

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПТИМАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ БЛОКИРОВАННОГО ТИПА

Гусакова Н.В., Минаев Н.Н., Филюшина К.Э., Гусаков А.М.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

Статья выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации № МК-5341.2016.6 «Формирование концептуальной региональной модели управления интенсификацией процессов реализации проектов государственно-частного партнерства в малоэтажном строительстве с учетом требований энергетической эффективности».

Стратегической целью государственной жилищной политики является формирование рынка доступного жилья экономического класса с внедрением энергоресурсов, сберегающих технологий, современных материалов, обеспечением комфортных условий проживания граждан. В связи с этим утвержден ряд федеральных программ, направленных на комплексное освоение территорий, повышение результативности развития жилищного строительства, позволяющие создать комфортные условия жизнедеятельности [1].

Особое место в этом процессе должно занять малоэтажное многоквартирное строительство, как один из наиболее оптимальных форматов развития на вновь осваиваемых территориях, где отсутствует проблема наличия свободных земельных участков и наблюдается высокая обеспеченность природными энергоносителями (углеводороды, биотопливо и т.д.).

Для увеличения темпов роста комплексной малоэтажной застройки, развития социальной и транспортной инфраструктуры (стимулирование социально-экономических процессов) необходимо на стадии проектирования разрабатывать оптимальные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий в зависимости от его географического местоположения.

Следует отметить, что в России имеется огромный потенциал в области энергосбережения и использовании возобновляемых источников энергии. Однако низкая эффективность использования энергосберегающих технологий при строительстве зданий является причиной высоких цен на услуги ЖКХ при эксплуатации зданий. Такое положение свидетельствует о необходимости рационального использования автономных источников теплоснабжения в проектах малоэтажных жилых зданий с учетом климатического районирования [2].

Комплексный подход оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений будет способствовать увеличению объемов ввода жилья экономического класса, снижению его стоимости, соответствию требованиям комфорта, безопасности и энергетической эффективности зданий, увеличению количества граждан, способных самостоятельно улучшить свои жилищные условия. Это позволит, с одной стороны, решить проблему дефицита энергетических мощностей при строительстве, а с другой - сэкономить значительные средства собственников жилья [3].

Таким образом, особо актуальным является разработка теоретических и методических основ оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий блокированного типа, направленных на повышение эффективности капиталовложений, энерго- и ресурсосбережение, создание комфортных ус-

ловий для населения, обеспечивающие устойчивое развитие малоэтажного строительства в контексте социально-экономических приоритетов с учётом климатического районирования местности строительства.

Весь комплекс научных исследований по энергоэффективным зданиям и их конструкциям опирается на солидный фундамент знаний [4-7]. Однако, несмотря на многочисленные исследования в области энергоэффективности и энергосбережения в строительстве они отличаются разрозненностью и не в полной мере систематизированы в рамках имеющейся специфики региональных условий. Публикуемые нормативные документы по энергосбережению отчасти охватывают весь спектр полученных результатов исследований только конкретного региона.

Особо важно уделить внимание разработке новых объемно-планировочных решений, поиску оптимальных конструктивных решений с приоритетным использованием местных строительных материалов, отвечающих требованиям энергоэффективности, эффективности капитальных вложений, комфорту и безопасности, а также использовании возобновляемых источников энергии для инженерных систем в течение полного жизненного цикла здания.

Анализ классификации малоэтажных жилых зданий позволил сформулировать ряд выводов и предложений по формированию типологии малоэтажного жилого дома с учетом требований (критериев) для оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажной жилой застройки [8-9]. Для этого необходима разработка классификационного и критериального аппарата малоэтажных зданий.

Учет данных рекомендаций в практике современного жилищного строительства может послужить основой создания новых прогрессивных тенденций в архитектуре комплексной малоэтажной жилой застройки, как в объемно-планировочном, так и в конструктивном решении малоэтажных жилых зданий, отвечающих требованиям энергоэффективности [10].

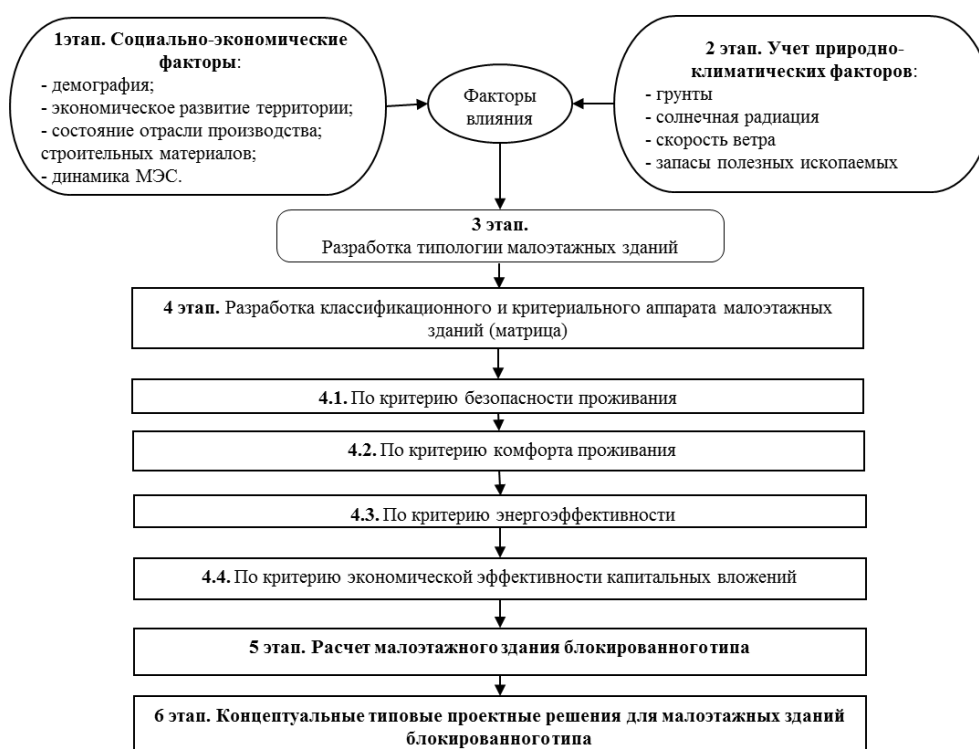


Рис. 1. Алгоритм исследования для выявления оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий

Выявлены социально-экономические и природно-климатические факторы (рис.1). Выявленные факторы оказывают непосредственное влияние на оптимальность выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий. Для этого были определены критерии: безопасность, комфорт, энергоэффективность и эффективность капитальных вложений [11].

Предлагаемая методика позволяет уйти от традиционных схем выбора объемно-планировочных и конструктивных решений для малоэтажных зданий и дает возможность совершить оптимальный выбор с помощью представленных ниже критериев (табл.1).

Первым критерием является безопасность проживания. Для его разработки типологизируем материал стен по следующим признакам: степень огнестойкости, конструктивное решение здания, толщина стен, степень износа (для уже построенных зданий). Это позволяет нам на начальном этапе сформировать внешнюю оболочку здания.

Следующим критерием является комфорт проживания. Заданный критерий классифицируется по типу территории проживания: городские, пригородные, сельские, удаленные. В зависимости от типа территории типологический признак целесообразно классифицировать по соотношению площади земельного участка к общей площади здания. Для малоэтажных зданий экономического класса определены требования к площади земельных участков. Площадь придомового земельного участка зависит от типа территории проживания. Количество этажей типологизируется до трех этажей включительно.

Следующим критерием является типология здания по энергоэффективности. Который включает себя энергоэффективность конструктивных элементов малоэтажного здания и тип энергообеспечения. Для оценки теплозащитных свойств ограждающих конструкций необходимо определить климатические условия места строительства. Выделяются строительно-климатические зоны для выявления оптимальных строительных и архитектурно-планировочных решений городской малоэтажной жилой застройки для каждой зоны.

Все жилые помещения, относящиеся к жилью экономического класса должны соответствовать требованиям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, их соответствия установленным нормам энергосбережения и энергоэффективности по оборудованию системами учета потребляемых энергоресурсов. Классы энергетической эффективности устанавливаются в соответствии с действующими нормативными документами.

Помимо ограждающих конструкций, являющихся главным резервом энергосбережения, необходимо рациональное взаимное размещение энергоисточников и энергопотребителей (электричество, тепло, газ), уменьшающие расходы на транспортировку, выбор и обоснование применения централизованных, локально-децентрализованных и локальных систем инженерного оборудования зависит от типа территории проживания. Выбор автономных источников энергоснабжения и не возобновляемых источников энергии зависит от возможности выдачи технических условий на подключение к городским сетям.

Заключительным этапом является критерий эффективности капитальных вложений. Он формируется из стоимости строительства, стоимости инженерных систем зданий, суммы затрат на эксплуатацию здания в течение всего жизненного цикла [12].

Сумма затрат на строительство и эксплуатацию здания позволит методом сравнения с традиционными системами, определить эффективность капитальных вложений в расчете на 1 м^2 . В результате расчета получим стоимость строительства малоэтажного здания и стоимость квадратного метра в течение всего жизненного цикла здания.

Таблица 1. – Типология малоэтажных зданий при оптимальном выборе объемно-планировочных и конструктивных решений по критериям энергоэффективности, безопасности, комфорта проживания, экономической эффективности капитальных вложений

Типология малоэтажных зданий по критерию энергоэффективности																													
типологический признак, лимитированное значение/расчётное значение			заданные условия – тип климата																										
			IA	IB	IV	II	IIA	PIB	PIV	III	IIIA	PIIB	PIIV	IIIV	IVT														
Конструктивные элементы	Наружные стены	Однослойная	Типология малоэтажных зданий по критерию безопасности																										
		Двухслойная	Заданные условия – материал стен																										
		Многослойная	Стеновой материал (кирпич, древесина, легкие бетоны, ячеистые бетоны)																										
	Утеплитель	На органической основе	По степени огнестойкости	I	Типология малоэтажных зданий по критерию комфорта проживания																								
		Не органического типа			Заданные условия – тип территории проживания																								
		Смешанного типа																											
		Отражающего типа																											
	Фасадная отделка	Выбор осуществляется дополнительно	По конструктивному решению	II	типологический признак, лимитированное значение/расчётное значение		Заданные условия – тип территории проживания																						
		Светопрзрачные констр.															Выбор осуществляется дополнительно												
	Фундамент	Сплошные															III	Соотношение S земельного уч. к общей S здания, м²/м²		Типология малоэтажных зданий по критерию экономической эффективности капитальных вложений									
		Ленточные																											
		Отдельностоящие																											
	Кровля	Скатная	IV	Этажность, количество этажей		Заданные условия – тип здания																							
		Плоская														Каркасные	1												
Бескаркасные																2													
																Объемно-блочные	3												
Класс энергоэффективности здания	A++	Срок службы по группам капитальности	I	Уровень благоустройства, %	75%	Стоимость 1 м²	до 3 МРОТ				Эксплуатационные затраты на 1 м² в месяц	до 0,2% ср. ЗП по региону																	
	A+						от 3 до 5 МРОТ					от 0,2-0,6% ср. ЗП по региону																	
	A						от 5 до 7 МРОТ					от 0,6-1% ср. ЗП по региону																	
	B+						свыше 7 МРОТ					свыше 1% ср. ЗП по региону																	
	B																												
	C+																												
	C																												
	C-																												
	D																												
	E																												
По типу энергообеспечения	Централизованное	Износ, %	до 30	Уровень шума в жилых помещениях, дБА	до 30	1 м² в месяц																							
	Локально-централизованное		30-60		30-45																								
	Локальное		свыше 60		Не более 55																								

Следующий раздел посвящен созданию энергоэффективного малоэтажного дома блокированного типа и его обоснованию, применительно к выбранному типу объемно-планировочных и конструктивных решений, способствующих повышению энергоэффективности, безопасности, комфорту проживания и экономической эффективности.

Область наших исследований представляет территория континентального климата умеренного пояса, в которой наиболее востребованы малоэтажные здания с точки зрения социально-экономического развития вновь осваиваемых территорий.

Малоэтажный многоквартирный жилой дом (блок) представляет собой двухэтажное здание с размерами в плане в крайних осях 9,6 м x 8,0 м, со встроенным гаражом. Количество блоков зависит от социальной необходимости и объемом выделяемых средств из бюджета. Планировка квартир обусловлена четким функциональным зонированием на активную и пассивную зоны. На первом этаже – кладовая, санузел, ванная комната, кухня, гараж. На втором этаже – жилые комнаты.

Планировочные решения обеспечивают нормативную инсоляцию всех помещений для длительного пребывания людей.

При проектировании оснований и фундаментов учитывались наиболее характерные грунты выбранного региона строительства, а также имеющийся опыт проектирования, строительства и эксплуатации сооружений в аналогичных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях. Для блокированных малоэтажных зданий, возводимых в умеренной зоне континентального климата, в большинстве случаев целесообразно применять 2 варианта устройства фундамента:

1. Малозаглубленные фундаменты (ленточные монолитные).
2. Винтовые металлические или буронабивные.

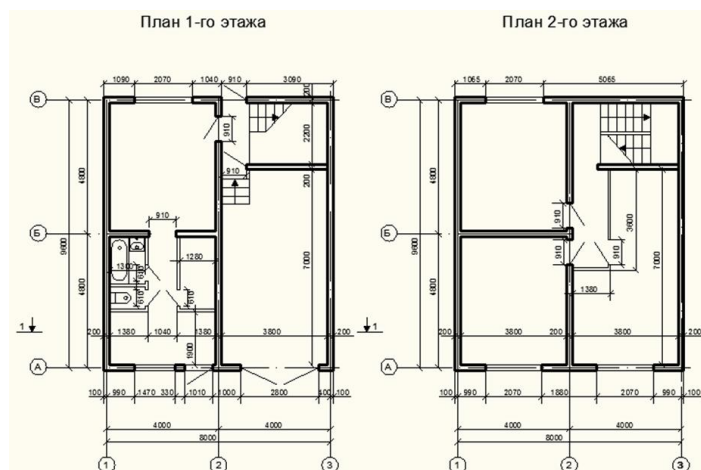


Рис. 2. Объемно-планировочные решения малоэтажного блокированного жилого дома.

Теплотехнический расчет наружной ограждающей конструкции выполнен по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» и СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Наружное ограждение рассчитываем как плоскую стенку, разделяющую воздушные среды с различной температурой и влажностью, ограниченную параллельными поверхностями и перпендикулярную тепловому потоку. Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, отвечающих санитарно – гигиеническим и комфортным условиям рассчитывается по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». В качестве несущего слоя ограждающей стены приняты следующие варианты: керамический кирпич, газобетонные блоки, брус (сосна), стеновая панель из керамзитобетона.

Примечание:

1. Толщину утеплителя принимаем 120 мм для всех вариантов ограждающей стены.

2. Для всех конструкций ограждающей стены принимаем $R_o^{норм} = 3,76 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$.

По результатам расчета принимаем толщину утеплителя 180 мм. Все рассматриваемые варианты соответствуют принятому нормируемому значению приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_o^{норм} = 3,76 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$, что в свою очередь, позволит возводить малоэтажные здания с наивысшим классом энергоэффективности А.

В проектируемом здании могут использоваться 2 типа кровель: скатная и плоская. Произведены соответствующие расчеты. Рассмотренные строительные материалы надежны и долговечны, соответствуют климатическим условиям. Вариативность выбора обуславливается минимальной стоимостью материала.

Для выбора эффективной системы теплоснабжения энергоэффективных малоэтажных зданий блокированного типа проведены результаты теоретических исследований по обоснованию оптимального выбора схемы энергообеспечения в зависимости от источников теплоснабжения. Приведен сравнительный анализ энергообеспечивающего оборудования для обеспечения наивысшего класса энергоэффективности для малоэтажного здания на вновь осваиваемых территориях [13].

Расчетным путем составлен тепловой баланс здания, тепловые потери на нагрев инфильтрующего воздуха. Расчет тепловых потерь ограждающими конструкциями. Определены расходы горячей воды и теплоты. По результатам расчета принято решение об использовании комбинированной системы теплоснабжения. Основная систе-

ма - тепловой насос, солнечные коллекторы обеспечивают необходимое покрытие расходов на ГВС. Ветрогенераторы не могут быть использованы на выбранной территории жилой застройки в связи с ограничениями шумовых воздействий.

Из условия максимального энергосбережения для малоэтажных зданий блокированного типа принята горизонтальная система отопления с размещением теплового насоса в техническом помещении. Для пиковых нагрузок в периоды стояния низких наружных температур условия комфорта в помещениях не снижаются за счет использования дизельного генератора, установленного в каждом гараже квартиры. Для покрытия нагрузки на ГВС на одну блок-секцию необходимо установить 13 солнечных коллекторов общей площадью 26 м².

Система вентиляции – естественная. Сбор данных по энерго- и ресурсопотреблению предусмотрен автоматически через диспетчерскую систему.

При проектировании объектов строительства особое внимание уделялось не только финансовой эффективности строительства, но и эксплуатационной. Таким образом, показатель эффективности является многокомпонентным, потому как в данном проекте рассматривается эффективность как при строительстве, так и при дальнейшей эксплуатации зданий. Экономия при строительстве достигается за счет внедрения оптимальных конструктивных решений, позволяющих увеличить теплозащиту ограждающих конструкций, а также за счет оборудования (при его отсутствии для отопления малоэтажного здания блокированного типа потребовалось бы строительство котельной, что привело бы к дополнительным затратам). Эксплуатационный эффект получаем за счет экономии на коммунальных услугах, в частности на отоплении и горячем водоснабжении.

При расчете эффективности капитальных вложений малоэтажных зданий блокированного типа за расчетный период учитывается стоимость материалов, строительно-монтажных работ, стоимость замены или ремонта, срок службы, стоимость за 1 год эксплуатации. Произведены расчеты предстоящих результатов и затрат в пределах расчетного периода (горизонт расчета), в качестве которого принимаем период 30 лет. Шаг расчета принимался равный одному году.

За основу взяты результаты теплотехнического расчета ограждающей конструкции, остекление и двери, покрытие и пол. Энергетические системы: система отопления, система горячего водоснабжения для бытовых нужд, система водоотведения.

В результате расчета экономической эффективности малоэтажного здания блокированного типа, наименьшие затраты на строительство дома из бруса – 6256,77 руб./м². Экономический эффект достигается использованием тепловых насосов за счет сокращения коммунальных платежей (в частности за отопление и ГВС) по сравнению с использованием централизованной и локально-централизованным типе энергообеспечения. Стоимость инженерных систем составляет – 3766 руб/м². Стоимость коммунальных услуг (ГВС + теплоснабжение) при локальном типе энергообеспечения в год составляет – 43,58 руб./м².

В результате проведенных исследований обоснована техническая возможность и экономическая целесообразность создания малоэтажных энергоэффективных зданий экономического класса. Максимальный эффект энергосбережения может быть достигнут при комплексном рассмотрении объемно-планировочных и конструктивных решений, а также применения возобновляемых источников энергии при строительстве инженерных систем.

Разработана система критериев, влияющих на оптимальность выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий, отвечающих требованиям энергоэффективности, комфорта и безопасности, экономической эффективности. В результате их обоснования по предлагаемой методике был принят вариант блокирован-

ного типа. За счет повышения теплозащиты ограждающих конструкций получена экономия энергоресурсов при эксплуатации здания.

Обоснованы оптимальные технические решения энергообеспечения малоэтажных зданий блокированного типа. При комплексной застройке малоэтажных зданий блокированного типа на вновь осваиваемых территориях, не имеющих доступа к тепловым сетям, оптимальным решением является использование локального типа энергообеспечения. Повышение уровня применяемых технических решений приводит к увеличению капитальных затрат на строительство, однако, эффект достигается за счет экономии топливно-энергетических ресурсов и социальной защиты населения [14].

Методика оценки эффективности капитальных вложений малоэтажных зданий блокированного типа позволила определить стоимость эксплуатации на 1 м²/год. В результате расчетов предстоящих затрат и результатов в пределах расчетного периода самым экономичным принят вариант жилого дома блокированного типа в деревянном исполнении. Расчеты показывают, что за счет экономии тепла повышение единовременных затрат окупятся за 5 лет.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 17.12.2010 N 1050 (ред. от 25.08.2015) «О федеральной целевой программе «Жилище» на 2015 - 2020 годы».
2. Минаев Н.Н., Филюшина К.Э., Гусаков А.М Гусакова Н.В., Жарова Е.А. Формирование региональной модели управления процессами повышения энергоэффективности малоэтажного жилищного строительства – Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 46 (421). С. 34-41
3. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 323 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации».
4. Бондаренко В.М., Ляхович Л.С., Хлевчук В.Р., Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Могутов В.А., Беляев В.С., Лаковский Д.М., Волынский Б.Н., Шпетер А.К., Семенюк П.Н. О нормативных требованиях к тепловой защите зданий – Строительные материалы. 2001. № 12. С. 2-8.
5. Васильев Г.П. Одна из главных проблем энергоэффективности - отсутствие контроля качества строительства – Энергосбережение. 2014. № 6. С. 10-12.
6. Корниенко С.В. Комплексная оценка энергоэффективности и тепловой защиты зданий. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 11 (26). С. 33-48.
7. Горшков А.С., Ливчак В.И. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям – Строительство уникальных зданий и сооружений. №3(30). С. 7-37
8. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Системный анализ проектирования энергоэффективных зданий – Architecture and Modern Information Technologies. 2015. № Special. С. 14.
9. А.Н. Асаул, Ю.Н. Казаков, Н.И. Пасяда, И.В. Денисова. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России Под ред. д.э.н., проф. А. Н. Асаула. - СПб.: «Гуманистика», 2005. - 563с.
10. Козачун Г.У., Смык О.Г. Принципы формирования объемно-планировочных решений жилых усадебных домов с обслуживанием Жилищное строительство. 2008. № 7. С. 35-37.
11. Башмаков И.А. Типология и сертификация российских зданий по уровню энергоэффективности – АВОК Энергосбережение 2015 №8
12. Natalya Gusakova, Nikolay Minaev, Kristina Filushina, and Alexander Gusakov. Approaches to optimum selection of space-planning and structural solutions of low-rise buildings AIP Conference Proceeding 1800, 050008 (2017).
13. Gusakova N.V. Feasibility study of building envelopes selection for low-rise construction / N.V. Gusakova, A.M. Gusakov // TSUAB2014 IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2015 – Vol. 71.
14. В.С. Казейкин, С.А. Баронин, А.Г. Черных, А.Н. Андросов Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России: Монография / Под общей редакцией Академика МАИИ В.С. Казейкина и проф.С.А. Баронина. – М: ИНФРА-М, 2011. – 278 с.