтажного социально-доступного жилища в сочетании с использованием пассивных методов прямого обогрева, решающее значение имеет реализация принципов гибкой планировки жилой ячейки и трансформативности общей части квартиры с многофункциональным использованием площадей. При ограниченности параметров площадей жилища и экономичности решений они создают благоприятные возможности рационального использования площадей и выбор вариантов их трансформации с учетом потребности семьи, характера климата и меняющихся погодных условий внешней среды.

Приемы гибкой планировки в значительной степени могут содействовать эффективности пассивной системы и варьировать пространство квартиры в течение дня, регулируя микроклимат и тепловой режим. Они дают возможность также варьировать количеством окон иной ориентации, решая их в качестве светоприемника для каждого помещения или спаривая их и решая в виде целостного окна, откуда солнечная энергия при гибких приемах планировки может распространяться по всей квартире, причем как в жилые, так и в обслуживающие помещения, располагаемые во втором ряду с северной или других сторон. Они могут решаться также в виде остекленных балконов, оранжерей, остекленных эркеров, пристроек в виде зеленой комнаты, являющихся буферным пространством между внутренней и внешней средой, аккумулирующим солнечную энергию и передающим тепло в смежные жилые помещения. Целесообразно остекление проемов предусматривать в плоскости стены с тем, чтобы угол инсоляции не уменьшился, а угол затенения не увеличивался и солнечные лучи свободно проникали в помещения, создавая солнечное пятно на полу и стенах максимальной величины.

Для регулирования теплового режима жилища большое значение имеет обеспечение естественной вентиляции и проветривания. В архитектурном понимании они выполняют четыре различные функции:

- обеспечение притока свежего воздуха;
- отвод тепла из помещения путем воздухообмена;
- физиологическое охлаждение;
- защиту от перегрева;
- устранение сырости и сушки белья при переувлажнении.

Речь в данном случае идет не о технических средствах вентиляции, а об естественных приемах, связанных с планировочной структурой жилья. Естественными средствами проветривания являются окна и двери, их размеры и расположение, определяющие сквозное или угловое проветривание жилья. Они дают возможность обеспечить необходимый тепловой режим и микроклимат в помещениях, соответствующее и необходимое движение воздуха различной интенсивности за счет степени раскрытия створок окон или дверей [10]. Практика и расчеты показывают, что при сквозном проветривании обеспечивается 20-ти кратный обмен воздуха помещений в час, а при угловом – 15-ти кратный, что быстро приводит к устранению возможного перегрева помещений за счет излишней инсоляции и приведения наружных и внутренних температур в равновесии (особенно при ночной прохладе).

Таким образом, при проектировании социально-доступного малоэтажного жилища с применением пассивных систем использования солнечной энергии, в них должны быть заложены условия двухстороннего расположения окон, обеспечивающих сквозное или угловое проветривание. При этом для уменьшения теплопотерь они должны быть относительно узкими, при герметичности



остеклении. Со стороны южной ориентации, они могут примыкать к основным окнам светоприемникам или совмещаться с ними за счет раскрытия части их остекления. При расположении таких вентиляционных окон со стороны восточной и западной ориентации они могут раскрываться в пристроенные балконы, выходящие на пристроенный или встроенный к жилищу дворик, что определяется учетом природно-климатических факторов района строительства. Что касается северной ориентации, то лучше стены решать в основном глухими, так как северная сторона в течение полугода постоянно находится в зоне затенения и не обогревается солнечными лучами.

Большое значение при пассивных системах использования солнечной энергии имеет улучшение качества тепловой изоляции жилища. Как утверждается, в ряде случаев улучшенная тепловая изоляция является даже более выгодной и приводит к большей экономии энергии, чем использование любой солнечной отопительной установки. Тем не менее, каким бы важным не было применение улучшенной изоляции, само по себе она не может полностью решить проблему. Но если здание является эффективным в тепловом отношении и хорошо спроектировано, то вклад пассивной системы использования солнечной энергии окажется относительно большим для уменьшения затрат на обогрев жилища. При разработке зданий с пассивной системой прямого обогрева, в их решениях должны быть заложены условия огражденности и компактности, определяемым отношением площади к периметру наружных стен, коэффициентом огражденности здания, определяемого отношением суммы площадей наружного ограждения к объему здания, сокращения периметра наружных ограждающих стен. При этом наименьшие значения коэффициентов огражденности имеют здания кубической формы, взаимная блокировка которых может привести к снижению теплопотерь и улучшенной тепловой изоляции жилищ. Большое значение имеет и конструктивная основа здания, стены, перекрытия, крыша и др..

В условиях сложного рельефа и уклонах для тех же целей могут найти широкое применение литосферные формы зданий с заглублением отдельных частей индивидуальных типов жилища в откосы рельефа и размещением в них подсобных помещений, способствующих уменьшению теплопотерь через пол вышележащего этажа. При характере рельефа Армении и необходимости освоения участков на уклонах до 30%, особенно для индивидуального жилищного строительства это положение открывает интересные возможности для освоения таких территорий южной ориентации.

В практике проектирования и строительства малоэтажных типов жилых зданий до 4-х этажей в Армении сложилась комплексная конструктивная система с кладкой несущих стен из туфового камня правильной формы толщиной в 40 см, усиленных железобетонными вкладышами, в виде сердечников, стоек, перекрытий и антисейсмических поясов. Надо сказать, что такая конструктивная система хорошо аккумулирует тепло и медленно ее расходует, обеспечивая при этом хорошую теплоизоляцию помещений и снижения теплопотерь<sup>1</sup>. Однако, если ширина каменной кладки в 40 см удовлетворительна для районов с мягкой и умеренно мягкой зимой с изотермами наиболее холодного месяца от 0 до -6<sup>0</sup>, то в горных районах с повышением высоты над уровнем моря и изотермами холодного месяца до -10<sup>0</sup>, эта толщина оказывается недостаточной для тепловой изоляции.

---

<sup>1</sup> В США, например, жилые дома до 4-х этажей возводятся на основе деревянных конструкций с облицовкой утепленных стен деревянными или пластиковыми щитами или в лучшем случае с облицовкой их однорядной кирпичной кладкой толщиной в 13 см. В теплоизоляционном отношении они менее удовлетворительны, чем монолитные конструкции стен, применяемые у нас.

Увеличение толщины наружных стен до 60 см крайне невыгодно для конструктивных решений и стоимости строительства.

Для улучшения тепловой изоляции могут быть использованы теплоизоляционные материалы, перечень которых как местного, так и зарубежного производства огромен, так же как и разброс ценовых показателей. В практике строительства жилища в Армении для тепловой изоляции используются в ценовом отношении наиболее доступные местного производства плиты из минеральной стекловаты (базальт) или полиуретан, местный перлит и его производные пока остаются чрезвычайно дорогими. Для нашего случая вполне пригодны для тепловой изоляции поверхности внутренних ограждающих стен плиты из минеральной стекловаты толщиной в 10...15 см с их последующим покрытием гипсокартонном.

### **3. Заключение**

Представленные рекомендации, конечно, не могут исчерпать все условия проектирования малоэтажных типов жилых домов с пассивной системой использования солнечной энергии. Тем не менее, они раскрывают и определяют новые направления в проектировании малоэтажных жилищ нетрадиционного типа и могут стать основой не только поискового проектирования в рамках наших исследований, но и пособием для конкретного проектирования и развития новых форм социально-доступного типа малоэтажного жилища, с учетом использования уникальных ресурсов солнечной энергии. Эта задача не только актуальна для условий Армении, но имеет и большую социально-экономическую значимость. Конкретное проектирование-комплексная задача и требует привлечения к участию инженеров различного профиля, в том числе: теплотехников, энергетиков, конструкторов, экономистов. Ибо выбор наиболее рациональных решений и оптимальных параметров жилища во многом определяется обусловленностью месторасположения жилища и учетом параметров климата, а они в различных климатических районах Армении требуют соответствующих расчетов. В этом отношении универсальный характер рекомендаций и их учет может способствовать выбору наиболее рациональных решений.

Разработанные основные положения позволяют создать унифицированные базовые модели малоэтажного жилища применительно ко всей территории Армении, основанные на единстве архитектурных и конструктивных решений с возможностями их модификации и адаптаций к конкретным условиям строительства. При этом, недопустимо такие серьезные проектные разработки вести на основе примитивных методов “штучного” проектирования, основного метода современной практики. К проектированию должны быть привлечены кадры наиболее высокой научной, профессиональной и творческой подготовки. Должны быть разработаны серии проектов ограниченной номенклатуры, включающих в свой состав двухэтажные дома индивидуального строительства, двухэтажные блокированные дома с квартирами на двух уровнях и четырехэтажные квартирные дома социально-доступного типа и массового применения. Они должны быть наделены типологическими качествами, а также градостроительными и комбинаторными способностями создания индивидуальных композиций застройки.

И еще одно важное обстоятельство: если мы имеем в виду внедрение рациональных и экономических типов жилых домов, наделенных системами пассивного использования солнечной энергии, рассчитанных на расселение более широких слоев населения, то во главу угла должны стать не только экономичность отдельных жилых домов, но и застройки в целом. Это требует

комплексности проектирования и строительства с размещением новых типов жилища в виде небольших кварталов, комплексов застроек и групп жилых домов, объединенных единством замысла и архитектурно-планировочных решений, характерных своеобразием облика и солнечностью архитектуры.

Отметим также, что такое строительство социально-доступного типа требует отвода участков на свободных территориях пригородных зон городов, в которых стоимость отвода земельных участков не так высока. Это позволит достигнуть экономичности не только отдельных типов жилых домов, но и застройки в целом с использованием рациональных приемов застройки с высоким выходом жилой площади, с соблюдением всех гигиенических требований и созданием благоприятной среды обитания, при значительном снижении затрат на благоустройство, коммуникации и инженерные сети.

К этому можно добавить и то, что при комплексной застройке создаются благоприятные возможности достигнуть индивидуализации не только отдельных зданий, но и облика застройки, для которой идея солнечной ориентации также должна стать определяющим фактором и заложена в формообразование объемно-пространственной композиции застройки в целом.

Сегодня в архитектурно-градостроительной практике из общего понятия “объемно-пространственная композиция” исключено понятие “пространство”, как ненужная роскошь в условиях рыночной экономики. Недаром вновь созданная архитектурно-градостроительная бездушная среда при насилии громоздких объемов над пространством вызывает, к сожалению, скорее отрицательные, чем положительные эмоции, вызванные бездушием и давлением массивных объемов над пространством и развития у человека психологической неприязни и чувства клаустрофобии. Предлагаемые рекомендации восстанавливают понятие “пространство”, считая, что при малоэтажных типах домов должно быть восстановлено понятие пространства, без которого теряется важнейший признак того, что окружающая среда, прилегающий к дому участок, пристроенный дворик - это части жилища, неразрывно с ним связанные.

В контексте исследования приводятся некоторые проектные предложения по планировочным решениям жилых домов, разработанные в процессе поискового проектирования, в которые внедрены изложенные выше основные положения и рекомендации. На рис. 1 представлены двухэтажные блокировочные типы домов с квартирами на двух уровнях с пристроенными или встроенными гаражами и двориком типа “патио”, являющегося продолжением жилища и его частью, используемого в качестве открытого летнего помещения.

На рис. 2 представлена серия квартирных домов от двух до четырех этажей секционно-галерейного типа с двух-, трех- и четырехкомнатными квартирами с гибкой планировкой и трансформативностью помещений. В центре композиции планов располагается светоприемник-оранжерея, создающая пространственное разнообразие интерьеров.





**Рис.2. Планировочные решения 2-х этажных блокированных типов жилых домов с квартирами на двух уровнях с гаражами и пристроенными двориками**

Գ. Հ. Ռաշիդյան,  
Ա. Ռ. Ենգոյան,  
Մ. Լ. Թոքմաջյան

**ՊԱՍԻՎ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՎ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ  
ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՆՁՆԱՐԱՐԱԿԱՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ՍԱԿԱՎԱՀԱՐԿ  
ԿԱՑԱՐԱՆՆԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՄԵՋ**

*Հետազոտությունների, վերլուծությունների և համալիր գնահատման արդյունքում հստակեցվել են արևային էներգիայի օգտագործմամբ սակավահարկ բնակելի տների նախագծման և կառուցապատման հիմնական նախադրյալները, վերլուծությունները և հեռանկարները Հայաստանում: Դրանց հիման վրա մշակվել են դրույթներ և առաջարկներ այդ տիպի կացարանների և կառուցապատման նախագծման համար, որոնք բացահայտում և սահմանում են նոր ուղղություններ ճարտարապետահատակագծային, ծավալատարածական և շինարարական լուծումներում:*

***Առանցքային բառեր.** արևային էներգիա, սակավահարկ կացարան, բնակլիմայական պայմաններ, բիոկլիմատիկ ճարտարապետություն, սոցիալ-մատչելի կացարան, արևարևոտանիշներ, ծավալատարածական հորինվածք, լեռնային արև:*

**G. H. Rashidyan,  
A. R. Yengoyan,  
M. L. Tokmajyan**

**FUNDAMENTALS AND RECOMMENDATIONS ON LOW-RISE HOUSING DESIGN  
USING PASSIVE SOLAR ENERGY SYSTEMS IN ARMENIA**

*The paper is a continuation of the previously published works on this subject [1-7]. As a result of research, analysis and integrated assessment the major premise, conclusions and prospects for the use of solar energy in design and construction of low-rise housing in Armenia are identified, based on which the fundamentals and recommendations on design of such dwellings have been developed to reveal and define new directions in their architectural and planning, volumetric-spatial and construction solutions.*

*Project proposals developed in the course of exploratory design, which laid the basis for the fundamentals and recommendations are presented.*

**Keywords:** solar energy, low-rise housing, climatic conditions, bioclimatic architecture, socially-affordable housing, suntrap, spatial composition, mountain sun.

**Литература**

- 1. Рашидян Г., Токмаджян М.** Учет природно-климатических особенностей при формировании народного жилища Армении в свете решения современных задач // Сборник научных трудов ЕГУАС. Ереван, 2013. Т. II (49). С.54-68.

2. **Рашидян Г., Токмаджян М.** Предпосылки и перспективы использования солнечной энергии при формировании малоэтажных типов жилищ с учетом специфики природно-климатических условий Армении // Известия ЕГУАС. Ереван, 2013. N5 (3). С.13.
3. **Рашидян Г., Токмаджян М.** Задачи использования солнечной энергии в проектировании и строительстве новых форм социально доступного жилища для условий Армении // Сборник научных трудов ЕГУАС. Ереван, 2013. Т. II (49). С.54-68.
4. **Токмаджян М.** Оценка выбора оптимальной ориентации при формировании жилых домов с применением пассивных методов использования солнечной энергии // Известия ЕГУАС. Ереван, 2013.
5. **Рашидян Г., Енгоян А., Токмаджян М.** Анализ зарубежного опыта разработки жилых зданий с использованием солнечной энергии с точки зрения определения рациональных и опробированных систем для применения в практике проектирования и строительства малоэтажного жилища в условиях Армении // Сборник научных трудов ЕГУАС. Ереван, 2014. Т. I (52). С. 159-174
6. **Рашидян Г., Енгоян А.** Предложения по солнечно-ориентированным типам жилых домов для горных районов Армении // Бюллетень строителей Армении. 2002. N11. С. 27-37.
7. **Рашидян Г.** Новые формы социально доступного жилища для условий НКР. Ереван, 2009. 96с.
8. **Зоколей С.** Солнечная энергия и строительство: пер. с англ. М.: Стройиздат, 1979. 210 с.
9. **Селиванов Н., Мелуа, Зоколей С. и др.** Энергоактивные здания / Издание подготовлено авторами СССР, НРБ, Австралии, США. М.: Стройиздат, 1989. 376 с., ил. С. 276-305.
10. **Лицкевич В.** Жилище и климат. М.: Стройиздат, 1984. 288с., ил.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ճարտարապետական և շինարարական համալիրների կայուն զարգացման ուղիների բացահայտում, ճշգրտում, ներդրման առաջարկությունների և հանձնարարականների մշակում մշտական մոնիտորինգի կիրառմամբ» ծրագրի շրջանակներում:

**Ռաշիդյան Գարրի Հայկի, ճ.դ., պրոֆ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., ճարտարապետական նախագծման և ճարտարապետական միջավայրի դիզայնի ամբիոնի վարիչ, բջջ. (093)030426, **Ենգոյան Աննա Ռոբերտի, ճ.թ., դոց.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ճարտարապետական նախագծման և ճարտարապետական միջավայրի դիզայնի ամբիոն, բջջ. (091)400117, **Թոքմաջյան Սուշեղ Լևոնի (ՀՀ, ք. Երևան)-ՃՇՀԱՀ,** ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, կ.գ.ա., ճարտարապետական նախագծման և ճարտարապետական միջավայրի դիզայնի ամբիոն, ասպիրանտ, բջջ. (099)008602, e-mail: [mushotok@yahoo.fr](mailto:mushotok@yahoo.fr)

**Рашидян Гарри Гайкович, д.архит., проф.** (РА, г. Ереван) - НУАСА, проблемная лаборатория Архитектуры и строительства, с.н.с., зав. каф. Архит. проектир. и дизайна арх. среды, моб. (093030426), **Енгоян Анна Робертовна, канд. арх, доц.** (РА, г. Ереван) - НУАСА, каф. Архит. проектир. и дизайна арх. среды, моб. (091)40 01 17, **Токмаджян Мушег Левонович (РА г. Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория архитектуры и строительства, м.н.с., каф. Архит. проектир. и дизайна арх. среды, аспирант, моб. (099008602), e-mail: [mushotok@yahoo.fr](mailto:mushotok@yahoo.fr)**

**Rashidian Garry Hayk, Doctor of Science (architecture), prof.** (RA, Yerevan) - NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction, senior scientific researcher, head of the chair of Architecture Drafting and Design of Architectural Environment, cell phone: (093)030426, **Yengoyan Anna Robert, doctor of Philosophy (Ph.D) in Architecture, associate prof.** (RA, Yerevan) – NUACA, chair of Architecture Drafting and Design of Architectural Environment, cell. phone: (099)008602, e-mail: [mushotok@yahoo.fr](mailto:mushotok@yahoo.fr), **Tokmajyan Mushegh Levon (RA, Yerevan) - NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction, junior scientific researcher, chair of Architecture Drafting and Design of Architectural Environment, postgraduate, cell phone: (091) 40 01 17**

Ներկայացվել է ` 02.12.2013թ.

Ընդունվել է տպագրության ` 12.12.2013թ.