

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н. Шибеева
подпись инициалы, фамилия
« » _____ 2022 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Методические основы энергосберегающих технологий реконструкции
городской застройки
тема

08.04.01. Строительство
код и наименование направления

08.04.01.16 Промышленное и гражданское строительство: проектирование
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	К.Т.Н., доцент	_____	Е.Е. Ибе	_____
	подпись, дата		должность, ученая степень		инициалы, фамилия
Выпускник	_____			Ю.Ю. Черчинский	_____
	подпись, дата				инициалы, фамилия
Рецензент	_____	Директор ООО	_____	О.В. Манжула	_____
	подпись, дата	«Хакасгражданстрой»	(должность, ученая степень)		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	К.Т.Н., доцент	_____	Г.Н. Шибеева	_____
	подпись, дата		должность, ученая степень		инициалы, фамилия

Абакан 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Энергосберегающие принципы реконструкции городской застройки ...	6
1.1 Понятие "энергосбережения". Классификация зданий по энергоэффективности	6
1.2 Нормативная база энергосберегающих технологий в градостроительстве	11
1.3 Применяемые технологии энергосбережения при строительстве и реконструкции городской застройки	16
1.4 Эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов для развития городских территорий	20
2 Анализ нормативной базы в области проектирования тепловой защиты.....	24
2.1 Первое поколение нормативных документов в области тепловой защиты	24
2.2 Анализ динамики изменения нормативной базы	28
2.3 Сравнение российских и зарубежных нормативов	33
3 Анализ проектных решений в РХ с позиции энергосбережения	40
3.1 Исследование проектов капитальных ремонтов и реконструкции зданий с позиции тепловой защиты	40
3.2 Обзор дефектов тепловой защиты с позиции теплосбережения	49
3.3 Разработка мероприятий по повышению уровня тепловой защиты	52
4 Разработка рекомендаций по повышению энергетической эффективности объектов при реконструкции городской застройки	57
4.1 Нормативно - правовые документы	57
4.2 Рекомендации для проектировщиков	60
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение энергоэффективности зданий, строений и сооружений на сегодняшний день является значимым аспектом при проектировании. Особенно важным этот вопрос является для регионов, находящихся в холодной климатической зоне, где значительная доля городской застройки представлена зданиями с низким классом энергоэффективности.

В настоящий момент очень важно рациональное употребление энергетических ресурсов, применение минимального количества энергии для зданий и сооружений. В отличие от энергосбережения, ориентированного на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность означает эффективное, целесообразное использование энергии [1].

Особенно важным этот вопрос является для регионов, находящихся в холодной климатической зоне, где значительная доля застройки представлена панельными домами массовых серий. Так в Республике Хакасия этому вопросу не уделяется должного внимания и огромное количество энергии расходуется на здания с большим количеством тепловых потерь.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Установлено несоответствие удельной теплозащитной характеристики здания, полученной расчетным и экспериментальным путем.
2. Разработана методика для проектного подхода при повышении класса энергетической эффективности зданий.

Практическая значимость исследований заключается в том, что полученные результаты исследований позволяют оценить дефекты тепловой оболочки здания и являются основанием для пересмотра конструктивного решения монтажных узлов.

Актуальность научно-исследовательской работы заключается в изучении вопросов энергосбережения зданий при реконструкции городской

застройки, а также разработке мероприятий по повышению уровня тепловой защиты.

1 Энергосберегающие принципы реконструкции городской застройки

1.1 Понятие "энергосбережение". Классификация зданий по энергоэффективности

Понятие "энергосбережение" в России стали использовать очень давно, еще в советский период. С семидесятых годов многие государства приняли программы по повышению энергоэффективности. На сегодня Российская Федерация находится на 3-м месте в мире после Соединенных Штатов и Китая по валовому энергопотреблению.

Федеральным законом РФ №261 [1] введено понятие «энергосбережение», «энергоэффективность», а также «класс энергоэффективности»:

Энергосбережение – это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования [1]. Энергосбережение ориентировано на уменьшение энергопотребления. В основу энергосбережения положен энергетический ресурс как носитель энергии, которую можно использовать в какой-либо деятельности.

Энергоэффективность - характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта [1]. В отличие от энергосбережения, ориентированного на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность означает эффективное, целесообразное использование энергии.

Согласно [2], энергоэффективность здания можно охарактеризовать как тепловую защиту, которая равна удельному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию в течение всего отопительного периода. Также

одним из важных показателей является положение плоскости возможной конденсации, т.е. точки росы. Эти показатели зависят от множества факторов, таких как: толщина и материалы всех слоев, температура и влажность в помещении, температура и влажность снаружи [3].

Класс энергоэффективности - это показатель, который определяет насколько здание эффективно расходует (сберегает) энергию в процессе эксплуатации. В России классы энергоэффективности присваивают многоквартирным домам с 2011 года. Самый высокий класс, предусматривающий минимальное потребление энергии, - А++, самый низкий – Е [1]. В таблице 1.1 приведены классы энергоэффективности зданий с учетом [4].

При присваивании класса энергоэффективности учитывают:

- показатели суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- максимально допустимые величины отклонений от нормируемых показателей;
- показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды.

Таблица 1.1 – Классы энергоэффективности зданий

Класс энергоэффективности	Наименование класса энергоэффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %
A++	очень высокий	ниже -60
A+		от -50 до -60 включительно
A		от -40 до -50 включительно
B+	высокий	от -30 до -40 включительно
B		от -15 до -30 включительно
C+	нормальный	от -5 до -15 включительно
C		от +5 до -5 включительно
C-		от +15 до +5 включительно
D	пониженный	от +15,1 до +50 включительно
E	низкий	более +50

На сегодняшний день класс энергосбережения жилых и общественных зданий зависит от удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий [4]. Отклонение расчетного значения этого показателя от нормируемой (базовой) величины определяет класс энергосбережения от «Е» до «А++», где «Е» – низкий класс, а «А++» – очень высокий.

Проектирование зданий с классами энергосбережения D, E не допускается. Классы A, B, C устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проектной документации [4].

Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий рассчитывается по формуле Г.1 [4]. Каждое составляющее этой формулы зависит от определенных характеристик здания.

$$q_{от}^p = k_{об} + k_{вент} - \beta_{КПИ}(k_{быт} + k_{рад}), \quad (1.1)$$

где:

$k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м²·°С). Зависит от приведенного сопротивления теплопередаче, отапливаемого объема здания, теплозащитной оболочки здания и его компактности;

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м²·°С). Зависит от времени работы вентиляции, а также от теплоемкости, плотности и количества воздуха;

$k_{быт}$ – удельная характеристика внутренних теплопоступлений здания, Вт/(м²·°С). Зависит от бытовых тепловыделений, расчетной площади, а также от температуры внутреннего и наружного воздуха;

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м²·°С). Зависит от теплопоступлений через окна и фонари, средней высоты этажа здания, а также от суммы площадей этажей здания;

$\beta_{КПИ}$ – коэффициент полезного использования теплопоступлений. Зависит от эффективности регулирования подачи теплоты и воздухообмена здания.

Удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м²·°С), рассчитывается по формуле Ж.1 [4]:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left(n_{\xi\zeta} \frac{A_{\Phi,i}}{R_{0,i}^{пр}} \right) = K_{комп} K_{общ} \quad (1.2)$$

где:

$R_{0,i}^{пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче i-го фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м² · °С)/Вт;

$A_{\phi,i}$ - площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, м^2 ;

$V_{\text{от}}$ - отапливаемый объем здания, м^3 ;

$n_{\xi\zeta}$ - коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$K_{\text{общ}}$ – общий коэффициент теплопередачи здания, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$K_{\text{комп}}$ – коэффициент компактности здания, м^{-1} ;

В соответствии с законодательством РФ на основании [1] требуется обязательное энергетическое обследование зданий.

Энергетическое обследование представляет собой сбор и обработку информации об использовании энергетических ресурсов с целью получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Энергосбережение ориентировано на уменьшение энергопотребления, для этого необходимо рассмотреть причины тепловых потерь, которые представлены на схеме рисунка 1.1.

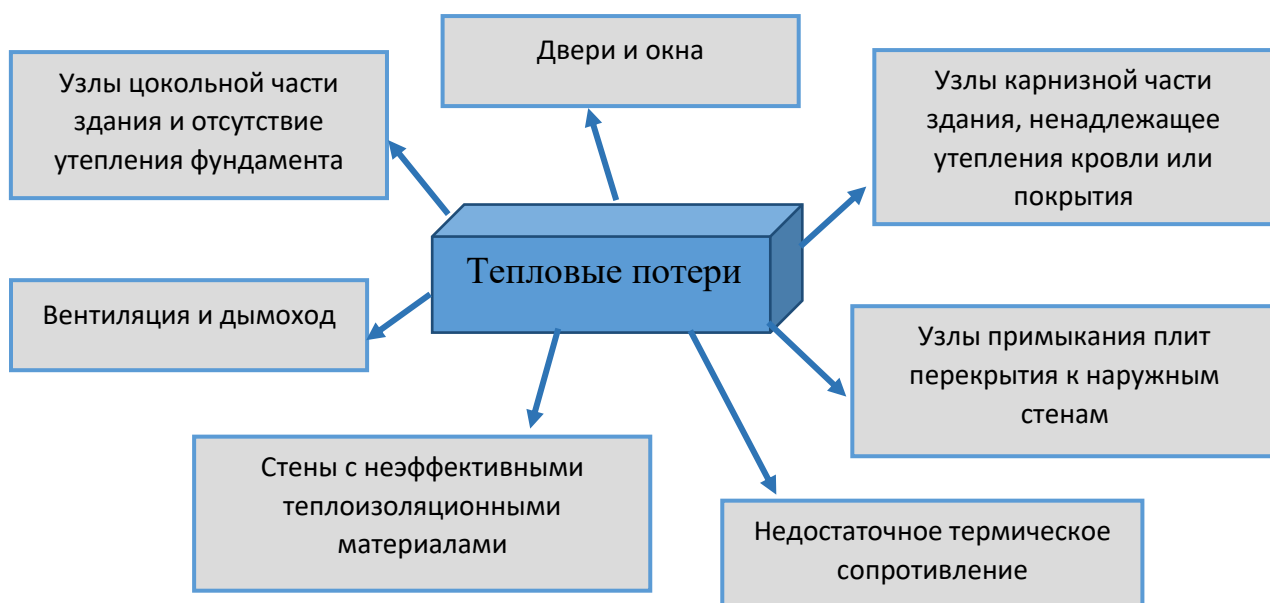


Рисунок 1.1 – Причины тепловых потерь

1.2 Нормативная база энергосберегающих технологий в градостроительстве

На сегодняшний день Россия отстает от европейских стран по строительству энергосберегающих объектов, однако это направление постоянно развивается [5]. В соответствии с ФЗ №261 [1] создана нормативная база для повышения энергоэффективности зданий при строительстве и реконструкции, также утверждена «Энергетическая стратегия России на период до 2030года». Энергетическая стратегия Российской Федерации – основной документ стратегического планирования в сфере энергетики, определяющий направления и приоритеты государственной энергетической политики, цели, задачи, ключевые меры и показатели развития энергетики на долгосрочный период [6].

С принятием ФЗ №261 были внесены поправки в Градостроительный Кодекс, регламентирующие отношения в сфере энергосбережения, связанные со строительством, с реконструкцией, капитальным ремонтом объектов строительства:

- В состав проектной документации включен перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергоэффективности и требований оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов (статья 48 [7]);
- Предметом государственного строительного надзора является проверка требований энергоэффективности и оснащенности объекта капитального строительства приборами учета энергетических ресурсов (статья 54 [7]);
- В перечень документов, необходимых для выдачи разрешения на ввод объекта в эксплуатацию, должен входить документ, подтверждающий соответствие параметров объекта капитального строительства

требованиям энергетической эффективности. В документе должна содержаться информация о нормативных и фактических значениях показателей энергетической эффективности. Для многоквартирных домов должен быть указан класс энергетической эффективности (статья 55 [7])

- В информационной системе обеспечения градостроительной деятельности дела о застроенных или подлежащих застройке земельных участках должен содержаться перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и оснащённости приборами учета используемых энергетических ресурсов, а также акт проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности с указанием класса его энергоэффективности на момент составления акта (статья 56 [7]);
- Органы местного самоуправления обязаны предоставлять сведения о соответствии объектов капитального строительства требованиям энергетической эффективности и оснащённости приборами учета энергетических ресурсов, о классе энергетической эффективности многоквартирных домов в органы государственной власти для осуществления ими государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении (статья 57 [7]).

Все перечисленные изменения не затронули фактического повышения энергетической эффективности при застройке и реконструкции городских территорий. Новых положений или изменений, касающихся повышения энергетической эффективности городской застройки в Кодекс пока не внесено [8].

ФЗ №261 регулирует отношения в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, устанавливает правовые, экономические и организационные основы стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности [8].

Направления политики энергосбережения представлены на рисунке 1.2

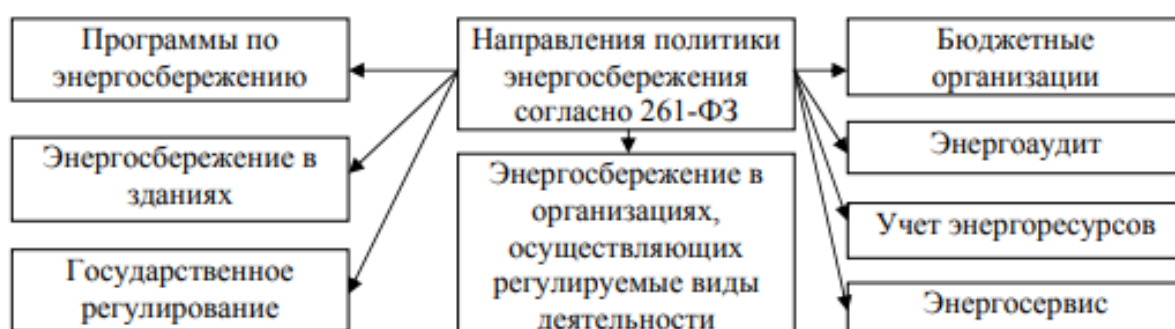


Рисунок 1.2 - Направления политики энергосбережения

Федеральным законом и другими нормативными актами установлено, что здания, строения, сооружения, построенные, реконструированные или прошедшие капитальный ремонт и вводимые в эксплуатацию, должны соответствовать требованиям энергетической эффективности. Эти требования подлежат пересмотру не реже, чем один раз в пять лет [9].

В соответствии с требованиями [45] к объектам недвижимости устанавливаются экологические требования, которые распространяются на все категории проектируемых, построенных, реконструируемых и сданных в эксплуатацию объектов недвижимости.

Экологические требования к объектам недвижимости определены совокупностью следующих базовых категорий:

- экологический менеджмент;
- инфраструктура и качество внешней среды;
- качество архитектуры и планировка объекта;
- комфорт и экология внутренней среды;
- качество санитарной защиты и утилизации отходов;
- рациональное водопользование и регулирование ливнестоков;
- энергосбережение и энергоэффективность;
- охрана окружающей среды при строительстве, эксплуатации и утилизации объекта;
- безопасность жизнедеятельности.

Таблица 1.2 - Базовые категории и их критерии

Базовая категория	Критерий
1.Экологический менеджмент	1.1 Организация экологического менеджмента и мониторинга 1.2 Оптимизация проектных решений 1.3 Квалификационные требования
2.Инфраструктура и качество внешней среды	2.1 Выбор участка под строительство 2.2 Доступность общественного транспорта 2.3 Доступность объектов социально-бытовой инфраструктуры 2.4 Обеспеченность придомовой территории физкультурно-оздоровительными, спортивными и игровыми площадками 2.5 Озелененность территории 2.6 Ландшафтное орошение 2.7 Близость водной среды и визуальный комфорт 2.8 Инсоляция прилегающей территории 2.9 Защищенность придомовой территории от шума, вибрации и инфразвука 2.10 Освещенность территории и защищенность территории от светового загрязнения 2.11 Защищенность от ионизирующих и электромагнитных излучений 2.12 Доступность экологического транспорта 2.13 Доступность зданий для маломобильных групп населения
3.Качество архитектуры и планировка объекта	3.1 Качество архитектурного облика здания 3.2 Обеспеченность помещений естественным освещением и инсоляцией 3.3 Озеленение здания 3.4 Обеспеченность полезной площадью 3.5 Комфортность объемно-планировочных решений 3.6 Размещение объектов социально-бытового назначения в здании 3.7 Обеспеченность стоянками для автомобилей 3.8 Оптимальность формы и ориентации здания 3.9 Защищенность помещений от избыточной ионизации
4.Комфорт и экология внутренней среды	4.1 Воздушно-тепловой комфорт 4.2 Световой комфорт 4.3 Акустический комфорт 4.4 Защищенность помещений от накопления радона 4.5 Контроль и управление системами инженерного обеспечения здания 4.6 Контроль и управление воздушной средой
5.Качество санитарной защиты и утилизации отходов	5.1 Качество санитарной защиты 5.2 Качество организации сбора и утилизации отходов 5.3 Организация мест хранения огнеопасных материалов

	и опасных материалов бытовой химии
6. Рациональное водопользование и регулирование ливнестоков	6.1 Водоснабжение здания 6.2 Утилизация стоков 6.3 Водосберегающая арматура 6.4 Предотвращение загрязнения поверхностных и грунтовых вод 6.5 Нарушения естественных гидрологических условий
7. Энергосбережение и энергоэффективность	7.1 Снижение расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания 7.2 Снижение расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение 7.3 Снижение расхода электроэнергии 7.4 Удельный суммарный расход первичной энергии на системы инженерного обеспечения 7.5 Использование вторичных энергоресурсов 7.6 Использование возобновляемых энергоресурсов 7.7 Повышение эффективности энергетической инфраструктуры
8 Охрана окружающей среды при строительстве, эксплуатации и утилизации объекта	8.1 Минимизация воздействия материалов, используемых в строительстве, на окружающую среду 8.2 Минимизация образования отходов при выполнении строительных работ 8.3 Мероприятия по защите и восстановлению окружающей среды в процессе строительства 8.4 Минимизация воздействия на окружающую среду при строительстве, эксплуатации и утилизации здания
9 Обеспечение безопасности жизнедеятельности	9.1 Обеспечение резервного электроснабжения 9.2 Обеспечение резервного теплоснабжения 9.3 Обеспечение резервного водоснабжения

1.3 Применяемые технологии энергосбережения при строительстве и реконструкции городской застройки

В городской застройке с каждым годом увеличивается энергопотребление, связано это с тем, что возрастает социально-экономическая деятельность и происходит прирост населения в городах, а также с возрастанием морального и физического износа зданий.

Уровень энергопотребления городов может зависеть от многих факторов, таких как: размер, численность населения города, плотность застройки, географическое месторасположение, качество инфраструктуры, инженерных и архитектурно-планировочных решений зданий [10].

В соответствии с исследованиями Касьянова В.Ф. и Грибова Д.В. [10] реновация сложившейся жилой застройки может осуществляться двумя способами:

1. Реконструкции существующих зданий;
2. Снос зданий, не пригодных для дальнейшей эксплуатации, строительство новых на освобожденных территориях.

Снижение тепловых потерь можно достичь блокированием зданий, что позволяет сократить площадь застройки, длину коммуникаций, а также совершенствование системы отопления, холодного и горячего водоснабжения, электроснабжения, вентиляции, повышение эффективности тепловых сетей. Возможность использования нетрадиционных источников энергии – ветровых, солнечных, сочетание их с системами центрального отопления.

Различают два типа зданий энергоэкономичные (экономия энергоресурсов осуществляется за счет архитектурных и инженерных средств) и энергоактивные (используют возобновляемые источники энергии).

По результатам исследований Касьянова В.Ф. и Грибова Д.В. [10] можно сделать вывод о том, что градостроительные концепции неразрывно

связаны с потреблением топливно-энергетических ресурсов, а также следует отметить тот факт, что в России при разработке генеральных планов и территориального планирования застройки городов не уделялось внимание энергосбережению.

По исследованиям Булгакова С.Н. [11] можно прийти к выводу о том, что большее внимание уделяется именно процессу строительства зданий и сооружений, а не экономной и правильной их эксплуатации, а также своевременному ремонту и реконструкции существующего жилищного фонда.

Таким образом, при строительстве и реконструкции зданий следует применять следующие технологии энергосбережения:

1) Тепловая защита здания (утепление стен, фасадов, потолков подвалов, покрытий, кровель, замена оконных заполнений, входных и балконных дверей);

2) Модернизация теплового пункта с установкой приборов учета, а также контроля и регулирования расхода энергоносителей;

3) Замена или модернизация систем отопления с установкой приборной регулировочной арматуры;

4) Модернизация систем вентиляции с устройством отбора и повторного использования теплоты;

5) Модернизация систем горячего водоснабжения с установкой счетчиков расхода воды и дискретно регулирующей запорной арматуры;

6) Модернизация систем электроосвещения и электроснабжения с установкой счетчиков и автоматических приборов отключения сети.

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствуют, что все эти меры позволяют сократить расход тепла на обогрев зданий не менее чем на 40%.

В своей работе Шеина С.Г., Мартынова Е.В., Гиря М.А. [12] разработали методику энергетически эффективной реконструкции городской застройки, которая представлена на рисунке 1.3. Данная методика позволяет разработать комплекс локальных и зонально-территориальных

энергосберегающих мероприятий и оценить эффективность их реализации на основании мониторинга энергетических параметров территории.

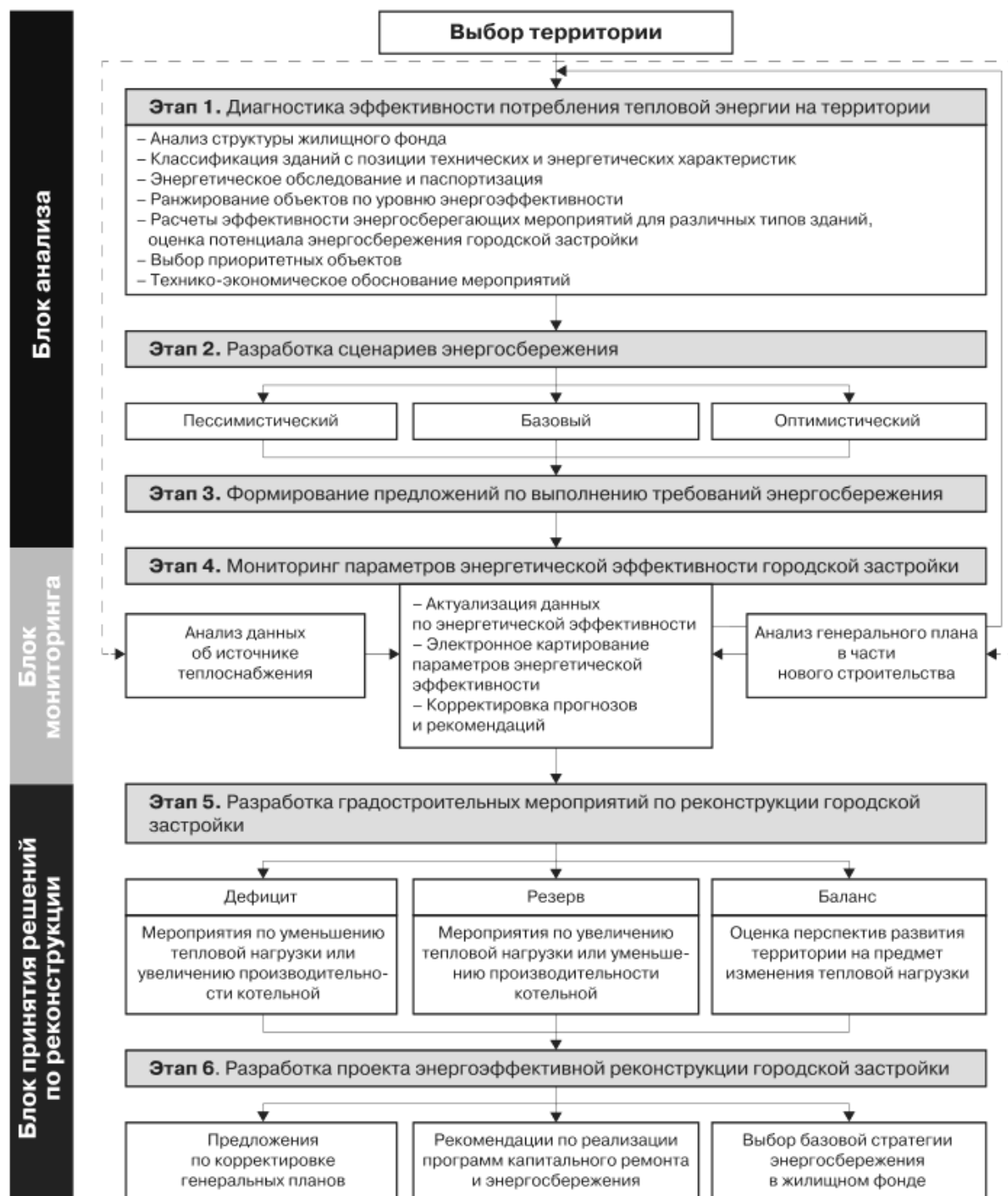


Рисунок 1.3 - Методика энергетически эффективной реконструкции городской застройки

В связи с отсутствием применения таких методик на территории Республики Хакасия жители своими силами пытаются утеплять стены/ швы

панельных домов, чтобы устранить промерзания в своих квартирах. Примеры приведены на рисунках 1.4, 1.5.



Рисунок 1.4 – Утепление стен панельного дома снаружи



Рисунок 1.5 – Утепление швов панельного дома

1.4 Эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов для развития городских территорий

На сегодняшний день в России вводятся меры по энергосбережению, ведутся поиски других источников энергии, также внедряются программы по энергосбережению и использованию вторичных ресурсов. Однако этому уделяется недостаточное внимание, вследствие чего темпы потребления энергетических ресурсов по-прежнему велики. Таким образом, для повышения эффективности использования энергетических ресурсов необходим пересмотр подходов к их потреблению.

Проблема эффективного использования энергетических ресурсов безусловно имеет экологический аспект [13]. Экономия тепловой и электрической энергии приведет к снижению выбросов в атмосферу вредных веществ (диоксид углерода, оксид азота, сернистые соединения и др.)

Около 30-40% общего потребления первичной энергии приходится на отопление зданий и нужды населения [14], поэтому в результате производства тепловой энергии для отопления жилых домов образуется большая часть CO₂.

Для рационального и эффективного использования энергетических ресурсов на городских территориях необходимо снизить объемы потребляемого топлива, что позволит сократить выбросы парниковых газов, таким образом сократив неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

По этой причине на первый план выходит экологичное и энергоэффективное развитие городских территорий. Именно выбор соответствующих энергосберегающих мероприятий как для строящихся зданий, так и для эксплуатируемой застройки, приведет к достижению успеха в области энергосбережения и улучшения экологической обстановки городских территорий.

В соответствии с требованиями п. 4.6 [15] территорию для развития городов необходимо выбирать с учетом возможности ее рационального функционального использования на основе сравнения вариантов архитектурно-планировочных решений, технико-экономических, санитарно-гигиенических показателей, топливно-энергетических, водных, территориальных ресурсов, состояния окружающей среды с учетом прогноза изменения на перспективу природных и других условий. При этом необходимо учитывать предельно допустимые нагрузки на окружающую природную среду на основе определения ее потенциальных возможностей, режима рационального использования территориальных и природных ресурсов с целью обеспечения наиболее благоприятных условий жизни населению, недопущения разрушения естественных экологических систем и необратимых изменений в окружающей природной среде.

В настоящий момент важную роль играет рациональное природопользование, что является системой взаимодействия общества и природы, построенная на основе научных законов природы и отвечающая задачам развития производства и сохранения биосферы. Благодаря чему обеспечивается энергоэффективное экономическое развитие, повышение благосостояния населения страны, а также сохранение экосистемы и невозобновляемых энергетических ресурсов для будущих поколений [16].

В сфере энергопотребления в городах очень остро стоят такие негативные явления, как нерациональное использование невозобновляемых энергетических ресурсов при строительстве и эксплуатации зданий, малая доля энергоэффективных зданий, незначительное использование энергосберегающих конструктивных и технологических решений и противоречие потребностей жителей городов и возможностей природно-ресурсного потенциала этой территории. Если рассматривать, в частности, г. Абакан, также можно сделать вывод о том, что много ресурсов с ТЭЦ идет вхолостую, только на выработку электроэнергии.

В связи с тем, что жить на Земле и не оставлять углеродного следа невозможно, необходимо обратить внимание на то, сколько энергии расходует один человек или целое предприятие. Углеродный след предприятия рассчитывается для того, чтобы понять, как расходуется энергия и другие ресурсы. Это исследование определяет влияние деятельности предприятия на окружающую среду. Когда данные открыты и понятны, намечается путь к уменьшению негативного влияния на природу. Энергоресурсный аудит предприятия позволяет повысить эффективность эксплуатации всех зданий и снизить расходы на потребляемые ресурсы и энергию. К сожалению, в нашем регионе тенденция по снижению углеродного следа это мертвая проблема.

Выводы

На основании собранной информации, можно сделать вывод о том, что градостроительные концепции неразрывно связаны с потреблением топливно-энергетических ресурсов, а также следует отметить тот факт, что в России при разработке генеральных планов и территориального планирования застройки городов не уделялось внимание энергосбережению.

Для рационального и эффективного использования энергетических ресурсов на городских территориях необходимо снизить объемы потребляемого топлива, что позволит сократить выбросы парниковых газов, таким образом сократив неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Кроме того, большее внимание уделяется именно процессу строительства зданий и сооружений, а не экономной и правильной их эксплуатации, а также своевременному ремонту и реконструкции существующего жилищного фонда.

В связи с этим, необходимо применять технологии энергосбережения, представленные в п.1.3 данной работы.

Цель исследования – анализ проектных решений зданий по тепловой защите в Республике Хакасия при реконструкции зданий, а также разработка рекомендаций по повышению энергетической эффективности объектов при реконструкции городской застройки.

Задачи исследования:

- 1) Определение энергосберегающих принципов реконструкции городской застройки;
- 2) Анализ нормативной базы по тепловой защите зданий;
- 3) Анализ проектных решений зданий и сооружений в Республике Хакасия;
- 4) Исследование проектов реконструкций зданий и капитальных ремонтов по тепловой защите;
- 5) Обзор дефектов тепловой защиты;
- 6) Разработка мероприятий по повышению уровня тепловой защиты;
- 7) Разработка рекомендаций по повышению энергетической эффективности существующих зданий;

2 Анализ нормативной базы в области проектирования тепловой защиты

2.1 Первое поколение нормативных документов в области тепловой защиты

В настоящее время в отечественной и мировой практике накоплен большой опыт в области проектирования энергоэффективных зданий, существует множество законодательных актов и гражданских инициатив.

Российские нормативные документы в области проектирования тепловой защиты зданий являются обязательными к применению. Если проанализировать развитие нормативной базы в данной области, то можно отметить, что все документы основаны на первом поколении СНиП II-V.3 Строительная теплотехника [17].

В данном нормативном документе указаны величины физических показателей основных строительных материалов и некоторых конструктивных элементов ограждений, необходимые при теплотехнических расчетах, величины сопротивления воздухопроницанию и паропроницанию различных материалов. Кроме того, представлены расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха, нормы сопротивления теплопередаче ограждений, где величина сопротивления теплопередаче многослойных ограждений R_0 в $\text{м}^2 \text{ час град} / \text{ккал}$ вычисляется по формуле 3.1 [17]:

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

(2.1)

где R_B - сопротивление теплопереходу у внутренней поверхности в $\text{м}^2 \text{ час град / ккал}$, принимаемое по табл. 4 [17];

$R_1, R_2 \dots$ - термические сопротивления отдельных слоев ограждения в $\text{м}^2 \text{ час град / ккал}$, вычисляемые по формуле 3.2 [17];

R_n - сопротивление теплопереходу у наружной поверхности в $\text{м}^2 \text{ час град / ккал}$, принимаемое по табл. 5 [17];

Термическое сопротивление однородного ограждения или слоя, входящего в состав многослойного ограждения, R $\text{м}^2 \text{ час град / ккал}$ вычисляется по формуле 3.2 [17]:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

(2.2)

где δ - толщина слоя в м;

λ - коэффициент теплопроводности материала в ккал / м час град , принимаемый по табл. 1 [17].

Термическое сопротивление ограждений, в которых материал неоднороден как в направлении параллельном, так и в направлении, перпендикулярном тепловому потоку (разного вида пустотелые камни, кладки с утепляющими вкладышами и пр.), определяют следующим образом:

а) Плоскостями, параллельными направлению теплового потока, ограждение разрезается на характерные в теплотехническом отношении участки, состоящие из одного или нескольких слоев. Термическое сопротивление ограждения вычисляется по формуле 3.3 [17]:

$$R_{II} = \frac{F_I + F_{II} + F_{III} + \dots}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}} + \frac{F_{III}}{R_{III}} + \dots}$$

(2.3)

где R_I, R_{II} - термические сопротивления отдельных участков, вычисленные по формулам 2.2 или 2.1, но без сопротивлений теплопереходу R_B и R_n ;

F_I, F_{II} - площади отдельных участков по поверхности ограждения,

б) Плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, ограждение разрезается на слои, из которых одни могут состоять только из одного материала, а другие - из участков с различными материалами. Термические сопротивления однородных слоев вычисляются по формуле 2.2, а термические сопротивления слоев неоднородных - по формуле 2.3. Термическое сопротивление всего ограждения R_{\perp} получается как сумма термических сопротивлений отдельных слоев.

После получения величин R_{II} и R_{\perp} действительное термическое сопротивление ограждения вычисляется по формуле 3.4 [17]:

$$R = \frac{R_{II} + 2R_{\perp}}{3}$$

(2.4)

Также в данном СНиП II-V.3 приведены нормы сопротивления воздухопроницанию и паропроницанию ограждений, климатологические данные, необходимые для строительного проектирования.

Приказом Госстроя СССР от 3.12.1962 №406 вместо СНиП II-V.3 Строительная теплотехника [17] был введен с 1.07.1963 СНиП II-A.7-62* «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» [18]. В данном нормативном документе были добавлены величины физических показателей некоторых строительных материалов. Нормы сопротивления теплопередаче ограждения остались без изменений и вычисляются по тем же формулам.

В СНиП II-V.6-62 «Ограждающие конструкции. Нормы проектирования» [19] нормируются величины сопротивления теплопередаче R_0^{TP} световых проемов, сопротивление теплопередаче R_0 заполнений световых проемов, Нормируемые величины сопротивления воздухопроницанию $R_{и}^{TP}$ окон и балконных дверей, сопротивление воздухопроницанию $R_{и}$ окон с деревянными переплетами.

С 1 апреля 1972г с введением в действие СНиП II-A.7-71 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» [20] утрачивает силу СНиП II-A.7-62* «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» [18].

В данном нормативном документе указано, что сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 в $\text{м}^2 \text{ час } ^\circ\text{С}/\text{ккал}$ должно быть не менее сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{ТР}}$, требуемого из санитарно-гигиенических условий, и $R_0^{\text{ЭК}}$, определяемого экономическим расчетом в соответствии с главой 6 [20].

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{\text{ТР}}$ определяются по формуле 1 [20] с учетом требований п. 1.2 [20]:

$$R_0^{\text{ТР}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} * \alpha_{\text{в}}} \quad \text{м}^3 * \text{ час} * ^\circ\text{С}/\text{ккал} \quad (2.5)$$

где n - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 1 [20];

$t_{\text{в}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха в $^\circ\text{С}$, принимаемая по нормам

проектирования зданий и сооружений соответствующего назначения;

$t_{\text{н}}$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха в $^\circ\text{С}$, принимаемая согласно указаниям, п. 2.4 [20];

$\Delta t_{\text{н}}$ - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего

воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции в $^\circ\text{С}$, принимаемый по таблице 2 [20];

$\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый согласно указаниям п. 2.13 [20].

Изменена формула расчета величины сопротивления теплопередаче многослойных ограждений R_0 в $\text{м}^2 \text{ час град} / \text{ккал}$, и вычисляется по формуле 6 [20]:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_{\text{ВП}} + \dots + R_n + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad \text{м}^3 * \text{ час} * ^\circ\text{С}/\text{ккал} \quad (2.6)$$

где $\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемый согласно указаниям п. 2.13 [20];

$\alpha_{н}$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, определяемый по табл. 7, графа 2 [20];

$R_1, R_2, R_{вп}, \dots, R_n$ - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, определяемые по формуле 7 [20], и замкнутых воздушных прослоек $R_{вп}$, если они имеются в ограждающей конструкции, принимаемые согласно указаниям п. 2.9 [20].

Термическое сопротивление однородной ограждающей конструкции или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также с неоднородными слоями, определяются по прежним формулам.

Однако следует отметить, что на практике при расчетах теплопроводные включения никто не учитывает.

2.2 Анализ динамики изменения нормативной базы

При анализе первого поколения нормативных документов в области тепловой защиты, можно сделать вывод о том, что основополагающим документом является СНиП II-V.3 Строительная теплотехника [17], на котором основываются последующие документы, заменяющие его, с небольшими изменениями.

Уже в 1979 году в нормативном документе СНиП II-3-79* Строительная теплотехника [21] были указаны рекомендации при проектировании зданий и сооружений для сокращения теплопотерь, которые представлены в схеме на рисунке 2.1

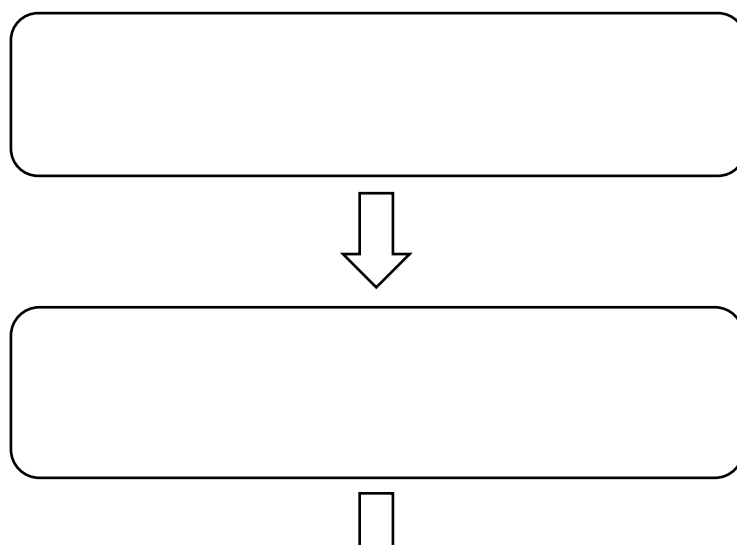


Рисунок 2.1 – Рекомендации по сокращению теплопотерь при проектировании

Таким образом, с 1979 года в нормативных документах затрагиваются вопросы энергоэффективности и предусматриваются меры по сокращению теплопотерь.

В нормах СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [22] устанавливаются требования к:

- приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций зданий;
- ограничению температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции;
- удельному показателю расхода тепловой энергии на отопление здания;
- теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года и помещений зданий в холодный период года;
- воздухопроницаемости ограждающих конструкций и помещений зданий;
- защите от переувлажнения ограждающих конструкций;
- теплоусвоению поверхности полов;

- классификации, определению и повышению энергетической эффективности проектируемых и существующих зданий;
- контролю нормируемых показателей, включая энергетический паспорт здания.

Также в данном нормативном документе прописан пункт 12 Энергетический паспорт здания, который предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания показателям, установленным в нормах.

Энергетический паспорт заполняется при разработке новых проектов, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, а также при приемке зданий в эксплуатацию, и в процессе эксплуатации построенных зданий.

На рисунке 2.2 представлена схема содержания энергетического паспорта в соответствии с [22].



Рисунок 2.2 – Схема содержания энергетического паспорта

В настоящее время действуют СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий [23], СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [24], а также СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [22] на основании которых производятся теплотехнические расчеты ограждающих конструкций.

Схема проектирования тепловой защиты зданий согласно [22] представлена на рисунке 2.3. Выбор теплозащитных свойств ограждающих конструкций необходимо выполнять в следующей последовательности:

- выбираются наружные климатические параметры согласно [22] и рассчитываются градусо-сутки отопительного периода;

- выбираются минимальные значения оптимальных параметров микроклимата внутри здания согласно назначению здания по [35], [42], [43].

Устанавливаются условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б;

- разрабатывается объемно-планировочное решение здания, рассчитывается показатель компактности зданий и сравнивается с нормируемым значением. Если расчетное значение больше нормируемого, то рекомендуется изменить объемно-планировочное решение с целью достижения нормируемого значения;

- выбирается требования показателей "а" или "в".

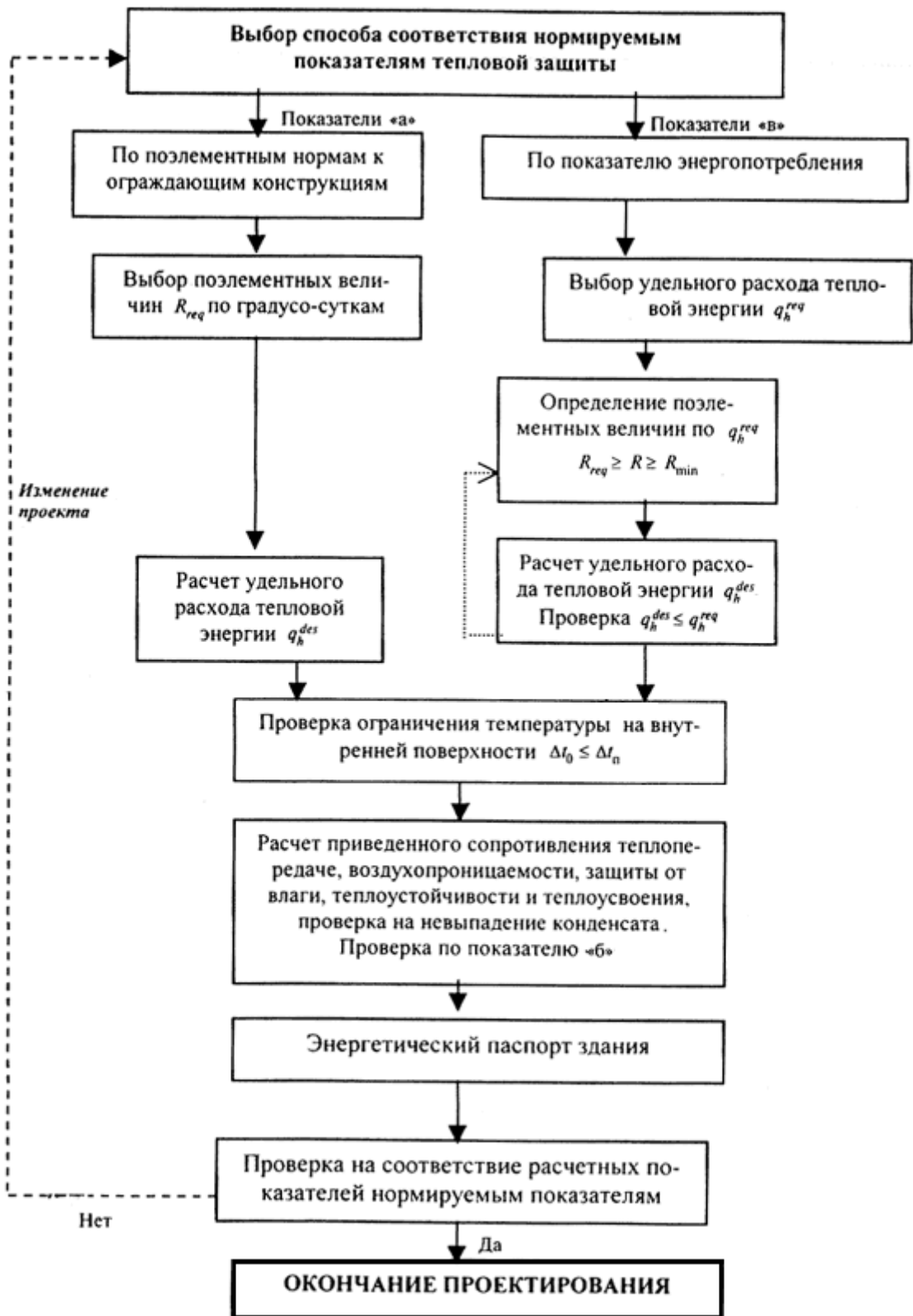


Рисунок 2.3 - Схема проектирования тепловой защиты зданий

2.3 Сравнение российских и зарубежных нормативов

На сегодняшний день в европейских странах действует ряд документов, каждый из которых нормирует методики и расчеты показателей тепловой защиты ограждающих конструкций, такие как: методы расчета динамических термических характеристик, детальные расчеты тепловых мостов и потоков, расчеты теплопередачи окон и дверей и другие. Примеры этих документов представлены в таблице 2.1.

Анализ отечественной нормативной базы в области тепловой защиты показал, что подход к нормированию показателей в РФ и европейских странах отличается. По своей сути отечественные нормы – это эволюция одного документа, которая начинается еще с 60-х годов прошлого века. Сейчас действующими являются: один СНиП и два актуализированных СП на его основе, очень схожих друг с другом.

Таблица 2.1. Нормативная база по тепловой защите стран Евросоюза и России.

Европейские нормативы [25]	Россия и СССР
– EN ISO 13786:2007 Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods	1. СНиП II-В.3 Строительная теплотехника [17]; 2.1 СНиП II-А.7-62* «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» [18];
– EN ISO 13789:2007 Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method	2.2 СНиП II-В.6-62 «Ограждающие конструкции. Нормы проектирования» [19]; 3. СНиП II-А.7-71 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» [20];
– EN ISO 14683:2007 Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values	4. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника [21];
– EN ISO 10211:2007 Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations	5. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [22]; 5.1 СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий [23];
– EN ISO 10077 Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance Part 1:2012 General part, Part 2:2007 Numerical methods	5.2 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [24].

В европейских странах сейчас заинтересованы в строительстве не только энергоэффективных зданий, но и домов нулевого энергопотребления, чего нельзя встретить в нашей стране. Это можно объяснить тем, что во многих передовых странах развитие энергоэффективности зданий с использованием возобновляемых источников энергии стало государственной программой особой важности [26].

Для оценки эффективности мероприятий по снижению пагубного влияния зданий на окружающую среду и здоровье человека в мире существует множество «зеленых» стандартов, основные из которых – Leadership in Energy and Environment Design (LEED) (США), Building

Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) (Великобритания), DGNB (Германия) [27, 28]. В течение последних нескольких лет стандарт BREEAM адаптирован в других странах, включая Канаду, Гонконг и Новую Зеландию. Основные отличия рейтинговых систем представлены на рисунке 2.4.

LEED	BREEAM	DGNB
<ul style="list-style-type: none"> • Система продвижения на транснациональном уровне; • Повышенные требования к энергоэффективности на всех уровнях оценки. • Завышенные требования к документации 	<ul style="list-style-type: none"> • Применим к различным типам зданий; • Возможность адаптации к строительным нормативам конкретной страны. • Значительная стоимость получения согласований 	<ul style="list-style-type: none"> • Рассматривает здание на протяжении всего жизненного цикла; • Легко усовершенствуется и адаптируется к современным разработкам. • Отсутствует учет пассивного метода энергосбережения.

Рисунок 2.4 - Характеристика экологических стандартов

Все системы экологической сертификации имеют несколько уровней/рейтингов, которые определяют экологичность проектов, как «оценки в школе».

На сегодняшний день в 24-х странах существуют 32 национальные системы стандартов [29, 30].

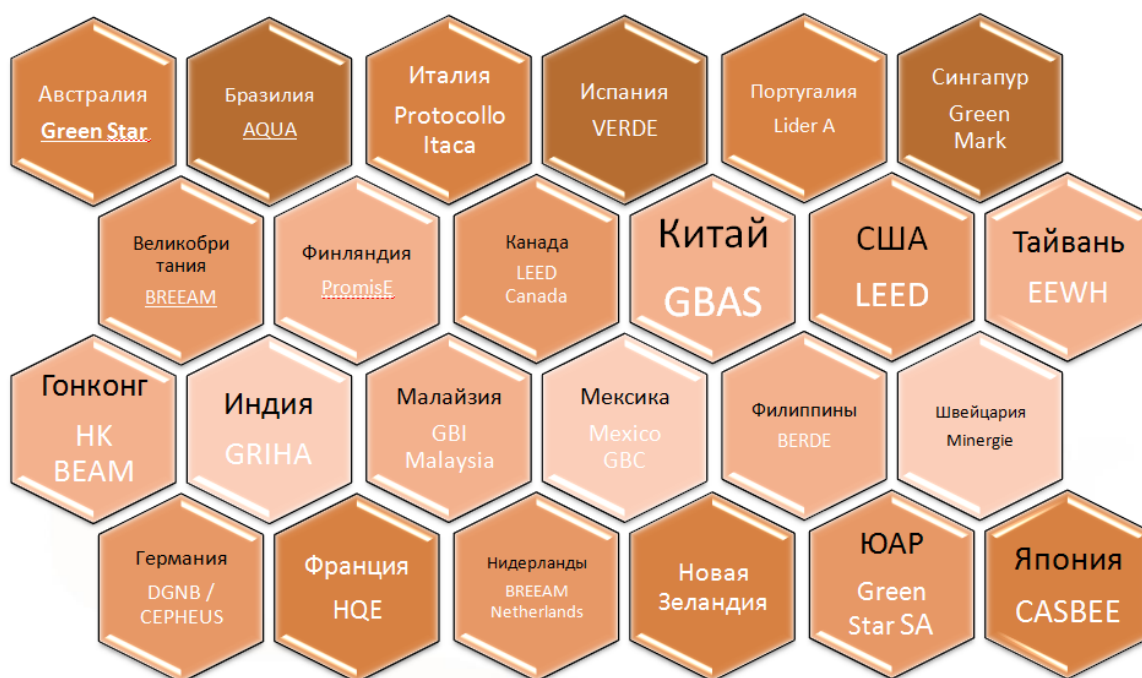


Рисунок 2.5 - Национальные системы стандартов экологической сертификации

В России в феврале 2010 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии зарегистрирована первая российская национальная Система добровольной сертификации объектов недвижимости – «зеленые стандарты». В 2012 году вступил в силу первый в России национальный «зеленый» стандарт – ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» [31].

Сертификация объектов недвижимости по этому стандарту является добровольной. В связи с этим данный стандарт применяется редко. Можно выделить следующие барьеры на пути повышения эффективности и применения данного стандарта:

- недостаточно быстрые сроки окупаемости;
- нехватка квалификации инженерно-технических работников;
- недостаток финансирования;
- неопределенность в отношении размера и устойчивости экономии энергии;

– дефицит внимания к проблемам повышения энергоэффективности [32].

Российский «зеленый» стандарт опробован при строительстве олимпийских гостиниц в г. Сочи.

Следует отметить несколько важных для проектной практики требований, предъявляемых данным ГОСТ к объектам капитального строительства: оптимизация проектных решений, озелененность территории, воздушно-тепловой комфорт, снижение расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.

Критерии для оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Критерии стандартов

Раздел	Описание
Землепользования и экология выбора участка	Поощряет устойчивое землепользование, создание и защиту мест обитаний, а также, в долгосрочном плане, повышение биоразнообразия участка, на котором расположено здание, и прилегающих территорий; Улучшение экологического состояния участка, долгосрочное управление биоразнообразием.
Управление объектом	Принятие устойчивых методов управления для стадий проектирования, строительства, передачи в эксплуатацию и последующей эксплуатации; Внедрение мер по обеспечению устойчивости на ключевых этапах проектирования, закупок и поставок, которые закладываются с начальной стадии проектирования (техническое задание) и до введения в эксплуатацию и операционного обслуживания.
Здоровье и благополучие	В техническое задание, проект закладываются решения для повышенного комфорта, здоровья и безопасности арендаторов и пользователей здания; Данный раздел повышает качество жизни в зданиях по направлениям (зависит от системы сертификации, где-то направлений больше, где-то меньше): - качество воздуха по химическим и бактериологическим параметрам, - микроклимат, - освещение, -комфорт жизнедеятельности (спорт, отдых, социальная инфраструктура), - акустический комфорт, - защита от радиации и т.д.,
Энергоэффективность	Выбор и проектирование энергосберегающих решений, систем и оборудования; Повышенные меры по энергоэффективности здания, сокращение выбросов CO ₂ , расчет эффективного управления на протяжении всего этапа эксплуатации здания.
Водосбережение.	Раздел способствует рациональному водопользованию при эксплуатации здания и прилегающей территории;

	Основное внимание уделяется методам сокращения потребления (внутреннего и внешнего) питьевой воды в течение всего срока службы здания и сведение к минимуму потерь из-за утечек.
Материалы	Меры, направленные на снижение экологического воздействия строительных материалов на окружающую среду и на здоровье человека; Внимание уделяется поставке материалов, которые имеют соответствующее происхождение и оказывают меньшее негативное воздействие на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла, включая добычу, обработку, производство и переработку; Выбор материалов следует совершать исходя из принципов экологичности и тем самым минимизировать возможное негативное воздействие на здоровье человека (выбросы фенола, формальдегида и т.д.).
Отходы.	Устойчивое управление (и повторное использование, если возможно) строительных и эксплуатационных отходов; Сокращение отходов, возникающих при строительстве и эксплуатации здания, сокращение объема отходов, удаляемых на свалку; Управление потоками будущих отходов.
Загрязнение окружающей среды	Рассматриваются меры по предотвращению и контролю загрязнения окружающей среды и стока поверхностных вод, связанные с расположением и назначением использования здания; Снижение воздействия зданий на место застройки и окружающую среду, возникающее в результате светового загрязнения, шума, наводнения и вредных выбросов в воздух, почву и воду.

Анализируя критерии, рассмотренные в данном стандарте, можно отметить требования вариативности в некоторых аспектах. К примеру, оптимизация проектных решений проводится путем моделирования и вариантного анализа теплофизических свойств объекта, что совсем не соответствует современной практике проектирования. Помимо этого, критерий «Энергосбережение и энергоэффективность» подразумевает, что объекты капитального строительства будут сертифицированы в случае снижения энергопотребления на 30–60 % от базового уровня.

Таким образом, можно отметить состоятельность требований первого российского «зеленого» стандарта на пути к повышению энергосбережения. Реализация данных мероприятий на уровне обязательных требований позволит сделать большой шаг в повышении качества проектирования.

Помимо рассмотренного стандарта в настоящее время в России активно продвигаются национальные проекты, одним из которых является проект «Экология». Согласно ему, в 12 промышленных городах России (Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита), проводятся комплексные мероприятия по снижению выбросов в атмосферу. При этом в целях проекта указана инициатива по переводу промышленных объектов на современные энергосберегающие технологии.

При всей явной масштабности государственного подхода к энергосбережению и улучшению экологии, остаются незамеченными примитивные факторы экологической катастрофы некоторых регионов – печное отопление. Для Республик Хакасия и Тыва, а также Красноярского края данный фактор является существенным в зимнее время. Особенности географического положения периодически создают высокую степень загрязненности окружающей среды выбросами сажи и угарного газа. Проводимые исследования [33, 34] позволяют дать однозначный ответ – улучшение экологической обстановки возможно при снижении выбросов от сжигания топлива. При этом следует отметить, что основная масса частного сектора и малоэтажных многоквартирных домов не соответствует даже минимальным требованиям энергетической эффективности.

3 Анализ проектных решений в РХ с позиции энергосбережения

3.1 Исследование проектов капитальных ремонтов и реконструкции зданий с позиции тепловой защиты

Многие здания городской застройки республики Хакасия, не соответствуют современным стандартам по тепловой защите и имеют дефекты и повреждения. В данной работе анализ тепловой защиты зданий проводится на примерах жилых объектов, подлежащих капитальному ремонту по программе «Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Республики Хакасия (2014– 2043 годы).

Исследование параметров тепловой защиты ограждающих конструкций зданий состоит из трех этапов:

Первый этап – это визуальный осмотр с помощью тепловизора FlirB200 для выявления дефектов конструкций, трещин, мест возникновения тепловых потерь и мест образования биологической коррозии.

Второй этап – это расчет структурных узлов с использованием программного пакета ELCUT для изучения температурного поля внешней ограждающей конструкции для зданий, подлежащих капитальному ремонту.

Третий этап заключается в анализе составляющих компонентов характеристики энергоэффективности здания.

В ходе данного исследования была проведена тепловизионная съемка панельных домов массовых серий, был произведен расчет температурных полей для узлов примыкания панелей здания друг к другу, были определены причины низких показателей энергоэффективности панельных домов.

Выполнено математическое моделирование теплового режима конструкции в холодное время года. Расчет выполняется при следующих граничных условиях:

- температура воздуха в помещении $t_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ [35];

- температуры наружного воздуха $t_{\text{ext}} = -37\text{ }^{\circ}\text{C}$ [24];
- коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности оболочки $\alpha_{\text{si}} = 8,7\text{ Вт} / (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$ [24];
- коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности оболочки $\alpha_{\text{se}} = 23\text{ Вт} / (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$ [24].

В ходе исследования была проведена тепловизионная съемка для обнаружения дефектов конструкции, а также тепловых потерь здания (рисунки 3.1 и 3.2). В качестве объекта исследования использовался панельный дом в городе Абакане серии 97-028. Съемка проводилась в январе 2021 года.

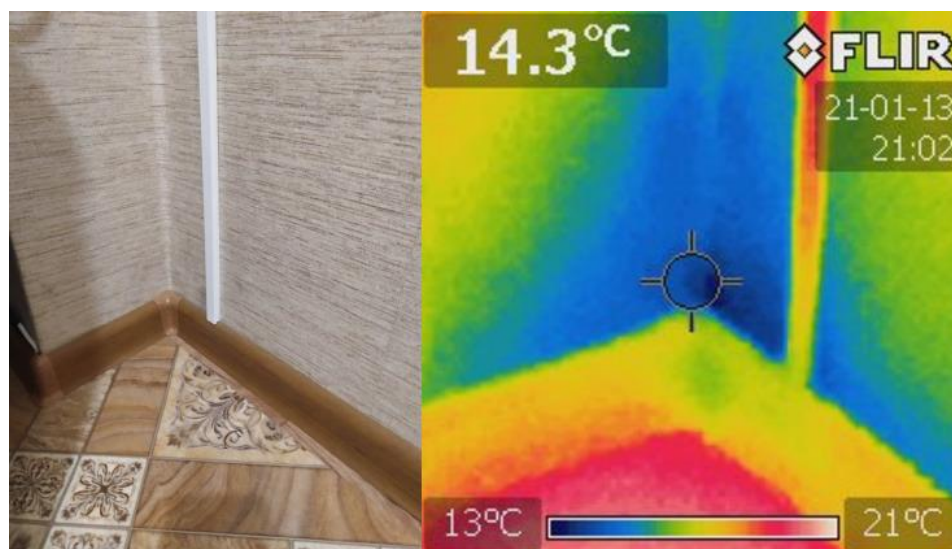


Рисунок 3.1 - Термограмма стыка наружной стены и межэтажного перекрытия панельного дома

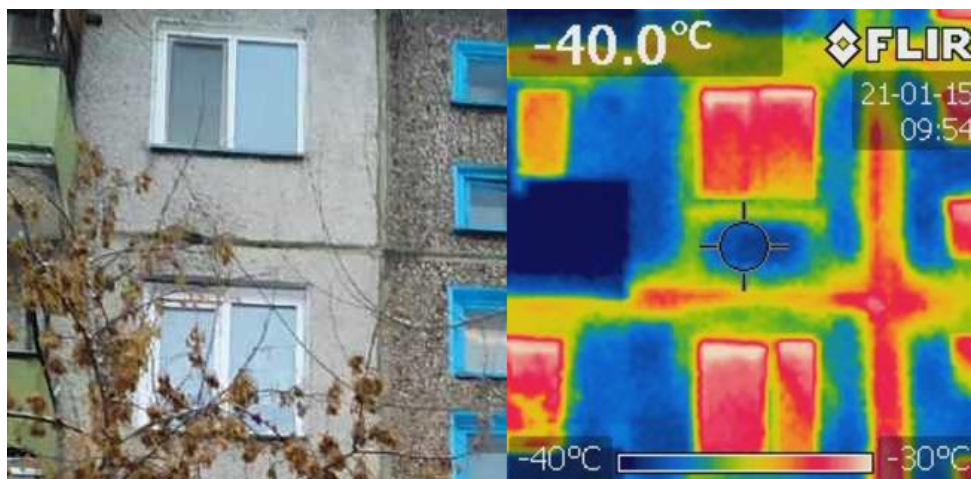


Рисунок 3.2 - Термограмма фасада жилого дома

На рисунке 3.1 представлено фото узла стыка плиты перекрытия и внешней ограждающей конструкции (наружный угол здания). На изображении можно увидеть, что в данной области образуется гетерогенное температурное поле, температура в углу значительно меньше, чем в помещении. Температура на внутренней поверхности стыка составляет всего +14,3 °С.

На рисунке 3.2 изображен фрагмент фасада жилого панельного дома и его термограмма. По результатам съемки можно заключить, что швы между панелями, а также остекленные части фасада являются причиной больших тепловых потерь из здания. Температура их поверхностей значительно отличается от температуры поверхностей панелей здания.

Чтобы изучить процесс образования тепловых потоков в узлах конструкции здания, необходим анализ температурного поля для данных структурных элементов. По результатам расчета были получены температурные поля для каждого из этих узлов.

В качестве объектов исследования были использованы следующие узлы:

1. монтажный узел закрытого стыка с замоноличенными связями на стальных скобах типового панельного дома с большим шагом поперечных несущих стен (рисунок 3.3);
2. трехслойная железобетонная панель типового панельного дома с малым шагом поперечных несущих стен, где в качестве утеплителя используются полужесткие плиты из минеральной ваты (рисунок 3.4).

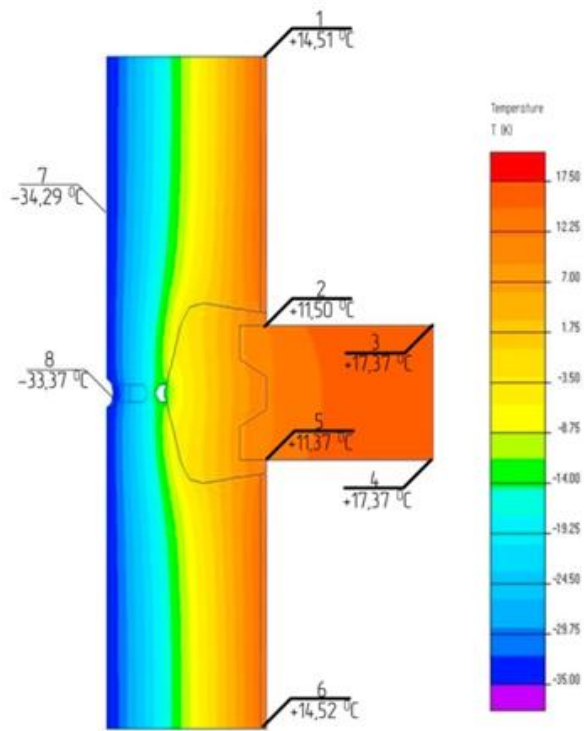


Рисунок 3.3 - Температурное поле узла примыкания внутренней стены к наружной ограждающей конструкции

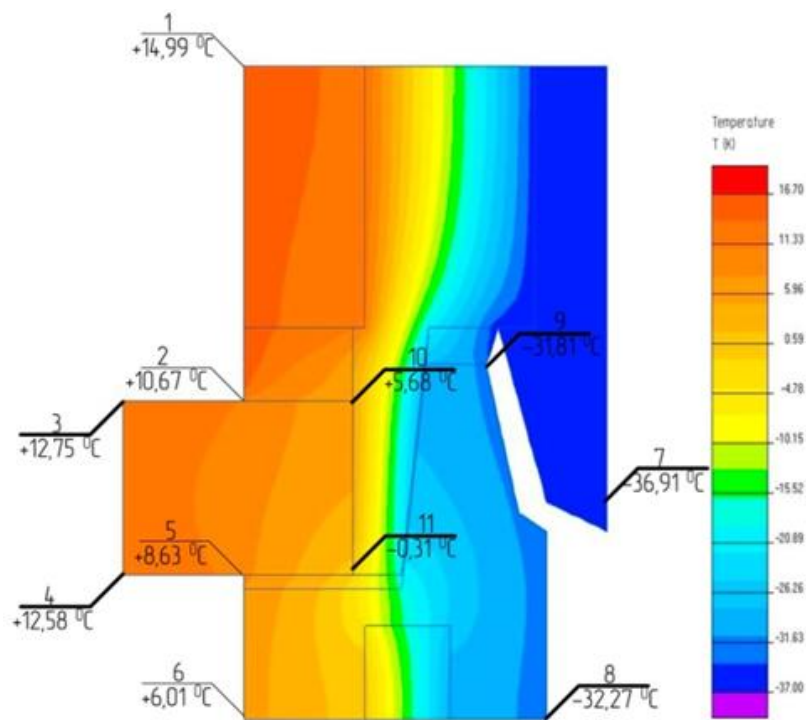


Рисунок 3.4 - Температурное поле узла примыкания плиты перекрытия к наружной трехслойной стене

По результатам исследования моделей конструктивных узлов было выявлено, что на внутренних поверхностях стены наблюдается значительное понижение температуры до +11,50 °С (расчетная точка 2, рисунок 3.3) и до +10,67 °С (расчетная точка 2, рисунок 3.4), что не соответствует минимальной температуре в месте стыка наружной стены и плиты перекрытия согласно [36].

Очевидно, что конструкция узла формирует интенсивный тепловой поток через стену, что вызывает искажение температурного поля в этой области. Таким образом, это приводит к появлению промерзаний, конденсата и развитию грибковых образований в период эксплуатации здания.

Анализ полученных моделей показывает, что низкая энергетическая эффективность панельных зданий типовых серий заключается как в самом проектном решении узлов (рисунок 3.3), так и в результате дефектов на этапе строительства – нет клина с утеплителем (рисунок 3.4).

На сегодняшний день класс энергосбережения жилых и общественных зданий зависит от удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий [24]. Отклонение расчетного значения этого показателя от нормируемой (базовой) величины определяет класс энергосбережения от «Е» до «А++» согласно [24], где «Е» – низкий класс, а «А++» – очень высокий.

Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий рассчитывается по формуле Г.1 [24]. Каждое составляющее этой формулы зависит от определенных характеристик здания.

$$q_{от}^p = k_{об} + k_{вент} - \beta_{КПИ}(k_{быт} + k_{рад}),$$

(3.1)

где:

$k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м·°С). Зависит от приведенного сопротивления теплопередаче, отапливаемого объема здания, теплозащитной оболочки здания и его компактности;

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м·°С). Зависит от времени работы вентиляции, а также от теплоемкости, плотности и количества воздуха;

$k_{быт}$ – удельная характеристика внутренних теплопоступлений здания, Вт/(м·°С). Зависит от бытовых тепловыделений, расчетной площади, а также от температуры внутреннего и наружного воздуха;

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м·°С). Зависит от теплопоступлений через окна и фонари, средней высоты этажа здания, а также от суммы площадей этажей здания;

$\beta_{КПИ}$ – коэффициент полезного использования теплопоступлений. Зависит от эффективности регулирования подачи теплоты и воздухообмена здания.

Наиболее значимой составляющей этих коэффициентов является приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или любой выделенной ограждающей конструкции. Данный параметр рассчитывается по формуле Е.1 [24]:

$$R_o^{pp} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k}, \quad (3.2)$$

где:

l_j – протяженность линейной неоднородности j -го вида, приходящаяся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м/м²;

ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j -го вида, Вт/(м·°С);

n_k – количество точечных неоднородностей k -го вида, приходящихся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, шт./м;

χ_k – удельные потери теплоты через точечную неоднородность k -го вида, Вт/°С;

a_i – площадь плоского элемента конструкции i -го вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м²/м;

U_i – коэффициент теплопередачи однородной i -той части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент i -го вида), Вт/(м²·°С).

Наибольший интерес в этой формуле представляют первые два слагаемых знаменателя. Они характеризуют тепловые потери через плоские элементы тепловой оболочки здания, а также через линейные неоднородности ограждающей конструкции.

В ходе данного исследования был проведен расчет приведенного сопротивления теплопередаче. В качестве исходных данных был принят фрагмент фасада панельного дома, рассмотренного выше. Фрагмент состоял из четырех панелей размером $3,0 \times 2,7 \text{ м}$, в каждой из которых было окно размером $1,5 \times 1,5 \text{ м}$.

В таблице 3.1 приведены вычисленные значения расчетных величин.

Таблица 3.1. Результаты расчета приведенного сопротивления теплопередаче

Величина	Обозначение	Значение
Термическое сопротивление окон	$R_{0,1}^{\text{усл}}$	$0,980 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$
Термическое сопротивление ограждающей конструкции	$R_{0,2}^{\text{усл}}$	$1,944 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$
Величина теплотерь через плоские фрагменты теплозащитной оболочки здания	$\sum a_i U_i$	$0,620 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$
Величина теплотерь через линейные неоднородности	$\sum l_j \psi_j$	$0,050 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$

теплозащитной оболочки здания		
Приведенное сопротивление теплопередаче	$R_0^{тр}$	$1,479 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$

Исходя из расчета, можно увидеть, что термическое сопротивление окон в два раза меньше аналогичного показателя для ограждающей конструкции, что свидетельствует о том, что окна являются причиной потери большого количества тепла. На сегодняшний день данный показатель для окон является очень низким, однако это не является дефектом, поскольку нормативной базой закреплено допустимое низкое сопротивление теплопередаче.

Анализ результатов показал, что на величину тепловых потерь площадь остекления влияет в большей степени, чем линейные теплопроводные включения. Компенсирует данный эффект лишь установка радиаторов под окнами или использование современных стеклопакетов с нанесением энергосберегающих покрытий.

В связи с эти актуальным становится вопрос о пересмотре и корректировке нормативной базы по тепловой защите, истоки которой уходят в середину XX века.

Радиационные потери через оконное стекло составляют около 60% от общих тепловых потерь в стандартном окне. Одно из экономически эффективных решений этой проблемы – применение покрытий с низким коэффициентом излучения (Low-E).

Используемая технология покрытия заключается в нанесении на поверхность обычного полированного стекла, многослойного композита из тонкого слоя цветных металлов и полупроводниковых оксидов металлов. Кроме того, в пространство между стекол закачивают инертные газы Аргон(Ar) или Криптон (Kr) - имеющих большую плотность, чем у воздуха. Это свойство позволяет инертным газам выступать лучшим изолятором в стеклопакетах. Работа всей оконной системы заключается в блокировании значительного количества лучистой теплопередачи, тем самым уменьшая входящий тепловой поток через окно. Сравнительная характеристика

энергосберегающих окон по сравнению с другими окнами представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Сравнительная характеристика окон [37]

Конструкция окна	Коэффициент теплопередачи (U), Вт/м ² ×К	Коэффициент теплового сопротивления (R), м ² ×К/Вт	Изменение R, %	Цена, %
Одно прозрачное стекло	5,4	0,19	100	100
Однокамерный стеклопакет с воздушным зазором 12 мм	2,8	0,36	189	160
Двухкамерный стеклопакет шириной 28 мм	1,1	0,91	479	210
Двухкамерный стеклопакет с шириной 52 мм, с нанесением низкоэмиссионного покрытия (Low-E) и заполнением аргоном	0,75	1,33	700	270

В среднем срок окупаемости подобных окон составляет 3-4 года за счет уменьшения затрат на отопление, а также охлаждения помещений в летний период. Срок службы данных окон составляет 20–25 лет. Таким образом, применение энергосберегающих окон способствует повышению класса энергоэффективности здания.

3.2 Обзор дефектов тепловой защиты с позиции теплосбережения

Во многих научных публикациях показана прямая взаимосвязь между теплопотерями через наружный контур зданий и количеством сжигаемого топлива. Стремясь обеспечить более комфортные условия в домах, жители используют перерасход энергетических ресурсов.

Реализация мероприятий по теплосбережению возможна при проектировании капитального ремонта зданий по государственным и региональным программам, поскольку при этом можно в значительной степени повысить теплозащитные свойства наружного ограждения.

Анализируя большое количество проектов капитальных ремонтов жилых домов в РХ, было выявлено следующее – основное внимание замене и ремонту крыш и инженерных сетей. При этом рассмотрение вопросов теплосбережения практически нулевое.

На рисунках 3.5(а) и 3.6(а) представлены узлы, разработанные проектировщиками при разработке проектов капремонтов многоквартирных жилых домов. По выполненным термограммам можно понять, что такие конструктивные решения не являются эффективными. На рисунках 3.5(в) и 3.6(в) представлены те же узлы, но претерпевшие изменения – разработан альтернативный вариант утепления цокольного и карнизного узлов. Для каждого из узлов были подобраны дополнительные меры по теплоизоляции. По рисункам видно, что существует возможность улучшить показатели энергоэффективности зданий при более глубоком и детальном подходе к данному вопросу. Однако отсутствие непрерывного контура утепления здания в любом из этих случаев приводит к значительному температурному перепаду.

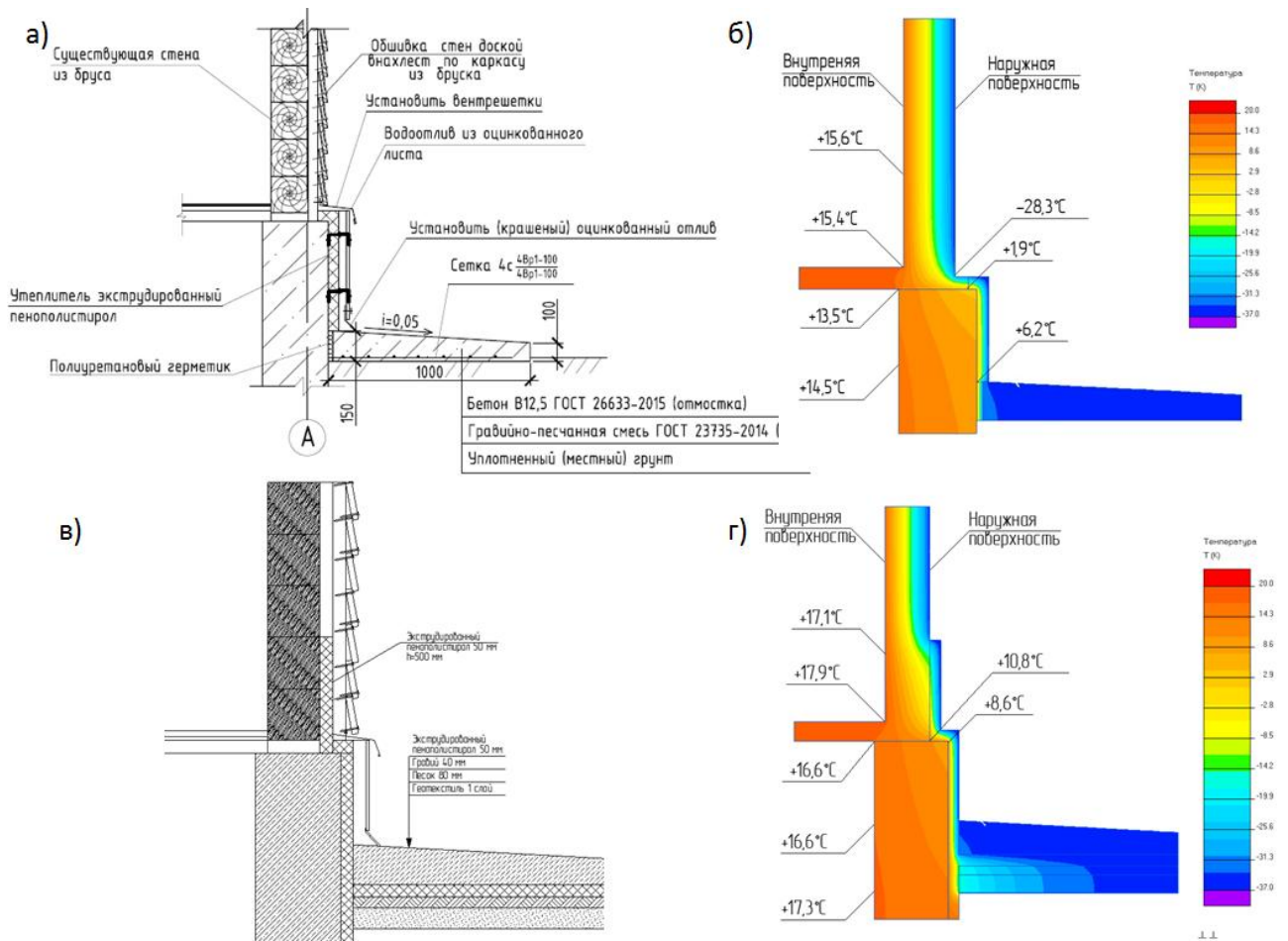


Рисунок 3.5 - Конструктивные узлы цокольной части здания

а, б – решение узла и термограмма в существующем варианте исполнения;

в, г – модернизированный вариант исполнения

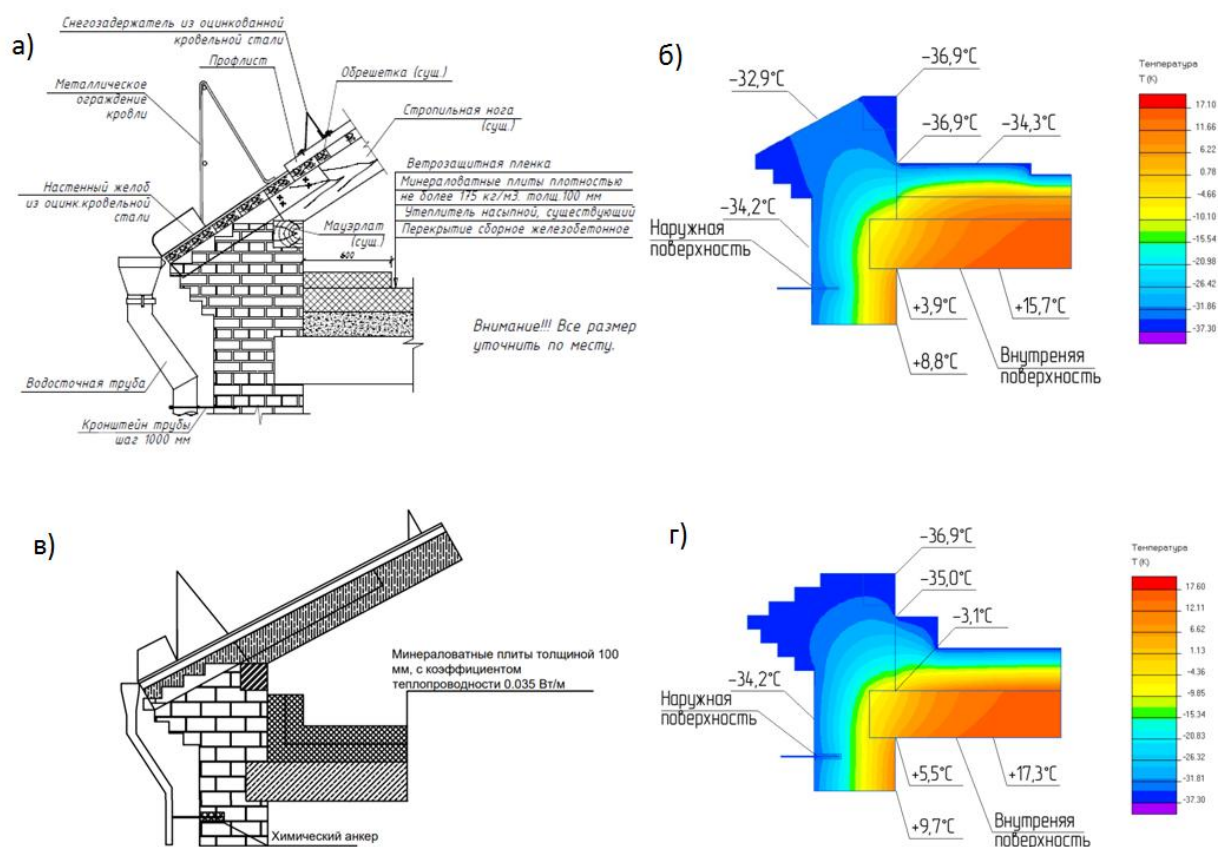


Рисунок 3.6 - Конструктивные узлы карнизной части здания:

*а, б – решение узла и термограмма в существующем варианте исполнения;
в, г – модернизированный вариант исполнения*

Анализируя проектную документацию на объекты капитального строительства, а также проекты капремонтов Республике Хакасия, очевидным становится факт неграмотного учета работы наружной оболочки здания в зимний период. Многие факторы не учитываются, требуемые расчеты не выполняются.

Таким образом, можно отметить, что обязательная на региональном уровне сертификация зданий в соответствии с Зелёными стандартами приведет к улучшению ситуации с энергоэффективностью в регионе. Такие меры имеют ряд преимуществ.

При соблюдении рекомендаций нормативных требований концентрация угарного газа и сажи в воздухе уменьшится на 30–40 %, на 30 % может быть снижено энергопотребление.

3.3 Разработка мероприятий по повышению уровня тепловой защиты

Столкнувшись с проблемой несоответствия городской застройки республики Хакасия современным стандартам по тепловой защите, в ходе работы был проведен анализ тепловой защиты зданий, а также разработаны мероприятия по повышению уровня тепловой защиты.

По результатам тепловизионных съемок можно заключить, что швы между панелями, а также остекленные части фасадов являются причиной больших тепловых потерь. Также низкая энергетическая эффективность панельных зданий типовых серий заключается как в самом проектном решении узлов, так и в результате дефектов на этапе строительства.

Термическое сопротивление окон в два раза меньше аналогичного показателя для ограждающей конструкции, что свидетельствует о том, что окна являются причиной потери большого количества тепла, однако это не является дефектом, поскольку нормативной базой закреплено допустимое низкое сопротивление теплопередаче. Исследования показали, что на величину тепловых потерь площадь остекления влияет в большей степени, чем линейные теплопроводные включения. Компенсирует данный эффект лишь установка радиаторов под окнами или использование современных стеклопакетов с нанесением энергосберегающих покрытий.

Снижение теплопотерь здания является одним из наиболее эффективным способом повышения тепловой защиты. В соответствии с исследованиями [38], [39], [40], [41] была составлена диаграмма баланса потерь теплоты зданиями, представлена на рисунке 3.7.

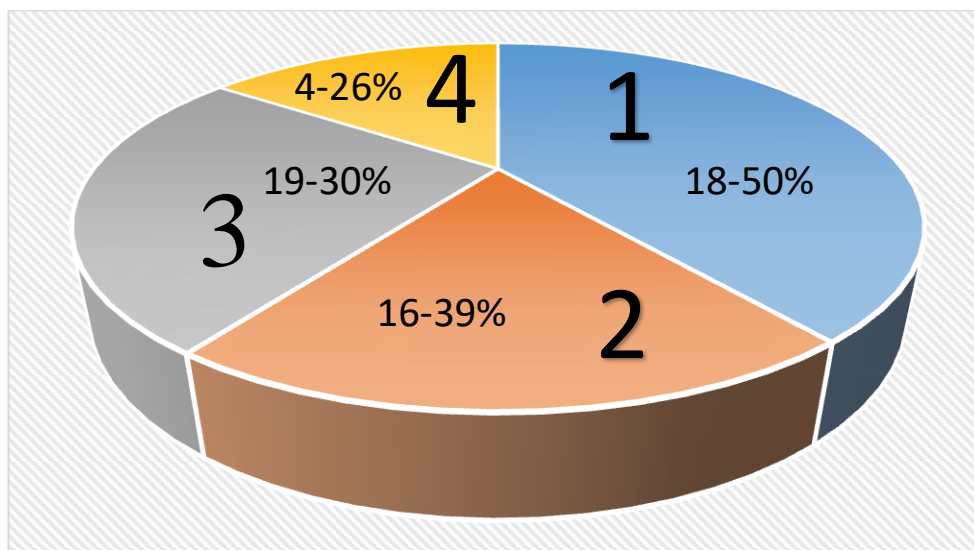


Рисунок 3.7 - Усредненный баланс потерь теплоты зданиями в процентах

1 – инфильтрация; 2 – стены; 3 – окна и двери; 4 – пол и чердак

Необходимо отметить, что баланс потерь теплоты зависит от многих факторов, например, года постройки здания и его назначения, этажности, типа ограждающих конструкций, ориентации по сторонам света, региона и т. д. Как видно из рисунка 3.7 наибольшие потери здания связаны с инфильтрацией и воздухообменом в помещении. Снизить эти потери можно за счет современных оконных блоков, дверных проемов и правильной организации воздухообмена в помещении.

На втором месте в усредненном балансе потерь зданий находятся потери через наружные стены зданий. Решить эту проблему можно путем утепления стен как снаружи, так и изнутри. Утепление внутренней поверхности стен не целесообразно, так как при утеплении сокращается площадь помещения, наружные стены подвержены промерзанию и воздействию перепадов температур, между утеплителем и стеной может образоваться влага. При таком подходе можно добиться снижения потерь теплоты, но стена не будет защищена от воздействия окружающей среды. В настоящее время предпочтение отдают наружному утеплению стен, имеющему ряд преимуществ. Стены надежно защищены от сезонных и суточных температурных колебаний, также воздействия осадков, точка росы вынесена

за конструкцию стены, повышение звукоизоляции. Вариант распределения температур в стене с наружным утеплением представлен на рисунке 3.8.

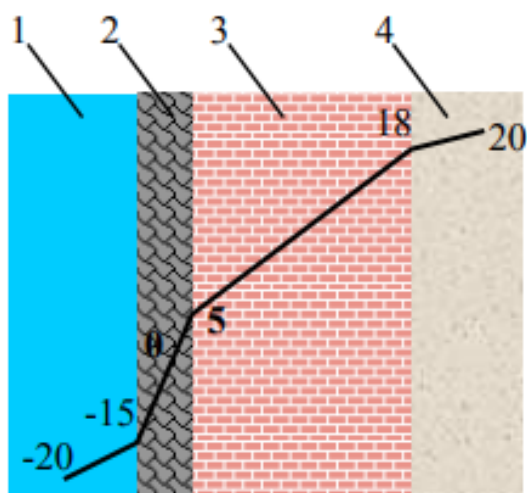


Рисунок 3.8 - Распределение температур в стене

1) *наружный воздух*; 2) *теплоизолирующая конструкция*; 3) *стена*; 4) *внутренний воздух*

Мероприятия по повышению уровня тепловой защиты (для наглядности представлены на рисунке 3.9) разработаны на основании проведенных исследований, а также с учетом требований [2]:

- 1) Пересмотр и корректировка нормативной базы по тепловой защите зданий, а именно внесение изменений в нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, а также некоторые пункты действующих нормативных документов, которые более подробно описаны в 4 главе данной работы;
- 2) Повышение термического сопротивления ограждающих конструкций (утепление стен, использование энергосберегающих окон);
- 3) Обеспечение непрерывного контура утепления здания;
- 4) Учет работы наружной оболочки здания в зимний период (на этапе проектирования);
- 5) Использование эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях,

- обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений;
- б) Правильная организация микроклимата помещений, применение эффективных видов отопительных приборов и более рационального их расположения;
 - 7) Блокирование зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий;
 - 8) Снижение площади световых проемов жилых зданий до минимально необходимой по требованиям естественной освещенности;
 - 9) Устройство тамбурных помещений за входными дверями;



Рисунок 3.9 - Мероприятия по повышению уровня тепловой защиты

Таким образом, при использовании данных мероприятий по повышению уровня тепловой защиты при проектировании новых, а также реконструкции существующих зданий и сооружений, улучшится ситуация с энергоэффективностью в регионе, что позволит снизить концентрацию угарного газа и сажи в воздухе на 30–40 %, а также энергопотребление на 30%.

4 Разработка рекомендаций по повышению энергетической эффективности объектов при реконструкции городской застройки

4.1 Нормативно - правовые документы

В ходе анализа нормативно-правовых документов в области тепловой защиты было выявлено, что основополагающим документом является СНиП II-V.3 Строительная теплотехника [17], на котором основываются последующие документы, заменяющие его, с небольшими изменениями.

В настоящее время действуют СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий [23], СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [24], а также СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [22].

В пункте 10 [23] по повышению энергетической эффективности существующих зданий, необходимо внести изменения в п.10.1, в котором будет прописано следующее: при частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) требования настоящих норм распространяются на все части здания, а не только на изменяемую часть. Это необходимо с целью повышения энергетической эффективности городской застройки.

В пункте 6 [22] также внести изменения в п.6.1: при частичной реконструкции здания требования настоящих норм распространять на всё здание, а не только на изменяемую его часть.

На основании исследований, проведенных в п.3.1 настоящей работы, было выявлено, что термическое сопротивление окон в два раза меньше аналогичного показателя для ограждающей конструкции, что свидетельствует о том, что окна являются причиной потери большого количества тепла. На сегодняшний день данный показатель для окон является очень низким, таким образом необходимо скорректировать данный показатель для повышения энергетической эффективности объектов.

В связи с этим, в таблице 4 [22] необходимо внести изменения в графу нормируемых значений сопротивления теплопередаче R_{req} , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ окон и балконных дверей, витрин и витражей:

Таблица 4.1 – Внесение изменений в нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты а и б	Градусо-сутки отопительного периода $D_d, ^\circ C \cdot$ сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{req}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ограждающих конструкций
		Окон и балконных дверей, витрин и витражей
1 Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	0,3→0,45
	4000	0,45→0,675
	6000	0,6→0,9
	8000	0,7→1,05
	10000	0,75→1,125
	12000	0,8→1,2
	-	-
a	-	-
b	-	-
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	0,3→0,4
	4000	0,4→0,6
	6000	0,5→0,8
	8000	0,6→1
	10000	0,7→1,2
	12000	0,8→1,4
	-	0,00005 → 0,0001
a	-	0,2
b	-	0,2
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	0,25→0,3
	4000	0,3→0,4
	6000	0,35→0,5
	8000	0,4→0,6
	10000	0,45→0,7
	12000	0,5→0,8
	-	0,000025 → 0,00005
a	-	0,2
b	-	0,2

Таким образом, в данной работе предлагается внести изменения в таблицу, изменив нормируемые значения сопротивления теплопередаче

ограждающих конструкций (окон) в 1,3 – 1,75 раз, что позволит в расчётах требовать большего термического сопротивления окон.

На основании модернизированного конструктивного узла карнизной части здания (рисунок 3.6) в п.3.2 данной работы, необходимо внести изменения в п.8.20 [23]:

При крыше с холодным чердаком теплоизоляция укладывается по чердачному перекрытию, а также заводится на стену до мауэрлата, во избежание теплопотерь. Теплоизоляционный слой по периметру чердака на ширину не менее 1 м рекомендуется защищать от увлажнения. Вентиляционные шахты и вытяжки канализационных стояков при холодном чердаке с выпуском воздуха наружу должны быть утеплены выше чердачного перекрытия.

Таким образом, при внесении таких изменений в нормативно-правовые документы они бы стали более работоспособными, а также могли бы повысить энергетическую эффективность объектов при реконструкции городской застройки.

4.2 Рекомендации для проектировщиков

Для энергетически эффективной реконструкции городской застройки в данной работе были разработаны рекомендации для проектировщиков и строителей, которые должны соблюдаться при реконструкции и капитальном ремонте здания.

В связи с постоянным повышением требований энергетической эффективности необходимо преобразование и обновление сложившейся городской застройки, поэтому необходимо внедрение в проекты реконструкции городской застройки комплекса локальных и зонально-территориальных энергосберегающих мероприятий (рисунок 4.1)



Рисунок 4.1 – Классификация мероприятий по капитальному ремонту зданий с точки зрения энергосбережения

Энергоэффективная реконструкция городской застройки проводится в целях обеспечения рационального использования энергетических ресурсов в процессе функционирования города и жизнедеятельности населения.

Утепление кровель и чердаков – является одним из важнейших аспектов энергосбережения, так как именно через кровлю и чердак зачастую происходит утечка тепла. При проектировании или реконструкции здания с холодным чердаком, при утеплении плит покрытия необходимо заводить утеплитель на стену до мауэрлата, благодаря чему возвышающаяся часть стены над покрытием не будет промерзать и не будет тепловых потерь через узел примыкания перекрытия к стене (рисунок 4.2).

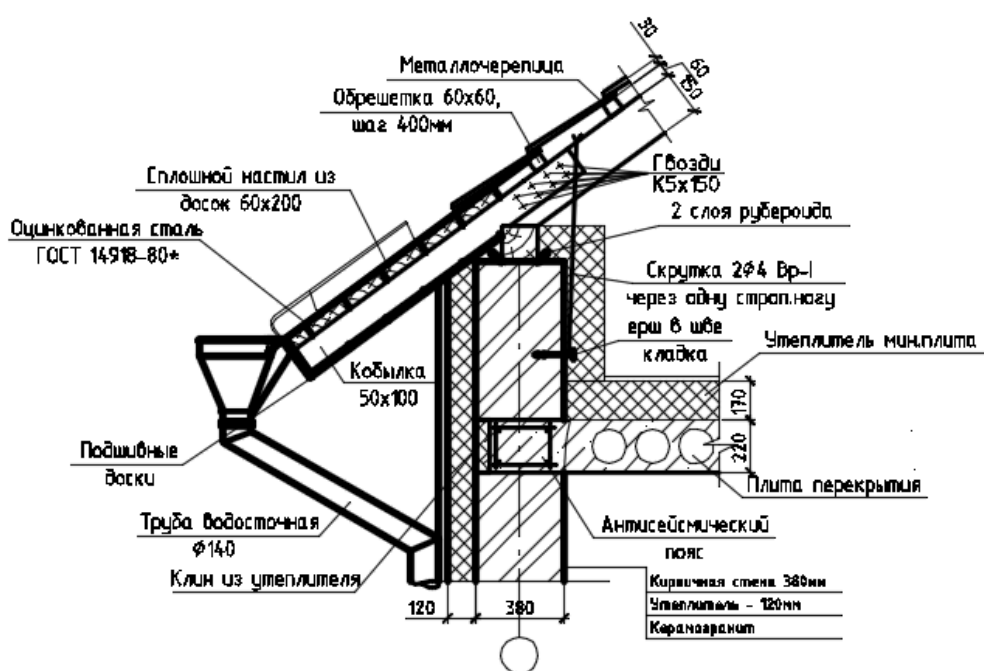


Рисунок 4.2 – Узел карнизной части здания

При отсутствии чердака или теплом чердаке необходимо обеспечить непрерывный контур утепления (рисунок 4.3).

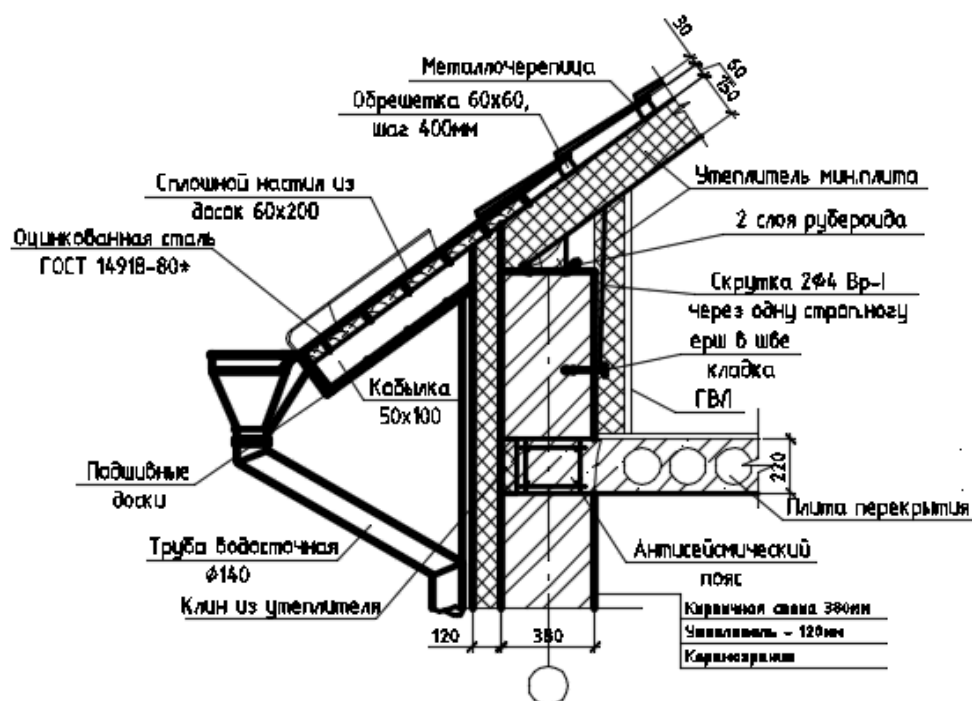


Рисунок 4.3 – Узел карнизной части здания

Утепление фасадов – является одним из самых эффективных способов повышения энергетической эффективности объектов при реконструкции городской застройки. При этом необходимо обеспечить непрерывный контур утепления здания. Уделить особое внимание узлам стыка утеплителя с другими конструкциями. На рисунках 4.4 и 4.5 представлены узлы утепления фасадов зданий. В карнизной части под окном необходимо заводить утеплитель под карниз, доводя встык с оконным блоком, во избежание мостика холода (рисунок 4.5).

Общие потери тепла через оконный блок или дверной балконный блок складываются из:

- потерь тепла через переплеты;
- потерь тепла через светопрозрачную часть;
- потерь тепла через непрозрачную часть заполнения балконных дверей;
- дополнительных потерь тепла в краевых зонах на участках сопряжения переплетов с заполнением светопрозрачной части;
- дополнительных потерь тепла в краевых зонах на участках сопряжения переплетов с непрозрачным заполнением балконных дверей.

Линейный коэффициент теплопередачи остекления в краевых зонах определяется по формуле 10 [44]:

$$\psi_{\text{ост}} = \frac{\Delta Q_{\text{кр}}}{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot L} \quad (4.1)$$

где

$\Delta Q_{\text{кр}}$ - дополнительные потери тепла в краевых зонах на участках сопряжения переплетов с заполнением светопрозрачной части;

$t_{\text{int}}, t_{\text{ext}}$ - расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно, °С;

L - длина рассчитываемой конструкции, м.

Для расчета приняты:

– расчетная температура внутреннего воздуха - $t_{\text{int}} = +20$ °С,

– расчетная температура наружного воздуха - $t_{\text{ext}} = -37$.

Сначала определяем величину тепловых потерь через деревянный оконный блок. Величина дополнительных потерь тепла в краевых зонах составляет:

$$\Delta Q_{\text{неп}} = Q_{2\text{неп}} - Q_{1\text{неп}} = 0,01127 - 0 = 0,01127 \text{ Вт}$$

$$\Delta Q_{\text{ост}} = Q_{2\text{ост}} - Q_{3\text{ост}} = 0,02177 - 0,01752 = 0,00425 \text{ Вт};$$

$$\Delta Q_{\text{кр}} = Q_{\text{неп}} + Q_{\text{ост}} = 0,01127 + 0,00425 = 0,01552 \text{ Вт.}$$

Общие потери тепла через оконный блок:

$$Q_o^{\text{бл}} = 0,01127 + 0,00425 + 0,01552 = 0,03104 \text{ Вт.}$$

Линейный коэффициент теплопередачи остекления составляет:

$$\psi_{\text{ост}} = \frac{0,01552}{(20+37) \cdot 0,001} = 0,272 \approx 0,3$$

Определяем теплотери и величину $\psi_{\text{ост}}$ для современных оконных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами.

Величина дополнительных потерь тепла в краевых зонах составляет:

$$\Delta Q_{\text{пер}} = Q_{2\text{пер}} - Q_{1\text{пер}} = 0,00989 - 0,00795 = 0,00194 \text{ Вт;}$$

$$\Delta Q_{\text{ост}} = Q_{2\text{ост}} - Q_{3\text{ост}} = 0,01910 - 0,01821 = 0,00090 \text{ Вт;}$$

$$\Delta Q_{\text{кр}} = Q_{\text{пер}} + Q_{\text{ост}} = 0,00194 + 0,0009 = 0,00284 \text{ Вт.}$$

Общие потери тепла через оконный блок:

$$Q_o^{\text{бл}} = 0,00194 + 0,00090 + 0,00284 = 0,00568 \text{ Вт.}$$

Линейный коэффициент теплопередачи остекления составляет:

$$\psi_{\text{ост}} = \frac{0,00284}{(20+37) \cdot 0,001} = 0,049 \approx 0,05$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчета

Показатель	Устаревший оконный блок	Современный оконный блок из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами	Отклонения -/+	Отклонения, %
Общие теплотери, Вт	0,03104	0,00568	-0,02536	-81,70
Краевые теплотери, Вт	0,01552	0,00284	-0,01268	-81,70
Линейный коэффициент теплопередачи остекления	0,27	0,05	-0,22	-81,48

Таким образом, из таблицы 4.2 можно сделать вывод о том, что теплотери при замене оконного блока сократились бы более, чем на 80 процентов. Подтверждаются данные тепловизионного исследования, что самым слабым местом с точки зрения теплозащитных качеств является узел

сопряжений оконного блока со стенами, на что указывают значения краевых теплопотерь.

Утепление перекрытий подвалов

Разработан перечень технологических мероприятий, которые помогают предотвратить увлажнение и сырость ограждающих конструкций, и как следствие – промерзание:

1. Устройство пароизоляции перекрытия – ее следует располагать поверх утеплителя со стороны теплого помещения;
2. Вентиляция подпольного пространства или подвала через продухи в цоколе;
3. Защита от атмосферных осадков – устройство отмостки вокруг здания (ширина должна быть больше карнизного свеса на 200мм);
4. Защита от грунтовых вод – устройство на всю высоту подвала вертикальной гидроизоляции, также предусматривается гидроизоляция пола подвала;
5. Защиту от капиллярного проникновения, обеспечивает использование не впитывающие влагу материалы, которые способны сохранять в теплой и влажной среде гидроизоляционные характеристики;
6. Мероприятия по защите от деформаций, вследствие морозного пучения фундаментов: устройство вокруг здания отмостки, утепление отмостки по периметру здания, при отапливаемых подвалах рекомендовано утепление цоколя.

В связи с тем, что цокольная часть здания находится в неблагоприятных условиях (соприкасается с грунтом, талые воды, дождь и снег, падающие с крыши брызги капель, все это, если не принять соответствующие меры, способствует разрушению конструкций) для утепления подвала необходимо использовать материалы, которые сохраняют теплозащитные свойства, даже когда влажность окружающего воздуха достаточно высока.

Таким требованиям соответствуют имеющие замкнутые поры экструзионные пенопласты, т.к. их водопоглощение практически равно нулю.

Утепление плитных перекрытий подвала. Один из вариантов, когда при их утеплении, прямо на несущие плиты укладывают теплоизоляцию, располагая ее между лагами, которые в свою очередь, установлены на железобетонные плиты с применением прокладок из рубероида, гидроизола и др. (рисунок 4.6). Чтобы оградить теплоизоляцию от воздействия водяных паров внутреннего воздуха, поверх утеплителя необходимо устраивать пароизоляцию. Перехлест полотнищ пароизоляционного материала должен быть не менее 100мм, чтобы обеспечить герметичность, швы необходимо проклеивать скотчем или специальной пленкой.



Рисунок 4.6 - Утепление плитных перекрытий подвала

Если используется фольгированная пароизоляция, то блестящая сторона материала должна быть установлена в сторону теплого помещения. Обязательно следует предусмотреть воздушную прослойку между основанием пола и пароизоляцией, очень важно устроить отверстия на расстоянии примерно 4,5м одно от другого вдоль всего периметра цокольной части здания.

Все эти меры оградят подвал и теплые помещения от появления плесени, сырости и запаха гнили, т.к. влага будет испаряться наружу. В зависимости от теплозащитных свойств и применению, по коэффициенту теплопроводности и другим характеристикам, определяется толщина утеплителя.

Для того, чтобы утеплить существующее цокольное перекрытие, рекомендуется со стороны подвала прикрепить к нему плиты утеплителя. Они приклеиваются клеящей мастикой к железобетонной плите, затем по сетке оштукатуриваются. В качестве теплоизоляционного материала применяются жесткие плиты (рисунок 4.7).

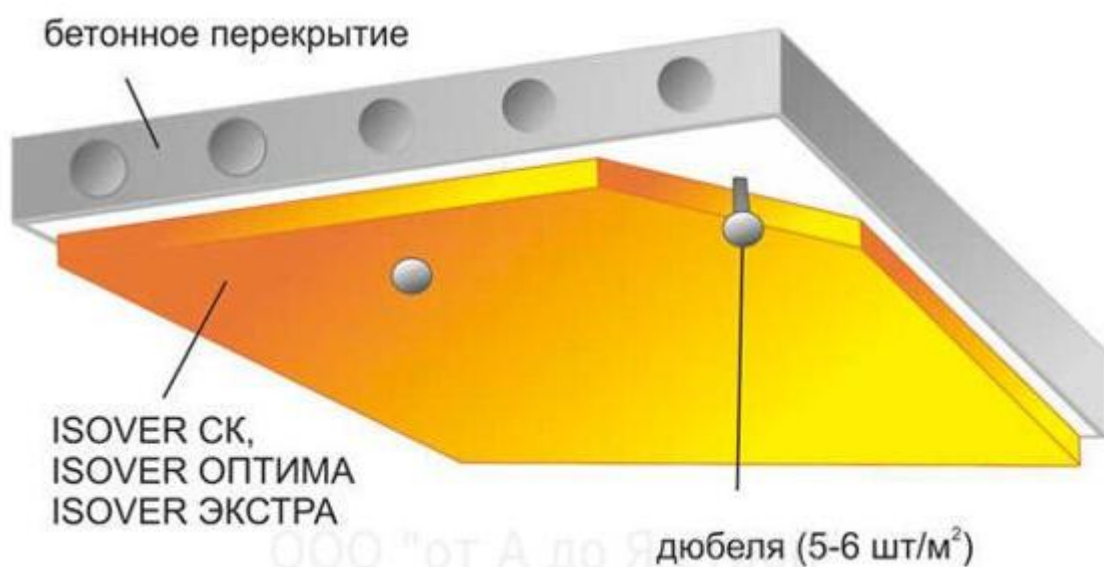


Рисунок 4.7 - Утепление существующего цокольного перекрытия

Утепление балочных перекрытий подвала. В случае утепления цокольных перекрытий, на которые укладываются деревянные балки, на черепные бруски укладывают деревянные щиты, или доски, а уже на них осуществляется укладка теплоизоляционного материала. Опирающиеся на цоколь концы деревянных балок (от 120 до 180 мм), обертывают рубероидом, полиэтиленовой пленкой или другим гидроизоляционным материалом.

Торцы балок остаются открытыми; параллельная наружной стене крайняя балка укладывается с небольшим зазором, а образовавшееся

пространство заполняется волокнистым теплоизоляционным материалом. Уложенный на щиты утеплитель необходимо защитить пароизоляцией с «теплой» стороны. Затем, на балки укладываются лаги, по лагам укладывается фанера или другой выравнивающий материал, а затем уже идет чистовое отделочное покрытие.

Утепление цоколя. Утепление при реконструкции можно осуществить со стороны подвала, если такой имеется. С помощью деревянных реек к подшивке потолка цокольного перекрытия прикрепляют пароизоляционный материал (с перехлестом на 100 мм). Потом производится монтаж деревянных брусков на расстоянии размеру утеплителя. В распор между брусками устанавливают плиты утеплителя, закрепить их можно одновременно с отделочным материалом (например, пластиковым сайдингом) или оштукатурить, обшить досками, хвойной вагонкой или другими материалами.

Чтобы воспрепятствовать капиллярному подъему влаги, между стенами фундамента и цокольным перекрытием необходимо устраивать горизонтальную гидроизоляцию. Ввиду того, что цоколь подвергается постоянному увлажнению, материал, из которого он возводится, должен быть достаточно плотным – это может быть обожженный кирпич, тяжелые бетонные блоки или бутовый камень. Для облицовки цоколя применяются каменные плиты, облицовочная или керамическая плитка, возможно оштукатуривание цоколя (раствор штукатурный должен быть обязательно на цементной основе).

Если имеется отапливаемый подвал, то в качестве утеплителя - наиболее оптимальным материалом признается экструдированный пенополистирол, т.к. обладая высокими теплоизоляционными свойствами во влажной среде, он имеет водопоглощение близкое к нулю.

Клеи и мастики, которые используют для монтажа плит из пенополистирола, не должны содержать компонентов, способных растворить пенополистирол (такими свойствами обладают ацетон,

сольвент). Также нежелательно использовать для крепления подобных плит горячие битумные мастики. Для утепления цоколя теплозащитный материал желательнее располагать с наружной стороны (рисунок 4.8).

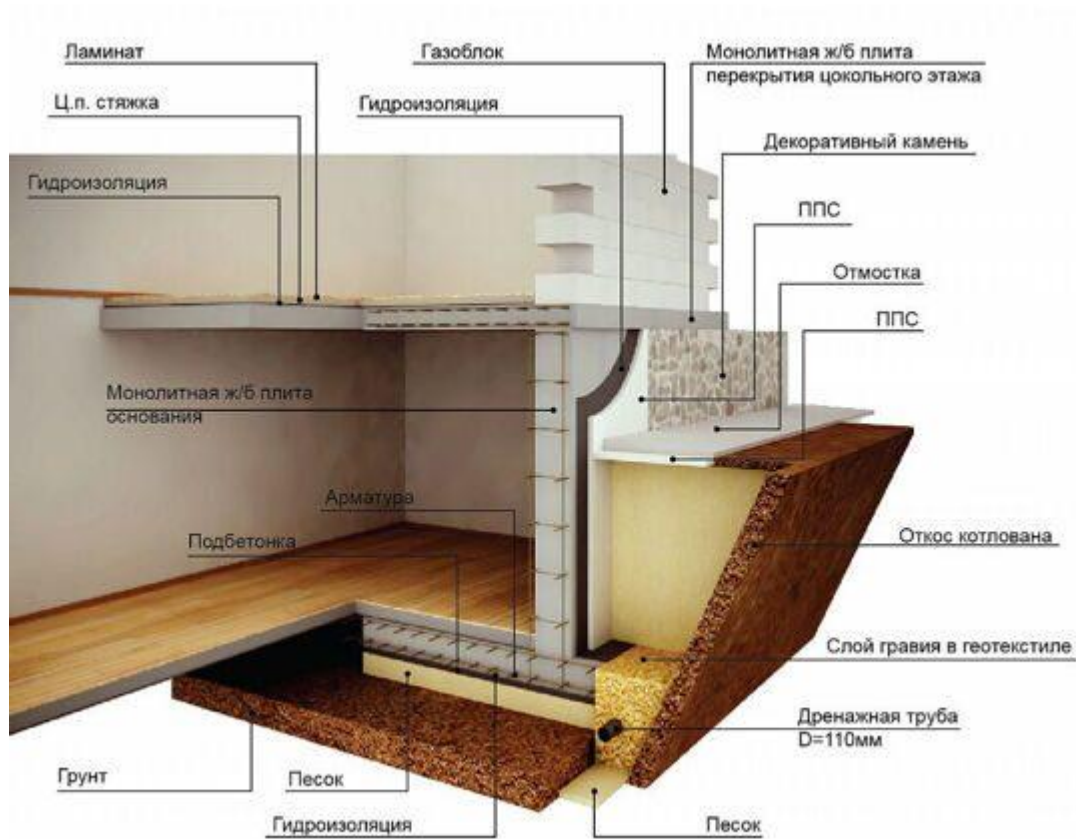


Рисунок 4.8 – Утепление цоколя

Обновление систем отопления и горячего водоснабжения. Для снижения расходов на потребляемые ресурсы необходимо внедрить энергосбережение в системах горячего водоснабжения и отопления. Для этого разработаны следующие мероприятия:

1. Регулярная плановая проверка исправности всех узлов агрегатов и поддержание их в стандартном состоянии (позволяет снизить расходы на 20% по сравнению с предприятиями, где используются поврежденные котлы, фильтры, золоуловители и другое оборудование);

2. Замена устаревших насосных уплотнителей из асбестографита на тефлоновые (окупается менее чем за полгода, так как срок службы детали из нового материала в 6 раз выше);

3. Постепенная замена труб и арматуры (снижает общий расход в конечном результате на 10%);

4. Полимерные трубы большего диаметра вместе с изменением конструкции инженерных коммуникаций позволяют снизить потери от трения воды на 75% и продлить срок эксплуатации в три раза. Гладкость внутренних стенок влияет на коэффициент гидравлического сопротивления. Это значит для перекачки того же объема жидкости требуется на четверть меньше мощности;

5. Очистка труб и агрегатов от отложений – достаточно простая задача, которая может быть выполнена как механическим, так и химическим способом, но требующая остановки производственного процесса. Для сетей отопления и горячего водоснабжения правильным решением будет установка специального агрегата с очищающими присадками, которые не влияют на жесткость, но не позволяют осадку накапливаться.

6. Локализация и устранение утечек. Акустическое и инфракрасное оборудование позволяет найти незапланированный расход, однако оно достаточно дорогостоящее, поэтому лучше установить счетчик на входе в здание и наблюдать за стандартным расходом. Таким же образом можно контролировать водный баланс предприятия и определить, какой именно узел потребляет чрезмерные объемы ресурсов.

Обновление системы вентиляции. В настоящее время повышение требований энергоэффективности зданий требуют улучшение свойств изоляции и герметизации зданий и не позволяет выполнять естественный приток воздуха, поэтому поиск способов экономии на отоплении требует более тщательного контроля источников тепловых потерь, включая саму вентиляцию, на долю которой приходится большая часть.

На сегодняшний день основным источником экономии энергоресурсов является вентиляция. Если в зданиях с отсутствующей или недостаточной изоляцией экономия расходов на отопление составляет в среднем 20–25%, то в зданиях с высоким уровнем изоляции экономия расходов на отопление

может составить 50% (рисунок 4.9). Поэтому очень важно использовать эффективную систему вентиляции, которая успешно сочетает в себе высокие параметры энергоэффективности и качества воздуха в помещении.

Среди вентиляционных систем существует одна, которая успешно сочетает в себе высокие параметры энергоэффективности и качества воздуха в помещении - Адаптивная система вентиляции. Адаптивная система вентиляции обеспечивает оптимизацию потребления тепловой энергии и качества воздуха внутри помещений в полностью автоматическом режиме.

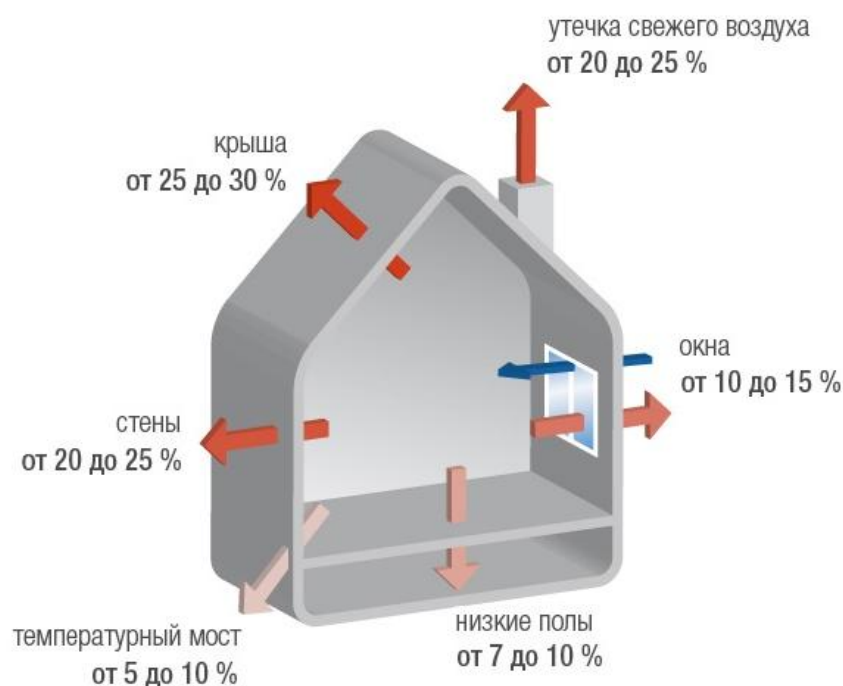


Рисунок 4.9 – Тепловые потери в неизолированном здании

Обновление систем электроснабжения. При реконструкции зданий особое внимание необходимо уделить энергосбережению в осветительных установках системы электроснабжения. Мероприятия по энергосбережению могут быть реализованы при помощи источников света с более высоким коэффициентом полезного действия, максимального использования естественного освещения, автоматического отключения света (при его ненужности) и снижение мощности источников света в том случае, когда это не мешает нормальному протеканию технологических процессов.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В ходе проведения исследований было выявлено, что градостроительные концепции неразрывно связаны с потреблением топливно-энергетических ресурсов, также в России при разработке генеральных планов и территориального планирования застройки городов не уделялось должного внимания энергосбережению.

Для рационального и эффективного использования энергетических ресурсов на городских территориях необходимо снизить объемы потребляемого топлива, что позволит сократить выбросы парниковых газов, таким образом сократив неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Кроме того, большее внимание уделяется именно процессу строительства зданий и сооружений, а не экономной и правильной их эксплуатации, а также своевременному ремонту и реконструкции существующего жилищного фонда.

В связи с этим, рекомендуется применять технологии энергосбережения, разработанные в п.1.3 данной работы.

При анализе нормативных документов в области тепловой защиты, было выявлено, что основополагающим документом является СНиП II-V.3 Строительная теплотехника [17], на котором основываются последующие документы, заменяющие его, с небольшими изменениями.

В настоящее время действуют СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий [23], СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [24], а также СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [22] на основании которых производятся теплотехнические расчеты ограждающих конструкций.

Также была рассмотрена нормативная база по тепловой защите стран Евросоюза. В европейских странах сейчас заинтересованы в строительстве не только энергоэффективных зданий, но и домов нулевого энергопотребления,

чего нельзя встретить в нашей стране. Это можно объяснить тем, что во многих передовых странах развитие энергоэффективности зданий с использованием возобновляемых источников энергии стало государственной программой особой важности.

Для оценки эффективности мероприятий по снижению пагубного влияния зданий на окружающую среду и здоровье человека в 24-х странах существует 32 национальные системы стандартов.

В России в феврале 2010 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии зарегистрирована первая российская национальная Система добровольной сертификации объектов недвижимости – «зеленые стандарты».

Таким образом, Россия на пути к повышению энергосбережения. Реализация данных мероприятий на уровне обязательных требований позволит сделать большой шаг в повышении качества проектирования.

При всей явной масштабности государственного подхода к энергосбережению и улучшению экологии, остаются незамеченными примитивные факторы экологической катастрофы некоторых регионов – печное отопление. Для Республик Хакасия и Тыва, а также Красноярского края данный фактор является существенным в зимнее время. Особенности географического положения периодически создают высокую степень загрязненности окружающей среды выбросами сажи и угарного газа. Проводимые исследования позволяют дать однозначный ответ – улучшение экологической обстановки возможно при снижении выбросов от сжигания топлива. При этом следует отметить, что основная масса частного сектора и малоэтажных многоквартирных домов не соответствует даже минимальным требованиям энергетической эффективности.

В ходе данного исследования была проведена тепловизионная съемка панельных домов массовых серий, был произведен расчет температурных полей для узлов примыкания панелей здания друг к другу, были определены причины низких показателей энергоэффективности панельных домов, также

выполнено математическое моделирование теплового режима конструкции в холодное время года. В работе представлены термограммы, на основании которых сделаны выводы об искажении температурных полей, что приводит к появлению промерзаний, конденсата и развитию грибковых образований в период эксплуатации здания.

Анализируя большое количество проектов капитальных ремонтов жилых домов в РХ, было выявлено, что основное внимание уделяется замене и ремонту крыш и инженерных сетей, при этом рассмотрение вопросов теплосбережения практически нулевое.

Были рассмотрены узлы цокольной и карнизной части здания. Для каждого из узлов были подобраны дополнительные меры по теплоизоляции, что позволяет улучшить показатели энергоэффективности зданий при более глубоком и детальном подходе к данному вопросу.

Разработаны следующие мероприятия по повышению уровня тепловой защиты на основании проведенных исследований:

- 1) Пересмотр и корректировка нормативной базы по тепловой защите зданий, а именно внесение изменений в нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, а также некоторые пункты действующих нормативных документов;
- 2) Повышение термического сопротивления ограждающих конструкций (утепление стен, использование энергосберегающих окон);
- 3) Обеспечение непрерывного контура утепления здания;
- 4) Учет работы наружной оболочки здания в зимний период (на этапе проектирования);
- 5) Использование эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях, обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений;

б) Правильная организация микроклимата помещений, применение эффективных видов отопительных приборов и более рационального их расположения;

7) Блокирование зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий;

8) Снижение площади световых проемов жилых зданий до минимально необходимой по требованиям естественной освещенности;

9) Устройство тамбурных помещений за входными дверями;

Таким образом, при использовании данных мероприятий по повышению уровня тепловой защиты при проектировании новых, а также реконструкции существующих зданий и сооружений, улучшится ситуация с энергоэффективностью в регионе, что позволит снизить концентрацию угарного газа и сажи в воздухе на 30–40 %, а также энергопотребление на 30%.

В связи с необходимостью пересмотра и корректировки нормативной базы по тепловой защите зданий, в данной работе предлагается внести изменения в действующие документы, которые представлены в п. 4.1.

Для энергетически эффективной реконструкции городской застройки в данной работе были разработаны рекомендации для проектировщиков и строителей, которые должны соблюдаться при реконструкции и капитальном ремонте здания.

В связи с постоянным повышением требований энергетической эффективности необходимо преобразование и обновление сложившейся городской застройки, поэтому необходимо внедрение в проекты реконструкции городской застройки комплекса локальных и зонально-территориальных энергосберегающих мероприятий, а именно:

- 1) Утепление кровель и чердаков;
- 2) Утепление фасадов;
- 3) Замена окон и балконных дверей;

- 4) Утепление перекрытий подвалов;
- 5) Обновление систем отопления и горячего водоснабжения;
- 6) Обновление системы вентиляции;
- 7) Обновление систем электроснабжения;

Таким образом, соблюдение данных мероприятий и рекомендаций приведет к энергетически эффективной реконструкции городской застройки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения магистерской диссертации были проведены методические исследования, касающиеся энергосберегающих технологий реконструкции городской застройки. Данная работа состоит из четырех глав.

В первой главе рассмотрено понятие «энергосбережение», классификация зданий по энергосбережению, также рассмотрены причины тепловых потерь существующих зданий. Проанализирована нормативная база энергосберегающих технологий в градостроительстве. Рассмотрены применяемые технологии энергосбережения при строительстве и реконструкции зданий и сооружений. Также сделаны выводы по первой главе, обозначены цель и задачи исследования.

Во второй главе проведен анализ нормативной базы в области проектирования тепловой защиты, начиная с первого поколения СНиП, также рассмотрена динамика изменения нормативной базы до действующих в настоящее время СП и СНиП. Составлена схема содержания энергетического паспорта, который предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания показателям, установленным в нормах. Кроме того, проведено сравнение российских и зарубежных нормативов.

В третьей главе проведено исследование проектных решений в Республике Хакасия. В ходе работы был проведен визуальный осмотр с помощью тепловизора FlirB200 для выявления дефектов конструкций, трещин, мест возникновения тепловых потерь и мест образования биологической коррозии. Произведен расчет структурных узлов с использованием программного пакета ELCUT для изучения температурного поля внешней ограждающей конструкции для зданий, подлежащих капитальному ремонту. Затем проанализированы составляющие компоненты характеристик энергоэффективности здания. Также представлен обзор

дефектов, получившиеся в результате разработки не энергоэффективных узлов в проектах капремонтов многоквартирных жилых домов. Разработаны мероприятия по повышению уровня тепловой защиты, при использовании которых улучшится ситуация с энергоэффективностью в регионе.

В четвертой главе разработаны рекомендации по повышению энергетической эффективности объектов при реконструкции городской застройки. Предложены корректировки для внесения изменений в нормативные документы. Так они бы стали более работоспособными и могли бы повысить энергетическую эффективность существующих и проектируемых зданий. Разработаны рекомендации для проектировщиков и строителей, которые должны соблюдаться при реконструкции и капитальном ремонте зданий. Сделаны общие выводы по работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменения в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года N 261-ФЗ.
2. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. Введ. взамен СП 23-101-2000; дата введ. 1.06.2004. М.: Минрегион России, 2004. 186с.
3. Кирюдчева А.Е. Энергоэффективность ограждающих конструкций общественных зданий / А.Е. Кирюдчева, В.В. Шишкина, Д.В. Немова // Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 5 (44). 2016. 19-30. – URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2016/5\(44\)/2_kiryudcheva_44.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2016/5(44)/2_kiryudcheva_44.pdf) (дата обращения 17.01.2022)
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. взамен СП 50.13330.2010; дата введ. 1.07.2013. М.: Минрегион России, 2012. 73с.
5. Ахмадеева, О. А. Проблемы энергосбережения в России и пути их решения / О. А. Ахмадеева, М. А. Енькова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2016. - № 7 (111). - С. 758-760. - URL: <https://moluch.ru/archive/111/27436/> / (дата обращения: 28.01.2022).
6. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 N 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года»
7. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022).
8. Мартынова Е.В. Методические основы энергетически эффективной реконструкции городской застройки: дис. ... канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 2014. – 208с.

9. Постановление правительства РФ от 25.01.2011 г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» // Официальный сайт компании Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109801 / (дата обращения: 29.01.2022).
10. Касьянов В.Ф. Энергосберегающие мероприятия в градостроительстве / В.Ф. Касьянов, Д.В. Грибов // Вестник МГСУ, 2011. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberegayuschie-meropriyatiya-v-gradostroitelstve-1/viewer> (дата обращения 29.01.2022).
11. Булгаков С.Н. Энергосберегающие технологии вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов / С.Н. Булгаков // АВОК №2, 1998. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=140 (дата обращения 9.02.2022).
12. Шеина С.Г., Мартынова Е.В., Гиря М.А. Методические основы энергоэффективной реконструкции городской застройки / С.Г. Шеина, Е.В. Мартынова, М.А. Гиря // Академический Вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН №4, 2014. URL: <https://findpatent.ru/magazine/016/163600.html> (дата обращения 9.02.2022).
13. Шеина, С.Г. Разработка алгоритма внедрения экосистемного подхода на предпроектной фазе жизненного цикла строительного объекта / С.Г. Шеина, А.Н. Миненко // Инженерный вестник Дона (электронный журнал). - 2012. -№ 4 (Часть 1).
14. Стребезев, А. В. Система управления энергосбережением в жилищной сфере: дис. ... канд. экон. наук в форме научного доклада: 08.00.05 / Стребезев Алексей Валерьевич. - М., 2011. 55 с.

15. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений" Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. Введ. взамен СП 42.13330.2010; дата введ. 20.05.2011. М.: Минрегион России, 2011. 114с.
16. Голованова Л.А. Формирование региональной политики энергосбережения и оценка её результативности (на примере Хабаровского края): автореф. дис. ...док. эконом. наук: 08.00.05 / Голованова Лариса Анатольевна. – Хабаровск, 2007. 49 с.
17. СНиП II-V.3 Строительная теплотехника. Введ. впервые; дата введ. 1.01.1995. М.: Госстрой СССР, 1954. 30с.
18. СНиП II-A.7-62* Строительная теплотехника. Нормы проектирования. Введ. взамен СНиП II-V.3 Строительная теплотехника; дата введ. 1.07.1963. М.: Госстрой СССР, 1964. 30с.
19. СНиП II-V.6-62 Ограждающие конструкции. Нормы проектирования. Введ. взамен СНиП II-V.4; дата введ. 1.07.1963. М. Госстрой СССР, 1964. 20с.
20. СНиП II-A.7-71 Строительная теплотехника. Нормы проектирования. Введ. взамен СНиП II-A.7-62 и СНиП II-V.6.62; дата введ. 1.04.1972. М. Госстрой СССР, 1971. 30с.
21. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника. Введ. взамен СНиП II-A.7-71; дата введ. 1.07.1979. М.: Минстрой России, 1995. 49с.
22. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. Введ. взамен СНиП II-3-79*; дата введ. 1.10.2003. М. Госстрой России, 2004. 31с.
23. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. Введ. взамен СП 23-101-2000; дата введ. 1.06.2004. М.: Госстрой России, 2004. 186с.
24. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003; дата введ. 1.07.2013. М.: Минрегион России, 2012. 139с.

25. Papadopoulos Agis M. Forty years of regulations on the thermal performance of the building envelope in Europe: Achievements, perspectives and challenges // *Energy and Buildings*. Volume 127. – 2016. – P. 942–952. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778816305400?via=ihub#> (дата обращения: 16.03.2022)
26. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Симонов В. А. Тенденции развития норм по тепловой защите зданий в России // *Вестник ИШ ДВФУ*. – 2012. - №2 (11). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-norm-po-teplovoy-zaschite-zdaniy-v-rossii> (дата обращения: 17.03.2022).
27. Низамиева Э.Р. Подготовка российских специалистов к применению «зеленых» стандартов. – DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-8-77-85 // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2021. № 8. С. 77–85. URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/en/nauka/article/44486/view> (дата обращения: 18.03.2022)
28. Roderick Ya. Comparison of energy performance assessment between LEED, BREEAM and Green Star / Ya Roderick, D. Mcewan, C. Wheatley, C. Alonsi. // *Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland*. – 2009. – P. 10. – URL: https://www.researchgate.net/publication/228409870_Comparison_of_energy_performance_assessment_between_LEED_BREEAM_and_Green_Star (дата обращения: 18.03.2022)
29. Kelwin Pereira Da Silva. Green buildings: a worldwide overview on leed, breeam and green star certifications / Green buildings: uma análise do panorama mundial das certificações leed, breeam e green star / Kelwin Pereira Da Silva, Karen Niccoli Ramirez. – DOI: 10.34117/bjdv7n8-471 // *Brazilian Journal of Development*. – 2021. – №8. – URL: https://www.researchgate.net/publication/354367974_Green_buildings_a_worldwide_overview_on_leed_breeam_and_green_star_certifications

- [buildings uma analise do panorama mundial das certificacoes leed bree am e green star](#) (дата обращения: 19.03.2022)
30. Гагарин В.Г. О нормировании тепловой защиты зданий в Китае / В. Г. Гагарин, Чжоу Чжибо. // Жилищное строительство. 2015. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-normirovanii-teplovoy-zaschity-zdaniy-v-kitae> (дата обращения: 19.03.2022)
31. ГОСТ Р 54964–2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. – Введ. 1.03.2013, - Москва, 2013.
32. Асаул А.Н. Основные Направления Развития «Зеленого» Строительства / А. Н. Асаул, С. Н. Иванов. // Вестник Тogu. 2015. № 1(36). URL: https://pnu.edu.ru/media/vestnik/articles-2015/169-178_%D0%90%D1%81%D0%B0%D1%83%D0%BB_%D0%90_%D0%9D.%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%A1.%D0%9D.pdf (дата обращения: 19.03.2022)
33. Халимов О. З. К вопросу о типологии дефектов теплопотерь через ограждающие конструкции индивидуальных зданий / О. З. Халимов, Н. М. Халимова // Строительство и реконструкция. – 2017. – №. 3. – С. 94-100.
34. Плинта П. М. Анализ факторов целесообразности теплозащиты жилых домов в черте старой застройки города Абакана / П. М. Плинта, О. З. Халимов // International Journal of Professional Science. – 2020. – № 3. – С. 25-31.
35. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные – Введ. 1.01.2013. – Москва, 2013.
36. ГОСТ Р 59242-2020 Здания и сооружения. Расчет температурного поля узлов ограждающих конструкций. – Введ. 8.12.2020. – М.: Стандартиформ, 2021. 11с.
37. Лобовко А.В. Энергосберегающие оконные системы: состояние, тенденции и перспективы // сб. статей XX Межд. науч.-практич. конф. 30 апреля 2018 г. Пенза: Изд-во Наука и Просвещение. – 2018. - №1. –

стр. 278-285. – URL:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32881700&selid=32881970> (дата
обращения: 28.03.2022)

38. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1/ Под. Ред. В.Г. Лисиенко. — М.: Теплоэнергетик, 2003. — 688с.
39. Л.Д. Богуславский, В.И. Ливчак, В.П. Титов. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Справочное пособие. Под. Ред. Л.Д. Богуславского, В.И. Ливчака. — М.: Стройиздат, 1990. — 624с.
40. Самарин О.Д., Лушин К.И. Об энергетическом балансе жилых зданий. Журнал «Новости теплоснабжения» №8 (84) 2007 г.
41. В. И. Ливчак, Обоснование расчета удельных показателей расхода тепла на отопление разноэтажных жилых зданий. Журнал АВОК №2/2005.
42. СанПиН 2.1.2.1002 Проектирование, строительство и эксплуатация жилых зданий, предприятий коммунально-бытового обслуживания, учреждений образования, культуры, отдыха, спорта. – Введ. впервые; Дата введ. 1.07.2001. – М.: Минздрав России, 2001. – 15с.
43. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. взамен ГОСТ 12.1.005-7; Дата введ. 1.01.1989. – М.: Стандартиформ, 2008. – 48с.
44. ГОСТ Р 54858-2011 Конструкции фасадные светопрозрачные. Метод определения приведенного сопротивления теплопередаче. – Введ. впервые; Дата введ. 1.07.2012. – М.: Стандартиформ, 2011. – 42с.
45. ГОСТ Р 54964-2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. Введ. впервые; Дата введ. 01.03.2013. – М.: Стандартиформ, 2013. – 54с.

- 46.Королев, Д. Ю. Современные методы повышения тепловой защиты зданий / Д. Ю. Королев, В. Н. Семенов. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2010. - № 3 (14). - С. 26-29. - URL: <https://moluch.ru/archive/14/1280/> (дата обращения: 15.05.2022).
- 47.Самарин О.Д., Лушин К.И. Об энергетическом балансе жилых зданий. Журнал «Новости теплоснабжения» №8 (84) 2007.
- 48.Адигамова, З. С. Применение энергоэффективных технологий и материалов при проектировании индивидуального жилья / З. С. Адигамова, Е. В. Лихненко, В. А. Герц, Л. В. Сыродоева. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2017. - № 21.1 (155.1). - С. 111-115. - URL: <https://moluch.ru/archive/155/44124/> (дата обращения: 17.05.2022).
- 49.Чернов, В. А. Мероприятия по снижению теплопотерь через ограждения и по экономии энергии на эксплуатацию зданий / В. А. Чернов, А. М. Масьянова. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2015. - № 5 (85). - С. 196-199. - URL: <https://moluch.ru/archive/85/15838/> (дата обращения: 17.05.2022).
- 50.Учинина, Т. В. Обзор методов повышения энергоэффективности жилых зданий / Т. В. Учинина, Н. В. Бабичева. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2017. - № 10 (144). - С. 101-105. - URL: <https://moluch.ru/archive/144/40336/> (дата обращения: 17.05.2022).
- 51.Ибрагимов, У. Х. Повышение эффективности систем отопления / У. Х. Ибрагимов, У. Х. Икромов, Б. И. Рашидов. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2015. - № 4 (84). - С. 195-196. - URL: <https://moluch.ru/archive/84/15540/> (дата обращения: 18.05.2022).
- 52.Аверина, О. И. Критерии оценки энергетической эффективности / О. И. Аверина, Е. Г. Москалёва, Т. С. Морозкина. -Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2014. - № 8 (67). - С. 427-429. - URL: <https://moluch.ru/archive/67/11289/> (дата обращения: 18.05.2022).

53. Технология энергосбережения: Учебник / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с.
54. Sheina, S.G. Environmental aspects of programme realization of energy saving in the housing stock in Rostov-on-Don / S.G. Sheina, E.V. Martynova // Annual International Symposium «Environmental, Engineering — Economic and Legal Aspects for Sustainable Living». Program abstracts. - Hannover, Germany, 2013. - P. 85-86.
55. Mysen M. Requirements for well-functioning demand-controlled ventilation. / M. Mysen, P. G. Schield, REHVA, № 5 (48), 14–18. 2011.
56. Malyavina E. G. Heat Loss in a Building / E. G. Malyavina / Moscow, AVOK-Press, 2007.
57. Otegenova J.O. Energy saving in the engineering systems of buildings and structures / J.O. Otegenova - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2021. - № 18 (360). - С. 111-112. - URL: <https://moluch.ru/archive/360/80565/> (дата обращения: 19.05.2022).
58. Мяо, Цянцян. Energy efficiency in architecture / Цянцян Мяо. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2018. - № 22 (208). - С. 164-166. - URL: <https://moluch.ru/archive/208/50924/> (дата обращения: 20.05.2022).
59. Долаева, З. Н. Перспективность внедрения энергоэффективных технологий в строительстве / З. Н. Долаева, А. Р. Урусов. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2016. - № 26 (130). - С. 32-35. - URL: <https://moluch.ru/> (дата обращения 20.05.2022).
60. Дороничева, Р. М. Перспективы развития нормативно-технического обеспечения в области энергетической эффективности в зданиях / Р. М. Дороничева, Г. А. Иващенко. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2016. - № 19 (123). - С. 64-67. - URL: <https://moluch.ru/archive/123/33919/> (дата обращения: 21.05.2022).

61. Kornilov T. Thermal protection of low-rise buildings from light steel thin-walled structures / T. Kornilov, A. Nikiforov. // Magazine of Civil Engineering, № 8 (84). 2018. с. 140–149.
62. Tenpierik, M.J., Analytical model for computing thermal bridge effects in high performance building panels // M.J. Tenpierik, W.H., Van der Spoel, J.M. Cauber, - URL: http://www.researchgate.net/publication/242269808_Analytical_Model_for_Computing_Thermal_Bridge_Effects_in_High_Performance_Building_Panels (дата обращения: 22.05.2022).
63. Garay, R., Performance assessment of thermal bridge elements into a full scale experimental study of a building façade. Energy and buildings // R. Garay, A. Uriarte, I. Apraiz, 2014. № 85. С. 579–591.
64. Santos, P, Energy efficiency of lightweight steel-framed buildings // P. Santos. - URL <https://www.intechopen.com/books/energy-efficient-buildings/energy-efficiency-of-lightweightsteel-framed-buildings> (дата обращения 25.05.2022).
65. Данилов Н.Д., Павлов Н.Н. Прогнозирование температурного режима угловых соединений наружных ограждающих конструкций // Н.Д. Данилов, В.Ю. Шадрин // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 4. С. 20–22.
66. Данилов Н.Д., Анализ формирования температурного поля наружной стены с фасадной железобетонной панелью / Н.Д. Данилов, А.А. Собакин, Е.Г. Слободчиков, П.А. Федотов, В.В. Прокопьев // Жилищное строительство. 2013. № 11. С. 46–49.
67. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий / А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1. С. 9–13.

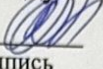
Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХТИ - филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.Н Шibaева
подпись инициалы, фамилия

«29» 06 2022 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Методические основы энергосберегающих технологий реконструкции
городской застройки


тема

08.04.01 Строительство

код и наименование направления

08.04.01.16 Промышленное и гражданское строительство: проектирование

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель  28.06 доцент, к.т.н.

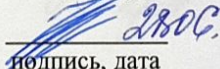
подпись, дата

должность, ученая степень

Е.Е. Ибе

инициалы, фамилия


Выпускник

 28.06
подпись, дата

Ю.Ю. Черчинский

инициалы, фамилия

Рецензент

 28.06 Директор ООО
«Хакасгражданстрой»
подпись, дата должность, ученая степень

О.В. Манжула

инициалы, фамилия

Абакан 2022