

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 69.003.13

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-5-99-114

*Н.В. ГУСАКОВА, К.Э. ФИЛЮШИНА, Т.И. РОМАНОВА, А.А. ЯРЛАКАБОВ,
Томский государственный архитектурно-строительный университет*

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ*

Проведено исследование теплотехнических и экономических параметров энергетических систем здания при строительстве и эксплуатации индивидуального жилого дома и секции блокированного дома. Цель исследования – проведение анализа и сравнение теплотехнических и экономических показателей энергетических систем здания для индивидуального жилого дома и секции блокированного жилого дома. Данные рекомендации могут быть применены в практике современного жилищного строительства и послужить основой создания новых инвестиционно-строительных проектов малоэтажной застройки, отвечающих требованиям энергоэффективности. Были получены следующие результаты: на основе разработанной методики рассчитаны капитальные и эксплуатационные затраты на энергетические системы здания для индивидуального жилого дома и секции блокированного дома, обобщены основные показатели для обоих вариантов домов и выбран наиболее оптимальный вариант. Строительство домов блокированного типа взамен индивидуальных домов подтверждает как экономию капитальных затрат на строительство самого дома и системы отопления, так и экономию энергоносителей в процессе эксплуатации здания. Проведенные расчеты показали, что при строительстве блокированных домов достигается сокращение тепловпотерь на 7 %. Экономия капитальных затрат на строительство секции блокированного малоэтажного здания, капитальные затраты на энергетические системы здания и энергоресурсы при эксплуатации жилья составили 180 574 руб.

Ключевые слова: малоэтажное строительство; энергетические системы здания; энергоэффективность; комфорт; эффективность капитальных вложений.

Для цитирования: Гусакова Н.В., Филюшина К.Э., Романова Т.И., Ярлакабов А.А. Комплексная оценка теплотехнических параметров при строительстве и эксплуатации малоэтажных зданий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 5. С. 99–114.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-5-99-114

* Статья выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации МК-2273.2018.6 «Разработка и технико-экономическое обоснование выбора объемно-планировочных и конструктивных решений в малоэтажном жилищном строительстве в аспекте повышения энергетической эффективности и ресурсосбережения».

*N.V. GUSAKOVA, K.E. FILUSHINA, T.I. ROMANOVA, A.A. YARLAKABOV,
Tomsk State University of Architecture and Building*

INTEGRATED ASSESSMENT OF THERMAL PARAMETERS IN CONSTRUCTION AND SERVICING LOW-RISE BUILDINGS

Purpose. Thermal and economic parameters of power systems in low-rise buildings during their construction and operation. **Methodology.** Analysis and comparison of thermal and economic parameters of energy systems in low-rise buildings. **Research findings.** The construction of low-rise buildings instead of individual houses confirms saving of capital construction and power system costs as well as energy savings while in operation. Based on the developed methodology, the capital and operating costs for power systems of an individual residence and a section of blocked houses are calculated. The main indicators for both house options are summarized and the most optimal option is selected. **Research applications.** These recommendations can be applied in modern housing construction and serve as a basis for new investment and construction projects on low-rise buildings that meet the energy efficiency requirements. **Conclusion.** Calculations show a 7% heat loss reduction during the construction of blocked houses. The capital cost savings for the construction of the sectional blocked low-rise building amount to 180.574 rubles.

Keywords: low-rise building; power system; energy efficiency; comfort; capital investment.

For citation: Gusakova N.V., Filushina K.E., Romanova T.I., Yarlakabov A.A., Kompleksnaya otsenka teplotekhnicheskikh parametrov pri stroitel'stve i ekspluatatsii maloetazhnykh zdaniy [Integrated assessment of thermal parameters in construction and servicing low-rise buildings]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 5. Pp. 99–114.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-5-99-114

Введение

Строительный комплекс РФ последние десятилетия характеризуется высокими темпами строительства, практически неограниченными возможностями застройки периферии городов и пригородных зон, что позволило значительно увеличить объемы малоэтажного жилищного строительства, не акцентируя особого внимания на качестве, соблюдении требований энергоэффективности и безопасности.

Следует отметить, что в России имеется огромный потенциал в области энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии. Однако этот потенциал далеко не всегда используется, и низкая эффективность применения энергосберегающих технологий при строительстве является причиной высоких цен на услуги ЖКХ при эксплуатации зданий.

Такое положение свидетельствует о необходимости рационального использования энергоресурсов, учитывающего не только этап проектирования и строительства малоэтажных зданий, но и необходимость развития малой энергетики в процессе эксплуатации, а именно разработку региональных проектов малоэтажных зданий с учетом климатического районирования местности строительства.

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений при строительстве зданий является повышение энергоэффективности, комфорта проживания, безопасности, что, в свою очередь, ведет к повышению цен на жилье. Это означает, что часть населения лишается возможности удовлетворять свои жилищные потребности. В рамках такой парадигмы возникает потребность доступного жилья для категорий граждан, которые не могут участвовать в предлагаемых рыночных жилищных отношениях. При этом создаваемое в рамках специальных мер доступное жилье – это в основном жилье, которое не соответствует элементарным требованиям энергоэффективности, безопасности, комфорту проживания [1].

В целом, комплексное малоэтажное строительство не должно быть индивидуальным отдельно стоящим зданием, выше двух этажей, обязательно наличие придомового участка, в совокупности малоэтажный жилой дом должен представлять собой комплекс взаимосвязанных решений, таких как:

- единые требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (технический расчет в зависимости от климатических условий с использованием местных строительных материалов);

- современное инженерное оборудование, отвечающее требованиям ресурсосбережения, которое позволит увеличить энергоэффективность здания в течение всего жизненного цикла;

- наличие земельного участка как неотъемлемого фактора комфорта проживания;

- лучшая экологическая обстановка (по сравнению с городской территорией).

Новый уровень создания комфортной городской среды диктует необходимость решать вопрос доступного жилья путем развития социального, некоммерческого жилья, которое соблюдало бы все перечисленные требования, с учетом экономической эффективности такого жилья как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации такого объекта [2].

Проблемы и тенденции развития строительного комплекса в целом и малоэтажного строительства в частности отражены в работах таких ученых, как В.С. Казейкин, С.А. Баронин, А.Г. Черных, А.Н. Андросов, которые в своей монографии «Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России» рассмотрели основные проблемы развития малоэтажного строительства, а именно деревянного домостроения. Данное исследование во многом помогает понять существующие проблемы в малоэтажном строительстве, но оно проведено только с экономической точки зрения и требует дополнения с позиции технологии и организации малоэтажного строительства. А это организация инвестиционных процессов в малоэтажном строительстве, повышение качества возведения малоэтажного жилья, доступности, безопасности и интенсификации процесса строительства и т. п. [3].

В работах А.Н. Асаула, Ю.Н. Казакова, Н.И. Пасяда, И.В. Денисова освещаются вопросы развития малоэтажного жилищного строительства в России и за рубежом, проектирование отдельных жилых домов, в частности в сельской местности, особое внимание уделяется вопросам энергосбережения, обеспечи-

вающегося, по мнению ученых, за счет оптимизации строительных конструкций и применения эффективных теплоизоляционных материалов [4].

Развитию малоэтажного строительства посвящено также исследование Е.Ю. Бондаренко и Л.В. Иваненко [5]. В данной работе авторы провели анализ зарубежного опыта малоэтажного домостроения, сделали вывод, что по опыту ведущих зарубежных стран малоэтажное домостроение должно осуществляться с использованием быстровозводимых технологий строительства, т. е. должна прослеживаться четкая унификация технологий и организовано массовое строительство.

Решение вопроса энергообеспечения в малоэтажном строительстве встречается в монографии С.Г. Шеиной. Автором разработана оптимизационная модель выбора энергоэффективных решений в малоэтажном строительстве, что, в свою очередь, является важным моментом при строительстве домов блокированного типа. Строительство домов блокированного типа решает очень важную жилищную проблему расселения из ветхого и аварийного жилья. Себестоимость строительства данных домов ниже, чем многоэтажного жилья, за счет массового строительства блок-секций и возможности подключения к альтернативным источникам энергии [6].

Среди зарубежных авторов, описывающих процесс организации малоэтажного строительства, можно выделить Джона Максаи, который в своей работе «Жилище» (Housing, 1979 г.) описал методологию проектирования не только многоэтажных, но и малоэтажных домов, и домов блокированного типа. В работе рассмотрены архитектурные, конструктивные, механические, санитарно-технические и электротехнические элементы малоэтажного здания [7].

Проведенный анализ результатов исследований позволил установить, что, несмотря на многочисленные исследования в области управления, организации, энергоэффективности и энергосбережения в малоэтажном строительстве, недостаточно разработаны особенности комплексного подхода при управлении малоэтажными зданиями, направленные на обеспечение интенсификации освоения перспективных территорий комплексной малоэтажной застройки.

Необходимость применения современных технологий строительства обуславливает потребность в высококвалифицированных кадрах, способных правильно работать с современными материалами и технологиями. Сегодня в строительной отрасли отмечается острый дефицит квалифицированных рабочих и инженерно-технических специалистов, а на строительство объектов привлекается большое число сезонных рабочих и рабочих с низкой квалификацией.

Методология

Для практической реализации разработанной методики [8] были произведены соответствующие расчеты. На первом этапе были выбраны строительные материалы для строительства малоэтажных зданий, произведен теплотехнический расчет наружной ограждающей конструкции проектируемого малоэтажного дома. Рассмотренные строительные материалы соответствуют климатическим условиям для Томской области при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период [9].

Также дана экономическая оценка энергоэффективности индивидуального жилого дома и секции блокированного жилого дома на основе методики, представленной в национальном стандарте Российской Федерации ГОСТ Р ЕН 15459–2013 «Энергоэффективность зданий» [10]. Начальные капитальные затраты на ограждающие конструкции индивидуального дома составили 2 014 130 руб., на секцию блокированного дома – 1 869 055 руб. Капитальные затраты включают стоимость материалов и строительно-монтажных работ.

Произведен расчет периодических расходов на замену компонентов ограждающих конструкций здания для индивидуального жилого дома и секции блокированного дома. Было установлено, что для малоэтажных домов, имеющих в непосредственной близости центральную теплотель, эффективнее подключение к централизованным источникам теплоснабжения.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций принимаем в соответствии со значениями, определяемыми исходя из условий энергосбережения. Населенный пункт: г. Томск. Расчеты проводились согласно табл. 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003» [11]. Для выбранных объектов проектируем двухтрубную вертикальную систему отопления с нижней разводкой. Условный проход подающей и обратной труб системы отопления составляет 20 мм. В табл. 1 представлены характеристики отопительных приборов системы отопления для индивидуального жилого дома и секции блокированного жилого дома.

Таблица 1

**Отопительные приборы для индивидуального жилого дома
и секции блокированного дома**

Наименование помещения	Тепловые потери помещения, Вт	Марка отопительного прибора	Материал отопительного прибора	Теплоотдача отопительного прибора, Вт	Кол-во секций отопительного прибора
Индивидуальный жилой дом					
Помещение 1 (прихожая, санузел, ванная, кладовая)	2144,54	RADENA CS 500	Биметалл	2220	12
Кухня	1785,37	RADENA CS 500	Биметалл	1850	10
Лестничные клетки	2112,6	RADENA CS 500	Биметалл	2220	12
Жилая комната 1	1802,03	RADENA CS 500	Биметалл	1850	10
Жилая комната 2	1809,2	RADENA CS 500	Биметалл	1850	10
Жилая комната 3	2507,64	RADENA CS 500	Биметалл	2405	13

Окончание табл. 1

Наименование помещения	Тепловые потери помещения, Вт	Марка отопительного прибора	Материал отопительного прибора	Теплоотдача отопительного прибора, Вт	Кол-во секций отопительного прибора
Секция блокированного дома					
Помещение 1 (прихожая, санузел, ванная, кладовая)	1914,02	RADENA CS 500	Биметалл	2035	11
Кухня	1554,86	RADENA CS 500	Биметалл	1665	9
Лестничные клетки	1914,35	RADENA CS 500	Биметалл	2035	11
Жилая комната 1	1591,58	RADENA CS 500	Биметалл	1665	9
Жилая комната 2	1607,16	RADENA CS 500	Биметалл	1665	9
Жилая комната 3	2213,01	RADENA CS 500	Биметалл	2220	12

На каждом отопительном приборе устанавливается шаровой кран и клапан термостатический, также на отопительных приборах, располагающихся в жилых комнатах 1, 2 и 3, а также на лестничной клетке устанавливаются краны Маевского для отвода воздуха из радиаторов.

Для системы отопления используем металлопластиковые трубы ALTSTREAM. Выбираем металлопластик, поскольку необходимо будет скрывать трубопровод в полу. В соответствии с аксонометрической схемой и планами этажей с размещением отопительных приборов (рис. 1 и 2) определяем, что общая протяженность подающего и обратного трубопроводов с условным проходом 20 мм составит 93 м. В качестве стояков используем трубы стальные ВГП, общая протяженность 33 м. Для присоединения объекта к центральному тепловому пункту используем трубы стальные ВГП с условным проходом 32 мм общей протяженностью 10 м.

Следующим этапом является экономическая оценка энергетических систем здания индивидуального жилого дома и секции блокированного жилого дома, которая будет осуществляться на основе той же методики [12].

Финансовые данные:

Проектный срок окупаемости здания – 50 лет.

Продолжительность расчетного периода – 25 лет.

Показатель инфляции – 4 %.

Рыночная процентная ставка – 10,9 %.

Показатель движения цен на работу персонала – 4 %.

Показатель движения цен на энергоносители – 2,6 %.

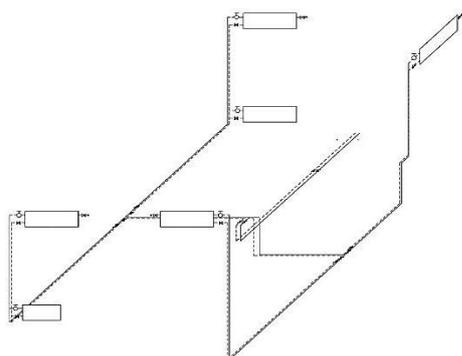


Рис. 1. Аксонометрическая схема системы отопления

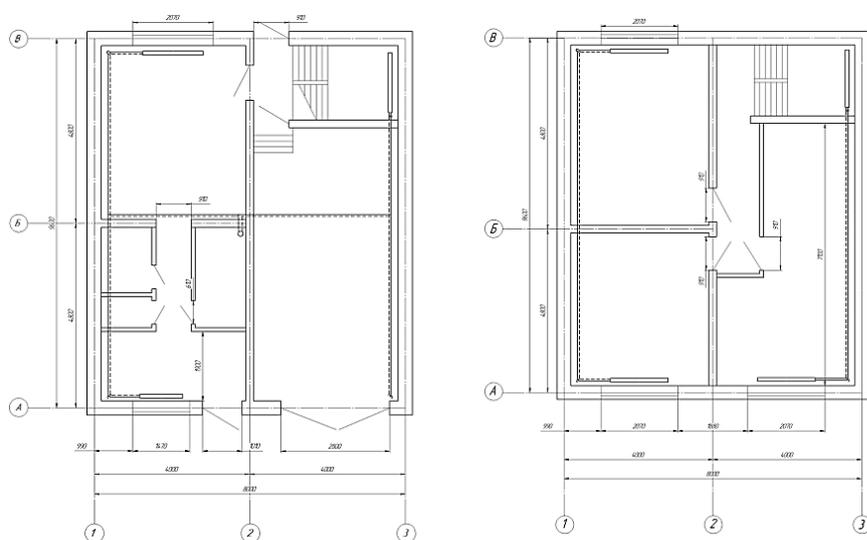


Рис. 2. План 1-го и 2-го этажа с отопительными приборами

Идентификация систем:

- конструкция здания: стены, остекление и двери, покрытие и пол;
- энергетические системы: система отопления;
- проект управляется собственником.

Ограничения, связанные с особенностями здания:

- здание небольшой высоты (двухэтажное);
- общая площадь – 153,6 м²;
- отапливаемый объем – 430 м³ (2,8 м – высота этажа).
- состав помещений: на первом этаже – кладовая, санузел, ванная комната, кухня, гараж; на втором этаже – 3 жилые комнаты. Расчетная температура в жилых комнатах – 21 °С. Начальные капитальные затраты на энергетические системы здания индивидуального дома представлены в табл. 2. Периодические расходы на замену компонентов энергетических систем здания индивидуального дома представлены в табл. 3.

Таблица 2

**Начальные капитальные затраты на энергетические системы здания
(индивидуальный дом)**

Конструкция здания	Наименование компонента	Количество	Полные расходы, включая НДС*, руб.	Срок службы
Отопительные приборы	Радиатор отопления RADENA CS 500, 10 секций	3 шт.	31170	25 лет
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 12 секций	2 шт.	24216	25 лет
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 13 секций	1 шт.	12967	25 лет
Трубы и запорная арматура	Труба металлопластиковая Altstream ДУ 20 мм.	93 м	36177	Как у здания в целом
	Труба стальная ВГП ДУ 20	33 м	8907	30 лет
	Труба стальная ВГП ДУ 32	10 м	5275	30 лет
	Клапан термостатический, комплект Altstream № 2	6 шт.	14694	15 лет
	Кран шаровой Altstream ВР-НР 3/4"	14 шт.	9086	30 лет
	Кран шаровой ITAP Ideal ВР-ВР 1·1/4"	4 шт.	3780	30 лет
	Кран Маевского ДУ 20	4 шт.	952	30 лет
Подключение к источнику теплоснабжения		Рассчитывается индивидуально		
Энергетические системы здания, руб.		147 224		

* Цены указаны на 2019 г. с учетом стоимости СМР.

Таблица 3

**Периодические расходы на замену компонентов
энергетических систем здания (индивидуальный дом)**

Здание	Компоненты	Капитальные затраты, руб.	Срок службы 15 лет	Срок службы 25 лет	Срок службы 30 лет	Срок службы как у здания в целом
Отопительные приборы	Радиатор отопления RADENA CS 500, 10 секций	31 170		31 170		
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 12 секций	24 216		24 216		
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 13 секций	12 967		12 967		

Окончание табл. 3

Здание	Компоненты	Капитальные затраты, руб.	Срок службы 15 лет	Срок службы 25 лет	Срок службы 30 лет	Срок службы как у здания в целом
Трубы и запорная арматура	Труба металлопластиковая Altstream ДУ 20 мм.	36 177				36 177
	Труба стальная ВГП ДУ 20	8907			8907	
	Труба стальная ВГП ДУ 32	5275			5275	
	Клапан термостатический, комплект Altstream № 2	14 694	14694			
	Кран шаровой Altstream ВР-НР 3/4"	9086			9086	
	Кран шаровой ИТАР Ideal ВР-ВР 1·1/4"	3780			3780	
	Кран Маевского ДУ 20	952			952	
Подключение к источнику теплоснабжения		Рассчитывается индивидуально				
Итого		147 224	14 694	68 353	28 000	36 727

Расходы на техническое обслуживание принимаем равными 2,5 % капитальных затрат, относящихся к приборам и трубопроводам системы отопления, – 3681 рублей.

Для расчета потребления тепловой энергии были определены тепловые потери здания при средней температуре отопительного периода. Для расчета потребления энергии за отопительный период переводим 5001,69 Вт в Гкал/ч, поскольку тариф за потребление услуг теплоснабжения для г. Томска устанавливается на Гкал. После перевода получаем часовое потребление тепловой энергии 0,0043 Гкал/ч, что за отопительный период 233 сут составляет 24,05 Гкал. Для Томска стоимость 1 Гкал по тарифу установлена 1507,54 руб., в результате за отопительный период будет начислено 36 256 руб. (4532 руб. в месяц).

Отчет по общим расходам представлен в табл. 4, 7. Представленные в таблице коэффициенты рассчитывались по следующим формулам:

Коэффициент дисконтирования капитальных затрат:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1+R_R/100} \right)^p, \quad (1)$$

где R_R – реальная процентная ставка; p – число лет, прошедших после исходного года.

Коэффициент приведения годовых расходов

$$f_{pv}(n) = \left(\frac{1-(1+\frac{R_R}{100})^{-n}}{R_R/100} \right), \quad (2)$$

где n – число лет расчетного периода.

Таблица 4

Данные по общим расходам (индивидуальный дом)

Расчетный период	25	Лет	Эксплуатационные расходы, показатель движения		4	%
	Показатель инфляции	%	Цены на тепловую энергию, показатель движения		2,6	%
	Срок окупаемости	Лет	Рыночная процентная ставка		10,9	%
1. Начальные капитальные затраты		Полные расходы с НДС, включая год 0, руб.	Показатель инфляции	Коэффициент текущей стоимости	Общие расходы собственника	Общие расходы жильцов
Капитальные затраты на здание		2 014 130		1,0000	2 014 130	
Капитальные затраты на энергетические системы		147 224		1,0000	147 224	
2. Расходы на замену компонентов				Коэф. дисконтирования капитальных затрат		
Программа замены компонентов со сроком службы 15 лет		92 287	4,0 %	0,382	35 254	
Программа замены компонентов со сроком службы 17 лет		36 500	4,0 %	0,336	12 264	
Программа замены компонентов со сроком службы 25 лет		68 353	4,0 %	0,201	13 739	
Программа замены компонентов со сроком службы 30 лет		76 922	4,0 %	0,146	11 231	
Программа замены компонентов со сроком службы 40 лет		256 860	4,0 %	0,077	19 778	
Конечная стоимость на конец расчетного периода		530 922	4,0 %	0,077	40 881	
3. Текущие расходы, кроме расходов на энергоносители				Коэф. приведения годовых расходов		
		3681	4,0 %	12,053		44 367
4. Расходы на энергоносители						
Тепловая энергия		36 256	4,0 %	12,053	2 202 235	436 994
Полные общие расходы в расчете на человека						481 361
ПОЛНЫЕ ОБЩИЕ РАСХОДЫ					2 683 596	

Начальные капитальные затраты на энергетические системы здания секции блокированного дома представлены в табл. 5. Периодические расходы на замену компонентов энергетических систем здания секции блокированного дома представлены в табл. 6.

Таблица 5

**Начальные капитальные затраты на энергетические системы
(секция блокированного дома)**

Конструкция здания	Наименование компонента	Количество	Полные расходы, включая НДС*, руб.	Срок службы
Отопительные приборы	Радиатор отопления RADENA CS 500, 9 секций	3 шт.	29 123	25 лет
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 11 секций	2 шт.	22 498	25 лет
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 12 секций	1 шт.	12 108	25 лет
Трубы и запорная арматура	Труба металлопластиковая Altstream ДУ 20 мм.	93 м	36 177	Как у здания в целом
	Труба стальная ВГП ДУ 20	33 м	8907	30 лет
	Труба стальная ВГП ДУ 32	10 м	5275	30 лет
	Клапан термостатический, комплект Altstream № 2	6 шт.	14 694	15 лет
	Кран шаровой Altstream ВР-НР 3/4"	14 шт.	9086	30 лет
	Кран шаровой ИТАР Ideal ВР-ВР 1·1/4"	4 шт.	3780	30 лет
	Кран Маевского ДУ 20	4 шт.	952	30 лет
Подключение к источнику теплоснабжения		Рассчитывается индивидуально		
Энергетические системы здания, руб.		142 600		

* Цены указаны на 2019 г. с учетом стоимости СМР.

Расходы на техническое обслуживание принимаем равными 2,5 % капитальных затрат, относящихся к приборам и трубопроводам системы отопления, – 3565 руб.

Для расчета потребления тепловой энергии определяем тепловые потери здания при средней температуре отопительного периода. Расчет производим аналогично, как и для индивидуального дома, получаем потребление тепловой энергии за отопительный период 22,37 Гкал.

В результате за отопительный период будет начислено 33 724 руб. (4215,5 руб. в месяц).

Для сравнения основных параметров индивидуального жилого дома и секции блокированного жилого дома представим в табл. 8 основные результаты расчетов.

Таблица 6

**Периодические расходы на замену компонентов
энергетических систем здания (секция блокированного дома), руб.**

Здание	Компоненты	Капитальные затраты	Срок службы 15 лет	Срок службы 25 лет	Срок службы 30 лет	Срок службы как у здания в целом
Отопительные приборы	Радиатор отопления RADENA CS 500, 10 секций	29 123		29 123		
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 12 секций	22 498		22 498		
	Радиатор отопления RADENA CS 500, 13 секций	12 108		12 108		
Трубы и запорная арматура	Труба металлопластиковая Altstream ДУ 20 мм	36 177				36 177
	Труба стальная ВГП ДУ 20	8907			8907	
	Труба стальная ВГП ДУ 32	5275			5275	
	Клапан термостатический, комплект Altstream № 2	14 694	14 694			
	Кран шаровой Altstream ВР-НР 3/4"	9086			9086	
	Кран шаровой ITAP Ideal ВР-ВР 1·1/4"	3780			3780	
	Кран Маевского ДУ 20	952			952	
Подключение к источнику теплоснабжения		Рассчитывается индивидуально				
Итого		142 600	14 694	63 729	28 000	36 727

Проведенные расчеты показали, что при строительстве блокированных домов достигается сокращение теплопотерь на 7 %, что, в свою очередь, позволяет сократить затраты на энергоресурсы при эксплуатации жилья. Также сокращаются капитальные затраты на строительство самого дома и системы отопления, что в денежном эквиваленте составляет более 181 972 руб. для выбранного объекта исследования.

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.

Таблица 7

Данные по общим расходам (секция блокированного дома)

Расчетный период	25	Лет		Эксплуатационные расходы, показатель движения	4	%
		Показатель инфляции	%			
Срок окупаемости	50	Лет		Рыночная процентная ставка	10,9	
1. Начальные капитальные затраты		Полные расходы с НДС, включая год 0, руб.		Показатель инфляции	Кoeffициент текущей стоимости	Общие расходы собственника
Капитальные затраты на здание		1 869 055			1,0000	1 869 055
Капитальные затраты на энергетические системы		142 600			1,0000	142 600
2. Расходы на замену компонентов				Кoeff. дисконтирования капитальных затрат		
Программа замены компонентов со сроком службы 15 лет		92 287		4,0 %	0,382	35 254
Программа замены компонентов со сроком службы 17 лет		36 500		4,0 %	0,336	12 264
Программа замены компонентов со сроком службы 25 лет		63 729		4,0 %	0,201	12 810
Программа замены компонентов со сроком службы 30 лет		76 922		4,0 %	0,146	11 231
Программа замены компонентов со сроком службы 40 лет		256 860		4,0 %	0,077	19 778
Конечная стоимость на конец расчетного периода		526 298		4,0 %	0,077	40 525
3. Текущие расходы, кроме расходов на энергоносители					Кoeff. приведения годовых расходов	
		3565		4,0 %	12,053	42 969
4. Расходы на энергоносители						
Тепловая энергия		33 724		4,0 %	12,053	2 052 180
Полные общие расходы в расчете на человека						449 444
ПОЛНЫЕ ОБЩИЕ РАСХОДЫ						2 501 624

Таблица 8

**Сравнение основных показателей индивидуального
и секции блокированного жилого дома**

Показатель	Индивидуальный дом	Секция блокированного дома	Соотношение показателя индивидуального дома к показателю секции, %	Соотношение показателя индивидуального дома к показателю секции, нату- ральная величина
Тепловые потери ограждающими кон- струкциями, кВт	14 316,61	13 492,2	106,1	824,41
Теплопотери, рассчитанные на сред- нюю температуру отопительного пе- риода, кВт	5001,69	4667,09	107,2	334,6
Начальные капитальные затраты на конструкции здания, руб.	2 014 130	1 869 055	107,7	145 075
Начальные капитальные затраты на энергетические системы, руб. (табл. 2, 5)	147 224	142 600	103,2	4624
Расходы на оплату тепловой энергии за отопительный период, руб.	36 256	33 724	107,5	2532
Полные общие расходы, руб. (табл. 4, 7)	2 683 596	2 501 624	107,2	181 972

Новый уровень создания комфортной городской среды диктует необходимость решать вопрос доступного жилья путем развития социального, некоммерческого жилья, которое соблюдало бы все перечисленные требования, с учетом экономической эффективности такого жилья как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации такого объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Gusakova N., Minaev N., Filushina K., Gusakov A.* Approaches to Optimum Selection of Space-Planning and Structural Solutions of Low-Rise Buildings // AIP Conference Proceedings. 2017. V. 1800. 05008.
2. *Васильев Г.П., Личман В.А., Песков Н.В.* Методика инструментального определения энергопотребления вводимых в эксплуатацию зданий // Жилищное строительство. 2014. № 12. С. 32–36.
3. *Казейкин В.С., Баронин С.А., Черных А.Г., Андросов А.Н.* Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России / под общ. ред. В.С. Казейкина, С.А. Баронина. Москва : ИНФРА-М, 2011. 278 с.
4. *Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Пасяда Н.И., Денисова И.В.* Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России / под ред. А.Н. Асаула. Санкт-Петербург : Гуманистика, 2005. 563 с.

5. Бондаренко Е.Ю., Иваненко Л.В. Зарубежный опыт организации малоэтажного строительства // Основы экономики, управления и права. 2013. № 2 (8). С. 49–53.
6. Шеина С.Г., Миненко Е.Н. Разработка оптимизационной модели выбора энергоэффективных решений в малоэтажном строительстве. Ростов-на-Дону : Рост. гос. строит. ун-т, 2013. 118 с.
7. Максаи Дж. Проектирование жилых зданий. Москва : Стройиздат, 1979.
8. Гусакова Н.В., Филюшина К.Э. Применение методики оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 3 (20). С. 71–85.
9. Гусакова Н.В., Филюшина К.Э., Гусаков А.М. Техничко-экономическое обоснование выбора ограждающих конструкций в малоэтажном строительстве // Электронный сетевой политематический журнал : научные труды КубГТУ. 2018. № 9. С. 99–105.
10. ГОСТ Р ЕН 15459–2013. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200105933>
11. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 : нормативно-технический материал. Москва : Официальное издание, 2012. 95 с.
12. Прокофьева Г.И., Гусакова Н.В. Экономическое обоснование использования технологий энергосбережения в строительстве малоэтажной жилой и социальной инфраструктуры // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 1 (42). С. 181–189.

REFERENCES

1. Gusakova N., Minaev N., Filushina K., Gusakov A. Approaches to optimum selection of space-planning and structural solutions of low-rise buildings. *AIP Conference Proceedings*. 2017. V. 1800.
2. Vasil'ev G.P., Lichman V.A., Peskov N.V. Metodika instrumental'nogo opredeleniya energopotrebleniya vvodimykh v ekspluatatsiyu zdaniy [Instrumental detection of building energy consumption]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2014. No. 12. Pp. 32–36. (rus)
3. Kazeikin V.S., Baronin S.A. (Eds), Chernikh A.G., Androsov A.N. Problemnye aspekty razvitiya maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva Rossii [Low-rise construction development in Russia]. Moscow: INFRA-M, 2011. 278 p. (rus)
4. Asaul A.N., Kazakov I.N., Pasiada N.I., Denisova I.V. Teoriya i praktika maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva v Rossii [Theory and practice of low-rise construction]. A.N. Asaul, Ed. St-Petersburg: Gumanistika, 2005. 563 p. (rus)
5. Bondarenko E.Yu., Ivanenko L.V. Zarubezhnyy opyt organizatsii maloetazhnogo stroitel'stva [Foreign experience in organizing low-rise construction]. *Osnovy ekonomiki, upravleniya i prava*. 2013. No. 2 (8). Pp. 49–53. (rus)
6. Sheina S.G., Minenko E.N. Razrabotka optimizatsionnoi modeli vybora energoeffektivnykh reshenii v maloetazhnom stroitel'stve [Optimized model of energy efficient solutions in low-rise construction]. Rostov-on-Don, 2013. 118 p. (rus)
7. Maksai Dzhon *Proyektirovaniye zhilykh zdaniy*. Moscow: Stroyizdat, 1979. (rus)
8. Gusakova N.V., Filushina K.E. Primenenie metodiki optimal'nogo vybora ob'emno-planirovochnykh i konstruktivnykh reshenii maloetazhnykh zdaniy [Optimum selection of space-planning and design concepts of low-rise construction]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2018. V. 2. No. 3. Pp. 71–85. (rus)
9. Gusakova N.V., Filyushina K.E., Gusakov A.M. Tekhniko-ekonomicheskoye obosnovaniye vybora ograzhdayushchikh konstruksiy v maloetazhnom stroitel'stve [Feasibility study on the choice of enclosing structures in low-rise construction]. *Nauchnyye trudy KubGTU*. 2018. No. 9. Pp. 99–105. (rus)
10. ГОСТ Р ЕН 15459–2013. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях“ [Energy efficiency of buildings. Methods of economic evaluation of energy systems in buildings]. Available: <http://docs.cntd.ru/document/1200105933> (rus)

11. *SNiP 50.13330.2012. 'Teplovaya zashchita zdaniy. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-02-2003'* [Thermal protection of buildings. Updated edition of SNiP 23-02-2003]. Moscow: Ofitsial'noye izdaniye, 2012. 95 p. (rus)
12. *Prokofeva G.I., Guskova N.V. Ekonomicheskoe obosnovanie ispol'zovaniya tekhnologii energosberezheniya v stroitel'stve maloetazhnoi zhiloi i sotsial'noi infrastruktury* [Economic feasibility for energy saving technologies in low-rise and social infrastructure construction]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2014. No. 1 (42). Pp. 181–189. (rus)

Сведения об авторах

Гусакова Наталья Васильевна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, guskovanata@mail.ru

Филюшина Кристина Эдуардовна, канд. экон. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kri1617@yandex.ru

Романова Татьяна Ильинична, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, e2e4@vtomske.ru

Ярлакабов Аброрбек Абдукарович, студент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, Ibm-1@mail.ru

Authors Details

Natalia V.Guskova, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, guskovanata@mail.ru

Kristina E. Filushina, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kri1617@yandex.ru

Tatyana I.Romanova, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, e2e4@vtomske.ru

Abrorbek A. Yarlakabov, Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia Ibm-1@mail.ru