

Международная образовательная корпорация

УДК 69.001.5

На правах рукописи

ТУХТАМИШЕВА АЙНУР ЗОКИРОВНА

**Экономическое и техническое обоснование оптимального уровня
энергоэффективности жилых зданий в Казахстане**

Специальность 6D072900 - Строительство

Диссертация на соискание степени доктора философии PhD

Научные консультанты:

Отечественный научный консультант
Адилова Д.А., к.э.н, профессор (МОК)
Международная образовательная
корпорация

Зарубежный научный консультант
Блюджюс Раймондас,
д.т.н., профессор(КТУ)
Каунасский технологический университет

Республика Казахстан
Алматы, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
	ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
	ВВЕДЕНИЕ	7
1	МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОПЫТ КАЗАХСТАНА В СФЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	13
1.1	Хронология внедрения требований к энергоэффективности в строительстве	13
1.2	Анализ соотношения использования энергии в зданиях и защитой окружающей среды	16
1.3	Усовершенствование строительных материалов и технологий для сокращения потребления энергии и выброса парниковых газов в строительстве.....	17
1.4	Главные цели, проводимые мероприятия и ожидаемые результаты по повышению энергоэффективности строительства в Казахстане.....	19
	Выводы по 1 разделу	28
2	НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	30
2.1	Анализ научных исследований в сфере определения и сертификации энергоэффективности зданий.....	30
2.2	Обзор мировых концепций проектирования и строительства энергоэффективных зданий.....	33
2.3	Технические аспекты увеличения энергоэффективности зданий... ..	38
	Выводы по 2 разделу	56
3	МЕТОДИКА РАСЧЕТА И БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	57
3.1	Методика определения оптимального уровня теплоизоляции.....	57
3.2	Определение климатических данных и требований к условиям внутреннего микроклимата.....	59
3.3	Определения срока эксплуатации зданий и их конструктивных элементов.....	63
3.4	Создание моделей репрезентативных жилых зданий.....	66
3.5	Создание базы данных инвестиций на строительство.....	69
3.6	Определение энергетических расходов жилых зданий в течении срока эксплуатации.....	72

3.7	Расчет годовых затрат на повышение теплоизоляции ограждающих конструкций.....	72
	Выводы по 3 разделу	74
4	РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЗДАНИЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО СОКРАЩЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ.....	75
4.1	Расчет и анализ оптимальной теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий.....	75
4.2	Расчет энергетических характеристик образцовых зданий с рекомендуемыми теплоизоляционными свойствами ограждающих конструкций.....	85
4.3	Анализ возможностей снижения эмиссии парникового газа повышая энергоэффективность новых жилых зданий.....	86
	Выводы по 4 разделу	92
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	94
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	98
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	106

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ ISO/IEC 17020-2013 «Оценка соответствия. Общие требования к работе различных типов органов, проводящих инспекции»
2. ГОСТ 30494-96 Межгосударственный стандарт «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
3. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
4. СП РК 1.04-102-2012 «Правила оценки физического износа зданий и сооружений»
5. СН РК 2.04-04-2011 «Тепловая защита зданий»
6. СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»
7. Система менеджмента качества ISO9001
8. EN 15459:2008 Энергоэффективность зданий - Процедура экономической оценки энергетических систем в зданиях
9. EN ISO 6946:2017 Строительные компоненты и строительные элементы. Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи
10. EN ISO 13790:2008 Энергоэффективность зданий - Расчет использования энергии для отопления и охлаждения помещений.
11. EN ISO 52000-1:2017) Энергоэффективность зданий - Общая оценка EPB - Часть 1: Общие рамки и процедуры
12. Директива 2002/91/ЕС Европейского парламента и Совета от 16 декабря 2002 года об энергетических показателях здания
13. Директива 2012/27 / EU Европейского парламента и Совета от 25 октября 2012 года по энергоэффективности, вносящая поправки в Директивы 2009/125 / ЕС и 2010/30 / EU и отменяющие Директивы 2004/8 / ЕС и 2006/32 / ЕС (Текст актуально для ЕЭЗ)
14. Директива (ЕС) 2018/2002 Европейского парламента и Совета от 11 декабря 2018 г., вносящая поправки в Директиву 2012/27 / ЕС по энергоэффективности (текст, имеющий отношение к ЕЭЗ)
15. Директива (ЕС) 2018/844 Европейского парламента и Совета от 30 мая 2018 г., вносящая поправки в Директиву 2010/31 / ЕС по энергоэффективности зданий и Директиву 2012/27 / ЕС по энергоэффективности (текст, имеющий отношение к ЕЭЗ)

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Энергоэффективность - это эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов. Использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве.

Энергоаудит - это энергетическое обследование предприятий и организаций предполагает оценку всех аспектов деятельности предприятия, которые связаны с затратами на топливо, энергию различных видов, воду и некоторые энергоносители.

Пассивный дом - это здание, основной особенностью которого является интенсивное использование не поставляемой энергии - солнечной и выделенной внутри здания, имеющие малое энергопотребление - в среднем около 10 % от удельной энергии на единицу объёма, потребляемой большинством современных зданий.

Возобновляемые источники энергии - это энергия из источников, которые, по человеческим масштабам, являются неисчерпаемыми. Возобновляемую энергию получают из природных ресурсов, таких как: солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы и геотермальная теплота, которые являются возобновляемыми (пополняются естественным путем).

Теплопотери - это тепло, уходящее за пределы здания.

Теплоизоляция - это элементы конструкции, которые уменьшают процесс теплопередачи и выполняет роль основного термического сопротивления в конструкции.

Теплообменник - это устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя средами, имеющие различные температуры.

Тепловой насос - это устройство, что передает тепловую энергию из среды с невысокой температурой в среду с более высокой температурой.

Рекуператор - это устройство, который обеспечивает теплообмен между входящими и исходящими воздушными потоками.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АТП - Автоматизированный тепловой пункт
АСКУЭ - Автоматизированная система контроля и учёта энергоресурсов
АПЗ - Архитектурно-планировочного задания
ЕС - Европейский союз
EPBD - Директива по энергетическим характеристикам зданий (Energy Performance of Buildings Directive)
МЭА - Международное энергетическое агентство
ПП - Постановление правительства
РК - Республика Казахстан
СН - Строительные нормы
СП - Свод правил
СМЭ - Стратегия материалоэффективности
СНГ - Содружество Независимых Государств
США - Соединенные Штаты Америки
СЕН - Европейский комитет по разработке нормативной документации (European Committee for Standardization)
ТОО - Товарищество с ограниченной ответственностью
ТЭР - Топливо-энергетические ресурсы
ТЭЦ - Теплоэлектроцентраль
ЖКХ - Жилищно-коммунальное хозяйство
ЮНИДО - Организация Объединённых Наций по промышленному развитию
ЦА - Центральная Азия
ISO - (International Organization for Standardization) Международная организация по стандартизации
BREEM - (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) Метод экологической оценки эффективности зданий
LEED - (Leadership in Energy and Environmental Design) Руководство по энергоэффективному и экологическому проектированию
NZEB - (Net zero energy buildings) Здание с нулевым потреблением энергии
HVAC - (Heating, Ventilation, & Air Conditioning) Отопление, вентиляция и кондиционирование
PHPP - (Passive House Planning Package) Пакет планирования пассивного дома, программный продукт
РГП - Республиканское государственное предприятие
ГОСТ - Государственный стандарт
КПД - Коэффициент полезного действия

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы: Реализация программ энергосбережения и повышения энергоэффективности является в настоящее время одним из основных инструментов модернизации промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, транспортного сектора и других отраслей экономики Республики Казахстан. Успешная санация жилищного фонда и повышение энергоэффективности всего строительного сектора обеспечивает энергетическую и экологическую безопасность страны. Кроме того, повышение уровня энергоэффективности в строительстве стимулирует внедрение новых инновационных технологий и конструктивных решений, что в свою очередь производит активное воздействие на развитие науки и повышение профессионального уровня проектировщиков и строителей.

Для обеспечения экономической стабильности государства одним из значимых задач является повышение уровня энергоэффективности в строительной области. Наша Родина богата различными энергетическими ресурсами, и правительство уделяет особое внимание развитию энергетики страны. «Важно не забывать, что, инвестируя в строительство дорог, домов и другой инфраструктуры, мы определяем физический и технологический облик наших городов на много лет вперед. Поэтому важно обеспечить трансферт новейших технологий как в строительство, так и в производство стройматериалов. Для этого у нас имеются хорошие возможности» [1].

Рациональное энергетическое сбережение, повышение энергетической эффективности экономики являются самыми основополагающими задачами XXI века не только для Республики Казахстан, но и для остальных стран мира включительно, достижение которых возможно только путем внесения и выполнения организационных мер в сфере энергосбережения и развития использования энергосберегающих технологий. «При выполнении этой задачи важно применять новые методы строительства, современные материалы, принципиально иные подходы в проектировании зданий и планировании городской застройки. Нужно установить повышенные требования к качеству, экологичности и энергоэффективности зданий. Строящиеся и уже имеющиеся дома и объекты инфраструктуры необходимо оснащать системами интеллектуального управления. Это повысит комфортность для населения, сократит потребление электроэнергии, тепла, воды, будет стимулировать естественных монополистов к повышению своей эффективности» [2].

Анализ посланий Первого Президента Республики Казахстан показывает, что каждый год уделяется внимание развитию строительного сектора страны, формируется переход к всевозможным улучшениям экологических показателей при возведении объектов, стремясь перейти на сторону зеленого строительства.

Энергоэффективное строительство с каждым годом приобретает во всем мире все большее развитие, так появляются новые сооружения, построенные по самым современным технологиям, с повышенными показателями к теплозащите и улучшенными характеристиками энергопотребления.

Энергоэффективное здание - это здание, в котором экономия энергоресурсов достигается за счет применения инновационных, технически осуществимых и экономически обоснованных решений, приемлемых с экологической и социальной точек зрения и не ухудшающий условий пребывания людей в зданиях. Для проектирования энергоэффективного здания необходимо иметь соответствующую нормативную базу, опытных проектировщиков, имеющие концептуальные знания эффективного потребления энергии во время строительства и эксплуатации зданий, рынок энергоэффективных материалов, научный потенциал, способный создавать конструктивные решения для энергоэффективных зданий, и, что очень важно, спрос на такие здания. Частный сектор обычно с осторожностью относиться к инновациям в строительстве, поэтому обязанностью государства становится дать направление для внедрения энергоэффективного строительства в стране[3].

В Республике Казахстан жилой сектор потребляет 13,5 % электроэнергии и 24% тепловой энергии и является третьим крупнейшим потребителем тепло- и электроэнергии в стране [4]. Жилищный фонд Казахстана составляет более 270,9 млн. квадратных метров, большую часть которого составляют старые многоквартирные дома централизованным тепло- и энергосбережением, которые на сегодняшний день в среднем потребляют в 2-3 раза больше энергии на кв. метр, чем дома в странах Западной Европы. Так, по данным исследований, в Казахстане расход тепловой энергии в зданиях составляет около 270 кВт на кв. метр в год, в то время как в странах Западной Европы аналогичные показатели в среднем составляют 100-120 кВтч на кв. метр в год [5]. В странах Евросоюза, выполняя требования Европейской директивы по энергоэффективности в строительстве [6], к 2020 году потребление тепловой энергии будет снижено до 20-30 кВтч на кв. метр отапливаемой площади в год, а наибольшая часть потребляемой энергии будет произведена из возобновляющихся энергоисточников.

В последнее десятилетие в результате развития экономики объем жилищного строительства в Казахстане значительно увеличился. Ежегодный прирост объема, введенного в эксплуатацию жилья, составляет от 10% до 36%[7]. С 2005 года жилищное строительство является одним из приоритетных направлений Стратегии развития Казахстана до 2050 года. Государственные программы развития жилищного строительства, утвержденные Президентом Республики Казахстан, были направлены на обеспечение развития строительства доступного жилья, путем снижения его стоимости и предоставления долгосрочных льготных кредитов [8]. По официальным данным [7], доля энергопотребления жилищного сектора в Казахстане удвоилось к 2016 году, по сравнению с 2010 годом. Таким образом, увеличение объемов строительства жилищного сектора означает повышение уровня энергопотребления и, соответственно, выбросов парниковых газов. Чтобы предотвратить рост потребления энергии в строительстве, необходимо существенно изменить концепцию строительства в отношении энергоэффективности зданий.

В мире применяются различные концепции энергоэффективного строительства, но для многих характерны следующие комплексы мероприятий:

- снижение теплотерь зданий за счет повышения теплоизоляционных свойств наружных ограждений;
- снижение потребления энергии, внедряя высокоэффективные инженерные системы отопления, вентиляции и освещения;
- снижение потребления не возобновляющейся энергии, заменяя ее энергией, производимой из возобновляющихся источников.

Повышение уровня теплоизоляции наружных ограждений является первичной задачей на пути к энергоэффективному строительству, потому что применение высокоэффективных, сложных и дорогих инженерных систем целесообразно только при ограниченном и управляемом теплотреблении в зданиях. Как вся система повышения энергоэффективности зданий, так и отдельно взятые комплексные мероприятия по повышению уровня теплоизоляции наружных ограждений должны соответствовать принципу экономической целесообразности - инвестиции в мероприятия повышения энергоэффективности должны окупиться в течение установленного периода эксплуатации здания за счет экономии энергии. Поэтому экономическое и техническое обоснование оптимального уровня теплоизоляции ограждений жилых зданий является главной задачей настоящей диссертационной работы.

Объектом диссертационного исследования является энергоэффективность новых жилых зданий в городе Алматы и Алматинской области.

Предметами диссертационного исследования является:

- экономическое и техническое обоснование оптимального уровня теплоизоляции наружных ограждений новых жилых зданий;
- анализ направлений уменьшения эмиссии углекислого газа за счет повышения энергоэффективности зданий и использования для производства тепла возобновляющихся энергоисточников.

Цель исследования:

Определить уровень тепловой изоляции наружных ограждений жилых зданий, соответствующий оптимальному распределению общих затрат в течение срока эксплуатации и предложить эффективные направления снижения загрязнения окружающей среды выбросами производства тепловой энергии.

Поставленная цель достигается путем решения **следующих задач:**

1. Провести анализ способов повышения энергоэффективности зданий и методов определения оптимальной теплозащиты наружных ограждений для выявления возможностей и направлений сокращения использования тепловой энергии в жилом секторе.

2. Определить технические и экономические показатели источников производства тепловой энергии, конструктивных решений наружных ограждений и теплоизоляционных материалов для определения оптимального уровня теплозащитных характеристик ограждающих конструкций жилых зданий в Алматинском регионе.

3. Адаптировать методику ЕС по определению требований к теплозащите зданий по наименьшим общим затратам в течение срока эксплуатации к условиям жилищного строительства Алматы с целью оптимизации уровня теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий и сопоставимости полученных результатов.

4. Определить рекомендуемые нормативные показатели теплоизоляции наружных ограждений жилых зданий и провести анализ снижения потребления тепловой энергии на примере образцового здания с проектными и оптимальными теплозащитными характеристиками.

5. Разработать направления по внедрению оптимальной теплозащиты здания, энергоэффективных инженерных систем и производства энергии из возобновляющихся источников на динамику снижения потребления тепловой энергии и соответствующее выделение парникового газа в Алматинской области.

Научная новизна работы:

1 Определены и обоснованы теплозащитные характеристики ограждающих конструкций жилых зданий для г. Алматы и Алматинской области, соответствующие оптимальному распределению общих затрат в течение срока эксплуатации здания с учетом динамики экономических и энергетических обстоятельств;

2 Разработаны комплексные решения теплоизоляции ограждающих конструкций и использования инженерных систем жилых зданий, обеспечивающие низкую и нулевую эмиссию углеродных соединений и способствующие снижению загрязнения окружающей среды г. Алматы в условиях интенсивного развития жилищного строительства.

Внедрение результатов исследования:

Результаты проведенных исследований диссертационной работы использовались в производственном процессе проектно-строительной организации ТОО «ПСО Билдинг Эксперт», где впервые в процессе проектирования жилого здания применялись научно обоснованные оптимальные показатели теплоизоляции наружных частей зданий, был проведен анализ энергетической эффективности внедрения разных мероприятий по применению инновационных инженерных систем для снижения энергопотребления в здании, а также снижения загрязнения окружающей среды парниковым газом. Акт внедрения №13 от 07.09.2021 г., приводится к диссертации в приложении А.

Достоверность полученных результатов выводов и рекомендаций:

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций базируется на использовании климатических данных Алматинской области, исследовании проекта образцового здания, созданного по результатам изучения практики жилищного строительства в регионе, применении в расчетах реальных цен на энергию, строительные материалы и работы в городе Алматы. Достоверность определенного оптимального уровня теплоизоляции ограждающих конструкций зданий также проверялась путем сравнения с оптимальными показателями теплозащиты ограждений и потреблением

тепловой энергии в других странах, учитывая разность климатических условий, цен на тепловую энергию, строительство зданий и строительные материалы.

Апробация работы:

Результаты диссертационного исследования обсуждались:

- на международной научно-практической конференции: «Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии» (г. Алматы, 2018 г.);

- на XXIII Международной научно-практической конференции «Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке» № 14(22) (Российская Федерация, г. Новосибирск, 2018 г.);

- на XIV международной научно-практической конференции «Образование и наука без границ - 2018» (Польша, г. Варшава, 2018 г.);

- на международной научно-практической конференции: «Современные тренды в архитектуре и строительстве: энергоэффективность, энергосбережение, BIM технологии, проблемы городской среды» (г. Алматы, 2019 г., 2020 г.);

- на XX международной междисциплинарной научной геоконференции «Исследовательская геология и горно-экологический менеджмент» (Республика Болгария, 2020 г.) (20-th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 2020 «Energy and Clean Technologies»);

- на расширенном заседании Факультета общего строительства Международной образовательной корпорации (МОК) в 2022 г.

Практическая значимость работы:

- определены оптимальные теплотехнические характеристики ограждающих конструкций жилых зданий, которые могут применяться для проектирования и строительства до существенного изменения экономической ситуации в области энергетики и строительства в стране и регионе;

- в диссертации представлены методики оптимизации и приобретения расчетных данных, которые могут быть использованы для обновления оптимальных теплотехнических показателей как жилых, так и других зданий с учетом изменений в экономической, экологической и социальной среде;

- приведены рекомендации по снижению роста энергопотребления в связи с ростом объёмов жилищного строительства и по стимулированию повышения энергоэффективности, перераспределяя государственное субсидирование энергии на реализацию энергоэффективных мероприятий в строительстве зданий;

- результаты исследования внедрены в проектно-строительную организацию ТОО «ПСО Билдинг Эксперт» в строительство одноэтажного жилого кирпичного дома в Алматинской области.

Публикации:

По теме диссертации опубликовано 12 работ. Из них, четыре статьи опубликованы в научных изданиях, включенных в Перечень рекомендуемых ККСОН МОН РК; пять статей в материалах международных научно-практических конференций; одна статья в международной междисциплинарной научной конференции, индексируемой в базе данных Scopus, с процентилем 17

и CiteScore 0,6; в том числе, еще 2 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, одна с процентилем по общей инженерии 14 и CiteScore 0,4; вторая с процентилем по инженерному делу (разное) 83 и CiteScore 4,7.

Структура и объем работ:

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Объем работы составляет 106 страниц машинописного текста и содержит 17 таблиц, 51 рисунок, список использованных источников из 113 наименований и 10 приложений объемом 33 страницы.

1 МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОПЫТ КАЗАХСТАНА В СФЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1.1 Хронология внедрения требований к энергоэффективности в строительстве

Люди живут в зданиях различного типа уже многие тысячи лет, но первые требования к тепловой изоляции зданий, основанные на расчетах, были разработаны только в начале 20 века. В книге, изданной в России в 1933 году[9], представлен метод расчета требуемого термического сопротивления ограждающих конструкций зданий. Суть требования: влага не может конденсироваться на внутренних поверхностях ограждений здания, за исключением остекления, даже в самые холодные периоды года. Аналогичные требования возникли столетие назад и в Канаде.

Первые требования к энергосбережению в зданиях относятся к началу производства стеклопакетов в 1955 году. Это была инициатива большего числа пользователей зданий, направленная на смягчение последствий энергетического кризиса в Западной Европе. Однако эти требования широко не распространялись, особенно среди стран, богатых нефтяными ресурсами.

Первые требования к теплоизоляции зданий, связанные с экономией тепловой энергии, были упомянуты в литературе в 1972 году[10]. На 1 рисунке показано постепенное увеличение теплозащиты стен зданий в Европе[11].

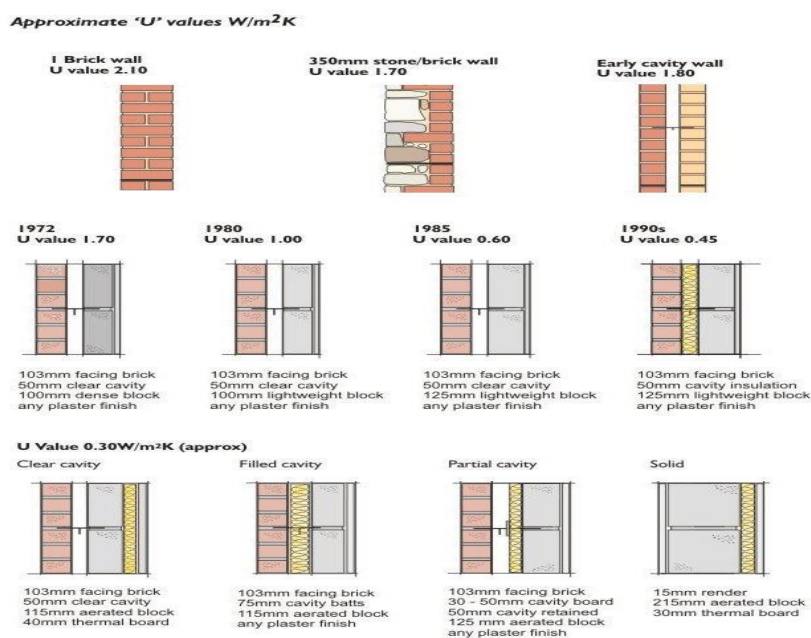


Рисунок 1-Развитие требований по теплоизоляции наружных стен жилых зданий[11]

Примерно в 1980 году требования к функциональности и комфорту зданий повысились, а с их внедрением значительно выросло потребление энергии.

Многие европейские страны отреагировали на это повышение, повысив требования к тепловой изоляции зданий, в основном прозрачных ограждений (рисунок 2)[12].

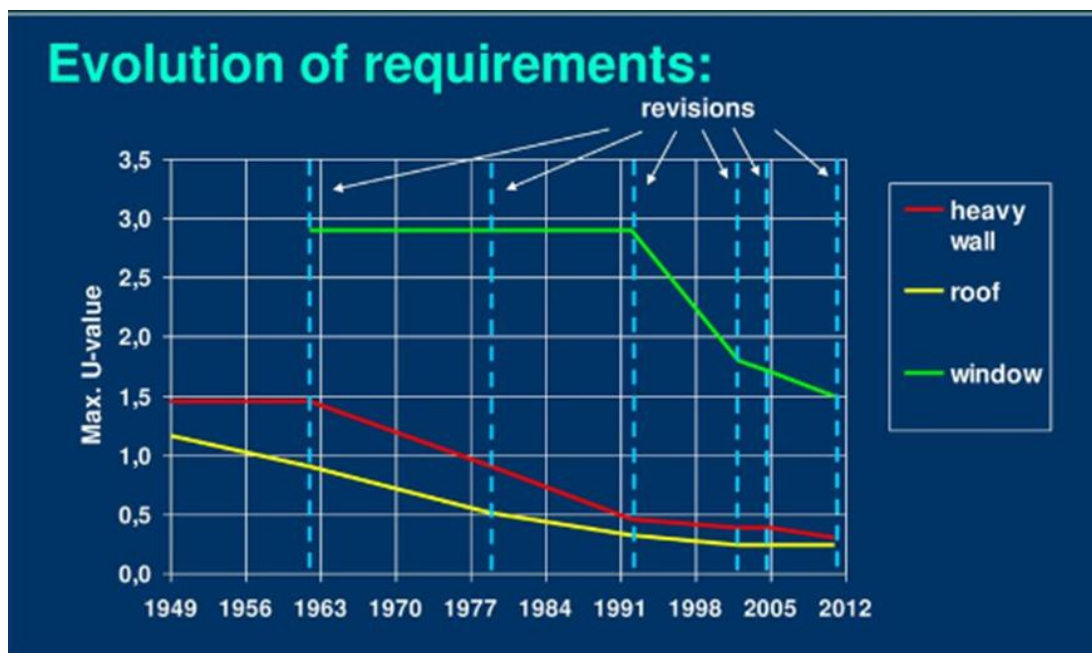


Рисунок 2-Эволюция требований по теплозащите наружных ограждений[12]

Наряду с требованиями повышения теплоизоляции зданий и сокращения потребления тепловой энергии в зданиях, с 1990 года появились требования по сокращению выбросов углекислого газа, но они не были основными. Уровень теплоизоляции зданий повысился с интенсивным развитием отрасли теплоизоляционных материалов и стеклопакетов, с повышением эффективности инженерных систем. В этот период были разработаны первые методы оптимизации использования энергии в зданиях. Первая Европейская директива об эффективном использовании энергии в зданиях была разработана в 1996 году[13], но применялась добровольно, и ее положения в основном использовались для поощрения жителей зданий к принятию мер по сокращению использования энергии. Дания, Австрия, Германия и Швеция применяли эту директиву наиболее интенсивно. Положения Директивы в основном касались увеличения эффективности использования электроэнергии.

Качественный скачок в требованиях к изоляции зданий и снижению энергопотребления в Европе произошел в 2002 году с вступлением в силу обязательной Директивы ЕС по энергоэффективности зданий, концепция которой по экономии энергии и сокращению выбросов углекислого газа основана на повышении теплоизоляции и эффективности энергосистем зданий[14].

Ключевые аспекты директивы:

- установлены требования к методологии расчета - необходимо внедрить методику расчета энергоэффективности зданий с учетом всех факторов, влияющих на использование энергии;

- минимальные требования к энергоэффективности установлены для новых и реконструированных зданий;

- введен сертификат энергоэффективности зданий;

- стимулирование использования энергии, производимой из возобновляющихся источников.

Внедрение положений директивы способствует эффективному расходу разных типов энергии, что снижает расходы на топливо, улучшению качества условий жизни, защиту окружающей среды, смягчению последствий изменения климата и уменьшению зависимости стран ЕС от внешних поставщиков нефти и газа [13].

В 2007 году лидеры ЕС поставили три ключевые цели: сокращение выбросов парниковых газов на 20% (по сравнению с уровнем 1990 года), достижение 20% энергии ЕС за счет возобновляемых источников энергии и 20% повышение энергоэффективности. Целевой показатель энергоэффективности 20% был законодательно закреплен с принятием Директивы об энергоэффективности 2012/27 / EU [15] в 2012 году. Конкретно это означает снижение конечного потребления энергии в ЕС до уровня не более 1086 миллионов тонн нефтяного эквивалента (Mtoe) и потребление первичной энергии не более 1483 Мтнэ. Это примерно эквивалентно отключению 400 электростанций.

Чтобы достичь цели ЕС по повышению энергоэффективности на 20% к 2020 году, отдельные страны ЕС устанавливают свои собственные ориентировочные национальные цели по энергоэффективности. В зависимости от ситуации потребления и климатических условий страны, эти целевые показатели основывались на первичном или конечном потреблении энергии, первичной или конечной экономии энергии или энергоемкости [13]. Тенденция энергопотребления с 2014 года указывает на не достижение целевых показателей ЕС 2020 как по первичному, так и по конечному потреблению энергии. Однако кризис COVID значительно затруднил экономику и снизил потребление энергии в 2020 году.

В декабре 2018 года вступила в силу Директива по энергоэффективности (ЕС) 2018/2002 [16] с поправками, в которой были обновлены некоторые конкретные положения предыдущей директивы и введены несколько новых элементов. Прежде всего, она устанавливает основной целевой показатель повышения энергоэффективности ЕС на 2030 год на уровне не менее 32,5% с пунктом о возможном пересмотре в сторону увеличения к 2023 году. Целевой показатель 32,5% на 2030 год означает конечное потребление энергии в размере 956 Мтнэ и / или потребление первичной энергии в размере 1 273 Мтнэ в ЕС в 2030 году [13].

Другие элементы обновленной директивы включают:

- более строгие правила учета и выставления счетов за тепловую энергию путем предоставления потребителям, особенно в многоквартирных домах с коллективными системами отопления, более четких прав на получение более частой и полезной информации об их потреблении энергии, что также позволяет им лучше понимать и контролировать свое отопление и платежные счета;
 - требование к странам ЕС иметь прозрачные, общедоступные национальные правила распределения затрат на отопление, охлаждение и потребление горячей воды в многоквартирных и многоцелевых домах с коллективными системами;
 - мониторинг уровней эффективности новых мощностей по выработке энергии;
 - обновленный коэффициент первичной энергии (PEF) для производства электроэнергии составил 2,1 (по сравнению с предыдущим значением 2,5);
 - общий обзор Директивы по энергоэффективности (требуется к 2024 г.)
- Обновленные меры, относящиеся к национальным долгосрочным стратегиям реновации, теперь охватываются измененной Директивой по энергоэффективности зданий (ЕС) 2018/844 [17].

1.2 Анализ соотношения использования энергии в зданиях и защитой окружающей среды

Директивы Евросоюза наиболее связаны с экономией энергоресурсов, особенно нефти и газа, но в них тоже внедрены требования по защите окружающей среды. Меры по уменьшению влияния потребления энергии в строительстве на изменение климата, на выделение парникового газа принимаются на мировом уровне.

Изменение климата понимается как изменение средней температуры на планете, что происходило всегда, но на сегодняшний день это приводит к глобальному потеплению и считается результатом действия всего человечества.

Погода и климат - это сложные явления, которые определяются множеством различных переменных и внутренних связей, из-за чего тяжело измерить, насколько нагревается планета. Но с уверенностью можно сказать, что средняя температура на планете повышается и это вызвано действиями человечества [18].

Парниковые газы - это газы, которые удерживают тепло в атмосфере, тем самым способствуют нагреванию планеты. На самом деле нужно отметить, что парниковые газы не являются вредными, но если их количество в атмосфере сильно увеличивается, то это приводит к повышению средних температур во всем мире.

На сегодняшний день для получения энергии сжигается ископаемое топливо, чтобы обогревать наши дома, перемещать автомобили и приводить в действие наши фабрики, и тем самым выделяется много углекислого и других газов, которые влияют на глобальное потепление. Во всем мире эта проблема постепенно решается, заменяя часть ископаемых энергоресурсов возобновляемыми источниками энергии [18, с.34].

По данным [19], здания и сооружения несут ответственность за 39 % выбросов углерода во всем мире, из которых 28% связаны с потреблением энергии и 11% с строительными материалами. Эти выбросы можно сократить путем проектирования и постройки здания с уменьшенным энергопотреблением для его обогрева, вентиляции и охлаждения [18, с.35].

Строительный сектор может сыграть решающую роль в стабилизации концентрации двуокиси углерода (CO₂) в атмосфере, а здания следующего поколения могут обеспечить множество сопутствующих выгод, таких как повышение доступности, благоприятных жизненных условий, безопасности и стоимости при перепродаже. Для создания таких более совершенных зданий необходимы передовые строительные нормы и правила, стандарты строительства и строительных материалов, развитие производства энергии из возобновляющихся ресурсов, инструменты финансирования и многое другое [20].

В дополнение к требованиям энергоэффективности, некоторые государства уже применяют политику налогообложения выбросов углерода, которая экономически поощряет повышение энергоэффективности здания и использование возобновляемых источников энергии, что может дополнительно снизить спрос строительного сектора на загрязняющую энергию и помочь перейти к низкоуглеродной энергии, создавая новые предприятия и рабочие места по всей стране [21].

1.3 Усовершенствование строительных материалов и технологий для сокращения потребления энергии и выброса парниковых газов в строительстве

К стратегии материалоэффективности (СМЭ) для жилищного сектора по сокращению потребления энергии и выброса в атмосферу парниковых газов научные исследователи отнесли следующее:

1. Использование меньшего количества материалов. Это достигается путем усовершенствования методов проектирования, внедрением более точных методов расчета механических и энергетических характеристик зданий.

2. Замена энергоемких материалов, в частности бетона с содержанием портландцемента (производство портландцемента сопровождается значительным выбросом парниковых газов). Чаще использовать возобновляющие природные материалы, такие как деревянные конструкции, которые не влекут за собой истощение материальных и энергетических ресурсов и загрязнения природы.

3. Совершенствование процессов строительства, увеличивая долю и уровень подготовки строительных работ на предприятиях, повышая уровень амортизации, сокращая энергозатраты на транспорт и монтажные работы, уменьшая количество отходов.

4. Увеличение эксплуатационного срока продукта, своевременный ремонт.

5. Повторное использование материалов и компонентов, восстановление и переработка материалов по истечению срока эксплуатации т.д. [21, с.15].

Внедрение стратегии материалоэффективности может снизить выбросы парниковых газов при строительстве, эксплуатации и сносе жилых зданий во всем мире к 2050 г. еще на 35-40% в добавление к сокращениям, достигнутым за счет повышения энергоэффективности и использовании низкоуглеродистой структуры энергопотребления. На рисунке 3 и 4 предоставлены выбросы, связанные с жизненным циклом жилых домов, с использованием и без использования стратегий материалоэффективности в разных странах.

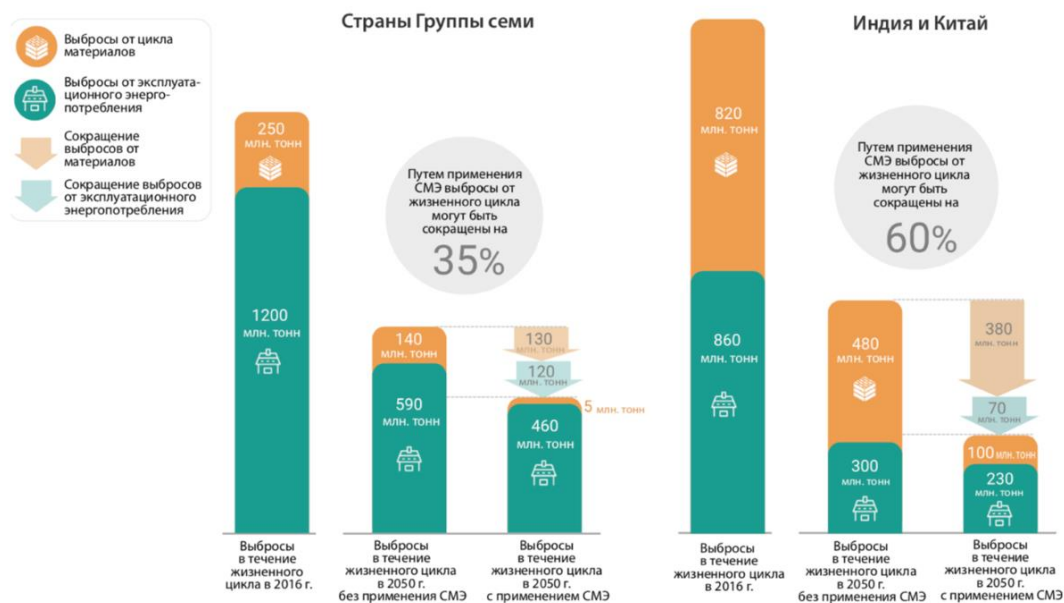


Рисунок 3 - Выбросы, связанные с жизненным циклом жилых домов, с использованием и без использования стратегий материалоэффективности (СМЭ) (2050 г., страны Группы семи, Индия и Китай) [22]

Эти стратегии способны:

1. Снизить потребность в первичных материалах для строительства новых зданий;
2. Обеспечить доступ других рынков к вторичным материалам, тем самым снизив потребность в производстве первичных материалов для этих рынков;
3. Повысить интенсивность использования зданий, уменьшив потребности в их отоплении и охлаждении, а также в жилых помещениях, с соответствующим сокращением выбросов в ходе эксплуатационного энергопотребления [21].

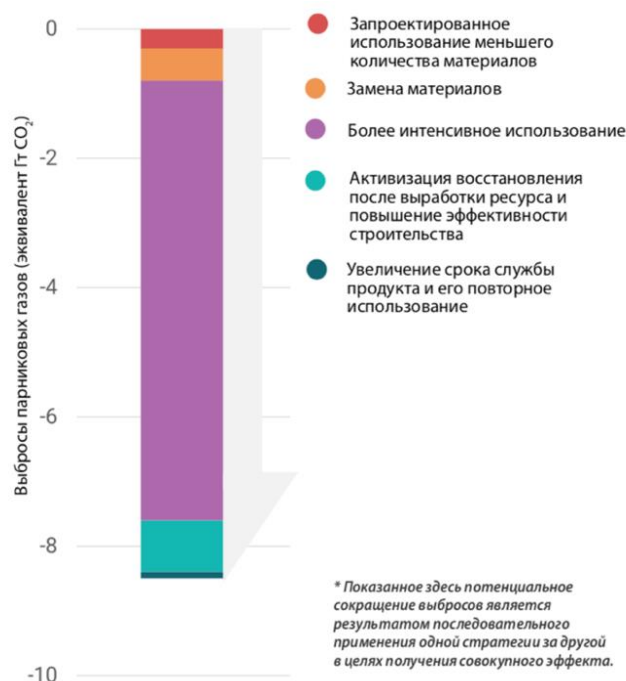


Рисунок 4 - Потенциальное сокращение выбросов парниковых газов в результате применения стратегий материалоэффективности к жилым домам в странах Группы семи (2016-2060 гг.) [22]

Многие стратегии повышения материалоэффективности внедряются в строительную среду через усовершенствование проектирования. Государственная политика влияет на проектирование в первую очередь через строительные правила и нормы. Поставленные задачи и их решения на этапе проектирования определяют выбор материала, строительные методы, возможности увеличения срока службы здания, а также стратегии после окончания срока эксплуатации, включая разборку здания, повторное использование компонентов и переработку отходов. Это говорит о необходимости уделять пристальное внимание как содержанию строительных правил и норм, так и их распространению и утверждению государственными органами.

1.4 Главные цели, проводимые мероприятия и ожидаемые результаты по повышению энергоэффективности строительства в Казахстане

Сфера строительства - одна из важных и приоритетных для поддержания социальной стабильности и современного развития Казахстана. Обеспечение растущего населения страны качественным и доступным жильем - приоритетная государственная задача, так же, как и строительство комфортных и экономичных социальных объектов - школ, больниц, детских садов и пр.

В последнее десятилетие, в результате развития экономики, объем жилищного строительства в Казахстане значительно вырос и влечет за собой увеличение потребления тепловой энергии и, соответственно, эмиссии

углекислого газа в атмосферу. Ежегодный прирост объема введенного в эксплуатацию жилья составляет от 10% до 36% [7]. С 2005 года жилищное строительство является одним из приоритетных направлений Стратегии развития Казахстана до 2050 года [8]. Государственные программы развития жилищного строительства, утвержденные Первым Президентом Республики Казахстан, были направлены на обеспечение развития строительства доступного жилья, путем снижения его стоимости и предоставления долгосрочных льготных кредитов. По официальным данным, доля энергопотребления жилищного сектора в Казахстане удвоилось к 2016 году, по сравнению с 2010 годом [7].

По данным департамента по статистике, только в 2019 году в стране было введено в эксплуатацию 13133,8 тыс. кв. м. общей площади жилых зданий, в том числе 41415 индивидуальных и 1746 многоквартирных домов. При условии, что все построенные дома соответствуют настоящим требованиям по энергоэффективности, введение нового жилья увеличило потребление тепловой энергии примерно на 1557 Гига-Вт-часов. Если бы все эти здания отапливались природным газом, ежегодно выбросы в окружающую среду составляли около 380 тысяч тонн CO₂, мазутом - 500, электричеством - 650 тысяч тонн CO₂[23].

Особенно сложная ситуация в Алматинской области, где мало промышленности, в технологических процессах которой производится и тепловая энергия, интенсивная и быстро развивающаяся застройка, что приводит к загрязнению области выбросами производства тепловой энергии. Таким образом увеличение объемов строительства жилищного сектора означает повышение уровня энергопотребления и соответственно выбросов парниковых газов. Чтобы предотвратить рост потребления энергии в строительстве, необходимо существенно изменить концепцию строительства в отношении энергоэффективности зданий [8].

В настоящее время многие отрасли экономики Казахстана, включая промышленность, строительный сектор и ЖКХ, в плане энергоемкости во многом неэффективны. Согласно анализу структуры потребления энергоресурсов, в Казахстане основная доля энергопотребления приходится на индустриально - промышленный сектор - более 50 %, на ЖКХ - 30 % и на транспорт - 20 %. Особенно на сегодня довольно расточительной сферой в плане энергопотребления является ЖКХ. В этом секторе имеются огромные резервы по экономии энергоресурсов и, соответственно, большие возможности для роста не за счет перекладывания производственных издержек на плечи потребителей, а на основе долгосрочных капиталовложений в модернизацию. В этом суть текущей политики энергосбережения.

Более половины выбросов парниковых газов в секторе тепло - и электроснабжения жилищного фонда в Казахстане приходится на отопление помещений. По экспертным оценкам, около 70% зданий имеют теплотехнические характеристики, не отвечающие современным требованиям (особенно это касается зданий постройки 1950 - 1980 годов), из-за чего они теряют через ограждающие конструкции до 30% и выше тепловой энергии, потребляемой для отопления [24]. Это делает данный сектор чрезмерно

энергоемким и ресурсозатратным. При этом население вынуждено платить и за то тепло, которое теряется в результате слабой теплоизоляции домов. Таким образом, реконструкция и строительство жилищного сектора в рамках модернизации ЖКХ позволят гражданам экономить до 30 % семейного бюджета, что немаловажно в условиях текущего глобального кризиса. Установлено, что в настоящее время износ основных средств по всем сферам естественных монополий коммунального сектора в среднем составляет 60-65 %. При этом износ сетей теплоснабжения достиг 71 % (8,8 тыс. км), сетей электроснабжения - 73 % (97,5 тыс. км), газоснабжения - 33 % (9,7 тыс. км). Наибольший износ (более 70 %) наблюдается в Алматинской, Восточно-Казахстанской, Северо-Казахстанской, Костанайской, Карагандинской областях, в городе Алматы [24].

Как известно, основными причинами нерационального расходования тепловой энергии в зданиях являются:

1. Несовершенство нерегулируемых систем естественной вентиляции;
2. Недостаточное теплоизоляционное качество наружных стен, покрытий, потолков подвалов и светопрозрачных ограждений;
3. Низкое качество и не плотности сопряжения деревянных оконных переплетов и балконных дверей;
4. Недостатки архитектурно-планировочных и инженерных решений отапливаемых лестничных клеток и лестнично-лифтовых блоков;
5. Отсутствие приборов учета, контроля и регулирования на системах отопления и горячего водоснабжения;
6. Отсутствие действенного механизма материальной заинтересованности энергопотребителей в ее экономии;
7. Крайне недостаточное использование возобновляющихся и вторичных источников энергии.

По экспертным оценкам, удельные теплотери в зданиях распределяются следующим образом:

- до 40% - за счет организованной и неорганизованной инфильтрации нагретого воздуха;
- до 30% - за счет недостаточного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;
- до 30% - за счет нерационального расходования горячей воды и нерегулируемого режима эксплуатации систем отопления.

Все это подтверждает, что строительный сектор и ЖКХ, в плане энергопотребления, во многом неэффективны. В настоящее время государством проводится большая работа по решению данной проблемы. Однако успешного повышения энергоэффективности невозможно добиться без применения набора стандартных технологий и инструментов, которые можно сгруппировать по принципу воздействия.

Привлечение стратегических инвесторов в сферу энергосбережения через международный механизм сотрудничества - задача, вытекающая из 100 шагов, обозначенных первым Президентом Казахстана в целях развития отечественного рынка энергосервисных услуг. Модернизация ЖКХ, осуществляемая в рамках

Программы «Нұрлы жол», остается важным аспектом государственной политики, на основе которой жилищно-коммунальная сфера становится одним из драйверов экономического роста. За годы индустриализации одновременно проводилась огромная работа по развитию инфраструктуры; создана надёжная энергетическая система; сформирована нормативно-правовая база в сфере энергосбережения. Это привело в 2020 г. к снижению энергоемкости валового внутреннего продукта Республики Казахстан за счёт эффективного использования энергетических ресурсов. Политика энерго - и ресурсосбережения позволит осуществить переход к «зелёному» развитию и повысить конкурентоспособность национальной экономики [25].

Ситуация в Казахстане имеет свои особенности: во-первых, наша республика обладает большими запасами всех первичных энергоресурсов, во-вторых, не вносит существенного вклада в общемировые объёмы эмиссии парниковых газов. Кроме того, для Казахстана характерен резко-континентальный климат, что неблагоприятно сказывается на энергозатраты в ЖКХ. Среднегодовая температура воздуха над всей равнинно-низкогорной частью страны положительна. На севере около $+0,4^{\circ}\text{C}$, на крайнем юге и юго-востоке она доходит до $+13,7^{\circ}\text{C}$ (Актау, где климат зимой смягчает Каспийское море) и выше (Сарыагашский, Махтааральский районы) [26].

Энергосбережение и повышение энергоэффективности - прежде всего реализация организационных, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов в стране. Основными направлениями государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергоэффективности являются:

1. Осуществление технического регулирования в области энергосбережения и повышения энергоэффективности;
2. Осуществление сбалансированной тарифной политики и ценообразования в области производства и потребления энергетических ресурсов;
3. Стимулирование энергосбережения и повышения энергоэффективности, включая использование энергосберегающего оборудования и материалов;
4. Модернизация и повышение энергоэффективности промышленности страны;
5. Снижение уровня потерь в энерго - и теплосетях;
6. Масштабная пропаганда энергосбережения среди населения;
7. Разработка и внедрение механизмов, стимулирующих энергосбережение и повышение энергоэффективности;
8. Обеспечение соблюдения законодательства Республики Казахстан об энергосбережении и повышении энергоэффективности;
9. Подготовка кадров в области энергосбережения и повышения энергоэффективности;
10. Снижение удельных затрат на выработку 1 кВт ч электроэнергии, 1 Гкал теплоэнергии и потребления тепла на 1 м^2 в жилищном секторе.

В целом, снижение потребления энергетических ресурсов в жилищно-коммунальном секторе улучшает состояние и инфраструктуру жилищного фонда и инженерных сетей, что отражается на уровне благосостояния и комфорта каждого человека [25]. Эти задачи имеют общенациональный характер, и, как отмечал Глава государства в своём Послании народу Казахстана, экономия энергии должна стать заботой каждого [27].

В связи с этим, эффекты от мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности можно разделить на:

1) экономические эффекты (все мероприятия по энергосбережению окупаются в определенный срок за счет экономии затрат на потреблении энергоресурсов);

2) повышение конкурентоспособности экономики (модернизируется промышленный сектор и инфраструктура страны);

3) экологические эффекты (энергоэффективность - основной инструмент к переходу на путь «зеленой» экономики);

4) сопутствующие эффекты (развивается наука, открывается поле для внедрения инноваций, создаются новые рабочие места для специалистов в области энергоменеджмента).

В целом, снижение потребления энергетических ресурсов в жилищно - коммунальном секторе улучшает состояние и инфраструктуру жилищного фонда и инженерных сетей, что отражается на уровне благосостояния и комфорта каждого человека [25].

В Казахстане проводятся различные мероприятия по снижению потребления тепловой энергии в зданиях за счет уменьшения теплопотерь через ограждения и применения разных систем отопления и вентиляции. Имеются проекты по уменьшению потребления тепловой энергии и выброса в атмосферу CO₂ [23]. Одна из важных тенденций в современном строительстве зданий в Казахстане - повышение их энергоэффективности с целью достижения максимального комфорта и минимизации коммунальных затрат. Совершенствуются и изменяются конструкции наружных стен и окон, чердаки и крыши утепляются, устанавливается энергосберегающее оборудование в тепловых узлах, местах общего пользования и т.п. - всё направлено на то, чтобы построенные по новым технологиям здания потребляли как можно меньше энергии, а собственники этих зданий платили бы меньше за коммунальные услуги [28].

В последние годы в Казахстане идет процесс совершенствования нормативно-правовых и нормативно-технических документов для нового строительства, в том числе и для повышения его энергоэффективности.

В таблице 1 даны нормативные требования по термическому сопротивлению ограждающих конструкций по двум городам: Нур-Султан и Алматы. Для других городов при необходимости можно рассмотреть в: СН РК 2.04-04-2011 «Тепловая защита зданий» эти требования можно выполнить при правильном подборе строительных материалов и утеплителей для наружных ограждающих конструкций зданий [29].

Таблица 1 - Нормируемые значения термического сопротивления ограждающих конструкций (СН РК 2.04.04-20011 «Тепловая защита зданий» и ПП РК от 11 сентября 2012 года №1181 «Об установлении требований по энергоэффективности зданий, строений, сооружений и их элементов, являющихся частью ограждающих конструкций») [29]

Жилые здания, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты		Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП	Нормируемые значения термического сопротивления, R_0 , м ² С/Вт ограждающих конструкций			
			Наружных стен	Покрытий	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей
Нур-Султан	Северный регион	6286	3,6	5,34	4,72	0,62
Алматы	Южный регион	3641	2,67	4,02	3,53	0,42

Повышение уровня энергоэффективности здания добиваются с помощью применения энергоэффективной теплоизоляции, современных оконных рам и дверей, не допускающих утечки тепла, применением приборов регулирования теплотребления и температуры воздуха в помещениях. В рамках программы энергоэффективности в проектах многоквартирных жилых домов предусматриваются обязательное использование энергосберегающих материалов, установка общедомовых приборов учета тепловой энергии и поквартирных приборов учета электрической энергии, холодной и горячей воды, газа, а также приборов-регуляторов в отопительных системах, автоматизированных систем регулирования теплотребления. Также не допускается приемка в эксплуатацию новых объектов, потребляющих энергетические ресурсы, которые не оснащены соответствующими приборами учета энергетических ресурсов и автоматизированными системами регулирования теплотребления [30].

Увеличение тепловой защиты зданий, в первую очередь, подразумевает утепление ограждающих конструкций: наружных стен, перекрытий, покрытий, окон и дверей. Здание должно представлять собой единую энергетическую систему, все элементы которой - ограждающие конструкции, системы отопления, вентиляции, кондиционирования, теплоснабжения - должны быть взаимосвязаны. Установка регуляторов потребления тепловой энергии позволяет рационально использовать тепловую энергию в зданиях. Экономия потребления тепловой энергии достигается за счет автоматического регулирования температуры теплоносителя в подающем трубопроводе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха. Экономия наиболее заметна в теплые

(переходные) периоды отопительного сезона и может достигать 30%. Доказано, что при установке АТП себестоимость строительства возрастает на 0,04%, или 5,5 \$ на квадратный метр жилой площади и затраты окупаются в течение 2-3 лет эксплуатации, поскольку АТП позволяет сэкономить до 30-35% тепловой энергии.

Для того чтобы в зимний период во всей квартире был благоприятный микроклимат, производится регулирование теплопотребления на уровне каждого отапливаемого помещения (отдельной комнаты). Это достигается установкой термостатических клапанов (термостатов) на отопительные приборы. Установка термостатов на отопительные приборы позволяет снизить теплопотребление еще на 5-10%, при этом стоимость их колеблется от 20-30\$, увеличивает стоимость строительства квадратного метра жилья на 0,001%, или примерно на 1,6\$.

Установка энергосберегающих оконных конструкций позволяет снизить выбросы парниковых газов, теплопотери через окна достигают до 40% от общих теплопотерь через ограждающие конструкции, поэтому в первую очередь необходимо повышать теплозащитные качества окон. Установка энергоэффективных оконных конструкций ($R = 1.0 \text{ м}^2\text{С/Вт}$) в новом строительстве обойдется на 15% дороже, чем обычное остекление, но способствует локализации потерь тепла на 23%. При этом стоимость квадратного метра жилого дома повышается на $0,23 \div 0,35\%$, или всего на 2,5\$.

Доказано, что, увеличивая толщину утеплителя на 5 см, можно повысить класс энергоэффективности до класса «В» «высокий» и снизить затраты на отопление до 20%, при этом себестоимость строительства увеличивается на 4,2%, что повышает стоимость одного квадратного метра жилья примерно на 45\$.

Итого мы видим, что основные мероприятия по повышению энергетической эффективности жилья можно внедрить за небольшие средства, относительно стоимости площади 1-го квадратного метра жилья:

- повышение тепловой защиты здания (наружных стен, перекрытий, пола) - 45\$;
- энергоэффективные окна с коэффициентом теплопередачи (R) не менее $1.0 \text{ м}^2\text{С/Вт}$ - 2,5\$;
- установка АТП - 5,5\$;
- установка термических клапанов - 1,6\$;
- другие мероприятия (теплоизоляция трубопроводов, доводчики на двери, утепление вент. шахт) - примерно 14\$.

Строительство здания с высоким классом энергоэффективности обойдется дороже примерно на 70\$/кв.м.

Разные расчеты показывают, что даже если себестоимость строительства эффективного дома будет на 50% выше стоимости стандартного дома, то совокупная стоимость владения эффективным домом будет в 1,5 - 2,5 раза ниже стоимости затрат жизненного цикла стандартного дома за счет применения энергоэффективных и экологических технологий, которые способствуют

снижению затрат на содержание, обслуживание и потребляемые коммунальные ресурсы, что ведет к снижению совокупной стоимости здания, ввиду продолжительности периода эксплуатации здания.

Расчет стоимости затрат в течении всего жизненного цикла здания выполняется в начале процесса проектирования на стадии дизайна, пока есть возможность беспрепятственно вносить изменения в проект будущего эффективного дома для обеспечения высокой энергоэффективности и снижения его совокупной стоимости. Это влечет за собой следующие преимущества:

- экономия тепловой энергии до 40%;
- повышение класса энергоэффективности зданий до «в+» (высокий);
- экономия коммунальных платежей - до 40-50%.

В результате себестоимость строительства увеличивается на 10% в среднем, при этом экономия энергопотребления будет радовать владельцев каждой жилой площади. Все больше домовладельцев захотят снизить свои эксплуатационные затраты за счет современных энергоэффективных технологий.

По результатам выше указанных данных можно определить получателей выгоды от строительства энергоэффективных жилых домов.

1. Для государства:

- преодоление дефицита энергии без ввода дополнительных энергоемкостей,
- выполнение обязательств по экологическим конвенциям,
- рациональное использование бюджетных средств,
- новые рабочие места/возможности для развития бизнеса,
- защита уязвимых слоев населения.

2. Для поставщиков теплоэнергии:

- улучшение качества услуг систем теплоснабжения, предлагаемых потребителю,
- сокращение местного загрязнения окружающей среды.

3. Для потребителей:

- комфортные условия проживания,
- экономия коммунальных платежей,
- повышение надежности внутридомовых систем.

Учитывая все вышеизложенное - строительство энергоэффективных зданий позволяет надежно сохранять тепло в помещении, обеспечить комфорт его владельцам, сэкономить им бюджет на оплате коммунальных расходов, а также экономить потребляемые в стране энергоресурсы (излишки которых можно продавать на экспорт). Таким образом, энергоэффективное строительство зданий чрезвычайно важно, оно влияет на экономику страны в целом.

Подводя итоги, мы можем сказать, что при эксплуатации энергоэффективных зданий потребитель будет экономить до 30-40% своего бюджета на коммунальных расходах. И это важно уже с социальной точки зрения. А строительство бюджетных зданий (школы, больницы и пр.) - это уже вопрос рационального освоения местных бюджетов. В рамках исследований, для решения вопросов продвижения энергоэффективных технологий в строящихся

зданиях, а также контроля за соблюдением применения норм по энергоэффективности предлагается:

1. Устанавливать требования по энергоэффективности для возводимых зданий со стороны местного органа власти при принятии решения о предоставлении земельного участка под строительство. Речь идет об установлении класса энергоэффективности объекта, начинаемого строительством в зависимости от ситуации с энергообеспечением того или иного района населенного пункта (как известно, существуют энергодефицитные и энергоизбыточные районы в одном и том же населенном пункте, включая электричество, тепло и воду). Для этого предлагается внести изменения в документ, регламентирующий порядок выдачи архитектурно-планировочного задания (АПЗ). Далее - заказчик должен его включать в задание на проектирование, контролироваться государственной экспертизой и приемочной комиссией, включая эксплуатирующую организацию. Таким образом, через данный инструмент, возможно, реализовать стратегическую политику государства в сфере энергоэффективности в зданиях. Местный орган власти благодаря данному механизму решений может обеспечить управляемое энергопотребление, не допустить роста дефицита энерго мощностей и в то же время способствовать достижению целевых показателей энергоэффективности и построения «зеленой экономики».

2. Внести изменения, в части определения категории комфортности жилья, привязать класс энергоэффективности здания к уровню комфортности здания [31]. Здания первого и второго класса комфортности (это в том числе так называемое «элитное жилье») в период эксплуатации должны потреблять на порядок меньше энергоресурсов для жизнеобеспечения, чем здания третьего или четвертого класса комфортности. Будет целесообразным, если закрепить класс энергоэффективности, как один из критериев классификации жилья по категориям комфортности. I класс (элитное) по энергоэффективности должен быть не ниже класса «А» («очень высокий»), II класс (бизнес класса) - не ниже класса «В+» («высокий»), III класс (комфорт) - не ниже «В» («высокий»), IV класс (эконом) - не ниже «С» («нормальный»).

3. Ввести требования к заказчикам и владельцам зданий по Маркировке Энергоэффективности здания, что позволит визуализировать информацию и стимулировать процесс изменения сознания людей и стимулировать рынок к принятию решений в пользу энергоэффективности.

4. Внести изменение в части контроля по обеспечению теплозащитных свойств ограждающих конструкций [32].

5. Разработать новые индикаторы и подходы для отслеживания процесса перехода к энергоэффективным строительной и теплоэнергетической отраслям, в том числе уровень внедрения счетчиков, уровень энергоэффективности существующих и новых зданий, коэффициент потерь в распределении тепла, численность и профессиональный опыт инспекторов, особенно занимающихся проверкой сложных зданий.

Дополнительно для усиления контроля энергоэффективности при строительстве объектов необходимо:

1. Повысить ответственность заказчика за качество проектной документации, предоставив ему право дисконтировать стоимость проектных работ, при выявлении грубых ошибок.

2. Провести сертификацию деятельности органа Государственной вневедомственной экспертизы проектов в соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 17020- 2013 [33], которым установлены требования к органам, проводящим инспекционный контроль, что позволит повысить качество экспертной деятельности и качество проектной документации.

3. Внести корректировку в сборники сметных нормативов, обеспечив наличие в сметной стоимости объекта необходимых ресурсов на разработку раздела «Энергоэффективность» (сейчас инженеры и архитекторы не заинтересованы в дополнительных затратах времени и поиске энергоэффективных решений, поскольку разработка раздела «Энергоэффективность» не включена в сметную стоимость объекта).

4. Обязать проектные организации обеспечить многоступенчатость системы контроля качества разработки проектной документации через внедрение и поддержание в актуальном состоянии системы менеджмента качества ISO 9001[34]. Персональная ответственность проектировщика как за качество проектной документации, так и за проведение авторского надзора должна быть обеспечена финансовым ресурсом, который может быть обеспечен через развитие системы страхования профессиональных рисков (по опыту развитых стран).

5. В случае внесения изменений в проектную документацию на этапе строительства объекта - при принятии санкционированных изменений, в процессе авторского надзора отслеживать влияние данных изменений на энергетический класс здания, достигнутый проектом. Не допускать замену материалов и оборудования, влияющих на снижение класса ЭЭ здания.

6. Ввести требования к заказчикам и владельцам зданий по Маркировке Энергоэффективности здания, что позволит визуализировать информацию и стимулировать процесс изменения сознания людей и стимулировать рынок к принятию решений в пользу энергоэффективности.

Выводы по 1 разделу

1. Главным поводом повышения требований к энергоэффективности зданий в мире явились энергетические кризисы, высокие цены на энергоресурсы, усовершенствование теплоизоляционных материалов, возрастающие требования к внутреннему комфорту и защите окружающей среды.

2. Повышение энергоэффективности в строительстве отражается на снижении загрязнения окружающей среды за счет снижения общего потребления тепловой энергии, более интенсивного использования пассивной энергии и

перехода от ископаемых первоисточников производства тепла к возобновляющимся энергоисточникам.

3. Строительные материалы, которые являются важной составляющей строительного процесса, тоже имеют значительное влияние на окружающую среду, так как для их производства, транспортировки, монтажа и в последствии утилизации тоже используется энергия, производство которой повышает эмиссию углекислого газа.

4. В результате развития экономики объем жилищного строительства в Казахстане значительно увеличился, тем самым увеличивая потребление тепловой энергии и соответственно выбросы в атмосферу парниковых газов. Существуют государственные требования энергоэффективности зданий, реализуются разные организационные, технические, технологические, экономические и иные меры, направленные на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов, но они не имеют научного обоснования с точки зрения экономики строительства и защиты окружающей среды. Определение уровня тепловой изоляции наружных ограждений жилых зданий, соответствующего оптимальному распределению общих затрат в течение срока эксплуатации и предложение эффективных направлений снижения загрязнения окружающей среды выбросами парниковых газов от производства тепловой энергии, является главной целью настоящего исследования.

2 НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1 Анализ научных исследований в сфере определения и сертификации энергоэффективности зданий

В мире создано много методик для оптимизации энергоэффективности зданий, но суть у них почти одинаковая - инвестиции в усовершенствование энергоэффективности здания должны возвращаться в течении установленного периода окупаемости соблюдая выполнение требований функциональности и внутреннего микроклимата здания. Многие исследователи такие методики называют методиками определения оптимальной энергоэффективности по минимальным общим затратам на строительство и тепловому обеспечению здания в течении эксплуатации. Главные этапы таких методик изложены в публикации [35, с. 10].

Расчеты чистых энергетических потребностей согласно потребления первичной энергии делиться на следующие этапы:

1. Расчет чистой тепловой энергии, необходимой для удовлетворения потребностей пользователей: в зимний период энергопотребление рассчитывается как потеря энергии через оболочку и вентиляцию за вычетом внутренних цепей и доходов от естественной энергии (пассивное солнечное отопление, пассивное охлаждение, естественная вентиляция и т.д.);

2. Вычитание из первой точки тепловой энергии, полученной из возобновляемых источников и используемой на месте (например, энергии, полученной от солнечных коллекторов);

3. Расчет потребления энергии в пересчете на энергоносители (электричество, топливо) для каждого вида использования (отопление и охлаждение окружающей среды, горячая вода, освещение, вентиляция) с учетом характеристик (сезонной эффективности) систем производства, распределения, выбросов и контроля;

4. Вычитание энергии, произведенной из возобновляемых источников и используемой на месте, из потребления электроэнергии (например, энергии, производимой фотоэлектрическими панелями);

5. Расчет энергии, поставляемой для каждого энергоносителя, как суммы энергопотребления (не покрывается энергией из возобновляемых источников);

6. Расчет первичной энергии, связанной с поставляемой энергией, с использованием национальных коэффициентов пересчета;

7. Расчет первичной энергии, связанной с энергией, экспортируемой на рынок (например, энергия, получаемая из возобновляемых источников или когенераторов на месте);

8. Расчет первичной энергии как разницы между двумя предыдущими величинами (6) и (7) [35, с. 12].

Самый простой метод определения оптимальной теплоизоляции стены применен в публикации [35, с. 14], в которой оптимальная толщина теплоизоляционного слоя наружной стены рассчитана как минимальная сумма годовых затрат на теплоизоляцию стены и затрат на топливо, необходимое для компенсации теплопотерь через стену. Более совершенным методом финансового анализа и расчета оптимальной теплоизоляции и энергоэффективности является метод определения простого периода окупаемости. Этот метод применяется для расчета времени, в течении которого изначальные капитальные вложения в мероприятия по повышению энергоэффективности здания будут возвращены за счет экономии энергии для отопления здания. Главным недостатком этого метода является то, что не учитывается очень важное финансовое положение - изменение денежной величины во времени [37].

Анализ экономической и природнозащитной пользы от уровня тепловой изоляции наружных стен зданий представлен в статье [38]. Авторы во время исследования применили методику определения жизненного цикла здания с учетом воздействий окружающей среды.

В публикации [39] предоставлен анализ определения оптимальной толщины теплоизоляционных материалов. Суть расчета оптимальных затрат - толщина теплоизоляции, при которой получается наименьшая сумма затрат на изоляцию и на тепло, проходящее через эту теплоизоляцию, определяется как оптимальное и экономически обоснованное.

Оптимизация теплоизоляции здания расширена до оптимизации энергоэффективности всего здания представлена в публикации [40]. В этом исследовании разработана методика для выбора экономически обоснованных решений энергоэффективности жилых зданий с очень низким энергопотреблением в любых климатических условиях, с разными источниками энергии и в любой экономической среде. Технические решения потребления энергии для отопления и охлаждения помещений, подогрева воды, освещения и других нужд определяются по минимальным начальным инвестициям.

Пример использования образцовых зданий для оптимизации теплоизоляции и потребления энергии произведен в статье [41]. Исследуемое здание в начале было спроектировано согласно итальянским строительным нормативам по теплоизоляции, используя обычные на то время конструктивные решения и материалы. После проведения начального анализа энергоэффективности, в проект здания вносились разные поправки: увеличена толщина теплоизоляции, поставлены окна с энергоэффективными стеклопакетами и солнцезащитой, уменьшен воздухообмен здания, оборудована система механической вентиляции с рекуперацией (возвращением тепла), для подогрева воды применен солнечный коллектор, для обогрева помещений использован тепловой насос. Результаты исследования показывают на влияние каждого примененного мероприятия на эффективность потребления энергии в тех же климатических условиях при той же отапливаемой площади и раскладе наружных ограждений.

Расчет по оптимизации энергетических характеристик образцового многоэтажного жилого здания опубликован в статье [42]. Возможности объединения зданий разной типологии в образцовые здания для оптимизации энергопотребления проанализированы в статье [43]. Влияние экономических условий на оптимальную толщину теплоизоляционного слоя изложены в публикации [44]. Изменения в величине денег в течении срока эксплуатации здания имеет важное влияние на результат оптимизации энергоэффективности здания.

Цены на строительные материалы и строительные работы тоже значительно влияют на результат определения оптимальных энергетических характеристик здания. В условиях очень широкого рынка строительных материалов и подрядчиков, экономические затраты на каждое мероприятие по повышению энергоэффективности здания рассчитываются с использованием средних цен от разных поставщиков и строительных компаний [45].

Расчеты по оптимизации энергопотребления здания в зависимости от начальных инвестиций, расходов на эксплуатацию и поддержку состояния опубликованы в статье [46]. Авторы исследования продемонстрировали влияние расходов поддержки состояния здания и его инженерных систем на оптимальный уровень энергоэффективности, показали, что деградация элементов и систем здания должна быть учтена при решении задач оптимизации энергопотребления.

Влияние климатических условий проанализировано в статье [46]. Решая задачи по оптимизации, необходимо учесть климатические данные местности, в частности, температуру наружного воздуха и интенсивность солнечной радиации. Результаты исследования подтвердили, что в зависимости от климатических условий, возникают разные условия и возможности достижения оптимальной энергоэффективности здания. Влияние местности расположения здания с конкретными климатическими условиями также проанализированы в публикациях [47] и [48].

Обзор методик определения жизненного цикла и экономического обоснования здания приведен в [49]. Авторы исследования расширили традиционное понимание, что здания и их конструкции оцениваются только по цене приобретения, сроку службы в здании и качеству. Новый взгляд на здание и его конструкции предусматривает анализ здания в течении полного цикла его существования, потому что уменьшение его влияния на окружающую среду зависит от энергетической эффективности во всех фазах, от проектирования, производства строительных материалов до разрушения здания и утилизации или переработки остатков здания. Примерный анализ полного цикла существования многоэтажного здания представлен в публикации [50]. В статье [51], ее авторы Фуллер и Петерсон опубликовали методику анализа экономических затрат в течении всего цикла существования здания с учетом изменения денежной величины, которая включает в себя инфляцию, банковские налоги на займы и прогнозируемую динамику цен на энергоносители.

Для оптимизации энергоэффективности в строительстве также применяются методы многоцелевого анализа [52]. Анализируются разные комбинации конструктивных решений, энергетических систем и строительных материалов.

Методика многоцелевого анализа для принятия решений оптимизации энергоэффективного дома по экономическим и энергетическим характеристикам представлена в статье [53].

Главная цель всех этих методик - выбрать экономически обоснованное решение из многих альтернатив, которые сопоставимы между собой, относятся к тому же периоду, климатическим условиям и экономической среде. Как отметили Фуллер и Петерсон [51], расчеты по выбору оптимальных решений энергетической эффективности зданий должны включать в себя все затраты, связанные с полным циклом существования здания с учетом изменения экономических и финансовых условий.

2.2 Обзор мировых концепций проектирования и строительства энергоэффективных зданий

Вместе с научными достижениями в области энергоэффективности, важным стимулом для продвижения внедрения энергоэффективности в строительство многих стран являются на разных уровнях проработанные и разными способами поддерживаемые концепции проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Некоторые из них применяются в процессах государственной поддержки внедрения инновационных материалов и инженерных решений, мероприятий по защите окружающей среды, другие - путем повышения требований государственных строительных нормативов, которых обязаны выполнять все участники строительства и эксплуатации зданий. В любом случае, избегая необоснованных и неэффективных требований, необходимо проделать тщательный анализ технических, экономических, экологических и, в некоторых случаях, социальных аспектов применения разных мероприятий по повышению энергоэффективности.

Многие страны уже давно применяют природозащитные стандарты (например, BREEM, LEED) [4], которые в некоторой мере способствуют повышению энергоэффективности зданий и строительного сектора в целом, но они созданы более для оценки влияния здания на окружающую среду, чем для продвижения энергоэффективного строительства. Решение по эффективности применения мероприятий, оцениваемых этими стандартами, принимает владелец или пользователь здания. Особенно экономическая оценка собственника и государства на применение мер по увеличению энергоэффективности строительства могут быть разными, поэтому необходимо иметь методику расчета экономического обоснования и оптимизации принимаемых решений.

Для обоснования требований к энергоэффективности зданий, как в целом, так и для отдельных мероприятий и решений, многими странами разработаны

методики по расчёту оптимальных по отношению энергопотребления, общих затрат. Суть такой методики графически показана на рисунке 5. Экономический оптимум повышения энергоэффективности соответствует наименьшей сумме инвестиций на повышение энергоэффективности и расходов на энергию в течении определенного периода.

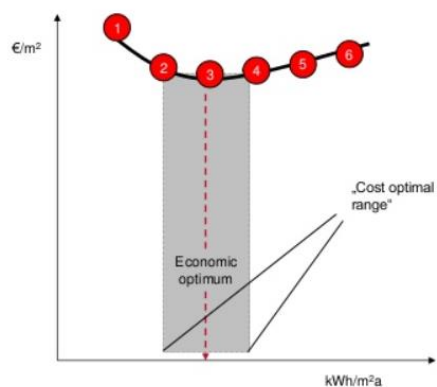


Рисунок 5 - Графическое выражение методики расчета оптимальных затрат на меры повышения энергоэффективности [4, с. 111]

Методики расчета оптимальных затрат в большей степени применяются для оценки разных решений по повышению энергоэффективности, а для стимулирования таких мероприятий применяются концепции проектирования и строительства энергоэффективных зданий, объединяющие экономически обоснованную теплоизоляцию ограждений, эффективную вентиляцию помещений, применение соответствующих потребности инженерных систем и возможности производства и использования энергии из возобновляющихся энергоисточников. Примером такой концепции может быть в Австрии и в Германии используемая концепция («Passiv-Haus») (рисунок 6).

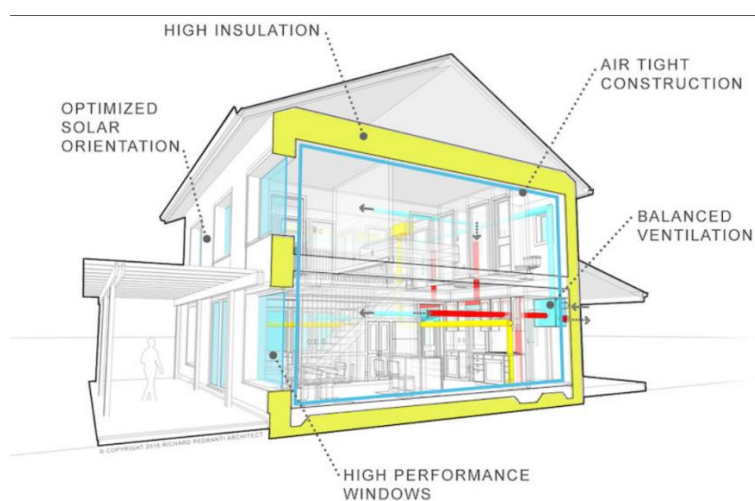


Рисунок 6 - Концепция проектирования и строительства энергоэффективных зданий («Passiv-Haus») [54]

Эта концепция была создана в 1980 году с целью достижения оптимального энергопотребления в жилых зданиях. Основные показатели этой концепции - очень хорошая теплоизоляция наружных ограждений, минимальная их воздухопроницаемость, эффективные окна и двери, ориентация помещений в сторону наибольшей солнечной радиации, механическая вентиляция с подогревом воздуха и отсутствие обычной системы отопления. В концепции указано, что для обогрева помещений (подогрева поставляемого в помещения воздуха) должно использоваться не более 15 кВт часов энергии на 1 квадратный метр отапливаемой площади в год, а общий годовой расход первичной энергии не должен превысить 120 кВт час на квадратный метр отапливаемой площади [54].

В Швейцарии много лет применяется концепция под названием «Minergie» что в переводе означает «Минимальное энергопотребление», эти дома отличаются от привычных стандартных домов. Основным преимуществом концепции «Minergie», является особая теплоизоляция, которая в сочетании с жестким контролем за состоянием воздуха может качественно снизить объем потребляемой энергии в доме. Ещё одной особенностью концепции «Minergie» является в том, что она вас просто принуждает не тратить тепло и энергию впустую [55].

Во Франции уже с 2007 года применяется система оценки энергоэффективности и сертификации зданий Effnergie [56]. Effnergie - это стандарт энергоэффективных домов построенных во Франции. Основными ключевыми показателями этого стандарта является:

1. BBC-Effnergie: строительство домов с низким потреблением энергии, здесь потребление энергии не должно превышать $50 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год;
2. Effnergie Renovation: это реконструкция зданий, здесь потребление энергии не должно превышать $80 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год;
3. Effnergie+: улучшенная герметичность зданий, которая позволяет понизить потребление энергии до $40 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год [57].

Во всех странах ЕС распространяется концепция проектирования и строительства почти не потребляющих поставляемой энергии зданий - Net zero energy buildings (NZEB) [58]. NZEB является огромным потенциалом для изменения способов использования энергии в зданиях. Здесь мы можем сказать есть очень много ключевых показателей как: проектирование зданий с нулевым энергопотреблением, методы оптимизации HVAC для снижения потребления энергии, возобновляемые источники, рекуперация сточных вод и т.д., применение их может привести к зданиям с нулевым потреблением энергии.

Важную роль в повышении энергоэффективности зданий занимает использование инновационных строительных материалов и изделий. Стимулом более широкого использования таких энергосберегающих материалов является добровольная сертификация с присвоением энергоэффективной классификации. Она является более понятной для потребителей, что способствует их преимуществу против дешёвых материалов с значительно низкой

энергоэффективностью. Примером добровольной сертификации окон и дверей может быть в Англии применяемая программа (Window Energy Rating) (рисунок 7).

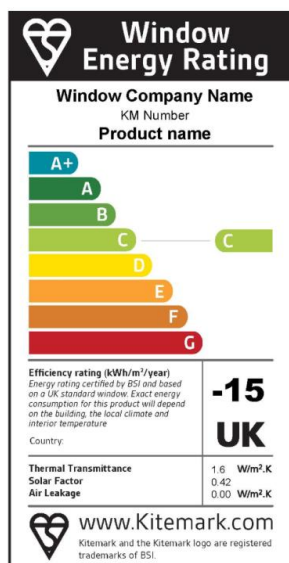


Рисунок 7 - Образец присвоения энергетического рейтинга окнам [59]

Проектирование энергоэффективных зданий становится интегральным процессом, поэтому созданы системы проектирования с использованием информационных технологий. Это способствует одинаковой оценке результатов проектирования, создает возможность нетрудоемкой проверки процесса проектирования и полученных показателей энергоэффективности здания. Примером такой системы проектирования может быть в Европе используемые программы PHPP (рисунок 8)[4].

Specific building demands with reference to the treated floor area		Treated floor area		Requirements	Fulfilled?*
Space heating	Heating demand	156,0	m ²	15 kWh/(m ² a)	yes
	Heating load	14	kWh/(m ² a)	10 W/m ²	yes
Space cooling	Overall specif. space cooling demand	10	W/m ²	-	-
	Cooling load		kWh/(m ² a)	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C)		W/m ²	-	-
Primary energy	Heating, cooling, dehumidification, DHW, auxiliary electricity, lighting, electrical appliances	1,6	%	120 kWh/(m ² a)	yes
	DHW, space heating and auxiliary electricity	60	kWh/(m ² a)	-	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	33	kWh/(m ² a)	-	-
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀	25	kWh/(m ² a)	0,6 1/h	yes

* empty field: data missing; '-': no requirement

A section of the PHPP "Verification"-sheet with the results for a sample detached house built to the Passive House Standard.

Рисунок 8 - Образец результатов расчета показателей энергоэффективности проектируемого здания с применением программы PHPP [60]

Важное место в процессах стимулирования энергоэффективного строительства занимает демонстрация его возможностей и преимуществ на

пилотных проектах. Практика осуществления таких проектов показала, что самая большая польза от них получается тогда, когда с самого начала проекта проводится обширная информационная кампания, проводятся учебно-показательные семинары на стройплощадках, оборудуются дополнительные приборы измерения энергопотребления в зданиях, показания которых показывает правильность принятых мер энергоэффективности (рисунок 9).



Рисунок 9 - Учебный семинар на стройплощадке возведения конструкций энергоэффективного жилого здания в Вильнюсе

Необходимо помнить, что инновации в повышении энергоэффективности зданий должны сопровождаться соответственной системой контроля. Во многих странах такая контроль осуществляется введением энергетической сертификации зданий. В процессе сертификации применяются информационные технологии, что способствует с наименьшими затратами труда получить достоверные данные о здании и его конструкциях, об эффективности потребления в них разных видов энергии. Образец сертификата энергоэффективного здания приведен на рисунке 10.

BUILDING ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATE					
Building Address			Calculated building classification		
Total floor area:			As built	After energy saving measures	
Specific calculated energy use kWh/m ² a			XY	XY	
Total energy delivered GJ			XY	XY	
Energy used by:					
Heating	Cooling	Ventilation	DHW	Lighting	
XY%	XY%	XY%	XY%	XY%	
Certificate validity			DD.MM.YYYY		
Certificate made by			Name Surname Licence Nr. XY		

Рисунок 10 - Образец сертификата энергоэффективного здания [61]

Представление обширной и достоверной информации в сертификатах также способствует увеличению привлекательности энергоэффективного строительства среди населения и инвеститоров, стимулирует энергосбережение и повышение энергоэффективности новых и существующих зданий.

2.3 Технические аспекты увеличения энергоэффективности зданий

Энергоэффективное здание включает в себя отдельные решения или систему решений, направленных на снижение расхода энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания [62]. Для достижения высокого уровня энергоэффективности как отдельного здания, так и строительного сектора в целом, необходимо анализировать возможности и внедрять эффективные и обоснованные меры в течении всего процесса - от идеи построить здание до его сдачи в эксплуатацию.

Местонахождение здания в отношении к климатическим и топографическим условиям. Во многих случаях выбирать географическое месторасположение здания нет возможности, но всегда необходимо учесть климатические условия, которые играют очень важную роль в энергоэффективности здания, так как потребление энергии зависит от таких климатических величин, как солнечная радиация, температура наружного воздуха, скорость и направление ветра и влажность [63]. Участок строительства и расстояние между другими зданиями являются одним из наиболее важных параметров проектирования, которые влияют на количество солнечного излучения и скорость циркуляции воздуха вокруг зданий, вызывающий охлаждение здания. По этой причине следует определить местоположение здания в этом районе, чтобы извлекать выгоду из таких возобновляемых источников энергии, как солнце и ветер [63, с.23].

Для обеспечения умеренного энергопотребления и адекватной защиты от преобладающего ветра, защиты от солнечного перегрева, ориентация зданий на земле должна соответствовать климатическим условиям региона. В холодных регионах более низкие ночные температуры вызывают накопление более холодного и плотного воздуха в впадинах и долинах. Поэтому в холодных регионах целесообразно размещать здания на склонах холмов, а не в долинах. Такие склоны не подвержены влиянию холодного ветра так же сильно, как долины, и имеют преимущество как показано на рисунке 11 [64].

Топография расположения здания важна из-за влияния угла падения солнечной радиации, уклона и ориентации земли с точки зрения использования дневного света и естественной вентиляции, солнечной радиации. Если поселение будет наклонным, то полученная солнечная энергия излучения снижается летом, а полученная энергия солнечной радиации увеличивается зимой. Поэтому склоны земли, количество поступающей солнечной радиации и широта составляют очень важные параметры [66].

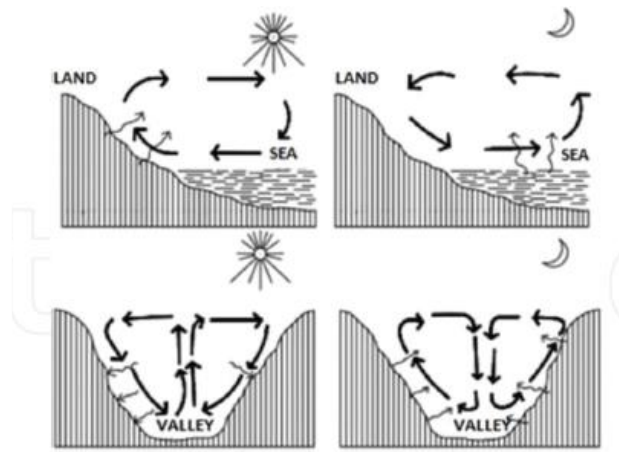
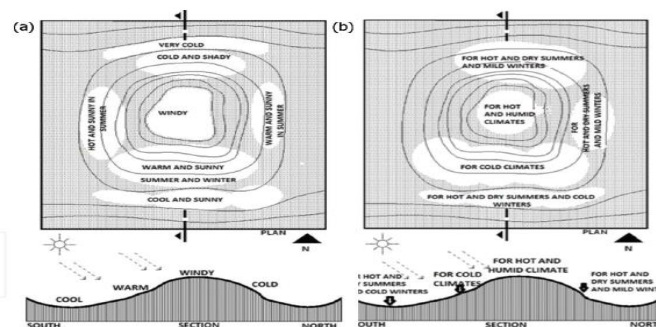


Рисунок 11 - Изменение климатических условий, окружающих здание, в зависимости от его местоположения [65]

Хорошо известно, что южный склон теплее и имеет самый длинный период прямой солнечной радиации в северном полушарии. При наличии выбора места строительства южный склон все же является лучшим для большинства типов зданий. Зимой южный склон является самым теплым по двум причинам: южный склон получает наибольшее количество солнечной энергии, потому что он наиболее непосредственно направлен на зимнее солнце. Южный склон также будет испытывать наименьшее затенение, потому что объекты отбрасывают свои самые короткие тени на южные склоны [67].

Ниже в рисунке 12 показано изменение климатических условий при различных ориентациях наклона. На южном склоне больше всего солнца, и он самый теплый зимой, в то время как на западном склоне жарче всего летом. Северный склон - самый тенистый и холодный, в то время как вершина холма - самое ветреное место. Низкие участки склонов имеют тенденцию быть прохладнее, чем склоны, так как в них стекает холодный воздух, который собирается там [67, с. 10].



а) микроклимат вокруг холма; б) предпочтительные строительные площадки вокруг холма в зависимости от климата для зданий

Рисунок 12 - Более подходящие для застройки расположения участков земли в соответствии с различными климатическими зонами [67]

В холодном климате южные склоны максимально собирают солнечную энергию и защищены от холодных северных ветров. В жарком и сухом климате нужно строить в низменных областях, которые собирают прохладный воздух. Если зима очень холодная, лучше строить внизу южного склона. Если зима мягкая, построение возможно на северном или восточном склоне, но во всех случаях необходимо избегать западных склонов. В жарком и влажном климате максимально увеличивается возможности естественной вентиляции, когда дома строят на вершины холмов. Для зданий с внутренним доминированием, таких как большие здания логистики, которые практически не требуют солнечного отопления, лучше подходят северные и северо-восточные склоны [67].

Места застройки, находящиеся выше над уровнем моря, получают увеличенное количество солнечной радиации. Причина этого увеличения связана с атмосферными условиями, чистотой атмосферы и уменьшением всевозможных препятствий. В обмен на увеличение значений солнечной радиации, снижается температура воздуха. С увеличением высоты также увеличивается скорость ветра, что приводит к увеличению потерь тепла в здании [68].

Правильное проектирование и планирование здания. Предпроектная стадия включает в себя выбор места для строительства и подходящей площадки для здания, план застройки и соответствующую организацию пространства, форму здания, выбор строительных материалов, проектирование ограждающих конструкций здания, ландшафтным дизайном и последовательным использованием возобновляемых источников энергии. Посредством точного и осознанного энергосберегающего ландшафтного дизайна можно снизить затраты энергии на отопление и охлаждение в летнее и зимнее время года на 30% [69].

При проектировании зданий расстояние между зданиями является важным параметром проектирования, который влияет на использование солнечной энергии, направлении и скорости ветра, так же на динамику изменения температуры окружающего воздуха. Расстояния между зданиями сильно влияют на энергетические характеристики на этапе использования здания. Когда здание остается в теневом пространстве других зданий, влияющих на прямое попадание солнечных лучей, что увеличивает потребление энергии. Кроме того, положение и расстояние других зданий влияют на скорость и направление ветра вокруг здания, и это влияет на энергетические характеристики здания, связанные с чрезмерной фильтрацией воздуха через ограждения [70].

Ориентация здания влияет на соотношение общей солнечной радиации и интенсивности ее потока на разные стороны здания. По этой причине, здания и их внутренние помещения должны быть ориентированы таким образом, чтобы получить наибольшую выгоду от солнца в соответствии с климатическими условиями [63].

Формы зданий. Еще одним важным фактором является форма здания, которая влияет на потери тепла и может быть определена с помощью геометрических переменных зданий, таких как отношение длины здания к глубине здания в плане, высота здания, соотношение площади наружных

ограждений к полезной площади здания. Приток тепла и теплопотери здания может увеличиваться и уменьшаться в зависимости от соотношения наружных поверхностей, направленных к окружающей среде, и отапливаемой площади помещений [72]. В поселке London-BedZED были спроектированы отдельные дома с собственными садами. Чтобы уменьшить потери тепла в зданиях, были использованы компактные формы, и здания были собраны в группы чтобы уменьшить площадь наружных поверхностей, как показано на рисунке 13 [71].



Рисунок 13 - План территории экологического поселения London-BedZED[71]

На энергетические характеристики здания влияют такие факторы, как его форма, площадь наружных поверхностей и направление фасадов. Существует прямая зависимость между геометрической формой и энергетическими характеристиками здания. В проведенных исследованиях отмечено, что для энергетических характеристик зданий, имеющих один и тот же объем, но выполненных в разных формах, получены различные результаты [71]. Форма куба, взятая в качестве 100%, была принята за эталон (рисунок 14).

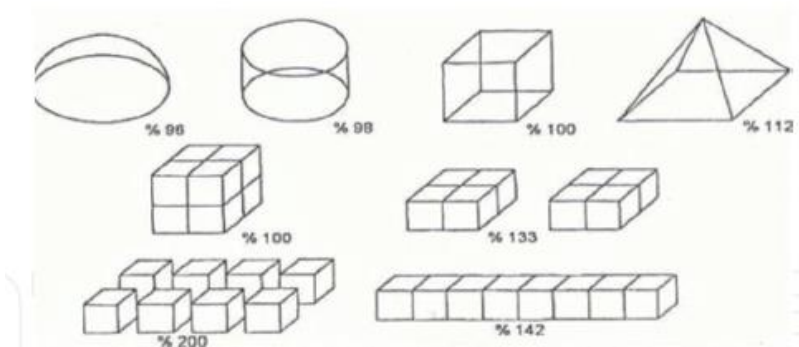


Рисунок 14 - Взаимосвязь между формой здания и соотношению площадей основания и наружных ограждений [73]

Ограждающая конструкция здания. Ограждающая конструкция здания - это такие компоненты, как стена, потолок, полы, окно и дверь, которые отделяют

здание (кондиционированное пространство) от наружного пространства и позволяют теплоте передаваться внутрь или наружу [74]. Ограждающая конструкция здания выполняет роль фильтра между внутренними и наружными условиями, чтобы контролировать потребление воздуха, тепла и света [75]. Ограждающая конструкция здания должна сводить к минимуму потери тепла зимой и прирост тепла летом. Хотя стоимость строительства ограждающей конструкции здания составляет 15-40 % от общей стоимости строительства здания, ее вклад в затраты на жизненный цикл, особенно в затраты на энергию, составляет около 60% [67].

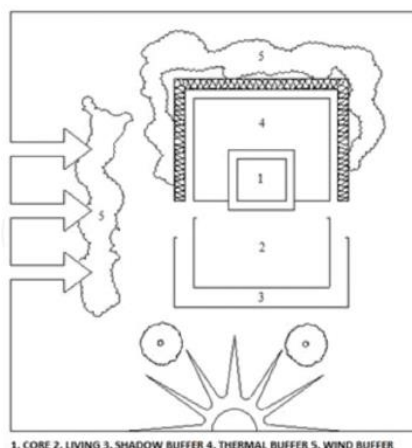


Рисунок 15 - Схема выполняемых задач оболочкой здания [76]

Энергоэффективные ограждающие конструкции способствуют снижению потерь тепловой энергии до 40-50%. Физические и структурные характеристики компонентов здания, таких как стены, окна, полы и двери, которые составляют внешнюю оболочку здания, оказывают значительное влияние на энергопотребление здания. Тепловые характеристики, толщина и цвет материалов, используемых в этих компонентах, играют важную роль в регулировании тепловых потерь и теплопоступлений в здании [74]. Энергосберегающие характеристики анализируемых компонентов здания описаны ниже.

Наружные стены: Тепловые и инертные характеристики наружных стен связаны с составляющими их строительными материалами, а также с характеристиками слоев строительных элементов и порядком их расположения. Стены, которые минимизируют потери и поступления тепла, представляют собой хорошо изолированные массивные стены с высокой теплоаккумулирующей способностью. Важную роль в определении теплоэффективности всего здания играет соотношение площадей стены и окон. В условиях холодного климата, увеличение площади окон ведет к повышению теплопотерь зимой и к увеличению энергетических затрат на охлаждение летом. В условиях более теплого климата увеличение площади окон способствует более интенсивному поступлению тепла в здания, что в суммарном итоге превышает

теплопотери и является мероприятием уменьшения потребности наружной энергии для отопления здания.

Для увеличения теплоизоляционных характеристик наружных стен, необходимо применять многослойные конструктивные решения, так как достичь необходимой тепловой изоляции только с применением конструктивных материалов становится невозможно из-за большой толщины. Чаще всего для утепления наружных стен используется изделия на основе минерального волокна и изделия из пенополистирола.

Для теплоизоляции стен энергоэффективных зданий обычно применяются материалы низкой теплопроводности. В отечественной практике для утепления ограждающих строительных конструкций наибольшее применение нашли:

- теплоизоляционные плиты из минеральной ваты;
- конструкции ограждений с экструдированным пенополиэтиленом в качестве утеплителя;
- теплоизоляционные плиты, изготовленные из базальтовых горных пород;
- плиты (блоки) из пеностекла и т.п.

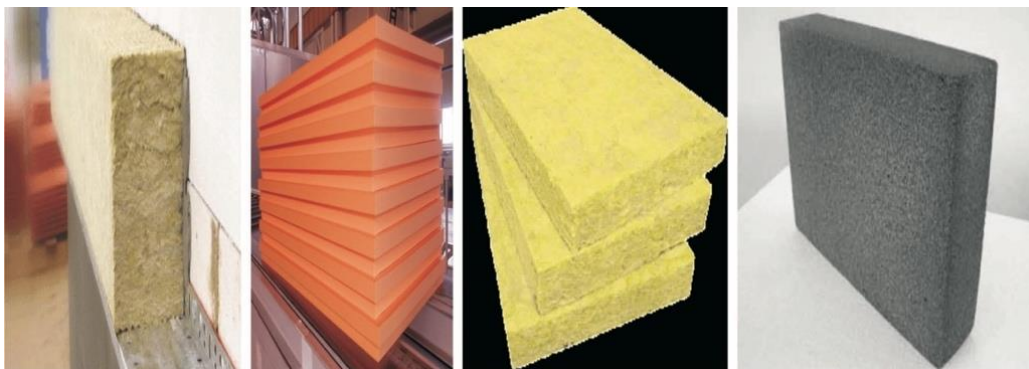


Рисунок 16 - Строительные материалы для утепления ограждающих строительных конструкций

Крыши: В коммерческих и институциональных зданиях крыши, как правило, плоские, а изоляция может опираться на подвесной потолок. В конструкции двускатной крыши, где мансарда не используется, изоляция обычно находится в потолке [67]. Форма, материал, наклон, ориентация, цвет наружной поверхности, а также изоляционные качества крыши определяют тепловые характеристики зданий. Поэтому крыши должны проектироваться с учетом климатических условий [74]. Чаще всего для утепления крыши применяются следующие теплоизоляционные материалы как: вспененный пенополистерол, пенополеуретан, каменная вата, и стекловата. Но наиболее чаще используется каменная вата она укладывается как на скатных, так и на плоских типах крыши.

Окна: Окна влияют на энергоэффективность зданий за счет потери или поступления тепла, естественной вентиляции и освещения. Наиболее подходящим направлением с точки зрения тепlopоступлений является юг, после восточной и западной стороны. Большие окна уменьшают потребность в искусственном освещении, одновременно улучшая дневное освещение [77].

Окна должны быть спроектированы в таком объеме, который достаточен для обеспечения естественного освещения. Например, величина окна должна составлять не менее 15% от площади помещения [78].

Снижение теплопотерь через окна посредством установки двойных и тройных стеклопакетов. Снижение потерь тепла на 40%, снижение оплаты за тепловую энергию; снижение потребления топлива, высвобождение дополнительной тепловой мощности. Достижения в технологии производства низко эмиссионного стекла позволили сделать окна основным фактором сохранения энергии и комфорта при снижении внутренней конденсации и потерь тепла.

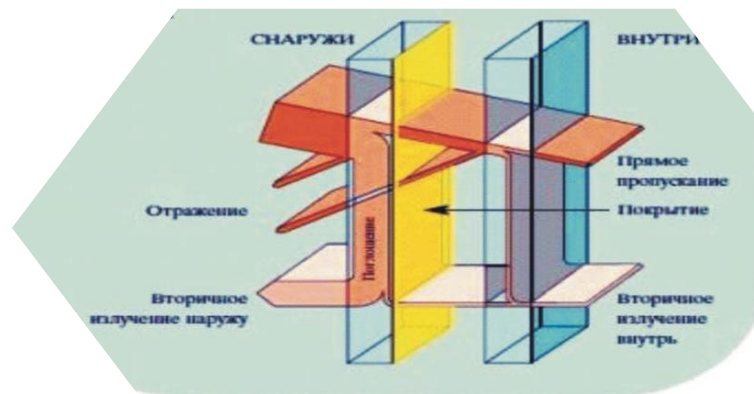


Рисунок 17 -Изолирующий стеклопакет с солнцезащитным стеклом с покрытием

Двери: На сегодняшний день имеются различные виды и производители дверей, которые применяют огромное количество энергоэффективных материалов и утеплителей при производстве. Каждые из этих материалов и утеплителей имеют свои характеристики, а также ряд преимуществ и недостатков. Как бы в помещении не работало отопление, холодный воздух с наружи будет вызывать дискомфорт. Утепленные дверные блоки отличаются от обычных стальных дверных конструкций тем что, минимальны уровнем теплопроводности и высоки теплоизоляционными качествами. Поэтому благодаря утеплительным материалам которые находятся внутри дверного полотна, имеют высокие показатели при использовании. На современно рынке имеются теплые двери, внутри которых есть теплоизоляционные плиты. Нужно отметить что по сравнению с обычным утеплением минеральной ватой, теплоизоляционные плиты отличаются высокой долговечностью и эффективностью сохранения тепловой энергии в помещении. Конечно же стоимость теплоизоляционных материалов высокие, но вне зависимости от качества системы отопления в помещении, если не утеплить входную дверь около 50% тепла будет уходить именно через неё.

Полы: Полы, заземленные на почву, должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить желаемые характеристики с точки зрения тепла и влаги. В холодных и умеренных климатических зонах следует отдавать предпочтение хорошо изолированным напольным покрытиям. Однако в зонах с

теплым и влажным климатом могут быть предпочтительны высокие полы, поскольку воздушные потоки становятся важными [64, стр. 11]. В объемах, попадающих на солнечный свет, укладка пола может использоваться как тепловой накопитель. При укладке полов следует отдавать предпочтение материалам темного цвета, обладающим высокой теплоемкостью. Не кладите ковры на пол и не оставляйте его открытым, это увеличивает его способность поглощать тепло.

Тепловые мосты. Или же по-другому еще называют мостик холода, они представляют собой локализованные участки в элементах теплоизоляции помещений, на которых происходит интенсивная передача тепла с более теплой стороны к более холодной стороне как на рисунке 18. Наличие тепловых мостов служит причиной повышенных потерь тепла. Существует два вида тепловых мостов: тепловые мосты, вызванные свойствами материалов и тепловые мосты, вызванные геометрическими особенностями конструкций. Использование тепловых мостов является одним из важных критериев при оценке энергоэффективности ограждающей конструкции здания.

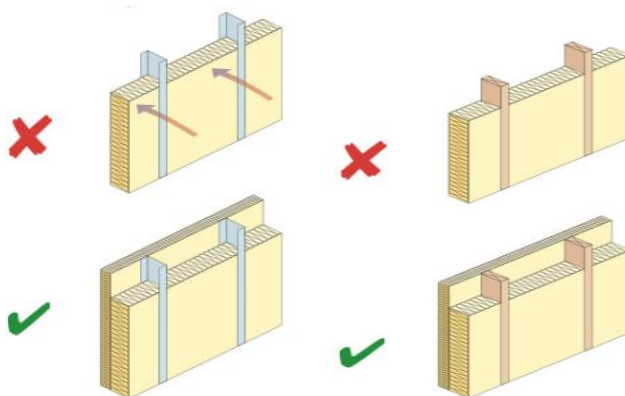


Рисунок 18 - Снижаем прямое прохождение тепла через более теплопроводные включения

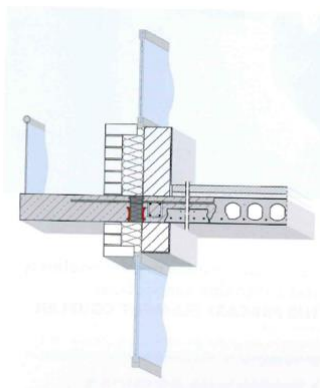


Рисунок 19 - Прерываем прямое прохождение тепла через балконное соединение

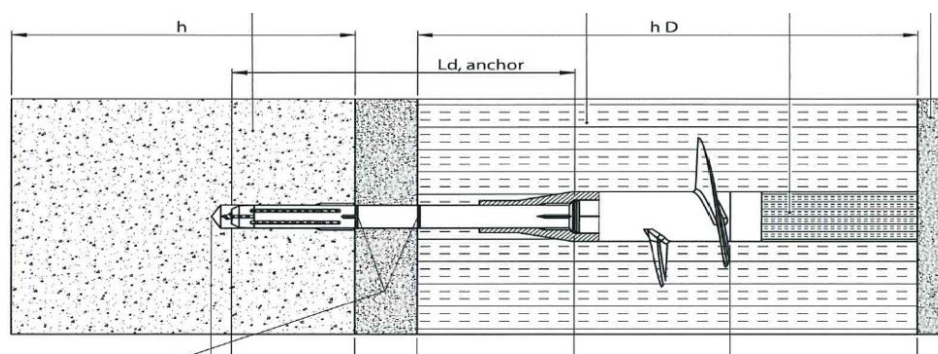


Рисунок 20 - Снижаем влияние металлического элемента крепления на теплопередачу через стену с механически прикрепленной теплоизоляцией

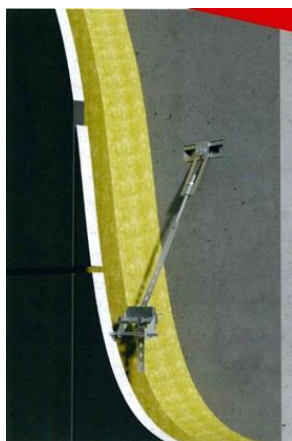


Рисунок 21- Соединение из нержавеющей стали на вентилируемых фасадах

В вентилируемых фасадах для связи стены и фасадных плит используем соединения из нержавеющей стали, теплопроводность которых в 3 раза меньше по сравнению с оцинкованной сталью и около 10 раз меньше по сравнению с алюминием.

Увеличение тепла аккумулятивных свойств здания. Аккумулятивное тепло представляет собой сохранение избыточного тепла в ограждающих конструкциях, материалах с высокой теплоемкостью, которое передается воздуху помещения в более позднее время, стабилизируя, внутреннюю температуру и уменьшая потребность в нагревании.

Возможность аккумулятивного теплового процесса основана на использовании физического или химического процесса, связанного с поглощением и выделением теплоты. К основным способам аккумулятивного относятся: накопление-выделение внутренней энергии при нагревании/охлаждении твердых или жидких тел; фазовые переходы с поглощением-выделением скрытой теплоты; процесс сорбции-десорбции или обратимая химическая реакция, протекающая с выделением-поглощением теплоты [83].

Летом, нагревание происходит за счет солнечного излучения. Тепло в течение дня может накапливаться в массивных материалах и прогрессивно

выпущено внутрь в ночное время. В результате пиковая нагрузка охлаждения ниже, и изменения температуры остаются в пределах диапазона комфорта в течение большего времени в течение дня.

Зимой, из-за той же самой причины, аккумулированное тепло отдается в комнату в течение вечерних часов, нагревая воздух помещения, и избегая перегревания во время периодов высокого солнечного излучения днем. С другой стороны, нагревание здания с большой теплоемкостью занимает больше времени[83].

В объемах, получающих солнечный свет, укладка массивного пола и перегородок может быть использована в качестве тепло накопителя. Массивные материалы темного цвета, имеющие высокий уровень аккумуляции тепла, следует использовать для увеличения теплоаккумулирующей способности всего здания. Чаще всего в таких условиях используются тяжелые бетоны с керамическим и каменным покрытием.

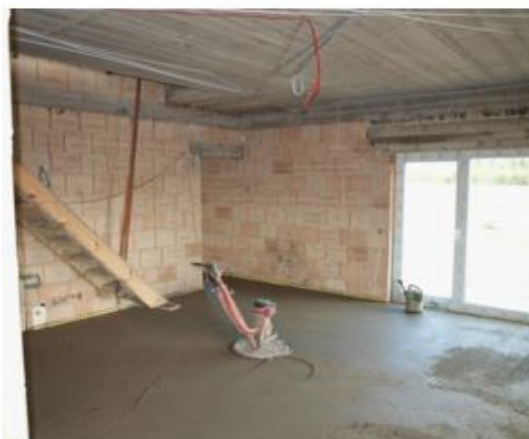


Рисунок 22 - Падающий солнечный свет при котором происходит нагревание помещения

Системы прямого усиления: пассивное солнечное здание с прямым усилением имеет окна, которые пропускают зимнее солнце прямо в занимаемое пространство. Эти солнечные усиления служат либо для удовлетворения части текущего нагрева потребности здания или хранятся в тепловой массе для удовлетворения потребностей в отоплении, которые возникают позже. Большинство зданий с прямым усилением включают в себя:

- 1) большие окна, выходящие на юг (для северного полушария), чтобы допускать зимние подводные лодки;
- 2) тепловую массу внутри изоляционной оболочки для снижения температурных колебаний;
- 3) расчетный свес над южным стеклом, чтобы затенять стекло летом, допуская при этом более низкую угловую зимнюю инсоляцию;
- 4) средство уменьшения потерь тепла ночью.

В здании с прямым усилением солнечный свет попадает прямо в интерьер через остекление. Он ударяется о массивные внутренние поверхности (как

правило, бетонный пол и поверхности каменной стены), поглощается и преобразуется в тепло. Часть тепла от поверхностей немедленно отводится обратно в интерьер комнаты. Остальная часть поглощенного тепла уходит в тепловую массу, которая медленно нагревается, позднее ночью накопленное тепло отводится обратно внутрь, как показано на рисунках 23 и 24 [79].

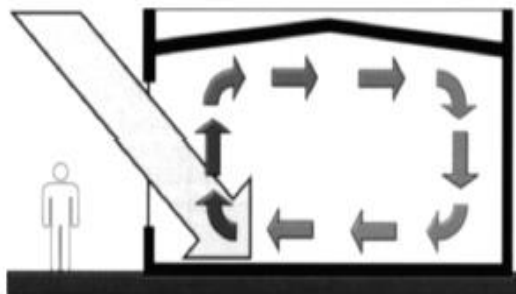


Рисунок 23 - Схема прямого усиления [80]

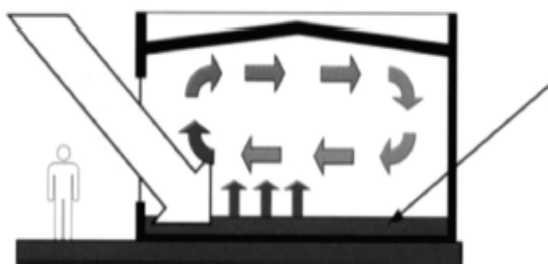


Рисунок 24 - Схема прямого усиления плюс хранилище [81]

С применением козырьков, балконных плит.

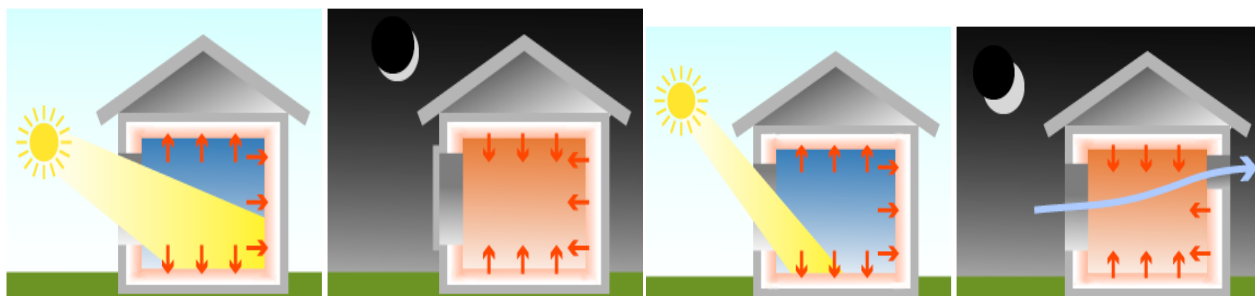


Рисунок 25 - Зимой

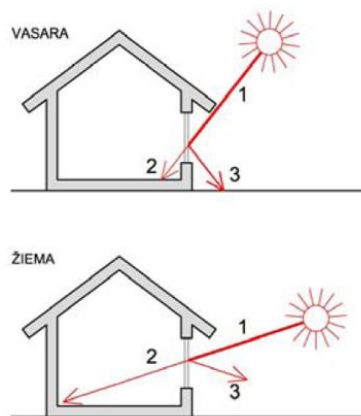


Рисунок 26 - Летом

Высокая герметичность здания. Энергоэффективное здание должно быть, как можно меньше воздухопроницаемым, так как увеличивается фильтрация воздуха, повышается воздухообмен выше требуемого, что приводит к необоснованному повышению потребления тепловой энергии на подогрев чрезмерно часто меняющегося воздуха в помещениях.

Герметичность наружной оболочки здания является необходимым условием строительства зданий, отвечающих стандартам Пассивного дома. При недостаточной герметичности ограждающих конструкций теплый воздух, находящийся внутри здания, может проникать наружу, что может привести к обильному выпадению конденсата на холодных участках конструкций, и как следствие - повлечь повреждение строительных конструкций. Кроме того, проникновение воздуха с улицы, может стать причиной возникновения сквозняков и нарушения целостности вентиляции помещений, значительному уменьшению уровня комфорта [84].

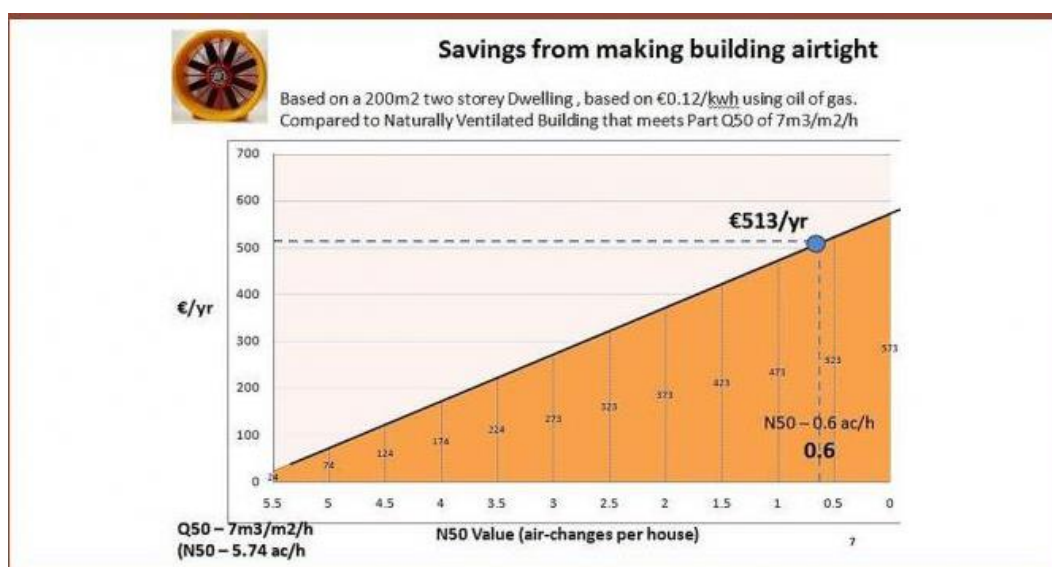


Рисунок 27 - Образец экономии денег на теплоэнергию в зависимости от интенсивности воздухообмена в здании

Уплотнение щелей и не плотностей оконных и дверных проемов. Мероприятие позволяет повысить теплозащиту окон и дверей в среднем на 15-20% Для решения обозначенной проблемы существуют следующие способы и технологии:

- герметизация заполнения световых проемов (окон, застекленных лоджий и пр.) в местах их примыканий к стеновым панелям;
- герметизация дверных проемов;
- герметизация стыков панелей.

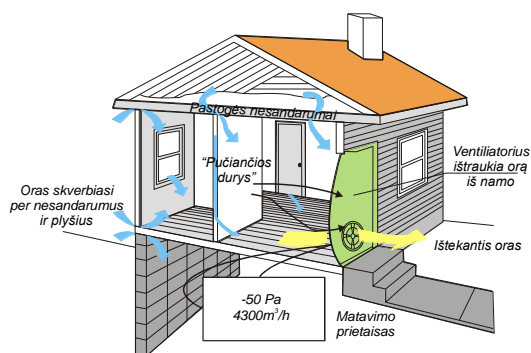


Рисунок 28 - Схема измерения интенсивности воздухообмена здания с применением аэродверей



Рисунок 29 - Аэродверь



Рисунок 30 - Схема производства воздухонепроницаемой оболочки здания

Системы вентиляции и теплообменник (рекуперация). Принцип таких установок заключается в том, что при прохождении вытяжного воздуха через канал теплообменника он отдает тепло верхней и нижней пластине рекуператора. Полученный в результате охлажденный воздух удаляется из помещения. С другой стороны пластины теплообменника пропускается свежий воздух с улицы, который получает тепло от предварительно нагретых пластин. Имеются три основные системы вентиляции жилых помещений - натуральная, принудительная механическая и принудительная с возвратом тепла из удаляемого воздуха.

Максимально эффективное использование теплоты удаляемого воздуха посредством теплообменников, с учётом избегания трансмиссионных потерь, при условии эффективной теплоизоляции, значительно (в пределах 70-90%) снижает затраты на подогрев и охлаждение приточного воздуха, что позволяет существенно сократить использование отдельных систем отоплений. Это является немаловажным аспектом уменьшения энергопотребление строения, ввиду того, что затраты на вентиляцию современных зданий оценивается в 40-50% всех затрат на отопление

Экономия электроэнергии затрачиваемой на вентилирование здания. Системы автоматизированного управления микроклиматом исполняют две задачи: управление и поддержание заданных пользователем параметров поступающего в помещение воздуха; защита климатического оборудования, помещений и людей. Также, автоматизация систем микроклимата вентиляцией позволяет экономить от 13% до 20% энергоносителей и т.д. [84].

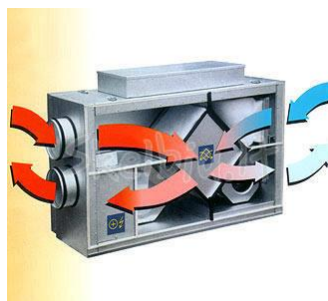


Рисунок 31 - Система возврата тепла из выбрасываемого воздуха (рекуперация)

Производство и использование энергии из возобновляющихся источников для уменьшения потребления наружной энергии. Применение альтернативных экологически чистых источников энергии может предотвратить энергетический кризис в любой стране. На сегодняшний день перспективным направлением является использование энергии, накапливаемых в водоемах, грунте, геотермальных источниках, технологических выбросах и т.д. Так как температура этих источников низкая (0-25 °С) и для эффективного их использования переноса на более высокой температуре (0-25 °С) применяются тепловые насосы. Принцип работы теплового насоса очень прост и подобен

холодильнику. Только в холодильнике тепло переносится из внутренней камеры на заднюю стенку, а в тепловом насосе из окружающей среды в систему отопления[85].

Тепловые насосы являются очень надежными устройствами, срок эксплуатации компрессора и теплообменного контура примерно 30 лет. Зарубежная практика применения тепловых насосов гласит о том, что агрегаты и автоматика практически не выходят из строя в течении всего срока эксплуатации. Тепловые насосы хороший выбор, когда идет речь о объединении экономии топлива и экологически чистого способа производства тепла. Энергия, которая применяется тепловым насосом для отопления, обеспечивается окружающей средой в неограниченном количестве и совершенно бесплатно [86].

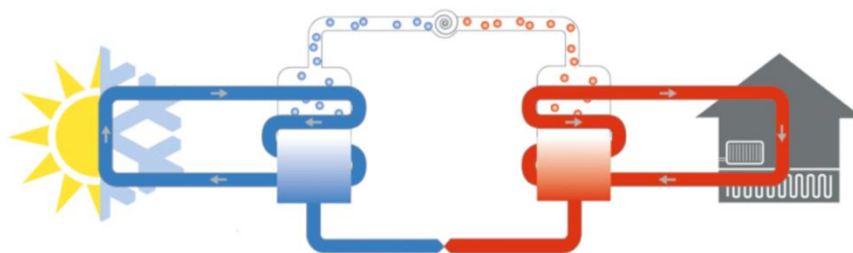


Рисунок 32 - Принцип работы теплового насоса

В основном применяются несколько распространенных тепловых насосов:

1. Геотермальный тепловой насос, который использует солнечную энергию, сохраненную в земной поверхности. В основном применяется четыре системы геотермального отопления с различными источниками, где энергия собирается с плоскости (земляной коллектор), из грунтовых вод (скважины), водоема (пруды, озера) или тепловой скважины (энергетический колодец). Но в основном самым распространённым является горизонтальное расположение земляного коллектора.

2. Тепловой насос «Воздух вода». Здесь мы можем сказать это одно из лучших решений клиента, который хочет в своей системе отопления применить тепловой насос, но имеющийся участок нельзя использовать для геотермального насоса. Этот вид теплового насоса применяется для производства тепла тепловую энергию, сохраненную в наружном воздухе.

3. Тепловой насос «Воздух-воздух». Воздушный тепловой насос состоит из двух частей. Воздушный тепловой насос состоит из двух частей. Внешняя часть с компрессором забирает тепловую энергию, сохраненную в наружном воздухе, и транспортирует ее во внутреннюю часть насоса, откуда накопленное тепло выдувается с помощью вентилятора и направляющих в окружающий воздух. В отличие от теплового насоса типа «воздух-вода», тепловым насосом «воздух-воздух» невозможно нагревать бытовую воду и отапливать водяные радиаторы[105].

Система отопления с тепловым насосом, используются для модернизации систем отопления в старых зданиях, в низкоэнергетических домах, а также домах

с применением энергосберегающих технологий используемых при строительстве. Многие считают, что тепловой насос предназначен для небольших объектов с малым потреблением тепловой мощности, но это не так.

Тепловой насос имеет ряд преимуществ таких как:

1Экономичность. Система экономит людям деньги, хотя начальная цена системы может быть немного выше обычного;

2Долговечность и надежность. Система долговечна и послужит от 25 до 50 лет;

3Гибкость. Одиночный модуль контролирует отопление, охлаждение и нагрев воды;

4Экология. Экологически чистый метод отопления и кондиционирования, так как используется возобновляемая тепловая энергия земли;

5Безопасность.

Еще одним из инновационных систем является водонагреватель на солнечных коллекторах, которая позволяет использовать тепло солнца для нагрева воды и обогрева жилых помещений. Эта система уже с 1980-х годов широко используется в Европе и США, хотя для Казахстана эта система является инновационным по сей день, несмотря на то, что величина солнечного излучения в нашей стране превосходит многие другие страны.

Солнечные водонагреватели могут быть активного или пассивного типов. Активная система использует электрический насос для циркуляции жидкости через коллектор; пассивная система не имеет насоса и полагается только на естественную циркуляцию. В предлагаемых наших солнечных водонагревателях с коллекторами вакуумного типа - за счет использования тепловых трубок в конструкции вакуумных коллекторов достигается большой КПД при работе в условиях низких температур и слабой освещенности. За счет качественных многослойных высокоселективных покрытий и вакуумирования, солнечный коллектор способен улавливать солнечную энергию в очень широком спектре излучения (значительно шире видимого спектра) [87].

Казахстан является одной из ведущих стран в регионе по среднегодовому потенциалу инсоляции: годовая деятельность солнечного света составляет 2200-3000 часов, а оцениваемая мощность 1300-1700 кВт на 1 м² в год, что превышает аналогичные показатели стран Европы.

Практика показывает, что использование солнечной энергии более эффективно на нужды горячего водоснабжения, чем на выработку электрической энергии или отопление, по крайней мере, на сегодняшний день. Интерес к солнечным коллекторам все больше растет, а вместе с ним растет и количество противоречивых мнений по поводу использования гелиосистем в наших широтах. Было бы неправильно не уделить внимание этому виду альтернативного отопления и не попробовать разобраться с принципом работы коллекторов, классификацией, их эффективностью, стоимостью и т.д.

Имеется 3 вида солнечных коллекторов: вакуумные (трубчатые), плоские, воздушные. В зависимости от вида коллектора процесс преобразования солнечной энергии в тепловую имеет свои особенности. Сравнительный анализ

показывает, что вакуумные коллекторы имеют больше преимуществ по сравнению с плоскими, при этом считается, что они и более дорогие. Более низкие теплотери, простота замены трубок и возможность использования при значительно низких температурах делают более привлекательным именно вакуумные коллекторы. Считается, что они имеют большую светопоглощающую площадь, следовательно, должны быть более эффективными [106].

Еще в Казахстане с каждым годом увеличивается количество установленных солнечных батарей, причина этому конечно же рост цен на электроэнергию, а себестоимость генерации из альтернативных источников стабильно падает. В зависимости от ряда условий, установка и монтаж солнечных батарей производится следующими способами: на земле, крышах домов, а в городских условиях - еще и на стенах и балконах. Все четыре варианта обладают собственными достоинствами и недостатками. И каждому из них присущи как общие, так и индивидуальные особенности монтажа [107].

Системы электроснабжения на солнечных батареях, предназначенные для нормального обеспечения электричеством отдельных объектов: жилых домов, производственных объектов и т.п. Мощность систем зависит от необходимого объема потребления электроэнергии.

12 кВт - от 2 134 900 тенге;

24 кВт гибридный солнечно-ветровой - от 3 462 000 тенге;

35 кВт - от 4 685 240 тенге;

47 кВт гибридный солнечно-ветровой - от 5 273 780 тенге;

510 кВт - от 9 000 000 тенге;

620 кВт - от 17 000 000 тенге [108].

Стоимость солнечных батарей окупается длительным сроком использования, высокой производительностью систем. Но, как и любой способ инвестирования, этот также требует предварительного анализа нюансов, особенностей установки и дальнейшей эксплуатации.

Солнечная энергоэффективность во многом зависит от расположения дома или объекта. Проблемой может стать, если здание окружено высокими сооружениями, деревьями. В таких условиях производительность системы напрямую зависит от типа батарей. К примеру, если в производстве солнечных батарей использованы поликристаллы кремния, тени становятся причиной сокращения выхода электроэнергии. Работа монокристаллических панелей при наличии блокирующих свет объектов может полностью прекратиться. Обустраивая дом солнечной системой, заранее нужно позаботиться об отсутствии преград, снижающих эффективность и высокую производительность устройства в дневные часы. Мощность производимой энергии напрямую зависит от длительности освещения панелей солнечным светом: чем дольше согреваются батареи, тем эффективнее работа и больше производится электроэнергии [109].

Рекуператор воздуха - это еще одна технология, которая дает возможность снижать энергозатраты. Рекуператор - это устройство, который обеспечивает теплообмен между входящими и исходящими воздушными потоками.

В промышленности уже давно применяется рекуперация воздуха для того чтобы удешевить отопление больших цехов. Но с развитием технологии рекуператор воздуха начали применять и для домов. Одним из хороших вариантов для дома является тот рекуператор, который заранее запланирован во время проектирования дома и планируется встроить в вентиляцию.

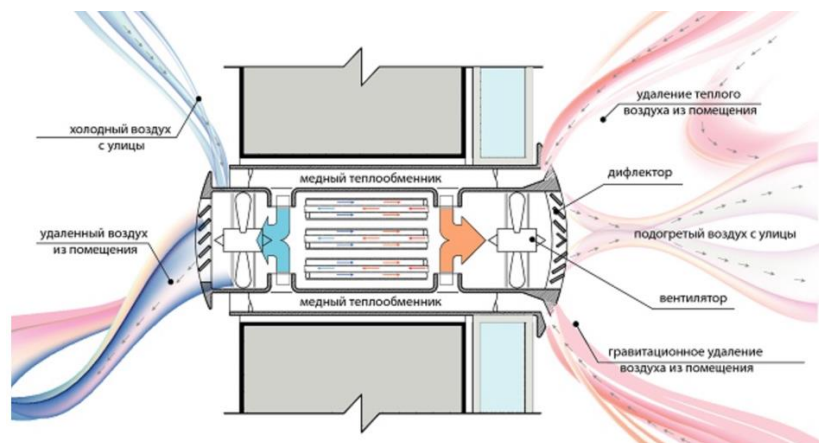


Рисунок 33 - Применение и принцип работы рекуперации воздуха

На самом деле рекуперационные системы содержат один или несколько вентиляторов, как минимум вытяжной. Для того что бы система работала, нужен постоянный воздушный обмен. В доме воздух не должен застаиваться, если не будет вытяжного потока, конечно же не будет приточного, нечего нагревать

Имеются следующие разновидности рекуператоров:

- Пластинчатый, он является самым простым, и наиболее используемым, наиболее подходящим типом рекуператора для частного дома. Можно сэкономить до 60-70% всей энергии, которая тратится на отопление помещения.

- Роторный, здесь мы можем сказать что система более сложная и базируется на вращающемся теплообменнике. Система работает в исходящем потоке воздуха, но при этом через роторный теплообменник проходит входящий поток. Одним из преимуществ является очень высокий КПД-до 85% чем у пластинчатого, а недостатками сложность конструкции.

- Крышный и водяной эти системы являются очень редкими, потому что изготавливаются для специальных условий. Крышные рекуператоры устанавливаются в основном в крупных магазинах, супермаркетах, промышленных объектах и так далее. Особенность конструкции является в том, что он требует большой объем внутреннего пространства. Водяной рекуператор по своему КПД очень близок к пластичному, но сложнее в монтаже. Основным достоинством считается то что притяжной и вытяжной воздухопроводы могут быть разнесены на большое расстояние, соединяя теплоизолированным трубопроводом.

На самом деле кроме своей основной функции - экономии энергии за счет обмена теплом с наружным воздухом - рекуператор в доме обеспечивает

постоянное проветривание. Кроме того, рекуператор обеспечивает очистку помещения и поддерживает оптимальный уровень влажности в доме.

Выводы по 2 разделу

1. Результатом научных исследований, проводимых в области энергоэффективности зданий, является выбор экономически обоснованных решений повышения энергоэффективности зданий и снижения загрязнения окружающей среды выбросами углекислого газа из многих альтернатив, которые сопоставимы между собой, относятся к тому же периоду, климатическим условиям и экономической среде, учитывая все затраты, связанные с полным циклом существования здания, с учетом изменения экономических и финансовых условий.

2. Повышение уровня теплоизоляции наружных ограждений является первичной задачей на пути к энергоэффективному строительству, потому что применение высокоэффективных, сложных и дорогих инженерных систем целесообразно только при ограниченном и управляемом теплоснабжении в зданиях.

3. Обзор мировых концепций проектирования и строительства энергоэффективных зданий выявил главные направления развития строительного сектора в этой области:

- применение прогрессивных методик планировок и проектирование зданий;
- использование инновационных строительных материалов и инженерных систем;
- сертификация зданий с присвоением классификации энергоэффективности;
- государственные меры стимулирования энергоэффективного строительства.

4. В мировой строительной практике разработано и применяется множество различных технических решений для повышения энергоэффективности зданий и сокращения выбросов углерода, включая проектирование зданий, используемые материалы и инженерные системы. Задачей настоящего диссертационного исследования является оценка эффективности и применимости этих решений в климатических, экономических, строительных и энергетических условиях города Алматы и Алматинской области.

3 МЕТОДИКА РАСЧЕТА И БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

3.1 Методика определения оптимального уровня теплоизоляции

Методология определения оптимального уровня теплоизоляции подробно описана в официальном Регламенте, делегированном комиссией ЕС [88] и по существу соответствует многим методам, приведенным в научно-технической литературе.

Существенными моментами методологии являются:

1. Для оптимизации теплоизоляции оболочки здания были выбраны образцовые здания. В качестве примера взято реальное здание, которое соответствует типовой геометрии здания, с типичными элементами оболочки и энергосистемы и типовая структура затрат, соответствующая климатическим условиям географического местоположения.

2. Улучшения теплоизоляции для элементов ограждающих конструкций здания были проведены добавляя толщину теплоизоляционных материалов в соответствии с ихней номенклатурой, а начальные инвестиции увеличивали, соответственно, добавляя стоимость материала и его монтажа.

3. Годовое потребление энергии рассчитывалось как потеря тепла на 1 квадратный метр элемента ограждения в течение двух отопительных сезонов разной продолжительности. Потери тепла через стены и крыши рассчитывались как передача тепла через эти конструкции, через окна - как разность теплопередачи и поступления солнечного тепла через окна. Теплопотери через полы рассчитаны в первую очередь для всего этажа образцового здания, и для оптимизации принято, как среднее значение на 1 м² площади пола. Влияние тепловых мостов оценивалось при расчете энергетических характеристик образцовых зданий с оптимизированной теплоизоляцией.

4. Общая стоимость каждого улучшения теплоизоляции рассчитывалась как сумма первоначальных затрат на строительство, обслуживание и замену элемента оболочки здания, если жизненный цикл конструкции короче периода расчета. Для конструкций оболочки, жизненный цикл которых длиннее периода расчета, общая стоимость рассчитывалась как сумма первоначальных вложений и стоимость обслуживания, а остаточная стоимость конструкции была вычтена.

На рисунке 34 показано графическое представление модели оптимизации теплоизоляции здания: увеличивая толщину теплоизоляции элементов наружной конструкции, определяем наименьшую сумму общих вложений в строительство и тепловую энергию в течении 30 лет эксплуатации здания.

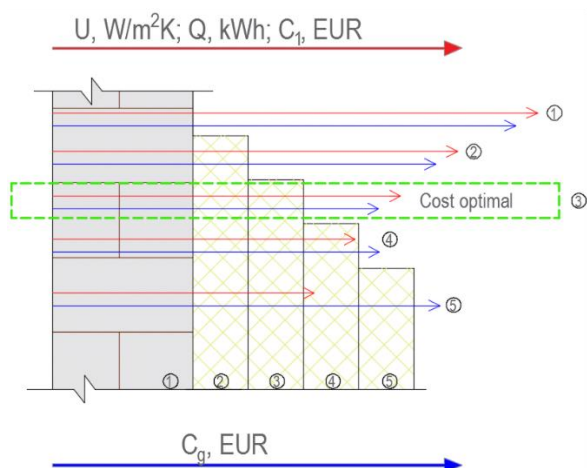


Рисунок 34 - Графическое представление модели оптимизации теплоизоляции ограждений здания

При оптимизации теплоизоляции зданий и их элементов учитывались продолжительность срока эксплуатации строительных элементов; расчетный период эксплуатации всего здания; затраты на энергию в течение расчетного периода, цены на строительные материалы и инженерные системы; затраты на оплату труда; техническое обслуживание здания; и эксплуатационные расходы. Оптимальный уровень тепловой изоляции элемента ограждения с точки зрения энергопотребления была рассмотрена и основана на минимальных общих затратах на установку, обслуживание и замену теплоизоляционных материалов, и стоимость потребленной тепловой энергии в расчетном периоде. Предположения относительно изменений цены на энергоносители и изменения денежной стоимости были приняты за расчетный период.

Для расчета общих затрат для элементов здания расчетные годовые затраты умножались на коэффициент дисконтирования, чтобы стоимость энергии была выражена как значение начального года расчета.

Общие затраты относительно утепленного элемента здания от начала расчетного периода τ_0 , $C_g(\tau)$, EUR, рассчитывались по уравнению:

$$C_g(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i) - V_{f,\tau}(j)) \right] \quad (1)$$

где:

τ - расчетный период, год;

C_1 - начальные инвестиционные затраты на j этап теплоизоляции, EUR;

$C_{a,i}(j)$ - годовые затраты энергии в i году, относящиеся к определенной ступени теплоизоляции j , EUR;

$V_{f,\tau}(j)$ - остаточная стоимость теплоизоляции в конце расчетного периода, относящаяся к конкретной ступени теплоизоляции строительного элемента j , EUR;

$R_d(i)$ - коэффициент дисконтирования в і году, соответствующий ставки дисконтирования r , рассчитывается следующим образом:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + r/100} \right)^p \quad (2)$$

где:

p - количество лет с начала расчетного периода;

r - фактическая ставка дисконтирования.

3.2 Определение климатических данных и требований к условиям внутреннего микроклимата

Таким образом для исследования и определения климатических данных и требований к условиям микроклимата мы взяли г. Алматы.

Климатические данные для расчета теплопередачи. Алматы - регион Центральной Азии со средней высотой 690 м. Его позиция 43°19'12" северной широты и 76°55'12" восточной долготы. Климат Алматинской области континентальный и характеризуется я влиянием горно-долинной циркуляции, что особенно проявляется в северной части города, расположенной непосредственно в зоне перехода горных склонов к равнине. Алматы страдает из-за сильной загазованности воздуха, дефицита строительных площадок в городской черте, стремлением населения жить ближе к центру города, а не на его окраинах, некоторой перенаселённости, массовой миграции сельского населения в город. Над городом постоянно висит серый смог. Более 80 % загрязнения воздуха в городе приходится на автотранспорт. По последним данным, в Алматы имеются 800 тысяч автомашин, и количество их с каждым днём растёт. Ежегодно эти автомашины выделяют в воздух города около 250—260 тысяч тонн вредных отходов. Таким образом, на каждого жителя города приходится более 200кг вредных веществ[89].

	Январь	Февраль	марширо- вать	апреля	Может	июнь	июль	август	сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средн. Температура ° C	-6 ° C	-4 ° C	1,8 ° C	7 ° C	12,4 ° C	16,6 ° C	18,9 ° C	18,1 ° C	13,4 ° C	6,4 ° C	-0,9 ° C	-5,1 ° C
(° F)	(21,2) ° F	(24,8) ° F	(35,2) ° F	(44,6) ° F	(54,2) ° F	(61,9) ° F	(66,1) ° F	(64,5) ° F	(56,2) ° F	(43,5) ° F	(30,4) ° F	(22,8) ° F
Мин. Температура ° C (° F)	-10 ° C (14,1) ° F	-7,9 ° C (17,8) ° F	-2,7 ° C (27,2) ° F	1,3 ° C (34,3) ° F	6,1 ° C (42,9) ° F	10,3 ° C (50,5) ° F	12,3 ° C (54,2) ° F	11,4 ° C (52,6) ° F	7,3 ° C (45,1) ° F	1,1 ° C (33,9) ° F	-5,7 ° C (21,8) ° F	-9,2 ° C (15,5) ° F
Максимум. Температура ° C (° F)	-2 ° C (28,5) ° F	-0,2 ° C (31,6) ° F	5,9 ° C (42,6) ° F	11,7 ° C (53,1) ° F	17,4 ° C (63,2) ° F	21,5 ° C (70,8) ° F	23,8 ° C (74,8) ° F	23,2 ° C (73,7) ° F	18,8 ° C (65,8) ° F	12 ° C (53,7) ° F	4,3 ° C (39,8) ° F	-0,7 ° C (30,7) ° F
Осадки / Осадки, мм (дюймы)	32 (1,3)	42 (1,7)	86 (3,4)	140 (5,5)	150 (5,9)	94 (3,7)	74 (2,9)	56 (2,2)	55 (2,2)	66 (2,6)	57 год (2,2)	39 (1,5)
Влажность(%)	53%	56%	59%	67%	69%	63%	60%	58%	61%	67%	69%	57%
Дождливые дни (д)	5	6	9	11	12	10	8	6	7	8	7	6
средн. Солнечные часы (часы)	6,9	7,5	8,5	9,2	11,2	12,6	12,5	11,6	10,0	8,1	6,9	6,6

Рисунок 35 - Среднемесячная погода в Алматы [93]

Широта : +43,32 (43 ° 19'12 "N)
 Долгота : +76,92 (76 ° 55'12" E)
 Базовый часовой пояс : UTC +6 часов [?]
 Местное время : 19:33:25
 Страна : [Казахстан](#)
 Континент : [Азия](#)
 Субрегион : [Центральная Азия](#)
 Расстояние : ~ 8,1 км (от вашего IP)
 Высота : ~ 690 м
[Алматы, близлежащие населенные пункты](#)

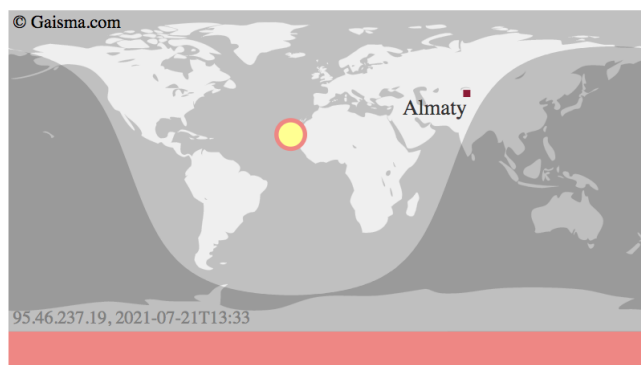


Рисунок 36 - Основная информация по Алматы, Казахстан [94]

Переменная	я	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Икс	XI	XII
Инсоляция, кВтч./м²./сутки	1,59	2,41	3,40	4,56	5,36	5,99	5,91	5,57	4,52	3,04	1,94	1,35
Четкость, 0..1	0,44	0,47	0,47	0,49	0,49	0,52	0,53	0,56	0,56	0,52	0,48	0,42
Температура, °С	-7,24	-5,48	-0,23	7,64	13,09	17,95	20,21	19,08	13,89	6,66	0,34	-4,86
Скорость ветра, м./с	6,98	6,23	5,59	5,24	5,22	5,16	5,05	5,44	5,49	5,76	7,05	7,00
Осадки, мм	11	10	19	31 год	37	30	25	19	15	23	18	12
Влажные дни, д	8,8	9,5	13,0	12,5	13,5	11,7	9,0	6,5	5,9	8,6	9,6	9,2

Рисунок 37 - Солнечная энергия и приземная метеорология Алматы, Казахстан[94]

Climatological Information for Almaty, Kazakhstan													
Location of weather station : 43.2 N, 76.9 E, altitude : 851 m													
	Data Period	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mean Temperature (deg. C)	1961-1990	-6.1	-5.0	2.3	11.1	16.3	21.0	23.6	22.2	16.8	9.0	1.7	-3.8
Rainfall Amount (mm)	1961-1990	32.3	36.5	71.2	104.2	106.6	63.7	31.8	26.4	30.4	62.1	55.4	33.2
Days with Rain*	1961-1990	5.8	6.1	9.5	9.6	9.9	7.3	5.3	3.5	3.6	6.5	6.5	5.7
Mean Daily Sunshine Duration (hours)	1961-1990	3.8	4.2	4.7	6.5	7.8	9.3	9.9	9.5	8.2	5.9	4.2	3.3

Рисунок 38 - Климатические данные Алматы, Казахстан [95]

Климатические данные для расчетов взяты из Положения о строительной климатологии СП РК 2.04-01-2017[90]. Климатические данные этого источника указывают на то, что температура воздуха в Алматы может подниматься до +43°C, а может опускаться до -30°C, среднесуточная температура воздуха ниже +10°C в течение 182 дней, а средняя температура в этот период составляет -0,8°C. Ветер дует преимущественно с юга. В таблице 2 показаны средние температуры наружного воздуха за каждый месяц и год.

Таблица 2 - Среднемесячные температуры наружного воздуха $t_{e,m}$ (°C)

Средняя температура, °C	Месяца года												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	-6.5	-5.1	2.0	10.8	16.2	20.7	23.5	22.3	17.0	9.5	0.9	-4.5	8.9

Ориентация зданий и расположение окон на фасадах зданий являются разнообразными. На территории новой застройки Алматы преобладают направления с севера на юг и с востока на запад. Система уличной планировки прямоугольная, поэтому фасады зданий ориентированы преимущественно на юг и восток.

Для расчетов принято, что 33% окон выходят на юг, 32% окон выходят на восток, 15% окна выходят на север, а 20% - на запад. Среднее количество солнечной радиации рассчитаны на основании ежемесячных данных эта пропорция приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Среднемесячное количество солнечной радиации

Солнечная радиация, к вертикальным поверхностям, кВт.ч/м ²	Месяца года												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	87	92	117	114	112	104	108	110	111	103	88	82	1230

Имеется еще один государственный норматив в области архитектуры, градостроительства и строительства СН РК 2.04-04-2011 «Тепловая защита зданий» [92]. Тепловая защита зданий имеет теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений.

Микроклимат в помещении имеет состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха [89].

Расчетную температуру наружного воздуха t_n , °C, следует принимать по средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 согласно СП 2.04-01 для соответствующего городского или сельского населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного пункта расчетную температуру следует принимать для ближайшего пункта, который указан в СП 2.04-01 [90].

Продолжительность отопительного периода $Z_{от}$, сут/год, и среднюю температуру наружного воздуха $t_{от}$, °C, в течение отопительного периода следует

принимать согласно СП 2.04-01 для соответствующего города или населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного пункта расчетные параметры отопительного периода следует принимать для ближайшего пункта, который указан в СП 2.04-01 [90].

В СП РК 2.04-01-2017[90] мы можем увидеть климатическое районирование республики для строительства, которая рассчитывается на основе сочетаний средней месячной температуры воздуха в январе и июле, средней скорости ветра за три зимних месяца, средней месячной относительной влажности воздуха в июле. Ниже в таблице мы взяли данные по Алматы и Алматинской области, так как наш объект исследования находится там.

Таблица 4 - Климатические параметры холодного периода года [90]

Область, пункт	Температура воздуха					
	Абсолютная минимальная	Наиболее холодных суток обеспеченностью		Наиболее холодной пятидневки обеспеченностью		Обеспеченностью 0,94
		0,98	0,92	0,98	0,92	
1	2	3	4	5	6	
Алматинская область						
Алматы	-37,7	-26,9	-23,4	-23,3	-20,1	-8,1
Жаркент	-42,3	-24,7	-22,0	-23,6	-18,6	-9,3
Талдыкорган	-42,0	-31,6	-28,8	-29,3	-25,3	-12,5
Баканас	-45,0	-31,9	-28,7	-29,6	-26,7	-14,1

Таблица 5-Климатические параметры теплого периода года[90]

Область, пункт	Атмосферное давление на высоте установки барометра, гПа		Высота барометра над уровнем моря, м	Температура воздуха обеспеченностью, °С			
	Среднее месячное за июль	Среднее за год		0,95	0,96	0,98	0,99
				1	2	3	4
Алматинская область							
Алматы (ОГМС)	912,7	920,547	846,5	28,2	28,9	30,8	32,4
Жаркент	934,4	943,115	644,6	30,0	30,7	32,6	34,1
Талдыкорган	939,1	948.788	602,3	29,4	30,3	32,5	34,2
Баканас	960,8	972.1	396,2	31,2	32,1	34,3	35,9

Все климатические параметры, помещенные в настоящий свод правил, рассчитаны по данным многолетних метеорологических станций РГП «КАЗГИДРОМЕТ».

Температура воздуха в помещении в жилых домах.

Характеристики микроклимата должны гарантировать сбережение теплового баланса человека с находящейся вокруг средой и поддержание рационального или же допустимого теплового состояния организма. Поэтому параметры микроклимата делятся на следующие виды:

- Оптимальное, которые включают в себя характеристики рационального теплового влияния и активного состояния человека, а еще малое усилие терморегуляции и чувства комфорта;

- Допустимые - аспекты, при которых у работника имеет возможность наблюдаться смещение в худшую сторону здоровья. Похожие величины характеристик используются, когда не имеют шансы быть обеспечены оптимальные критерии.

Микроклимат в различных помещениях характеризуется температурой воздуха, его влажностью и скоростью перемещения. Одни из важных факторов в помещениях это температура помещения, влажность воздуха и скорость движения воздуха.

Температура воздуха в помещениях жилых домов приведена в государственном стандарте ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [91]. Этот документ описывает различные оптимальные пределы температуры воздуха в помещении для жилого дома: 20-22°C для жилых помещений и зоны отдыха, 19-21°C для кухни, 16-18°C для лестниц и коридоров, 24-26 °C для ванной комнаты. Нет четкой причины проектировать по-разному утепленные стены в зависимости от назначения помещения, поэтому для расчета оптимальной теплоизоляции элементов ограждающих конструкций здания температура воздуха в помещении была выбрана 21°C, что соответствует комфортным условиям микроклимата жилых помещений. В государственном стандарте подробно описывается допустимые параметры микроклимата, качество воздуха, микроклимат помещения и т.д.

3.3 Определения срока эксплуатации зданий и их конструктивных элементов

В Республике Казахстан определение срока эксплуатации зданий и их конструктивных элементов проходит согласно базы технического регламента «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» [96] и СП РК 1.04-102-2012 «Правила оценки физического износа зданий и сооружений» настоящие Правила распространяются на оценку физического износа эксплуатируемых строительных конструкций, зданий и сооружений независимо от форм собственности [97].

В своде правил мы можем увидеть:

1. Оценку приемлемости принятых конструктивных решений по обеспечению безопасности зданий и сооружений в процессе их эксплуатации и
2. Оценку технического состояния конструкций и инженерных систем по физическому износу.

Как и выше говорилось, согласно правил [96,97] конструкции и инженерные системы зданий и сооружений должны проектироваться, устраиваться и эксплуатироваться таким образом, чтобы они сохраняли требуемые эксплуатационные показатели в процессе строительства и в течение проектного срока эксплуатации с необходимой надежностью и экономичностью.

Зарубежные ученые отмечают, что здания являются частью окружающей среды. Строительная среда создается человеком для различных целей. Жизнь, предусмотренная для сооружения, будет зависеть от его назначения, и может быть составлена широкая тройная классификация.

1. Предполагается, что такие монументальные сооружения, как церкви и храмы, прослужат даже тысячу лет. Индуистский храм, недавно построенный в Северном Лондоне, предположительно, будет иметь проектную продолжительность жизни 1000 лет; некоторые церкви, которые используются сегодня, приближаются к такому возрасту.

2. Служебные сооружения, такие как мосты и резервуары, должны прослужить, по крайней мере, от 100 до 200 лет.

3. Срок службы таких сооружений, как офисы и жилые помещения, редко может достигать 100 лет.

Наиболее распространенные конструкционные материалы, используемые в зданиях, приведены ниже, вместе со строительными элементами, для которых они используются:

1. Железобетон - это, вероятно, самый распространенный конструкционный материал, используемый в зданиях за последние 50-60 лет (т.е. после Второй мировой войны). Железобетон - это смесь бетона, которая была усилена сталью. Любое многоэтажное здание обычно имеет подвесные полы из железобетона. Кроме того, большинство фундаментов будет из железобетона. Если здание высотой более 2 этажей, оно будет иметь также колонны и балки из железобетона (если на их месте не использовались элементы из конструкционной стали). Для зданий высотой более 5-6 этажей, где высокие скорости крыльев исключают использование легких крыш, также будут использоваться железобетонные плоские крыши.

2. Кладка - Кладка используется для стен зданий. Кладка сделана из отдельных блоков (которые могут быть кирпичами или цементом: песчаные блоки), которые связаны вместе цементом: песчаным раствором. Если здание не превышает двух этажей, стены могут служить несущими элементами, устраняя необходимость в железобетонных или стальных колоннах. Однако для более высоких зданий будут использоваться бетонные или стальные колонны, а кладка будет служить заполнением, в Для того, чтобы обеспечить внешнюю оболочку и внутренние перегородки для здания. Случайная кирпичная кладка используется в строительстве фундаментов.

3. Сталь. Помимо использования в железобетоне, стальные балки и колонны иногда используются в многоэтажных зданиях. Однако это распространено только в зданиях старше 60 лет (т.е. до Второй мировой войны). Сегодня это чаще всего используют железобетонные балки и колонны. Иногда

стальные балки и колонны заключены в бетон или каменную кладку; в противном случае они остаются открытыми или, возможно, спрятаны в деревянных створках. Сталь также используется в фермах на длинных пролетах.

4. Древесина - она используется в основном на крышах зданий. В некоторых старых зданиях (опять же, вероятно, до второй мировой войны, а следовательно, старше 60 лет) древесина использовалась во подвесных полах.

Таблица 6 - Основные конструкционные материалы и их общее расположение в зданиях

Материалы	Фундамент	Стены	Колонны&Полы	Крыша	Балки
Железобетон	✓		✓	✓	✓
Каменная/ кирпичная кладка	✓	✓			
Сталь			✓		✓
Брус				✓	✓

В таблице 6 приведены места, в которых обычно встречаются вышеуказанные конструкционные материалы.

Помимо вышеперечисленных конструкционных материалов, обычными отделочными материалами являются штукатурки (из цемента, песка и, возможно, извести) для стен и полов, асбестовая и глиняная черепица для крыш, керамическая плитка для полов (и стен ванной комнаты) и остекление для внешней оболочки. С точки зрения долговечности, одной из основных функций таких отделочных материалов является защита основных конструктивных элементов, особенно от влаги.

Срок службы здания в основном зависит от его основных конструктивных материалов и окружающей среде, в которой он находится. Социально экономические соображения людей могут влиять на вышеуказанную продолжительность, так как на сегодняшний день есть тенденция сокращать продолжительность зданий, в то время как другие стараются увеличить её.

Есть различные потребности различных владельцев, а также мы можем сказать, что изменения облика города или района, в котором находится здание, могут привести к тому, что здание устареет ещё до того, как оно станет быть пригодным для эксплуатации. Имеются различные инвесторы или строители, которые могут не захотеть инвестировать в здание с чрезмерным сроком службы. Но также имеются владельцы, которые пытаются использовать уже существующие здания сверх срока его службы, потому что снос и реконструкция могут их вынудить на новые правила и нормы. Кроме того, как только срок службы здания превышает определенный срок, владелец или даже другие заинтересованные стороны могут пожелать продлить его срок службы еще больше, если оно считается национальным достоянием [98].

Срок службы конструкций зависит от различных факторов как:

- их назначение;

- социально-экономическое соображение;
- материалы и конструкции;
- окружающая среда;
- степень технического обслуживания.

Эти факторы, которые влияют на срок службы, могут варьироваться не только от здания к зданию, но даже и внутри данного здания. Например, качество субструктуры, надстройки и даже конструкции крыши в здании может варьироваться, если за них отвечают разные субподрядчики; окружающая среда, которой подвергается здание варьируются от внешних элементов к внутренним элементам, а также от стороны моря к стороне суши (если она находится вблизи побережья); и различные строительные элементы могут получать различную степень технического обслуживания в зависимости от их доступности и качества.

Расчетный период 30 лет был использован для расчета оптимальной теплоизоляции жилых домов. Экономический жизненный цикл зданий и их элементов, используемых в расчетах были определены в соответствии с EN 15459: 2008 [99]. Этот стандарт определяет экономический жизненный цикл конструктивные элементы нового жилого дома из расчета на 80 лет. Жизненный цикл теплоизоляции стен, крыши и перекрытия здания, за исключением их отделочного и защитного слоев, устанавливаются на 50 лет.

Остаточная стоимость строительных элементов определяется с использованием линейной нормы амортизации от первоначальных инвестиционных затрат до конца расчетного периода и дисконтированные в начале расчетного периода. Поскольку отделка не связана с мерами по энергоэффективности здания, она предполагается, что после 30 лет эксплуатации остаточная стоимость ограждающих конструкций здания составляет 62,5% от начального значения остаточная стоимость слоев теплоизоляции составит 40%. Жизненный цикл окна и двери - 30 лет, поэтому остаточная стоимость этих строительных элементов после расчета период равна 0 [100].

3.4 Создание моделей репрезентативных жилых зданий

После проведенного нами анализа проектов новостроек в Алматинской области, одноэтажный жилой дом общей площадью 143,5 м², с внутренним объемом 625,8 м³, был выбран в качестве модели для этого исследования. Этот дом будет строиться в Алматинской области, село Туздыбастау, Талгарский район Коттеджный городок Alatau Village (Приложение Б). Дом спроектирован в европейском стиле со всеми удобствами для размеренной жизни без потери городского ритма. В г. Алматы и Алматинской области очень много таких построек коттеджных городков, с очень хорошими месторасположениями.

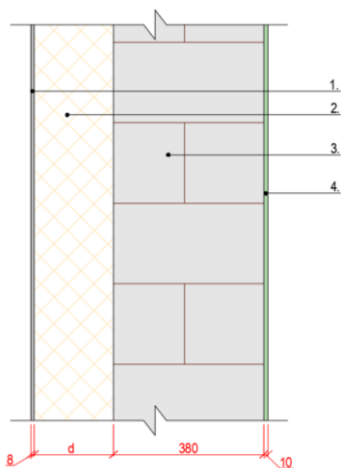
В спроектированном доме 4 комнаты и собственный участок с парковочными местами для двух машин. Территория городка благоустроена, ограждена, охраняется, а за порядком следит сервисная служба. Стены дома будут строиться по классической кирпичной технологии из современных

материалов, которые в полной мере соответствуют критериям экологической безопасности (Приложение В). Наружные стены из кирпича утепляются, что обеспечивает хорошие эксплуатационные характеристики жилья. Высота здания составляет 3,0 м, а расчетный воздухообмен в здании при перепаде давления 50 Pa n50 - 1,0 раз в час. Площадь окон составляет 13,3% площади пола и 12,3% площади стен здания. Площадь окон в северном, восточном, южном и западном направлениях составляет 2,3% -19,5% -9,1% и -18,4% от общей площади стен соответственно. Отношение площади остекления окна к общей площади окна - 0,8.

Конструкция здания - монолитно-каркасная. Наружные стены из керамического кирпича, утепленного пенополистироном или минеральной ватой, с наружной кладкой или облицованный различной отделкой. Кладка здания усилена вертикальными железобетонными вставками, арматура которой соединяется в верхней части стен монолитной лентой.

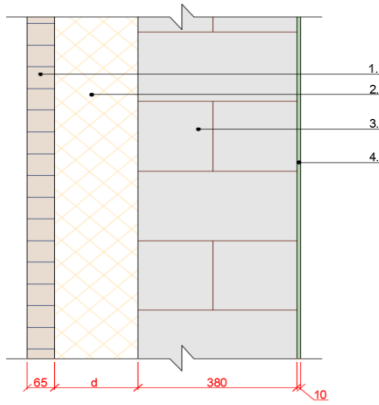
Внутренние перегородки массивные, из цельного керамического кирпича. Потолок и вентилируемый чердак из монолитного железобетонного или деревянного каркаса, утепленного минеральной ватой. Крыша скатная, с вентилируемым чердаком. Окна и входные двери пластиковые, с теплоотражающим стеклопакетом.

Полы оборудуются на уплотненном грунте, из фибробетона с различными внутренними покрытиями. Фундамент непрерывный (заливной), из железобетона на подушке из экстрадированного пенополистирола. Подробные данные об элементах ограждающей конструкции здания, использованных при расчете, представлены ниже на рисунках [100].



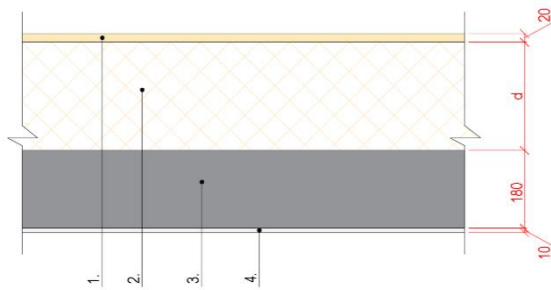
№	Наименование работ	Цена 1 м2
1.	Наружная штукатурка (с сеткой)	4850 тенге
2.	Теплоизоляция 10 см.	4150 тенге
3.	Кирпичная кладка	6818 тенге
4.	Внутренняя штукатурка	3000 тенге
	Общая стоимость за 1 м2 включая материалы, работу, налоги	18800

Рисунок 39 - Стена 1 тип



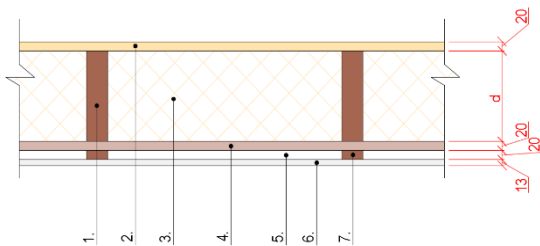
№	Наименование работ	Цена 1 м2
1.	Наружная кирпичная кладка	9393 тенге
2.	Теплоизоляция 10 см.	2500тенге
3.	Кирпичная кладка	6818 тенге
4.	Внутренняя штукатурка	3000 тенге
	Общая стоимость за 1 м2 включая материалы, работу, налоги	21700

Рисунок 40 - Стена 2 тип



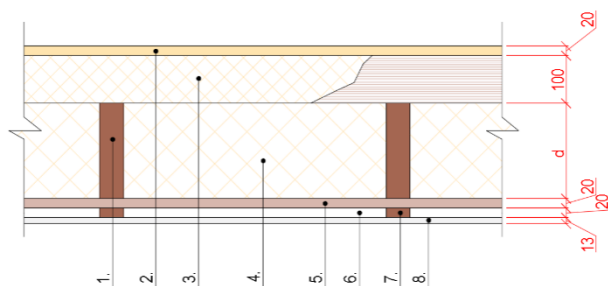
№	Наименование работ	Цена 1 м2
1.	Противоветренная изоляция (мин. Вата).	1150 тенге
2.	Теплоизоляция 10 см.	4150 тенге
3.	Железобетонная плита	10000 тенге
4.	Внутренняя штукатурка	3000 тенге
	Общая стоимость за 1 м2 включая материалы, работу, налоги	18300

Рисунок 41 - Перекрытия по чердаку 1 тип



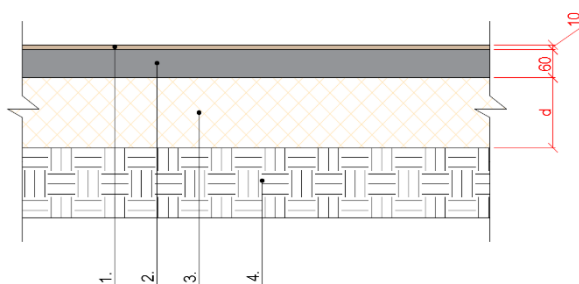
№	Наименование работ	Цена 1 м2
1.	Деревянная балка 10 см.	1200 тенге
2.	Противоветренная изоляция (мин. Вата).	1150 тенге
3.	Теплоизоляция между балками 10 см	4100 тенге
4.	Деревянный настил	2100 тенге
5.	Воздушная прослойка	
6.	Гипсокартон	4000 тенге
7.	Деревянная балка	700 тенге
	Общая стоимость за 1 м2 включая материалы, работу, налоги	13250 тенге

Рисунок 42 - Перекрытия по чердаку 2 тип



№	Наименование работ	Цена 1 м2
1.	Деревянная балка 10 см.	1200 тенге
2.	Противоветренная изоляция (мин. Вата).	1150 тенге
3.	Теплоизоляция между балками 10 см	4100тенге
4.	Теплоизоляция между балками10 см	4100 тенге
5.	Деревянный настил	2100 тенге
6.	Воздушная прослойка	
7.	Деревянная балка	700 тенге
8.	Гипсокартон с отделкой	4000 тенге
	Общая стоимость за 1 м2 включая материалы, работу, налоги	17350

Рисунок 43 - Перекрытия по чердаку 3 тип



№	Наименование работ	Цена 1 м2
1.	Покрытие пола	4500 тенге
2.	Бетонная стяжка с армированием	3600 тенге
3.	Теплоизоляция 5 см	2500 тенге
4.	Утрамбованный грунт	
	Общая стоимость за 1 м2 включая материалы, работу, налоги	10600

Рисунок 44 - Конструкция пола

3.5 Создание базы данных инвестиций на строительство

Первоначальные инвестиции на реализацию теплоизоляции элемента ограждающей конструкции здания рассчитываются путем суммирования всех затраты, необходимые для завершения строительства и ввода в эксплуатацию для передачи его собственникам. Это затраты на проектирование здания, закупка материалов, установка конструкций, включая подключение к другим строительным конструкциям. Для целей настоящего исследования первоначальные инвестиции были рассчитаны путем суммирования затрат, на приобретение и установку теплоизоляционных материалов, включая накладные расходы на строительство - 10% от стоимости материалов и 15% от стоимости работ, затраты на проектирование и техническое обслуживание - 2% от стоимости здания и 12 % - налог на добавленную стоимость [100].

Средние цены на теплоизоляционные материалы, используемые для теплоизоляции здания, в зависимости от их целевого назначения, взяты с официальных сайтов торговых организаций г. Алматы и Алматинской области (цены на материалы указаны с учетом налога на добавленную

стоимость). Стоимость монтажа этих материалов взяты из официального свода строительных норм и цен Казахстана [101] (Цены без налога на добавленную стоимость). Расчетные первоначальные инвестиции, связанные с конкретной теплоизоляцией элемента ограждающей конструкции здания, приведенные в таблице 7.

Расчеты производились для 1 м² теплоизоляционного слоя толщиной 5 см. Стоимость деревянного каркаса была добавлена для установки скатной крыши, деревянного каркаса потолка и стены. Для расчета начальной стоимости утепления крыш, стен и полов использовалась следующая формула:

$$C_1 = 1.02 \cdot (1.1 \cdot C_{ti} + 1.15 C_{in} \cdot 1.12) \quad (3)$$

здесь:

1. C_1 - первоначальные инвестиции на установку 1 м² теплоизоляционного слоя толщиной 5 см, евро;
2. C_{ti} - цена 0,05 м³ теплоизоляционного материала, евро;
3. C_{in} - цена установки теплоизоляционного слоя толщиной 1 м² 5 см, евро.

Таблица 7 - Первоначальные инвестиции на теплоизоляцию элементов ограждающих конструкций здания

Строительный элемент	Теплоизоляционный материал	Теплопроводность W/(м·К)	Цена 1 м ² в EUR	Цена 1 м ² установки в EUR	Первоначальные инвестиции 1 м ² толщиной 5 см. в EUR
1	2	3	4	5	6
Скатная крыша	Минеральная вата	0.037	1.6+1.64*	0.83	4.8
Плоская крыша	Минеральная вата	0.039	2.8	0.51	3.8
	EPS	0.037	2.0	0.51	2.9
Деревянный каркасный потолок	Минеральная вата	0.037	1.6+1.64*	0.51	4.3
Железобетонный потолок	Минеральная вата	0.036	1.6	0.51	2.5
Стена с внешней кирпичной кладкой	Минеральная вата	0.036	1.9	1.0	3.4
	EPS	0.041	1.4	1.0	2.9
Стена с внешней штукатуркой	Минеральная вата	0.036	3.2	1.0	4.9
	EPS	0.039	2.0	1.0	3.5
Вентилируемая стена	Минеральная вата	0.035	2.3	1.0	3.8
Деревянная каркасная стена	Минеральная вата	0.037	1.6+1.64*	1.1	4.9

Продолжение таблицы 7

	EPS	0.038	2.8	0.51	3.8
Полы на первом этаже	Минеральная вата	0.036	3.2	0.51	4.3
Примечание -*Цена 1 м ² деревянного каркаса					

Первоначальная инвестиции окон - это цена 1 м² окна определенного типа. Для данного исследования были выбраны окна с пластиковой рамой (толщиной 60, 70 и 80 мм), стеклопакеты из 2 и 3 стекол, 1 или 2 стеклопакета с низкоэмиссионными покрытиями. Цена 1 м² окон в торговых компаниях Алматы колеблется от 75 до 111 EUR. Стоимость установки окна не зависит от его теплоизоляционных свойств. Первоначальные инвестиции окон показаны ниже в таблице 8[100].

Ежегодными затратами на мероприятия по энергосбережению являются ежегодные затраты на тепловую энергию, а также часть затрат с налогами на использование, техническое обслуживание и замену элементов всего здания. При расчете годовых затрат, связанных с утеплением стен, крыш и полов, учитывается только стоимость тепловой энергии, так как никаких других затрат в течение расчетного периода не возникало. Для расчета оптимальных минимальных уровней теплоизоляции также применяется фактическая ставка дисконтирования, отражающая изменение стоимости денег за расчетный период. В расчетах использовались два фактических значения ставки дисконтирования 2% и 4%. При расчете годовых затрат, связанных с окнами, 2% от первоначальной инвестиционной стоимости добавляется к стоимости тепловой энергии, таким образом, принимая во внимание затраты на обслуживание окон.

Таблица 8 - Конструкции, характеристики, передачи энергии окон

Описание окна	Толщина рамы, мм	Остекление, количество стекол/lowE низкоэмиссионные покрытия	Теплопередача U, W/m ² ·K	Передача солнечной энергии стекла в g, g _{gl}	Цена за 1 м ² окна, EUR	Потери тепла через окно, kWh/m ²		Прирост солнечного тепла, отопительный сезон, кВт/м ²
						t _{if} = +10 °C	t _{if} = +12 °C	
F602gl1LowE	60	2/1	1.6	0.67	5	52	73	260
F702gl1LowE	70	2/1	1.4	0.67	1	33	51	260
F703gl1LowE	70	3/1	1.2	0.54	7	14	29	209
F803gl2LowE	80	3/2	1.0	0.5	11	5	08	194

3.6 Определение энергетических расходов жилых зданий в течении срока эксплуатации

Для расчета оптимального уровня теплоизоляции строительных конструкций использовались официальные цены на тепловую энергию тепловых сетей Алматинской области и природный газ, поставляемый бытовым потребителям. Проанализировав прогнозы изменения цен на энергоносители ЕС в различных секторах в 2016 году [102] и сравнив их с ценами на тепловую энергию и природный газ Алматинской области за последние 5 лет, для расчетов использовали 2% - ный рост годовых цен на энергоносители.

Для расчета оптимальных минимальных уровней теплоизоляции также применяется фактическая ставка дисконтирования, отражающая изменение стоимости денег за расчетный период. В расчетах использовались два фактических значения ставки дисконтирования 2% и 4%. Первый предполагает очень стабильную, контролируруемую государством экономическую ситуацию (где рост цен на энергоносители компенсируется инфляцией), второй в большей степени соответствует глобальным экономическим событиям в отсутствие серьезных кризисов. Цены на тепловую энергию, используемую для отопления зданий, и их прогноз на ближайшие 30 лет представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Сценарий цен на получение и изменение тепловой энергии от тепловых сетей и на природный газ

Тип топлива или источника энергии	Год	Цены на энергоносители с учетом роста цен на энергоносители, 0,01·EUR/кВт	Стоимость топлива с учетом обесценивания денег, 0,01·EUR/кВт	
			r = 2	r = 4
1	2	3	4	5
Тепловая энергия тепловых сетей	2019	1.33	1.33	1.33
	2029	1.60	1.31	1.09
	2039	1.86	1.25	0,84
	2049	2.10	1.17	0.64
Природный газ	2019	0.83	0.83	0.83
	2029	1.00	0.81	0.68
	2039	1.16	0.78	0.53
	2049	1.31	0.73	0.40

3.7 Расчет годовых затрат на повышение теплоизоляции ограждающих конструкций

Теплоизоляция элементов ограждающих конструкций здания увеличивается с шагом 0,05 м толщины теплоизоляционного слоя крыши, стены и пола от неизолированной конструкции до 0,25 м толщины. При увеличении толщины теплоизоляционного слоя оболочки были рассчитаны соответствующие коэффициенты теплопередачи оболочки в соответствии с EN

ISO 6946:2017 [103], а потери тепла через крыши, потолки, стены и полы были рассчитаны для отопительного сезона в соответствии с EN ISO 13790:2008 [104].

Коэффициенты теплопередачи окон взяты из деклараций производителя окон, которые соответствуют описаниям окон. Теплопередача через окно рассчитывается дважды: что касается стен и крыш, то рассчитываются потери тепла через 1 м² окна в течение отопительного сезона, и это потребление энергии используется для расчета годовых затрат. Кроме того, были рассчитаны потери тепла и прирост солнечного тепла через окна за каждый месяц отопительного сезона, результаты расчета были использованы для дополнительной оценки оптимальных тепловых свойств окон. Прирост солнечного тепла за каждый месяц был рассчитан в соответствии с уравнением:

$$E_{sol} = q_{sol} \cdot g_{gl} \cdot 0.9 \cdot A_{gl}; \quad (4)$$

где:

E_{sol} - прирост солнечного тепла за месяц, на 1 м² окна, кВт * ч / м²;

q_{sol} - среднемесячное количество солнечной радиации, кВт * ч / м², см. таблицу 3;

g_{gl} - коэффициент полной передачи солнечной энергии остекленной части окна, когда солнечная радиация перпендикулярна остекленной части окна (части единиц измерения);

0,9 - коэффициент поправки на нечеткость солнечного излучения к застекленной части окна.

A_{gl} - площадь остекления 1 м² окна, м².

Годовое потребление энергии рассчитывалось как потери тепла через 1 м² элемента ограждения в течение каждого отопительного сезона различной продолжительности. Годовая стоимость энергии рассчитывалась для каждого года с учетом различных источников тепловой энергии и сценариев роста цен на энергию. Общая стоимость энергии в течение 30 - летнего периода представляет собой сумму годовых затрат на энергию.

Для каждого этапа изоляции рассчитываются первоначальные инвестиции, годовые и общие затраты. Теплотери через 1 м² оболочки в течение отопительного сезона рассчитываются в 2 случаях: температуры начала и конца отопительного сезона - $t_{if} = + 10 \text{ }^\circ\text{C}$ и $t_{if} = + 12 \text{ }^\circ\text{C}$ соответственно, продолжительность сезона 182 и 212 дней, а средняя температура наружного воздуха соответственно составляет: $- 0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ и $- 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ежегодные затраты на мероприятия по улучшению теплоизоляции представляют собой ежегодную стоимость тепловой энергии, а также часть затрат с налогами на эксплуатацию, техническое обслуживание и замену элементов всего здания. При расчете годовых затрат, связанных с утеплением стен, крыш и полов, учитывается только стоимость тепловой энергии, так как никаких других затрат в течение расчетного периода не возникало. При расчете годовых затрат, связанных с окнами, 2% от первоначальной инвестиционной

стоимости добавляется к стоимости тепловой энергии, таким образом, принимая во внимание затраты на обслуживание окон (см. таблицу 10) [100].

Описание элементов ограждающей конструкции здания и этапы изменения толщины теплоизоляции в процессе оптимизации приведены ниже в таблице 10.

Выводы по 3 разделу

1. Для получения обобщенных данных оптимального уровня теплоизоляции элементов ограждающих конструкций и элементов жилых зданий исследуемого региона, необходимо создать модель образцового здания, соответствующего типовой геометрии в настоящее время проектируемых и возводимых зданий в г. Алматы и области с типичными элементами оболочки и энергосистем, с типовой структурой энергетических и строительных затрат, соответствующих климатическим условиям географического местоположения.

2. Для выявления соотношения оптимальной теплозащиты здания и условий внутренних температурных условий, сезонное потребление энергии должно рассчитываться в течение одного отопительного сезона с двумя разными продолжительностями - 182 и 212 суток, соответствующими температуры наружного воздуха начала и конца отопительного сезона + 10 и + 12 градусов.

3. Расчет потерь тепла через конструкции и элементы здания для определение оптимальной теплоизоляции должны проводиться по схемам, наилучшим образом, соответствующим соотношению роста толщины теплоизоляции и снижение теплопотерь:

- для стен и крыш - как передача тепла через 1 м² этих конструкций,
- для окон - как разность теплопередачи и поступления солнечного тепла через 1 м² окна,
- для пола - в первую очередь через полы всего образцового здания, затем использовать среднее значение на 1 м² площади пола.

4. В расчетах нецелесообразно применять разные температуры воздуха в жилых помещениях, так как оптимизация теплозащиты проводилась для наружных ограждений и элементов вне зависимости от типа помещений, которые они ограждают от наружной среды.

5. Для определения влияния цены тепловой энергии на оптимальный уровень теплоизоляции ограждающих конструкций, необходимо использовались разные цены на тепловую энергию. Для достижения реальной ситуации соответствующих результатов оптимизации, в расчетах использовались цены энергии тепловых сетей и природного газа, поставляемых бытовым потребителям города Алматы и Алматинской области.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЗДАНИЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО СОКРАЩЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

4.1 Расчет и анализ оптимальной теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий

Результаты поэтапного расчета оптимальной теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий по методике определения оптимального уровня теплоизоляции (раздела 3.1) представлены в таблице 10. Серым цветом обозначены минимальные общие затраты, соответствующие оптимальной теплоизоляции каждого элемента ограждения.

Таблица 10 - Конструкции, энергопотребление и общая стоимость элементов ограждающей конструкции здания

Описание конструкции	Толщина изоляции, м	Теплопередача U, W/m ² ·K	Первоначальные инвестиции первого года, тенге/м ²	Годовое потребление энергии кВтч/м ²		Общая стоимость, тенге/ м ² Централизованного теплоснабжения				Общая стоимость, тенге/ м ² Газовое отопление			
				t _{if} =+10 °C	t _{if} =+12° C	t _{if} = + 10 °C		t _{if} = + 12 °C		t _{if} = + 10 °C		t _{if} = + 12 °C	
						r = 2	r = 4	r = 2	r = 4	r = 2	r = 4	r = 2	r = 4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Крыша													
Скатная крыша утепленная минеральной ватой	0.05	0.79	2053	75	85	13272	10290	15411	12042	8612	6756	10130	8026
	0.01	0.43	4106	41	46	8433	6843	10406	8578	5948	4958	7548	6410
	0.15	0.29	6159	28	32	7382	6269	9518	8246	5642	4949	7530	6738
	0.20	0.22	8212	21	24	7152	6317	9617	8663	5848	5328	8126	7532
Утепление плоской крыши минеральной ватой	0.05	0.63	1662	60	68	10626	8241	12342	9639	6898	5413	8117	6434
	0.1	0.35	3324	33	38	6919	5617	8550	7040	4879	4062	6189	5249
	0.15	0.24	4986	23	26	6031	5116	7721	6687	4602	4032	6105	5462
	0.20	0.18	6648	17,5	20	5873	5178	7880	7085	4786	4353	6637	6142
Плоская крыша Изоляция пенополиуретана	0.05	0.60	1253	57	65	9948	7683	11566	8983	6407	4996	7528	5919
	0.1	0.33	2506	32	36	6396	5124	7656	6225	4408	3616	5419	6679
	0.15	0.23	3759	22	25	5314	4440	6710	5716	3947	3403	5157	4538
	0.20	0.17	5012	17	19	5054	4378	6596	5848	3998	3577	5406	4935
Потолок													
Деревянный каркасный потолок на вентилируемый чердак	0.05	0.79	1868	75	85	13189	10203	15283	11904	8529	6673	10002	7898
	0.10	0.43	3736	41	46	8431	6801	10151	8323	5884	4869	7293	6155
	0.15	0.29	5604	28	32	7132	6019	9135	7863	5392	4699	7147	6355
	0.20	0.22	7474	21	24	6820	5986	9108	8154	5516	4996	7617	7023
Бетонный потолок на вентилируемый чердак	0.05	0.44	1060	56	63	9697	7471	11103	8599	6217	4831	7189	5630
	0.10	0.28	2120	31	35	6058	4825	7225	5834	4132	3364	5051	4184
	0.15	0.20	3180	21	24	4888	4054	6145	5191	3584	3064	4654	4060
	0.20	0.16	4240	16	18	4542	3906	5889	5174	3548	3152	4771	4326

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Стена													
Кладка стены наружной кирпичной кладкой и минеральной ватой	с 0.05	0.49	1458	47	53	8394	6526	9732	7625	5474	4312	6439	5127
	0.10	0.29	2916	28	31	5922	4809	7116	5883	4182	3489	5190	4422
	и 0.15	0.21	4374	20	22	5261	4466	6640	5766	4018	3523	5273	4729
	0.20	0.16	5832	15	17	5094	4497	6823	6147	4162	3790	5767	5346
Кладочная стена наружной кирпичной кладкой и изоляцией из пенополиуретана	с 0.05	0.53	1233	51	58	9052	7025	10555	8249	5884	4622	6951	5516
	0.10	0.32	2466	31	35	6416	5183	7774	6383	4490	3722	5600	4733
	и 0.15	0.23	3699	22	25	5590	4716	7134	6140	4223	3679	5581	4962
	0.20	0.18	4932	17	20	5423	4747	7317	6522	4367	3946	6074	5579
Кладочная стена внешней облицовкой и утеплителем из минеральной ваты	с 0.05	0.54	2130	51	58	9355	7328	11019	8713	6187	4925	7415	5980
	0.10	0.31	4260	29	33	6691	5539	8372	7060	4890	4172	6322	5505
	из 0.15	0.22	6390	20	23	6169	5374	8196	7281	4926	4431	6767	6197
	0.20	0.17	8520	16	18	6468	5832	8842	8127	5474	5078	7724	7279
Кладочная стена наружной кирпичной кладкой и изоляцией из пенополистирола	с 0.05	0.57	1514	54	61	9571	7425	11088	8663	6216	4880	7298	5788
	0.10	0.33	3028	31	35	6467	5234	7851	6460	4541	3773	5678	4810
	и 0.15	0.23	4562	22	25	5675	4801	7254	6270	4308	3764	5711	5132
	0.20	0.18	6056	17	19	5524	4848	7307	6552	4468	4047	6127	5656
Кладка стен вентилируемая и утеплитель из минеральной ваты	с 0.05	0.50	1654	48	54	8647	6739	10031	7885	5664	4476	6676	5340
	и 0.10	0.29	3308	28	31	6099	4986	7387	6155	4357	3666	5461	4693
	из 0.15	0.21	4962	20	22	5526	4731	7046	6172	4283	3788	5679	5135
	0.20	0.16	6616	15	17	5447	4850	7364	6688	4515	4139	6308	5887
Стены с деревянным каркасом и утеплитель из минеральной ваты	с 0.05	0.71	2180	68	77	12176	9473	14181	11120	7951	6268	9397	7491
	и 0.10	0.41	4360	39	44	8383	6833	10252	8503	5960	4994	7518	6429
	из 0.15	0.28	6540	27	31	7388	6315	9617	8384	5711	5042	7691	6923
	0.20	0.22	8720	21	23	7381	6547	9804	8889	6077	5557	8375	7805

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Пол													
Бетонный пол на земле с утеплителем из минеральной ваты	0.05	0.31	1858	30	33	5775	4583	6715	5403	3911	3169	4665	3848
	0.10	0.23	3716	22	25	5294	4420	6680	5686	3927	3383	5127	4508
	0.15	0.18	5574	17	19	5307	4631	6974	6219	4251	3830	5794	5323
	0.20	0.15	7432	14	16	5649	5092,4	7762	7126	4779	4433	6768	6372
Бетонный пол на земле с изоляцией из пенополистирола	0.05	0.30	1634	29	32	5509	4357	6395	5124	3708	2990	4407	3615
	0.10	0.22	3268	21	24	4928	4094	6206	5252	3624	3104	4715	4121
	0.15	0.18	4902	17	19	5005	4329	6511	5755	3949	3528	5330	4859
	0.20	0.15	6536	14	16	5246	4689	7144	6508	4376	4030	6150	5754

Анализ общих затрат на скатные утепленные крыши показал, что оптимальная толщина изоляции для использования централизованного и газового отопления составляет 15 см. Это в среднем $0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (рисунок 45). Более детальный анализ общих затрат показал, что в случае использования централизованного теплоснабжения общие затраты незначительно увеличиваются, когда толщина слоя теплоизоляции достигает 20 см, а в случае газа эта разница больше. В случае более длительного отопительного сезона минимальные значения общих затрат приближаются к более тонкому слою изоляции. Обобщая результаты расчетов, при заданных условиях и дальнейшем использовании энергии оптимальное значение коэффициента теплопередачи предлагаемой утепленной скатной крыши составляет $0,25 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$.

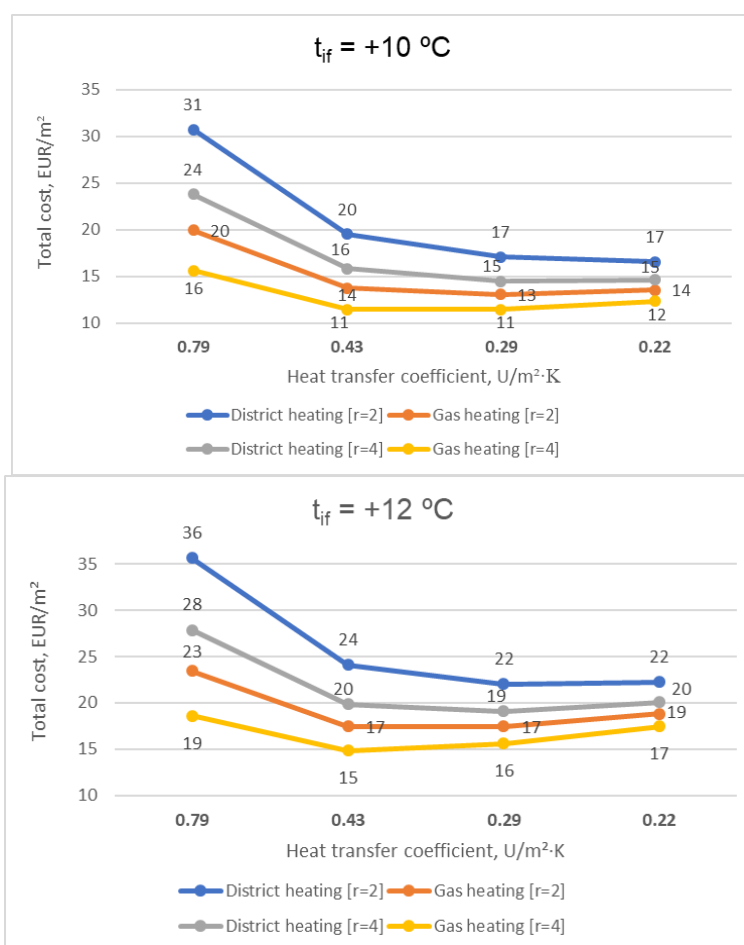


Рисунок 45 - Зависимость общей стоимости скатных крыш от коэффициента теплопередачи для более коротких ($t_{if} = +10 \text{ }^\circ\text{C}$) и более длительных ($t_{if} = +12 \text{ }^\circ\text{C}$) отопительных сезонов

Минимальные общие затраты на плоские крыши получаются при толщине теплоизоляции 15 см, но оптимальный коэффициент теплопередачи этой конструкции меньше, чем у скатных утепленных крыш, так как отсутствует влияние древесины, которая пересекает слой теплоизоляции (рисунок 46). Выбор материалов с более низкой теплопроводностью сделал бы экономически

оптимальным достижение коэффициента теплопередачи плоских крыш не более $0,22 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

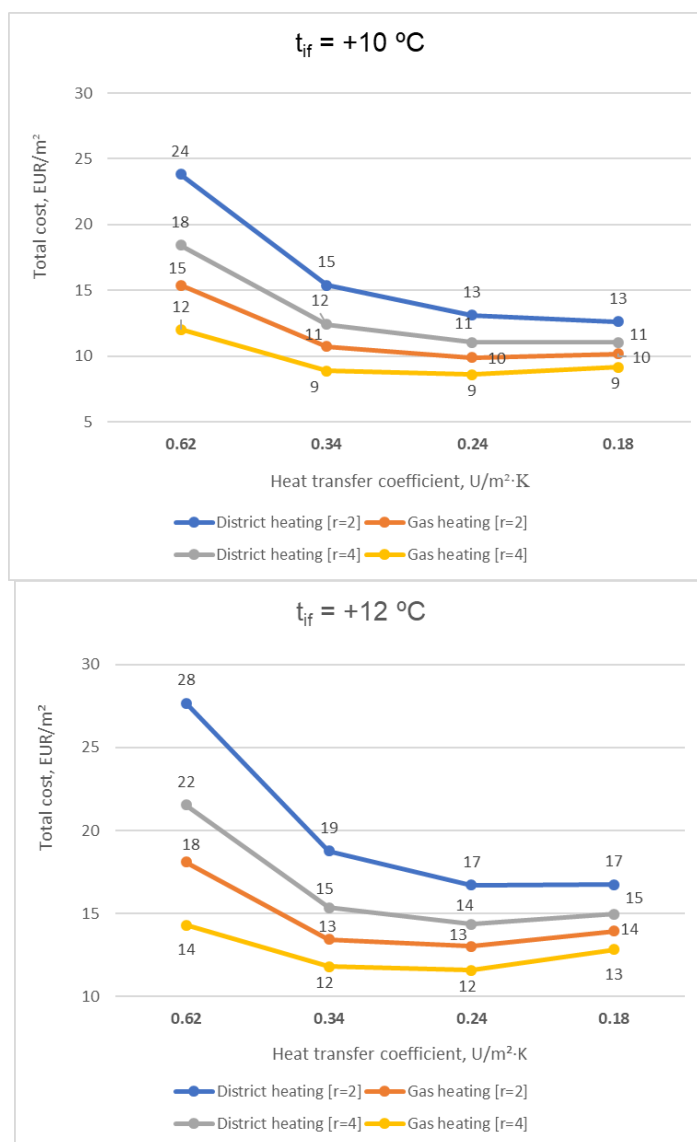


Рисунок 46-Зависимость общей стоимости плоских крыш от коэффициента теплопередачи для более коротких ($t_{if} = +10 \text{ }^\circ\text{C}$) и более длительных ($t_{if} = +12 \text{ }^\circ\text{C}$) отопительных сезонов

Аналогичная ситуация была обнаружена при анализе утепления потолков в вентилируемом укрытии (рисунок 47). В случае деревянных потолков наименьшие общие затраты соответствуют толщине изоляции 15 см, но в случае железобетонного потолка толщина даже превышает 20 см, когда коэффициент теплопередачи составляет менее $0,20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. Поэтому рекомендуется, чтобы это значение коэффициента теплопередачи рассматривалось как оптимальное значение коэффициента теплопередачи потолков в вентилируемые укрытия. В деревянных каркасных потолках следует использовать более эффективные теплоизоляционные материалы или часть изоляционного слоя должна быть

установлена поверх этого потолка, чтобы минимизировать первоначальные инвестиции (исключая цену деревянного каркаса).

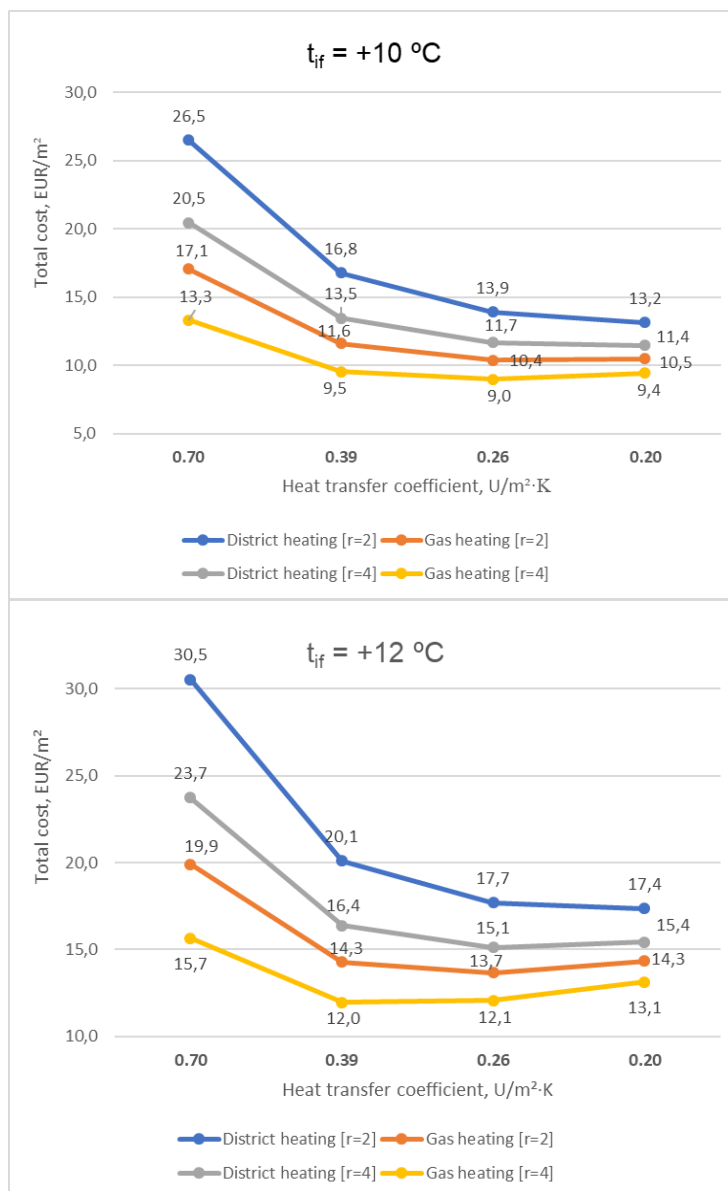


Рисунок 47-Зависимость общей стоимости потолков в вентилируемом укрытии от коэффициента теплопередачи для более коротких ($t_{if} = +10\text{ °C}$) и более длительных ($t_{if} = +12\text{ °C}$) отопительных сезонов

Результаты расчета общих затрат на стены показывают, что большинство проанализированных случаев относятся к области наименьших общих затрат, соответствующих изоляции толщиной 15 см (рисунок 48). Самые низкие затраты переносятся на площадь изоляции 10 см с более дешевым газовым отоплением и более длительным отопительным сезоном. Из-за разнообразия конструкции стен и изоляции коэффициенты теплопередачи стен, соответствующие минимальной общей стоимости, составляют от $0,21\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ до $0,29\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. После подведения

итогах рекомендуется использовать $0,25 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ для оптимального коэффициента теплоотдачи стен.

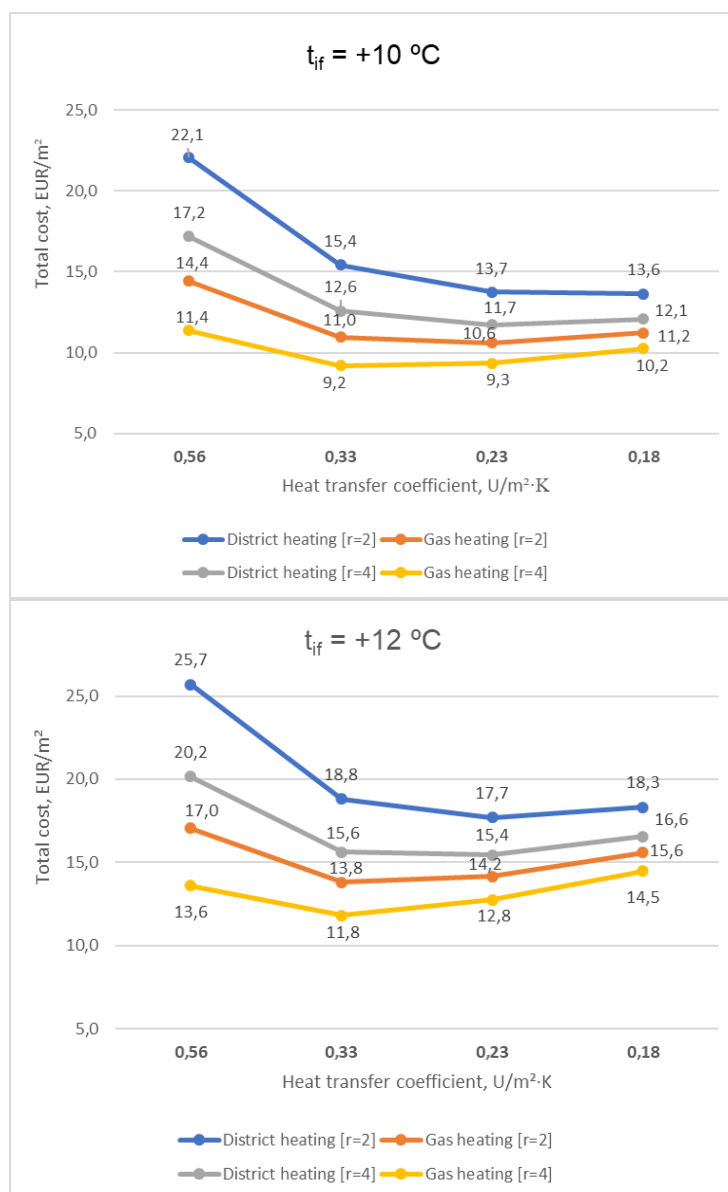


Рисунок 48 - Зависимость общей стоимости стен от коэффициента теплопередачи для более коротких ($t_{if} = +10 \text{ }^\circ\text{C}$) и более длительных ($t_{if} = +12 \text{ }^\circ\text{C}$) отопительных сезонов

Расчеты пола четко показывают самые низкие общие затраты на изоляцию пола толщиной 10 см, но в случае более дорогих тепловых сетей и более короткого отопительного сезона общие затраты незначительно увеличиваются при использовании теплоизоляционного слоя толщиной 15 см (рисунок 49). Это соответствует диапазону от $0,22 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ до $0,30 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ коэффициента теплопередачи от пола до земли. Учитывая, что увеличение толщины утеплителя пола является одним из самых дешевых способов установки теплоизоляции, значение коэффициента теплопередачи зависит от размера здания, а увеличение утеплителя пола на земле дополнительно снижает энергопотребление здания при

установке теплого пола, оптимальный коэффициент теплопередачи пола на земле может составлять 0,23 Вт/м²·К.

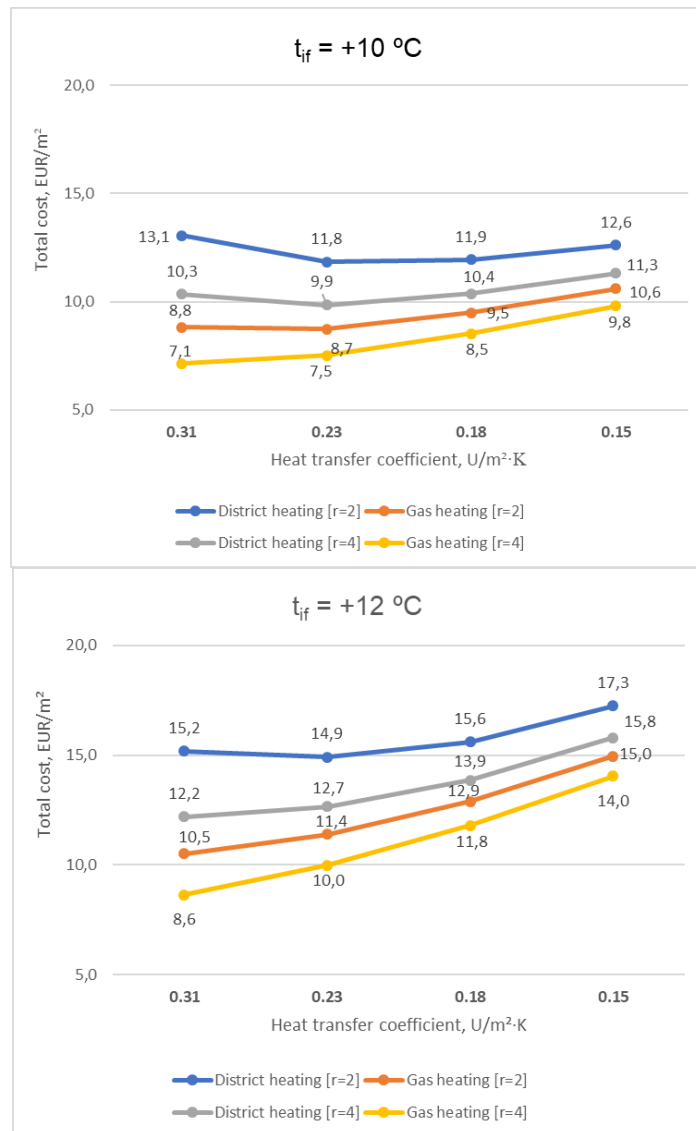


Рисунок 49-Зависимость общей стоимости полов от коэффициента теплопередачи для более коротких ($t_{if} = +10\text{ °C}$) и более длительных ($t_{if} = +12\text{ °C}$) отопительных сезонов

Оптимизировать окна сложнее, чем другие элементы здания, поскольку окна выполняют больше функций, чем экономия тепловой энергии (рисунок 50).

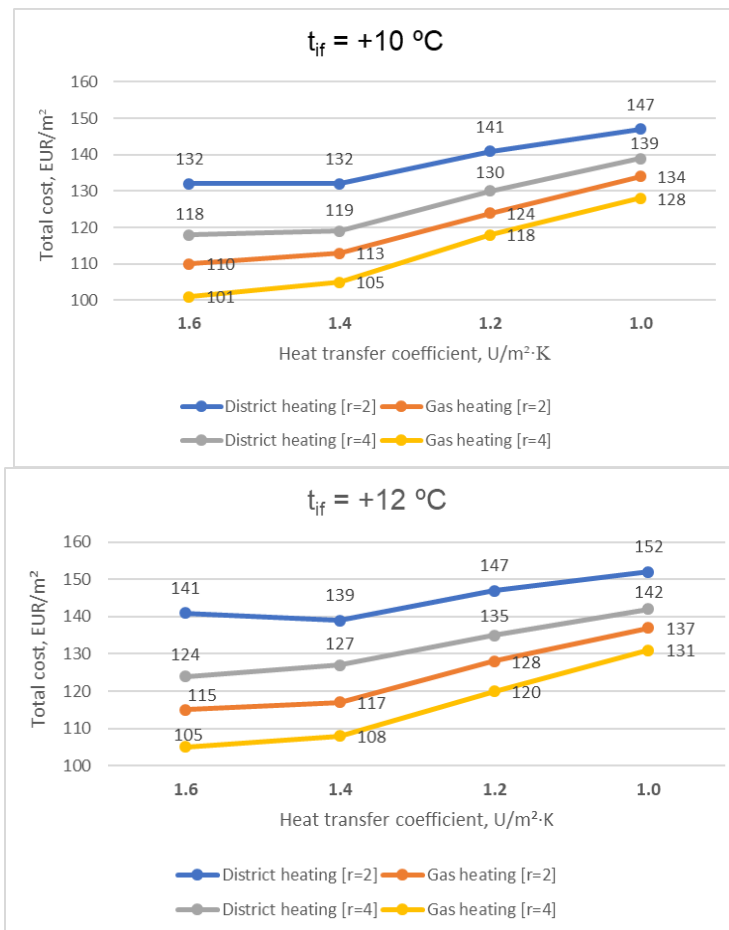


Рисунок 50-Зависимость общей стоимости окон от коэффициента теплопередачи для более коротких ($t_{if} = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$) и более длительных ($t_{if} = +12\text{ }^{\circ}\text{C}$) отопительных сезонов

Однако, с точки зрения оценки теплопотерь, менее энергосберегающие окна в настоящее время являются оптимальными из-за низкой цены на электроэнергию; хотя окна толщиной 60 мм с стеклопакетами с двойным остеклением и одним стеклопакетом с низкой излучательной способностью с коэффициентом теплопередачи $1,6\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ подходят для условий микроклимата в помещении. Общая стоимость лишь незначительно увеличивается за счет использования оконной рамы с лучшими тепловыми свойствами, когда значение коэффициента теплопередачи окна уменьшается до $1,4\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

Использование тройного остекления не является оптимальным в исследуемых условиях не только из-за роста общих затрат, но и из-за уменьшения количества солнечной энергии, поступающей в здание через окна. Окно с тройным стеклопакетом в среднем имеет меньший прирост солнечного тепла, чем экономия тепловой энергии по сравнению с стеклопакетом с двойным остеклением (таблица 11). Поэтому предлагается установить оптимальный коэффициент теплопередачи окон на уровне $1,4\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$, что может быть достигнуто за счет использования рамы с лучшими тепловыми характеристиками и стеклопакета с двойным остеклением. Рекомендуемые минимальные оптимальные значения t_{if} коэффициента теплопередачи элементов

ограждающих конструкций зданий для Алматинской области Казахстана приведены в таблице 11, строка 1.

Таблица 11 - Рекомендуемые минимальные оптимальные значения коэффициента теплопередачи ограждающей конструкции здания

Конструкция, элемент	Скатная крыша	Плоская крыша	Потолок на вентилируемом чердаке	Стены	Полы	Окна
Теплопередача U , Вт/м ² ·К (KZ)	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	1,4
Теплопередача U , Вт/м ² ·К (LT)	0,15	0,15	0,15	0,165	0,18	1,0

В 2017 году анализ оптимальной стоимости в соответствии с методологией, используемой в данном исследовании, с применением тех же сценариев изменения цен на энергию и изменения денежной стоимости, был проведен в Литве с использованием цены районной тепловой сети 0,06 евро/кВт * ч и цены на газовое отопление 0,04 евро/кВт * ч. Это примерно в 4 раза выше цен, чем в Алматы в 2019 году. Рассчитанные оптимальные значения коэффициентов теплопередачи представлены в таблице 11 (строка 2). Сравнительный анализ показал, что оптимальный уровень теплоизоляции строительных перегородок в Литве примерно на 30% выше, чем в Алматы и Алматинской области. Эта разница не очень велика, поскольку был выбран более длительный расчетный период, а цены на теплоизоляционные материалы и работы в городе Алматы и Алматинской области также ниже.

4.2 Расчет энергетических характеристик образцовых зданий с рекомендуемыми теплоизоляционными свойствами ограждающих конструкций

Используя рекомендуемые значения коэффициентов теплопередачи ограждающих частей зданий, были рассчитаны характеристики энергоэффективности здания который взят как образец, результаты представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Характеристики энергоэффективности образцового дома

	Крыша	Стены	Полы	Окна и двери	Тепловые мосты	Вентиляция	Прибыль тепла	
							Солнечная	Внутренняя
Тепловые потери/прирост, кВт·ч/м ² * г	23.82	32.66	19.91	21.92	20.34	22.96	34.92	17.80

Потери тепла через внешнюю оболочку образцового здания составляют 118,7 кВт·ч/м²·год, потери тепла при вентиляции - 23,0 кВт·ч/м²·год, а прирост

тепла - 52,7 кВт·ч/м²·год. Приблизительно потребление тепловой энергии в этом образцовом здании составляет 90 кВт·ч/м² год. В качестве примера для сравнения, среднее потребление тепловой энергии для зданий на 1-2 семьи в Германии в 2017 году составило 122 кВт·ч/м²·год [112]. Значительная часть этой разницы обусловлена более высоким приростом солнечного тепла в Алматы.

Низкая стоимость тепловой энергии и более короткий отопительный сезон приводят к снижению ежегодных затрат на отопление здания. Это не способствует повышению энергоэффективности зданий и экономии энергоресурсов.

Анализ общих затрат на электроэнергию, связанных с окнами, в качестве примера, показал, что существующая взаимосвязь между ценами на энергоносители и затратами на внедрение энергосберегающих мер сдерживает внедрение инновационных энергосберегающих мер в Алматинской области. Продление отопительного сезона для улучшения микроклимата в помещениях приводит к более высокому долгосрочному потреблению энергии при низком уровне изоляции зданий.

Для снижения долгосрочного потребления тепловой энергии и улучшения теплового режима в зданиях их энергоэффективность должна быть выше, чем рассчитано в данном исследовании. Рекомендуется частично перераспределить энергетические субсидии для реализации энергоэффективных мер в секторе жилищного строительства [100].

4.3 Анализ возможностей снижения эмиссии парникового газа повышая энергоэффективность новых жилых зданий

Стратегия исследования сокращения выбросов углекислого газа за счет повышения энергоэффективности новых жилых зданий состояла из нескольких этапов. Анализ научных публикаций показал, что большинство исследователей используют образцовые здания для анализа энергопотребления. Это могут быть реальные или смоделированные здания, соответствующие группе интересующих зданий с четкими характеристиками энергоэффективности.

В исследовании использование образцовых зданий приближает полученные результаты к реальным условиям, а определенные значения легче применять в реальных зданиях. Поэтому первой задачей исследования становится выявление технических характеристик реальных зданий или их четкое определение, если используются моделируемые здания. Следующей задачей исследования становится выбор мер по энергосбережению и снижению выбросов CO₂ и создание их комбинаций для образцовых зданий, поскольку преимущества имеет только комплексное развертывание. Эти комбинации должны соответствовать перспективным тенденциям развития и использования зданий. Третьим этапом исследования является расчет потребления тепловой энергии в образцовых зданиях после реализации различных комбинаций мер, снижающих потребление этой энергии. Выбросы CO₂ в здании рассчитываются на основе расчетного количества тепловой энергии для каждой комбинации и используемого

источника энергии. Полученные результаты используются для расчета увеличения ежегодных выбросов CO₂ города Алматы за счет отопления новых жилых зданий.

Технические данные образцового дома, используемого для исследования. По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [113], строительство жилых зданий растет примерно на 3 процента ежегодно в течение последних 5 лет. Эта тенденция повторяется и в Алматинской области. Общая жилая площадь в Алматы увеличилась с 1,37 млн м² в 2015 году до 2,1 млн м² в 2019 году.

Статистический анализ жилых зданий также показал, что многоквартирные дома составляют лишь около 3 процентов от общего числа зданий, но их жилая площадь составляет более половины жилой площади всех зданий. Для дальнейших исследований была выбрана жилая площадь, построенная в 2019 году (2,1 млн м²), из которых 1,1 млн м² приходится на многоквартирные дома и 1 млн м² - на здания для одной семьи. Выбросы CO₂ прогнозируются на ближайшие 5 лет, при условии ежегодного роста жилой площади на 2%.

Образцовые здания (Приложение Б,В,Г,Д) являются примером гипотетического или реального здания, которое соответствует типичной геометрии здания с типичными элементами ограждающих конструкций и энергетических систем, типичной структурой использования и затрат, представляющей климатические условия и географическое положение. После анализа проектов нового строительства в Алматинской области в качестве образцового здания для исследования были выбраны одноэтажный жилой дом общей площадью 143,5 м² и девятиэтажный жилой дом общей площадью 5543,18 м². Технические данные образцового дома, используемых для исследования, представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Технические характеристики зданий, которые взяты как образцовые дома

	Отапливаемая площадь, м ²	Внутренний объем, м ³	Высота, м	Площадь крыши/пола, м ²	Площадь стен, м ²	Площадь окон и дверей, м ²	Площадь остекления/окна, соотношение	Герметичность n ₅₀ , кратность воздухообмена
Одноэтажный жилой дом	143.5	625.8	3.0	142.0	182.2	22.8	0.8	1.0
Девятиэтажный жилой дом	5543.2	19476	28.9	534.18	2942.4	762.7	0.8	1.0

Здания будут построены в сейсмической зоне 9 баллов. Конструкция здания представляет собой монолитный каркас. Внутренние перегородки массивные, из цельного керамического кирпича. Окна выполнены из пластика, с утепленными

стеклопакетами. Полы на уплотненном грунте из железобетона с различной внутренней отделкой. Наружные стены одноэтажного здания выполнены из керамического кирпича, утеплены пенополистиролом и выполнены с различной отделкой. Кладка здания усилена вертикальными железобетонными вставками, арматура которых соединена в верхней части стен монолитной пограничной планкой. Наружные стены девятиэтажного здания выполнены из железобетона, утеплены пенополистиролом и выполнены с различной отделкой (Приложение Д). Потолок в вентилируемом чердаке одноэтажного здания и потолок в техническом этаже девятиэтажного здания выполнены из монолитного железобетона, утеплены минеральной ватой.

Создание комбинаций энергосберегающих мер для снижения выбросов CO₂ в тепловую энергию. Начальное значение энергии на отопление и выбросы CO₂ рассчитывается в соответствии с проектируемой теплоизоляцией зданий: утепление стен - 100 мм пенополистирола (EPS), утепление пола - 25 мм пенополистирола (EPS) и утепление потолка - 50 мм минеральной ваты, с окнами из двойных стеклопакетов.

Одноэтажное здание отапливается с использованием газового котла (коэффициент полезного действия CoP - 92%) в здании; девятиэтажное здание отапливается централизованной тепловой сетью. Оба здания оснащены автоматизированными системами управления теплом и имеют систему естественной вентиляции. На основе обзора литературы и практического опыта были выбраны следующие меры по снижению тепловой энергии здания и выбросов CO₂: повышенная теплоизоляция ограждающей конструкции здания (150 мм EPS для стен, 100 мм для пола и 200 мм для потолка), использование окон с тремя стеклопакетами и покрытиями с низкой излучательной способностью, установка системы принудительной вентиляции с рекуперацией тепла (сезонный коэффициент производительности SPF - 0.35 Wh/m³, CoP – 82), установка теплового насоса (сезонный коэффициент производительности - SCoP - 4) использование электроэнергии из внешней сети и использование возобновляемых источников энергии от фотоэлектрической электростанции на крыше. Тепловая энергия и выбросы CO₂ были рассчитаны для обоих зданий и для одной и той же комбинации. Комбинации представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Комбинации мер по энергосбережению

№ комбинации	Значение U, W/(м ² ·К)				Вентиляция	Отопление	
	Крыша	Полы	Стена	Окно		1-этажный	9-этажный
1	2	3	4	5	6	7	8
Первоначальный	0.63	0.23/0.34	0.31	1.6	Естественный	Газовый котел	Централизованное теплоснабжение
1	0.17	0.13/0.24	0.22	1.6	Принудительный	Газовый котел	Централизованное теплоснабжение
2	0.17	0.13/0.24	0.22	1.0	Принудительный	Газовый котел	Централизованное теплоснабжение

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
3	0.17	0.13/0.24	0.22	1.0	Принудительный +HR	Тепловой насос (Сеть)	Тепловой насос (Сеть)
4	0.17	0.13/0.24	0.22	1.0	Принудительный +HR	Тепловой насос (PV)	Тепловой насос (PV)

Источник: Расчеты приведены в Приложении Е,Ж,И,К,Л

Методы, климатические данные и данные о выбросах для расчета тепловой энергии и выбросов CO₂ в образцовых зданиях. Значения коэффициентов теплопередачи элементов ограждающих конструкций зданий рассчитывались в соответствии со стандартом EN ISO 6946:2017 [103]. Потребление энергии для отопления здания было рассчитано с использованием программного обеспечения NRG5, которое соответствует стандарту EN ISO 13790:2008 [104]. В таблице 15 приведены средние температуры наружного воздуха и среднее количество солнечной радиации за каждый месяц и год.

Таблица 15 - Среднемесячная температура наружного воздуха $\theta_{e,m}$ (°C) и среднее количество солнечной радиации на вертикальных поверхностях кВт/ м²

	Месяца года							Год
	I	II	III	IV	X	XI	XII	
Средняя температура, °C	-6.5	-5.1	2.0	10.8	9.5	0.9	-4.5	8.9
Солнечное излучение, кВт/м ²	87	92	117	114	103	88	82	1230

Температура воздуха в помещениях зданий указана в межгосударственном стандарте ГОСТ 30494-96 [110]. Для расчета потребления тепловой энергии была выбрана температура воздуха в помещении + 20 °C.

Первичная энергия и выбросы CO₂ для различных источников энергии взяты из стандарта EN ISO 52000-1:2017 [111] и представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Первичная энергия и выбросы CO₂ для источников тепловой энергии

Источник энергии	Природный газ	Централизованное теплоснабжение	Электричество из сети	Электричество от ВИЭ
1	2	3	4	5
Фактор первичной энергии	1.1	1.3	2.3	0.001
Выбросы CO ₂ , кгCO ₂ /(м ² ·год)	0.22	0.3	0.42	0

Расчет потребляемой энергии для отопления и создающей выбросы CO₂ в образцовых зданиях. Результаты расчетов представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Количество поставляемой энергии для отопления и выбросов CO₂ в образцовых зданиях

№ комбинации	Поставляемая годовая энергия на отопление, кВт·ч/(м ² ·год)	Первичная энергия, кВт·ч/ м ²	Первичная не возобновляемая энергия, кВт·ч/(м ² ·год)	Первичная возобновляемая энергия, кВт·ч/(м ² ·год)	Выбросы CO ₂ , kg/(м ² ·год)	Снижение содержания CO ₂ , по сравнению с первоначальным, %
Одноэтажный жилой дом						
Первоначальный	226.4	296.7	294.0	2.7	58.2	-
1	139.3	205.3	202.2	3.1	39.8	- 31,6
2	125.4	190.1	187.0	3.1	36.8	- 36,8
3	23.9	214.3	158.0	56.3	28.8	-50,5
4	0	196.9	1.0	195.9	0	-100,0
Девятиэтажный жилой дом						
Первоначальный	79.3	168.3	166.1	2.2	52.5	-
1	63.4	167.0	163.1	3.9	53.9	+ 2.7
2	50.2	151.0	95.7	4.0	48.1	-8.4
3	13.1	156.4	130.9	25.5	23.9	-54.5
4	0.29	169.4	71.6	97.8	13.2	-74.9
Источник: Расчеты приведены в Приложении Е,Ж,И,К,Л						

Результаты расчета показали, что количество тепловой энергии, подаваемой в одноэтажном жилом здании, и общая первичная энергия, потребляемая в этом здании, значительно уменьшаются с увеличением теплоизоляции ограждающей конструкции здания. Использование окон с тремя стеклопакетами вместо стеклопакетов с двойным остеклением снижает потребность в поставляемой тепловой энергии и потребление первичной энергии меньше, чем улучшенная теплоизоляция ограждающей конструкции здания. Внедрение теплового насоса значительно снижает количество поставляемой тепловой энергии извне, но увеличивает количество потребляемой первичной энергии и лишь незначительно снижает выбросы CO₂. Когда в здании установлена фотоэлектрическая электростанция, здание не нуждается в снабжении внешней тепловой энергией; оно использует только возобновляемую энергию и не выделяет CO₂ в окружающую среду.

Расчеты девятиэтажного жилого здания показали, что теплоизоляция ограждающих конструкций здания снижает количество тепловой энергии, подаваемой в здание, но установка механической системы вентиляции, которая увеличивает потребление электроэнергии, не позволяет снизить выбросы CO₂. Использование более энергоэффективных окон также не вносит существенного вклада в сокращение выбросов CO₂, поскольку девятиэтажный дом имеет

высокую потребность в энергии для вентиляции и подготовки горячей воды на 1 м², что влияет на большую часть выбросов CO₂. Установка теплового насоса, вырабатываемое тепло которого используется для обогрева здания и бытовой воды, снижает выбросы CO₂ в здании примерно в два раза, даже если электричество берется из не возобновляемых источников. Когда в здании установлена фотоэлектрическая электростанция, большая часть потребляемой электроэнергии классифицируется как возобновляемая, но ее недостаточно для всех потребностей здания, и электроэнергия дополнительно берется из сети, что приводит к выбросам парниковых газов [23].

Расчет увеличения ежегодных выбросов CO₂ в городе Алматы и Алматинской области за счет новых жилых зданий. Для того, чтобы определить тенденции сокращения выбросов CO₂, в этом исследовании предполагается, что в настоящее время количество новых зданий состоит из 200 многоэтажных жилых домов и 700 одноэтажных жилых домов. В таблице и графике показано динамика выбросов CO₂ за 30-летний период.

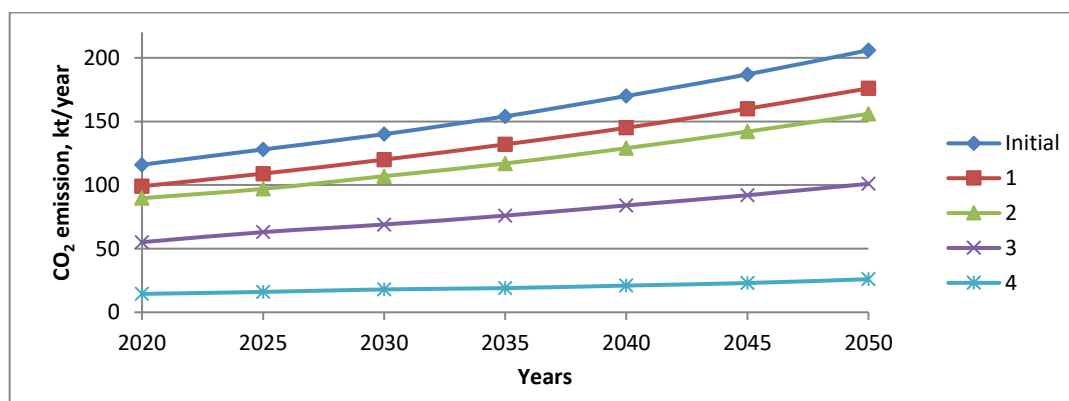


Рисунок 51 - Динамика выбросов CO₂ после применения различных мер по повышению энергоэффективности за период 30 лет

Результаты этого расчета показывают, что более эффективная теплоизоляция зданий и окон, использование механической системы вентиляции с рекуперацией тепла, установка теплового насоса для отопления и подготовки горячей воды и установка фотоэлектрической электростанции могут снизить загрязнение окружающей среды углеродными соединениями до 8 раз.

Результаты этого исследования показывают, что без изменения энергетических показателей и источников тепла зданий выбросы углекислого газа в жилом секторе в Алматинской области почти удвоятся в течение следующих 30 лет. За счет увеличения теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, включая более эффективные окна, мы можем вдвое сократить увеличение выбросов CO₂. Основное внимание следует уделять одноэтажным жилым домам, которые оказывают значительно большее влияние на сокращение выбросов CO₂, чем многоэтажные жилые дома. Системы механической вентиляции с рекуперацией тепла в одноэтажных жилых домах гораздо эффективнее снижают выбросы CO₂, чем в многоэтажных жилых домах,

поэтому их установка в одноэтажных жилых домах должна быть приоритетной. С установкой тепловых насосов и фотоэлектрических электростанций в одноэтажных жилых зданиях становятся полностью экологически чистыми и не влияют на выбросы CO₂. Достижение такого результата в многоэтажных жилых домах было бы затруднено из-за более высокого отношения площади крыши к площади обогрева. Даже если вся крыша покрыта солнечной электростанцией, произведенной электроэнергии недостаточно для всех нужд - отопления (тепловой насос), электроприборов и подготовки горячей воды. Это означает, что будет использоваться электроэнергия из сети и будут генерироваться выбросы CO₂. Однако внедрение мер, определенных в этом исследовании, в новых зданиях значительно снизит загрязнение окружающей среды, поскольку ежегодный прирост загрязнения из-за новых построенных жилых зданий в Алматы и Алматинской области уменьшится в 8 раз в течение следующих 30 лет[23].

Выводы по 4 разделу

1. В результате проведенного исследования установлено, что теплопотребление жилого здания с оптимальными коэффициентами теплопередачи ограждающих конструкций будет в среднем на 1/3 ниже по сравнению с имеющейся практикой теплоизоляции.

2. Государственное регулирование цен на энергоносители без финансовой стимуляции энергосберегательных мероприятий снижает интерес инвестирования в повышение энергоэффективности, потому что эти инвестиции не будут компенсированы сэкономленными деньгами.

3. Низкая стоимость тепловой энергии и более короткий отопительный сезон приводят к снижению годовых затрат на отопление здания. Это не способствует повышению энергоэффективности зданий, улучшению температурного комфорта в помещениях и экономии энергоресурсов.

4. Стабильная экономическая ситуация (более низкая ставка дисконтирования) приводит к устойчивости годовых затрат на отопление зданий в течение расчетного периода. Это экономически оправдывает повышение теплоизоляции зданий и снижение энергопотребления в течение всего срока эксплуатации.

5. Анализ общих затрат на теплоэнергию относительно окон и других светопрозрачных ограждений на примере образцового здания показал, что текущая взаимосвязь между ценами на энергию и стоимостью внедрения энергосберегающих мероприятий сдерживает внедрение инновационных энергосберегающих мероприятий в городе Алматы и Алматинской области.

6. Результаты исследования показывают, что без изменения энергоэффективности и первоисточников тепловой в зданиях, выбросы углерода жилищным сектором в городе Алматы и Алматинской области увеличатся почти вдвое в течение следующих 30 лет.

7. Внедрение в новые здания энергоэффективных мероприятий, определенных в этом исследовании, может до 8 раз снизить загрязнение окружающей среды в течение расчетного периода.

8. Увеличение теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, применение более эффективных окон может вдвое сократить выбросы CO₂, в первую очередь в одноэтажных жилых домах, которые имеют значительно большее влияние на сокращение выбросов CO₂, чем многоквартирные дома.

9. Системы механической вентиляции с рекуперацией тепла в одноэтажных жилых домах намного эффективнее сокращают выбросы CO₂, чем в многоквартирных домах, поэтому их установка в одноэтажных жилых домах должна быть приоритетной.

10. Одноэтажные жилые дома с тепловыми насосами и фотоэлектрическими электростанциями становятся полностью экологически чистыми и не влияют на выбросы CO₂. Достичь такого результата в многоквартирных домах с имеющимися технологиями невозможно из-за большего соотношения кровли и площади обогрева, но вышеуказанные мероприятия также значительно способствуют снижению загрязнения окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во многих странах мира постоянно повышаются требования к энергоэффективности, чтобы снизить потребление энергии в зданиях. Основными причинами повышения энергоэффективности являются снижение стоимости эксплуатации зданий, экономия и сохранение ископаемых энергоресурсов для будущего и для использования в других целях, сокращение загрязнения окружающей среды выделением углекислых соединений в процессах производства тепла и предотвращение последствий климатических изменений.

В странах Западной Европы энергоэффективность зданий уже имеет многолетний опыт, четко определены основные направления их реализации: максимально возможное использование пассивной энергии с целью уменьшения применения ископаемой энергии (оптимальное расположение помещений в здании в отношении максимальных поступлений солнечного излучения в течение отопительного периода, сохранение внутренних тепловыделений, снижение теплопотерь энергии на инфильтрацию за счет увеличения герметичности зданий); сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции и установка эффективных энергетических систем в зданиях, в том числе вырабатывающих энергию из возобновляемых источников. Эти страны уже имеют опыт применения перечисленных мероприятий в строительстве, созданы и применяются различные концепции и методологии проектирования энергоэффективности зданий. Но использование достигнутого опыта не всегда рентабельно с точки зрения долгосрочных эксплуатационных расходов здания в иных климатических, технических и экономических условиях.

В Казахстане также имеются программы повышения энергоэффективности, обновлены требования к энергоэффективности зданий, но у них отсутствует экономическое обоснование, особенно в отношении общих затрат в течение всего цикла существования здания. В последнее десятилетие в результате развития экономики объем жилищного строительства в Казахстане значительно увеличился, что означает повышение уровня энергопотребления и соответственно выбросов парниковых газов. Чтобы предотвратить рост потребления энергии в строительстве с последующим повышением загрязнения окружающей среды выбросами парниковых газов, необходимо существенно изменить концепцию строительства в отношении энергоэффективности зданий в стране.

Для получения достоверных результатов исследований в области повышения энергоэффективности зданий необходимо пользоваться климатическими, техническими и статистическими данными, соответствующими реальному положению строительного сектора в географической местности проводимого анализа. Достоверность исходных данных для исследований наилучшим образом обеспечивает получение необходимых расчетных данных из официальных государственных учреждений (Департамента по статистике Республики Казахстан), официальных

государственных изданий (Строительная климатология СНиП РК 2.04-01-2001), общепризнанных публикаций (ЕНиР - Единые нормы и расценки на строительные и ремонтно - отделочные работы). Реальную экономическую ситуацию лучше всего отражают средние цены на энергию, строительные материалы и системы в коммерческих предприятиях исследуемой местности. Перспективное развитие экономической ситуации в области энергетического, строительного и финансового секторов следует прогнозировать, опираясь на мировые тенденции и государственные программы страны.

Многие методики анализа всего цикла существования здания (LCA), предоставленные в научных публикациях, могут быть использованы для определения требований к теплозащите зданий по наименьшим затратам в течении срока эксплуатации. Но для обеспечения достоверности и сопоставимости полученных результатов оптимизации уровня теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий была адаптирована методика, уже длительное время применяемая в странах Европейского Союза. Эта методика предназначена для решения задач, определенных в настоящем исследовании, имеются результаты ее применения в других странах и в разных условиях, поэтому результат оптимизации согласно главным положениям этой методики может быть сопоставим с результатами других оптимизационных исследований, учитывая различия условий исследуемых объектов и, соответственно, расчетных данных.

Результаты исследований, полученные во время подготовки настоящей диссертационной работы, могут быть распределены в отдельные группы по следующим признакам:

1. Определены оптимальные теплотехнические характеристики наружных ограждений и элементов зданий.

Установлено, что для теплоизоляции наружных стен, крыш, потолков и перекрытий оптимально применять теплоизоляционные материалы толщиной 0,15 м с коэффициентом теплопроводности в пределах 0,032-0,040 Вт/(м·К). Это создает коэффициент теплопередачи вышеупомянутых ограждений в пределах 0,22- 0,25 Вт/м²·К.

Оптимальная толщина теплоизоляции конструкции полов в среднем в два раза превышает толщину теплоизоляции, применяемую в строительной практике города Алматы и Алматинской области. Повышение теплоизоляции пола не только эффективно снижает теплопотери, но и улучшает внутренний комфорт в помещениях, обеспечивая более высокую температуру внутренней поверхности.

В жилые здания города Алматы и Алматинской области оптимально устанавливать окна с коэффициентом теплопередачи на уровне 1,4 Вт/(м²·К), что может быть достигнуто с оконной рамы с лучшими тепловыми характеристиками (толщина рамы не менее 80 мм) и однокамерным стеклопакетом (2 стекла). Использование тройного остекления не является оптимальным в нынешних условиях не только из-за роста общих затрат за счет высокой цены таких окон, но и из-за уменьшения количества солнечной энергии: окна с тройным остеклением, в среднем, обеспечивают меньший приток

солнечного тепла, чем они экономят тепловую энергию, по сравнению с стеклопакетом с двойным остеклением.

Внедрение в строительную практику жилых домов оптимальных требований по теплоизоляции может в среднем на 1/3 сократить теплопотери зданий через наружные ограждения.

2. Выявлены главные направления снижения потребления тепловой энергии в зданиях и, соответственно, эмиссии парниковых газов.

Установлено, что без изменения энергоэффективности жилых зданий и источников производства тепла, выбросы углеродных соединений жилищным сектором города Алматы и Алматинской области увеличатся почти вдвое в течение следующих 30 лет.

Применение в зданиях тепловых насосов и фотоэлектрических электростанций, одноэтажные дома становятся полностью экологически чистыми и не влияют на выбросы CO₂. Достичь такого результата в многоквартирных домах сложно из-за большой разницы площадей кровли и обогрева. Даже если вся крыша покрыта солнечной электростанцией, производимой электроэнергии недостаточно для всех нужд - отопления (тепловой насос), электроприборов и подготовки горячей воды.

3. Определены общие тенденции развития повышения энергоэффективности в условиях города Алматы и Алматинской области.

Повышение энергоэффективности жилых зданий влечет за собой экономию энергетических ресурсов, снижение загрязнения окружающей среды, улучшение условий проживания и повышение уровня жизни граждан за счет снижения энергетических расходов. Все это влияет на успешное развитие государства.

Повышение уровня теплоизоляции наружных ограждений является первичной задачей на пути к энергоэффективному строительству, потому что применение высоко эффективных, сложных и дорогих инженерных систем целесообразно только при ограниченном и управляемом теплоснабжении в зданиях.

Низкая стоимость тепловой энергии и более короткий отопительный сезон приводят к снижению годовых затрат на отопление здания. Это не способствует повышению энергоэффективности зданий и экономии энергоресурсов

4. Приведены общие рекомендации по внедрению результатов настоящей работы в проектирование и строительство жилых зданий.

Увеличивая теплоизоляцию ограждающих конструкций зданий, в первую очередь внимание следует уделять небольшим одноэтажным зданиям, которые оказывают значительно большее влияние на сокращение выбросов CO₂, чем многоквартирные дома.

Системы механической вентиляции с рекуперацией тепла в одноэтажных домах намного эффективнее сокращают выбросы CO₂, чем в многоквартирных зданиях, поэтому их установка в одноэтажных домах должна быть приоритетной.

С целью повышения условий температурного комфорта в жилых помещениях, следует повысить температуру начала и конца отопительного сезона до + 12 градусов с последующим увеличением его продолжительности. Это создаст дополнительное стимулирование повышения энергоэффективности зданий, что в долгосрочной перспективе не будет влиять на загрязнение окружающей среды.

Для снижения долгосрочного потребления тепловой энергии и улучшения тепловых условий в зданиях их энергоэффективность должна быть выше, чем рассчитано в данном исследовании. Рекомендуется частично перераспределить энергетические субсидии для реализации энергоэффективных мероприятий в секторе жилищного строительства.

Результаты и исследования настоящей диссертационной работы рекомендуется использовать в производственном процессе проектно-строительных организации для проведения анализа энергетической эффективности внедрения разных мероприятий по повышению теплоизоляции наружных элементов жилых зданий и применению инновационных инженерных систем. Пример использования рекомендаций приведен в акте внедрения ТОО «ПСО Билдинг Эксперт» №13 от 07.09.2021 г. Приводиться к диссертации в приложении А.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Послание Первого Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. 31 января 2017 года.
- 2 Послание Первого Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. 10 января 2018 года.
- 3 Мурсалова Д.Р., Горчаков А.О., Джанибеков С.А. Проектирование энергоэффективных зданий // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции № 2 «Актуальные вопросы технических наук в современных условиях». - СПб., 2015. -231 с.
- 4 Тухтамишева А.З., Raimondas Vliudzius, Адилова Д.А. Концепции проектирования и строительства энергоэффективных зданий в Республике Казахстан // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии». - Алматы, 2018. - С. 108-114.
- 5 Специальная рабочая группа по реализации Программы действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы (СРГ ПДООС) «Отчет повышение энергоэффективности жилищного хозяйства в Казахстане: пилотная разработка государственной инвестиционной программы» https://www.oecd.org/environment/outreach/KAZ%20report_programme%20design_RUS_for%20web.pdf (30.04.2019 г.)
- 6 Проект Европейской Экономической Комиссии ООН "Анализ развития и распространения передовых технологий в области энергоэффективности и возобновляемой энергетики в рамках проекта «Глобальная энергоэффективность 21» для стран Центральной Азии". 2012 г. https://unesc.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gee21/projects/Study_KZ.pdf (10.01.2019 г.)
- 7 Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 года № 1054. Об утверждении Государственной программы жилищно-коммунального развития "Нұрлы жер" на 2020 - 2025 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900001054> (30.04.2019 г.)
- 8 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2050 года : Утвержден Указом Первого Президента Республики Казахстан: https://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs (30.04.2019 г.)
- 9 Фокина К.Ф. «Строительная теплотехника ограждающих частей зданий» 1933 г 1-издание. Изд. 4-е, перераб. и доп. -М.:Стройиздат, 1973.- 287 с.
- 10 Nywel Davies is technical director with the Chartered Institution of Building Services Engineers.-Tracing the continuing development of Part L http://www.modbs.co.uk/news/fullstory.php/aid/12062/Tracing_the_continuing_development_of_Part_L.html(04.06.2020 г.)
- 11 Техническое значение: <https://j18blog.wordpress.com/2010/04/15/u-values/>(15.04.2020 г.)

12 Коэффициент теплопередачи «Эволюция требований: исправления» [https://slideplayer.com/slide/14002147/\(01.10.2019 г.\)](https://slideplayer.com/slide/14002147/(01.10.2019 г.))

13 Директива ЕС: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en (23.10.2020 г.)

14 Директива 2002/91/ЕС Европейского парламента и Совета от 16 декабря 2002 года об энергетических показателях здания <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0071:EN:PDF> (16.12.2021 г.)

15 Директива 2012/27 / ЕУ Европейского парламента и Совета от 25 октября 2012 года по энергоэффективности, вносящая поправки в Директивы 2009/125 / ЕС и 2010/30 / ЕУ и отменяющая Директивы 2004/8 / ЕС и 2006/32 / ЕС (Текст актуально для ЕЭЗ) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0027> (25.10.2020 г.)

16 Директива (ЕС) 2018/2002 Европейского парламента и Совета от 11 декабря 2018 г., вносящая поправки в Директиву 2012/27 / ЕС по энергоэффективности (текст, имеющий отношение к ЕЭЗ) https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.328.01.0210.01.EN.G (11.12.2020 г.)

17 Директива (ЕС) 2018/844 Европейского парламента и Совета от 30 мая 2018 г., вносящая поправки в Директиву 2010/31 / ЕС по энергоэффективности зданий и Директиву 2012/27 / ЕС по энергоэффективности (текст, имеющий отношение к ЕЭЗ) <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1529483556082&uri=CELEX:32018L0844> (30.05.2020 г.)

18 Изменения климата: <https://www.oneclicklca.com/climate-change-explained-guide-construction-specialists/> (25.04.2021 г.)

19 World Green Building Council г. <https://www.worldgbc.org/embodied-carbon.6> (25.04.2021 г.)

20 Здания и встроенная инфраструктура: <https://www.eesi.org/topics/built-infrastructure/description> (23.02.2020 г.)

21 Стратегии материалоеффективности в интересах низкоуглеродистого будущего «Ресурсоэффективность и изменение климата» <https://www.unenvironment.org/ru/resources/doklad/resursoeffektivnost-i-izmenenie-klimata-strategii-materialoeffektivnosti-v> (18.10.2020 г.)

22 International Resource Panel, 2019 <https://www.resourcepanel.org/> (13.05.2019 г.)

23 Tukhtamisheva A., Adilova D., Levinskyte A., Bliudzius, R.// Analysis of possibilities to reduce the emission of carbon dioxide by improving the energy efficiency of new residential building.- International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management.- SGEM, 2020.- №(4.1).- P. 11-18 .

24 Nurgaliyev D. Enerhoeffektivnost: parametry modernizatsii [Energy efficiency: the modernization of the parameters]. Kazakhstanskaya pravda - The Kazakh truth (15 January) [in Russian]. (30.06.2020 г.)

- 25 Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904 Об утверждении Программы «Энергосбережение - 2020» https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31443675#pos=20;-54 (29.08.2019 г.)
- 26 Строительная климатология СНиП РК 2.04-01-2001 с 1 мая 2011 года (утратил силу) https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30008590#pos=5;-56 (02.04.2019 г.)
- 27 Закон Республики Казахстан Об энергосбережении и повышении энергоэффективности (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.06.2020 г.) https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31112351#pos=2;-155
- 28 Тухтамишева А.З., Адилова Д.А., RaimondasBliudzius. Переход к строительству энергоэффективных жилых домов в Республике Казахстан // Сборник материалов Международной научно-практической конференции: «Современные тренды в архитектуре и строительстве: энергоэффективность, энергосбережение, BIM технологии, проблемы городской среды».- Алматы: КазГАСА, 2020.- С. 471-481
- 29 Строительные нормы РК 2.04-04-2011 «Тепловая защита зданий» http://hoffmann.kz/files/12_SN_RK_2-04-04-2011.pdf (02.08.2019 г.)
- 30 Тухтамишева А.З., RaimondasBliudzius, Адилова Д.А. Повышение энергоэффективности и производительности здания // Сборник статей по материалам XXIII международной научно-практической конференции «Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке» - Новосибирск: АНС «Сибак», 2018. - № 14(22). -С.62-71.
- 31 СНиП РК 3.02-43-2007 «Жилые здания» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.10.2016 г.). (утратил силу). https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30151907#pos=52;2 (10.10.2016 г.)
- 32 СНиП РК 1.03-03-2010 «Положение об авторском надзоре разработчиков проектов за строительством предприятий, зданий, сооружений и их капитальным ремонтом» (утратил силу). https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31028583#pos=2;-178 (01.03.2020 г.)
- 33 ГОСТ ISO/IEC 17020-2013 «Оценка соответствия. Общие требования к работе различных типов органов, проводящих инспекции» (01.03.2020 г.)
- 34 Системы менеджмента качества ISO 9001 http://www.ksph.kz/files/1368/mezhdunarodnyi_standart_ISO_9001_2015_rus.pdf (15.09.2019 г.)
- 35 Congedo P. M., D. D'Agostino, C. Baglivo, G. Tornese, I. Zacà, Efficient Solutions and Cost-Optimal Analysis for Existing School Buildings // Journal of Energies.- 2016.-№9 (10).- 851 с.
- 36 Dombayci O. A., The environmental impact of optimum insulation thickness for external walls of buildings. Building and Environment.- 2007.-№42 (11) .- P. 3855-3859.
- 37 Kaynakli O. A review of the economical and optimum thermal insulation thickness for building applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews .- 2012.-№16 (1) .-P.415- 425.

- 38 Dylewski R., Adamczyk J., Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls, *Building and Environment*.-2011.-№ 46 (12) .-P.2615-2623.
- 39 Ozel M., Cost analysis for optimum thicknesses and environmental impacts of different insulation materials. - *Energy and Buildings*.-2012.-№ 49.-P. 552-559.
- 40 Kapsalakia M., Leala V., Santamouris M., A methodology for economic efficient design of Net Zero Energy Buildings.- *Energy and Buildings*.-2012.-№ 55.-P. 765-778.
- 41 Evola G., Margani G., Marletta L. Cost-effective design solutions for low-rise residential Net ZEBs in Mediterranean climate, *Energy and Buildings* 68 (2014) 7-18.
- 42 Marszal A. J., Heiselberg P., Jensen R. L., Norgaard J., On-site or off-site renewable energy supply options? Life cycle cost analysis of a Net Zero Energy Building in Denmark, *Renewable Energy*.-2012.-№44.-P.154-165.
- 43 Malighetti L. E., Salvalai G. Improving energy efficiency in existing school building: the case study of Lecco, *Technologies, Engineering, Materials and Architecture* .-2017. -№3 (1).-P. 149-160.
- 44 Orzechowski T., Orzechowski M. Optimal thickness of various insulation materials for different temperature conditions and heat sources in terms of economic aspect//*Journal of Building Physics*.- 2018.-№41(4).-P. 377-393.
- 45 Garcia D. A., Cumo F., Tiberi M., Sforzini V., Piras G. Cost-Benefit Analysis for Energy Management in Public Buildings: Four Italian Case Studies// *Journal of Energies*.-2016. -№9 (7) .-522 p.
- 46 D. D'Agostino, Parker D. A framework for the cost-optimal design of nearly zero energy buildings (NZEBs) in representative climates across Europe, *Energy* .- 2018.- № 149.-P. 814-829.
- 47 Bolatturk A. Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey. *Applied Thermal Engineering* .-2006.-№26.-P. 1301-1309.
- 48 D'Agostino D., de' Rossi F., Marigliano M., Marino C. et al, Evaluation of the optimal thermal insulation thickness for an office building in different climates by means of the basic and modified "cost-optimal" methodology, *Journal of Building Engineering* 24 (2019) 100743.
- 49 Sesana M. M., Salvalai G., Overview on life cycle methodologies and economic feasibility for nZEBs/ *Building and Environment*.-2013.-№ 67.-P. 211-216.
- 50 Marszal A. J., Heiselberg P. Life cycle cost analysis of a multi-storey residential Net Zero Energy Building in Denmark/ *Energy*.-2011.№ 36 (9).-P. 5600-5609.
- 51 Fuller S.K., Petersen S.R. Life-cycle costing manual for the federal energy management program (1995th ed.), U.S. Department Energy.-Washington DC, 1996.-Vol. 1.1-3.11.-P.56-60.

- 52 Baglivo C., Congedo P. M., Fazio A., Laforgia D. Multi-objective optimization analysis for high efficiency external walls of zero energy buildings (ZEB) in the Mediterranean climate// Energy and Buildings.-2014.-№ 84.-P. 483-492.
- 53 Harkouss F., Fardoun F., Biwole P. H. Multi-objective optimization methodology for net zero energy buildings// Journal of Building Engineering.-2018.-№16.-P. 57-71.
- 54 Article Sandy Smith «How Passive Houses Yield Aggressive Savings» <https://www.phillymag.com/property/2016/12/16/how-passive-houses-yield-aggressive-savings/>(16.12.2019 г.)
- 55 Стандарты: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/en/home/supply/statistics-and-geodata/geoinformation/geodata/buildings/minergie-standard> (15.03.2020 г.)
- 56 BBC EFFINERGIE: <https://www.buildup.eu/en/explore/links/bbc-effinergie-0> (07.01.2021 г.)
- 57 Стандарты энергоэффективных домов: https://tranio.kz/articles/standarty_energoeffektivnykh_domov_effinergie_minergie_i_passivhaus_4222/ (10.09.2020 г.)
- 58 Maher Shehadi, Net-Zero Energy Buildings: Principles and Applications, DOI:10.5772/intechopen.92285 <https://www.intechopen.com/books/zero-energy-buildings-new-approaches-and-technologies/net-zero-energy-buildings-principles-and-applications> (20.02.2020 г.)
- 59 Энергетический рейтинг окна: <https://www.myglazing.com/be-informed/window-energy-ratings/> (02.09.2021 г.)
- 60 PHPP:https://passipedia.org/planning/calculating_energy_efficiency/php_p_-_the_passive_house_planning_package (22.06.2021 г.)
- 61 Технологии: <http://3plxpresso.com/FineHvacENG.htm> (22.06.2021 г.)
- 62 Тухтамишева А.З., Адилова Д.А., Raimondas Bliudzius. Основы комплексного подхода к строительству энергоэффективных жилых домов // Сборник трудов XIV Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granicy - 2018», Przemysł: Nauka i studia -132 s. - Польша, г. Варшава, 2018 .- Vol. 13.-P. 9-24.
- 63 Zeybek O, Energy Savings of Primary School Building in Turkey Through Energy Efficient Renovation Strategies in Building Envelope, [thesis]. Istanbul: Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, 2009. - P.56-60
- 64 Özdemir B.B, Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, (Energy efficient building design as passive systems for a sustainable environment) [thesis]. Istanbul: Istanbul Technical University, Graduate School of Engineering and Sciences, 2005. -P.24-30.
- 65 Yılmaz A.Z, Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji (Smart Buildings and Renewable Energy), 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Konferansı.- Izmir, 2005.- P.1-8.
- 66 Olgyay V. Design with Climate Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton.- New Jersey: Princeton University Press,1969. -P.24-34.
- 67 Lechner N. Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects.- Canada: John Wiley Sons,1991. -P.40-46

- 68 Soysal S. Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi (Relation Between Design Parameters and Energy Consumption in Housing Buildings), [thesis]. -Ankara: Gazi University, 2008.-P.20-23.
- 69 Esin T, Yapılarda Etkin Enerji Kullanımı - Sürdürülebilir Yapılaşma İçin Öneriler (Effective Energy Use in Buildings - Proposals for Sustainable Convergence), Kritik Teknolojiler Sempozyumu.- Kocaeli, Turkey, 2001.- P. 393-404.
- 70 Karagözlü BA, Konutlarda Enerji Giderlerinin Azaltılmasına Yönelik Bir Çalışma,[the- sis].- Istanbul: Istanbul Technical University,2006. -P.12-15.
- 71 Chance T, Towards sustainable residential communities; the Beddington Zero Energy Development (BedZED) and beyond.- Environment & Urbanization, 2009.-№ 21(2).-P.527-544.
- 72 Göksal T, Özbalta N, Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları (LowEnergy Building Designs in Energy Conservation).- Mühendis ve Makine, 2002.-№43(506).-P.26-32.
- 73 Daniels K, The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas, Basel Boston: Birkhauser Verlag; 1979.
- 74 Yüksek I., Esin T Analysis of traditional rural houses in Turkey in terms of energy efficiency// International Journal of Sustainable Energy.- 2013.-№ 32(6).- P.643-658.
- 75 Olgyay V., Design with Climate Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton.- New Jersey: Princeton University Press, 1969. -P.34-36.
- 76 Lorenz P., Bauen+Wohnen Umweltbewusst und Kostensparend (Building + Living Environment-conscious and cost-saving).- Pietsch Verlag, Stuttgart,1988. - P.70-72.
- 77 Donnelly J., Energy Efficiency in Traditional Buildings, Dublin.-Ireland: Stationery Office, 2011. -P.70-71.
- 78 Naidj J.S, A Comparative Study of Passive Solar Building Simulation Using Hot2000, TRN-SYS14, NETSPEC, [thesis]. Trent University.- Peterborough, Ontario, Canada, 1998. -P.12-15.
- 79 Moore F, Environmental Control Systems, Heating Cooling Lighting, McGraw - Hill, Inc. -New York, USA, 1993. -P.34-37.
- 80 Low-Energy Building Design Guidelines, Energy-efficient design for new Federal facilities, Federal Energy Management Program Prepared by the New Technology Demonstration Program. Prepared for the U.S. Department of Energy by the National Renewable Energy Laboratory, a DOE National Laboratory DOE/EE-0249 July 2001. (19.06.2001 г.)
- 81 USAF, Passive Solar Handbook, Introduction to Passive Solar Concepts, USA, Colorado: United States Air Force, 2015.- Vol. I.-P.23-30.
- 82 Казарова Е.А., Перцев В.Т., Усачев С.М. Возможность применения веществ с фазовым переходом для различных строительных материалов // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. - Воронеж: Изд. Воронежский государственный технический университет, 2013.-№7.-С.45-47.

- 83 Веде Петр Юрьевич, Киселкин Егор Валерьевич. "Аккумуляирование тепловой энергии в ограждающих конструкциях зданий" .-Эпоха науки, 2018.- №14.-С. 165-173.
- 84 Строительство зданий, отвечающий стандартам пассивного дома: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2014/9\(24\)/2_sovetnikov_24.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2014/9(24)/2_sovetnikov_24.pdf) (06.06.2019 г.)
- 85 Возобновляемая энергия: <https://www.atmosfera.ua/ru/heatpump/oblasti-primeneniya-tn/> (16.10.2020 г.)
- 86 Тепловые насосы: <https://www.viessmann.kz/kk/zilye-zdania/teplovye-nasosy.html> (16.10.2020 г.)
- 87 Солнечный водонагреватель: <https://greda.kz/g464257-vodonagrevatel-solnechnyj-solnechnyj> (16.10.2020 г.)
- 88 Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:081:0018:0036:EN:PDF> (21.03.2019 г.)
- 89 Википедия:<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%BC%D0%B0-%D0%90%D1%82%D0%B0> (данные обновлены 28.05.2020 г.)
- 90 СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»(с изменениями от 01.04.2019 г.) https://online.zakon.kz/document/?doc_id=33546556#pos=1;-95 (01.04.2019 г.)
- 91 ГОСТ30494-2011 «Здания жилые и общественные Параметры микроклимата в помещениях»: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31335849 (03.10.2018 г.)
- 92 СН РК 2.04-04-2011 «Тепловая защита зданий»: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31230347 (02.04.2018 г.)
- 93 Официальные климатические данные Алматы: <https://en.climate-data.org/location/296/> (постоянное обновление данные на текущее время 2021 г.)
- 94 Центра данных по атмосферным наукам Исследовательского центра NASA в Лэнгли: <https://www.gaisma.com/en/location/almaty.html> (постоянное обновление данные на текущее время 2021 г.)
- 95 Официальные климатические данные Алматы: https://www.hko.gov.hk/wxinfo/climat/world/eng/asia/westasia/almaty_e.htm (постоянное обновление данные на текущее время 2021 г.)
- 96 Постановление Правительства Республики Казахстан от 17 ноября 2010 года № 1202Об утверждении технического регламента «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» (с изменениями по состоянию на 30.01.2017 г.) https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30864472#pos=4;-106 (01.04.2012 г.)
- 97 СП РК 1.04-102-2012 «Правила оценки физического износа зданий и сооружений» https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39833412#pos=1;-16 (01.04.2012 г.)
- 98 W.P.S. Dias «Factors Influencing the Service Life of Buildings». ENGINEER - Vol. XXXXVI, No. 04, pp. [1-7], 2013 <https://scholar.google.com/citations?user=XWnOhY8AAAAJ&hl=ru&oi=sra>

- 99 EN 15459:2008 Энергоэффективность зданий-Процедура экономической оценки энергетических систем в зданиях <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f6e2ca8-bf82-4934-9e74-84cdddc76df2/sist-en-15459-2008> (09.11.2020 г.)
- 100 Tukhtamisheva A., Adilova D., Banionis K., Levinskytė A., Bliūdžius R. Optimization of the Thermal Insulation Level of Residential Buildings in the Almaty Region of Kazakhstan. - Energies, 2020.-№ 13.- 4692 p.
- 101 Единые Нормы и Расценки на строительные и ремонтно-отделочные работы по Казахстану, Единые Нормы и Расценки по расходу строительных и отделочных материалов по Казахстану: <https://xn--g1ani7c.kz/content/enir> (2021г.)
- 102 EU Reference Scenario 2016 Energy, transport and GHG emissions Trends to 2050 https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf (16.07.2019 г.)
- 103 ENISO 6946:2017 Строительные компоненты и строительные элементы. Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи (01.06.2019 г.)
- 104 ENISO 13790:2008 Энергоэффективность зданий- Расчет использования энергии для отопления и охлаждения помещений (01.06.2019 г.)
- 105 Тепловой насос: <https://energiastuudio.ee/ru/%d0%bf%d1%80%d0%be%d0%b4%d1%83%d0%ba%d1%82%d1%8b-%d0%b8-%d1%83%d1%81%d0%bb%d1%83%d0%b3%d0%b8/> (01.06.2019 г.)
- 106 Солнечные коллекторы: <https://greda.kz/a18520-solnechnye-kollektory-kak.html> (17.05.2018 г.)
- 107 Солнечные коллекторы: <https://greda.kz/a35785-montazh-ustanovka-solnechnyh.html> (29.10.2019 г.)
- 108 Солнечные панели: <https://greda.kz/a15946-solnechnye-paneli-solnechnye.html> (17.05.2018 г.)
- 109 Солнечные панели: <https://wifi.kz/articles/preimushchestva-ispolzovaniya-solnechnykh-paneley-v-kazakhstane/> (24.08.2020 г.)
- 110 ГОСТ 30494-96 Межгосударственный стандарт «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». <https://docs.cntd.ru/document/1200003003> (01.03.2019 г.)
- 111 ENISO 52000-1:2017) Энергоэффективность зданий - Общая оценка EPB - Часть 1: Общие рамки и процедуры. <https://www.iso.org/standard/65601.html> (14.06.2019 г.)
- 112 Slower energy efficiency gains for family homes in Germany <https://www.cleanenergywire.org/news/slower-energy-efficiency-gains-family-homes-germany> (16.07.2019 г.)
- 113 Официальные данные: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/> (обновление текущих данных 2021 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Акт внедрения результатов диссертационной работы в производственный процесс



ТОО ПСО Билдинг Эксперт

Республика Казахстан, г. Алматы, Жетысу-3, дом 67, пом. 65

Тел./факс: +7 (727) 309-86-90

Исх. № 13 от 08.09.12

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

выдана для материалов исследования и результатов диссертационной работы
Тухтамишевой А.З. в производственный процесс

Результаты научных исследований и практических расчетов, проведенных докторантом Международной образовательной корпорации Тухтамишевой А.З. по теме подготовки диссертации: *Экономическое и техническое обоснование оптимального уровня энергоэффективности жилых зданий в Казахстане*, являются актуальными для всего строительного сектора г. Алматы и Алматинской области, который представляет для ТОО ПСО «Билдинг Эксперт» практический интерес. Тухтамишева А.З. впервые провела научно обоснованный анализ энергетической эффективности внедрения разных мероприятий по повышению теплоизоляции наружных элементов жилых зданий, и применению инновационных инженерных систем для снижения энергопотребления в зданиях и снижения загрязнения окружающей среды парниковым газом.

В частности, следуя рекомендациям Тухтамишевой А.З., введены следующие изменения в проектирование и строительство жилых зданий:

- толщина теплоизоляции потолка под вентилируемым чердаком увеличена от 15 см до 20 см. Это снижает теплопотери через потолок на 32 %. Экономический анализ показал, что это самое дешевое решения снижения теплопотерь жилого здания. Потолок с увеличенной теплоизоляцией спроектирован и оборудован в жилом здании по адресу: Алматинская область, село Туздыбастау, Талгарский район Коттеджный городок Alatau Village.

- толщина теплоизоляции пола увеличена от 5 см до 10 см. Это снижает теплопотери через полы на грунте примерно на 26 %. Кроме этого, в результате получается более высокая температура внутренней поверхности пола, что способствует улучшению общего микроклимата здания и самочувствия жителей. Полы с увеличенной теплоизоляцией спроектирован и оборудован в жилом здании по адресу: Алматинская область, село Туздыбастау, Талгарский район Коттеджный городок Alatau Village.

- результаты проведенных исследований также показали, что самым подходящим окном для жилых зданий повышенной энергоэффективности в

климатических условиях Алматинской области и г. Алматы является окно пластикового и деревянного профиля рамы с однокамерным (два стекла) стеклопакетом, с теплоотражающим покрытием на одном стекле. Повышение толщины профиля рамы или трехслойное остекление снижает тепlopоступления солнечной энергии, что снижает общую энергоэффективность окна. Окна с двойным остеклением и коэффициентом теплопередачи $1,4 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ спроектирован и оборудован в жилом здании по адресу: Алматинская область, село Туздыбастау, Талгарский район Коттеджный городок Alatau Village и в г. Алматы, Алатауский район, микрорайон Алгабас-6, 9-ти этажный многоквартирный жилой дом.

В целом, результаты работы, проведенной Тухтамишевой А.З., способствуют более интенсивному продвижению повышения энергоэффективности жилищного строительства в Алматинской области и г. Алматы.

Акт внедрения выдана для предоставления в Ученый совет по месту защиты диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D0722900-Строительство.

Директор
ТОО «ИСО «Билдинг Эксперт»



2021 г.

Мамбетов И.К.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образцовый одноэтажный жилой дом в Алматинской области



Рисунок Б.1 - Общий вид образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области



Рисунок Б.2- Этапы строительства образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области



Рисунок Б.3- Этапы строительства образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области



Рисунок Б.4- Заключительный этап строительства образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области

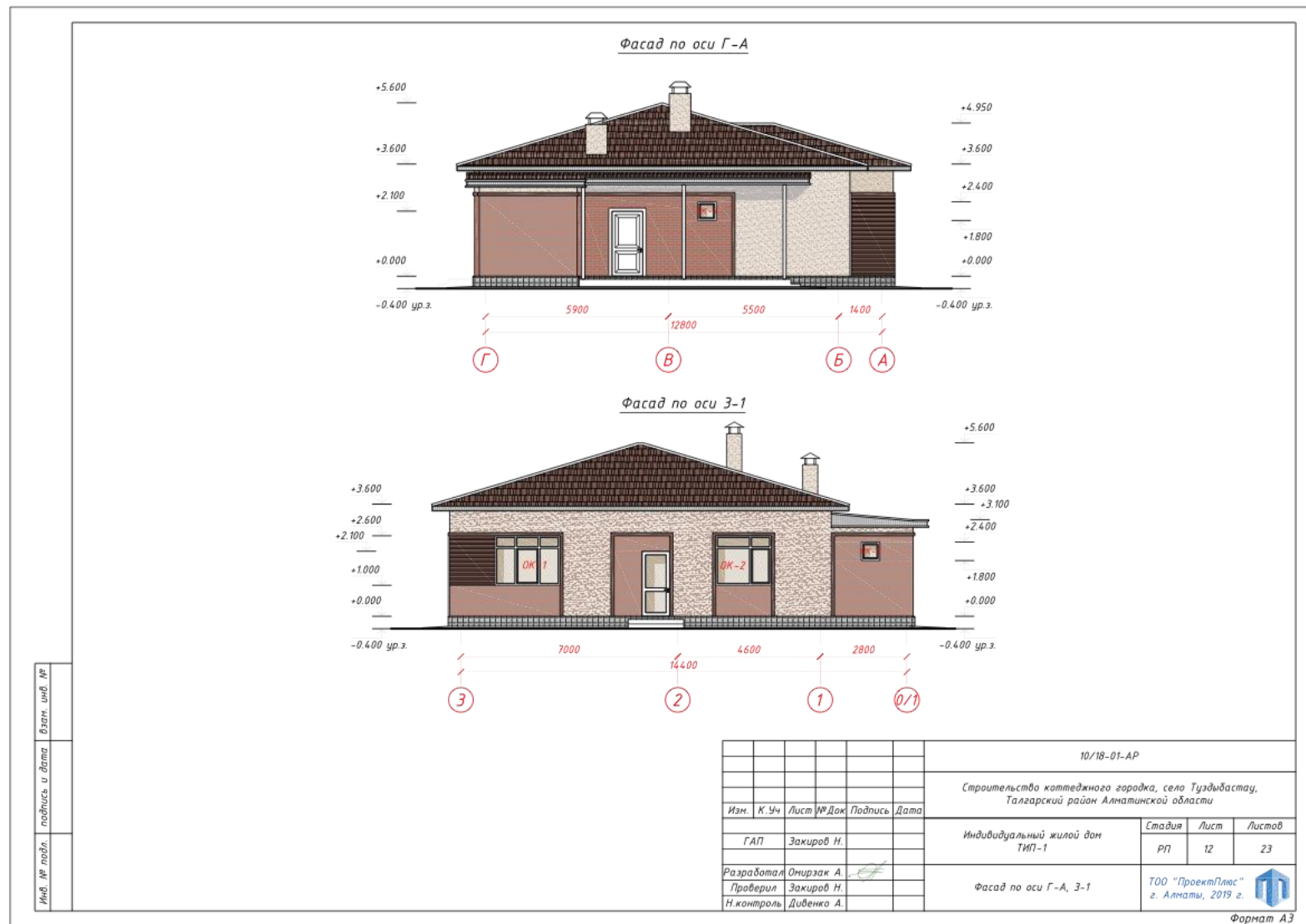


Рисунок В.2 - Фасад в разрезе образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области

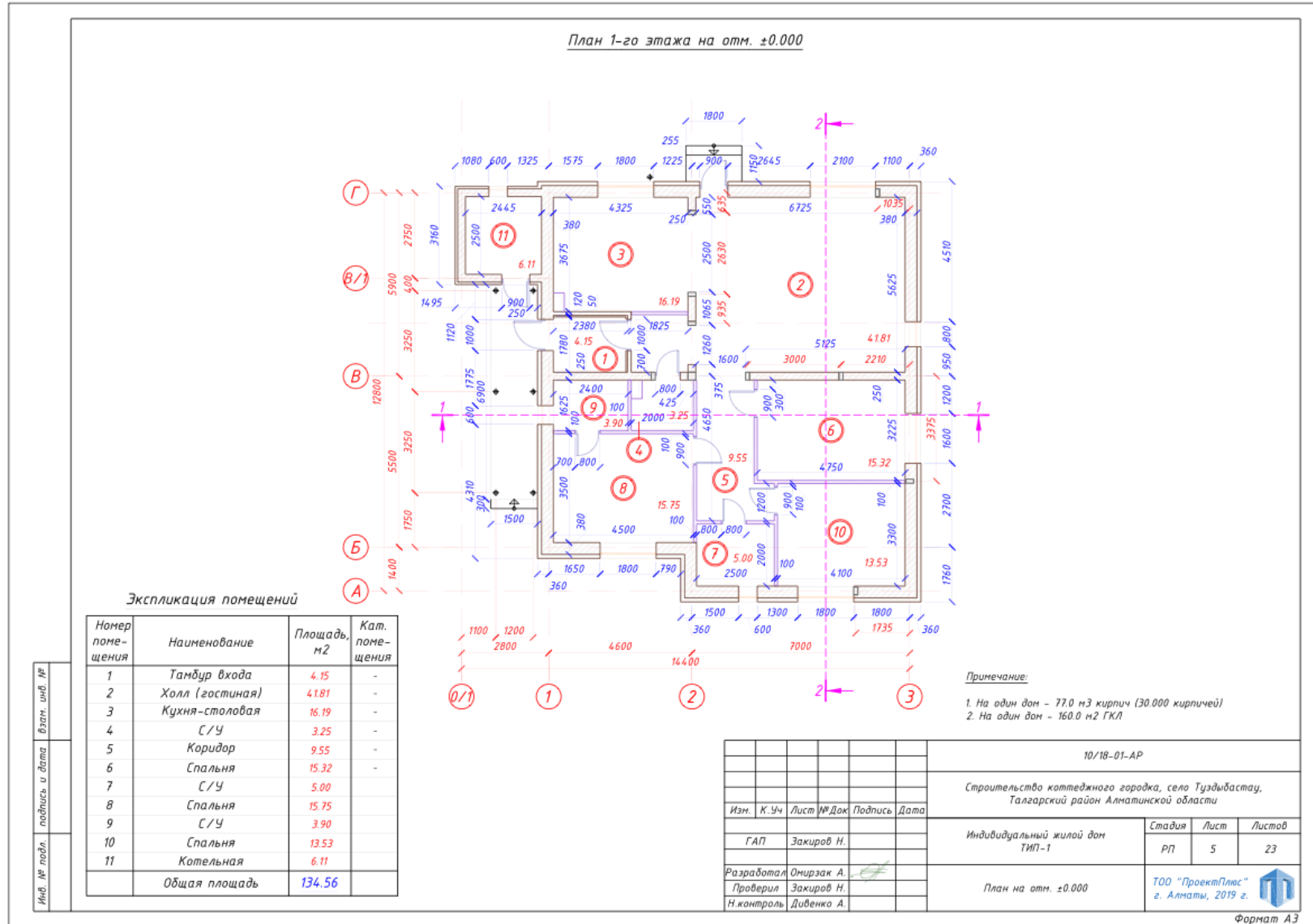


Рисунок В.3 - План 1 этажа образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области

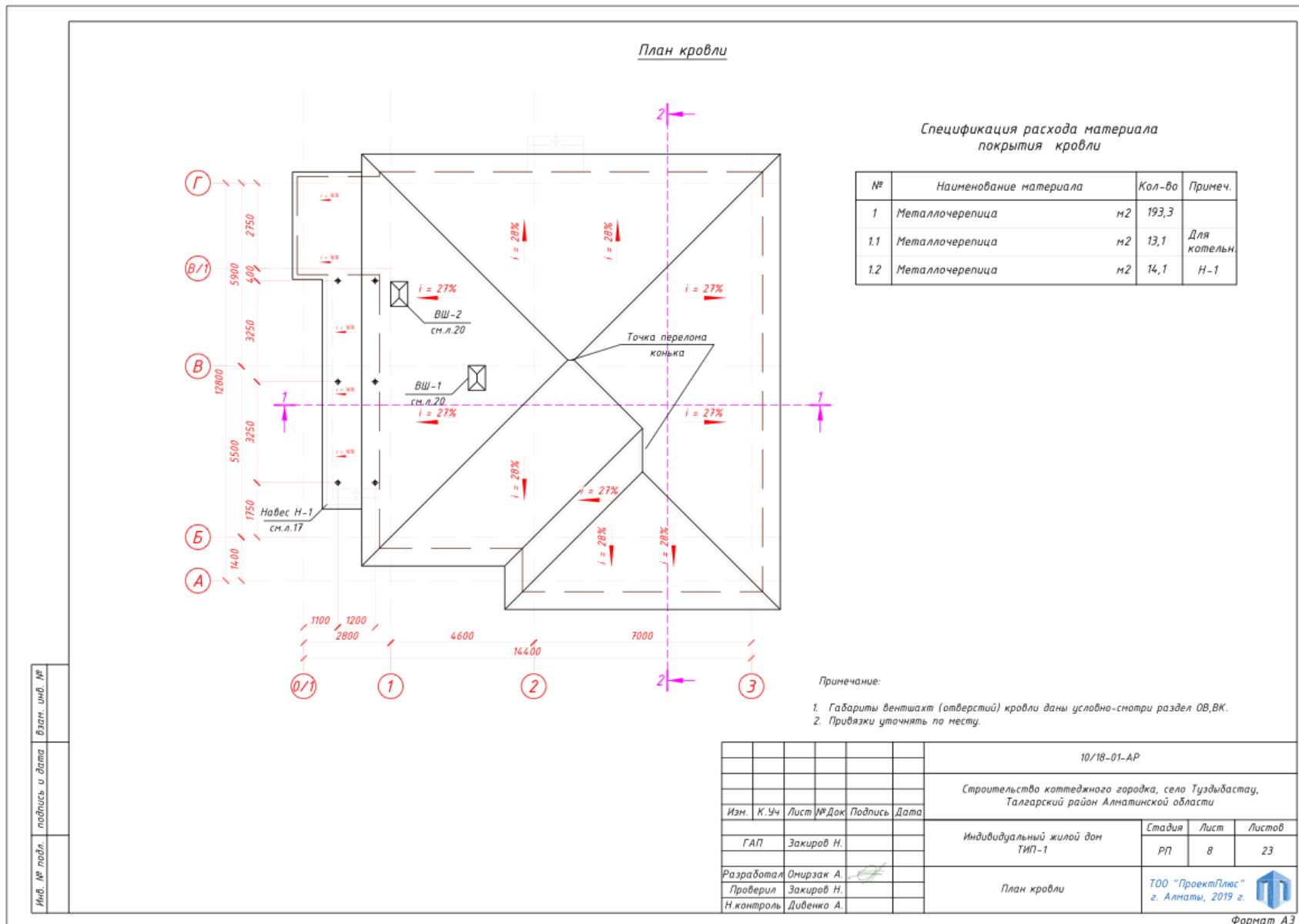


Рисунок В.4 - План кровли образцового одноэтажного жилого дома в Алматинской области

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Образцовый многоквартирный девятиэтажный жилой дом в г. Алматы



Рисунок Г.1 - Общий вид образцового девятиэтажного жилого дома в г. Алматы



Рисунок Г.2- Внутренняя отделка от застройщика образцового девятиэтажного жилого дома в г. Алматы

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Цветовое решение фасада

Решетка жалюзийная РЖ-1

ПВХ белого цвета, стеклопакет, стекло прозрачное

Ограждение лоджии
Профлист оцинкован. высотой профиля 8мм, толщ. 0.7мм толщиной защитного слоя от 22мкн до 30мкн ГОСТ 24045-2010

витраж- алюминиевый профиль

Цоколь - облицовка цем.песч.плиткой коричневого цвета

Дверь входная 2-х створчатая, металлическая утепленная

Окраска фасадной краской по грунтовке
- Декоративная штукатурка типа «Мюнхенской» по грунтовке

Имя, N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N				№05-2016-1- AP				
			«Строительство многоквартирных жилых домов по адресу: микрорайон «Алгабас-6», уч. Б/н, южнее улицы Акын Сара, восточнее улицы Момышулы, Алатауский район г. Алматы» 9-ти этажный 72-х квартирный монолитный жилой дом. Тип-1, пятно 1, 2, 3. (без инженерных сетей).							
Изм.	№уч	Лист	Недок.	Подпись	Дата	9-ти этажный 72-квартирный монолитный жилой дом тип-1.		Стадия	Лист	Листов
								РП	0	30
						Цветовое решение фасада		ТОО "АрхСпецСтройПроект" ГСП № 07766		

Рисунок Д.1 -Цветовое решение фасадаобразцового девятиэтажного жилого дома в г. Алматы

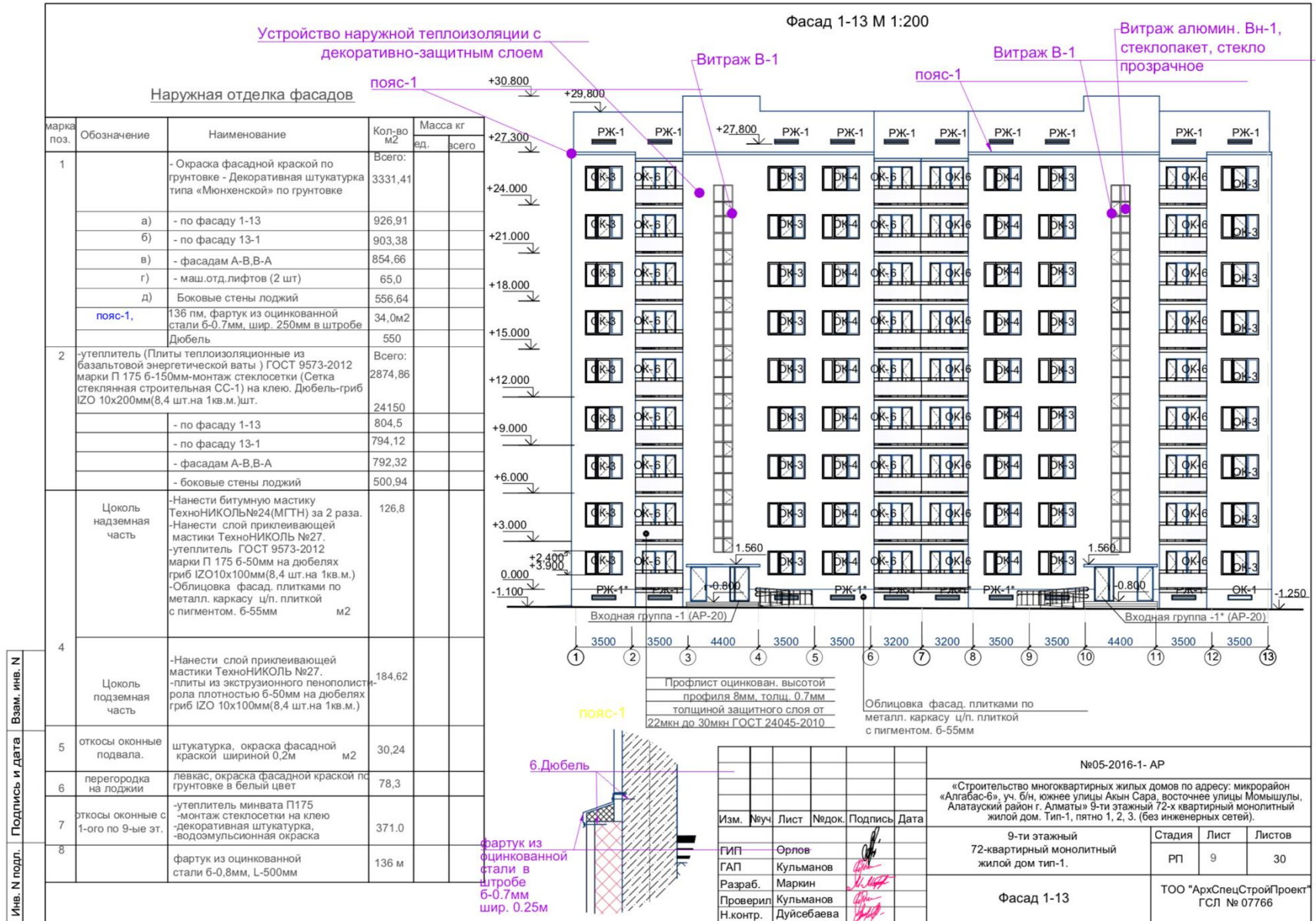
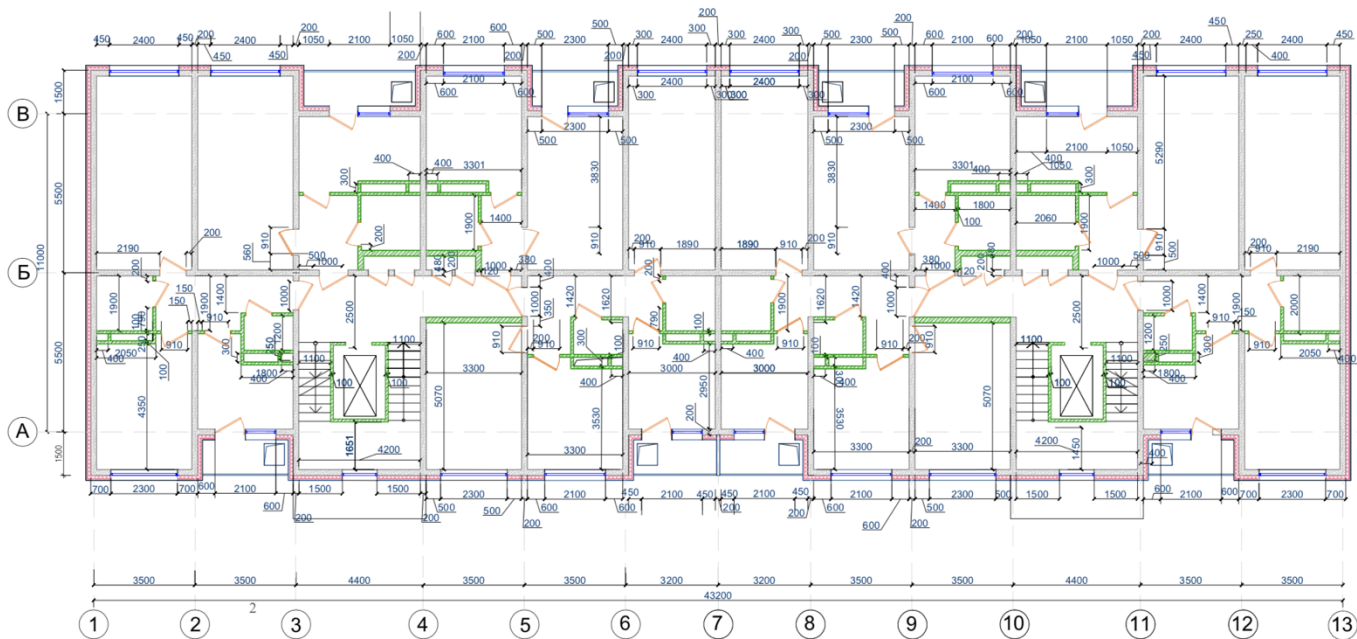






Рисунок Д.2-Фасад образцового девятиэтажного жилого дома в г. Алматы

Перегородочный план типового этажа
на отм.+3.000,+6.000,+9.000,
+12.000,+15.000,+18.000,+21.000,+24.000



Условные обозначения:

-  монолитнохолодные ж/б стены толщ. 200 мм.
-  перегородки из стандартного блока 390x190x190мм
-  перегородки из блоков перегородочных 390x190x90мм
-  утеплитель

Примечание: расход материалов см. лист AP-7

Изм.	№уч.	Лист	Издк.	Подпись	Дата	№05-2016-1- AP			
«Строительство многоквартирных жилых домов по адресу: микрорайон «Алтагасба» - уч. блн, южнее улицы Аман Сала, восточнее улицы Момышты, Алатауский район - Алматы» 9-ти этажный 72-х квартирный монолитный жилой дом. Тип-1, поэтап 1, 2, 3. (без инженерных сетей).						Этап	Лист	Листов	
ГИП	Орлов					9-ти этажный	РП	24	30
ГАП	Кульманов					72-квартирный монолитный жилой дом тип-1.			
Разраб.	Маркин					Перегородочный план типового этажа	ТОО «АрхСпецСтройПроект» ГСЛ № 07766		
Проверил	Кульманов								
Н.контр.	Дуйсебаева								

Рисунок Д.3 - Перегородочный план типового этажа образцового девятиэтажного жилого дома в г. Алматы

NRG6: c:\users\laurijal\onedrive - kaunas university of technology\darbalaukis\straipsnis konferencija\Tipino_Namo_modelis\Initial.nrg5

Failai Nustatymai 6.0.3.0 Yra naujesnė programos versija - 6.0.4.4

Naujas Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaičiuoti

Visas pastatas

Zona_00 Pagrindinė pastato zona

- Atšvaros
 - Sienos
 - Stogai
 - Durys/vartai
 - Langai/visos sk. atšvaros
 - Išorinės perdangos
 - Grindys/grunto atšvaros:
 - be ar su išorine izoliacija
 - izol.pakraščiuose horizontaliai
 - izol.pakraščiuose vertikaliai
 - izol.pakraščiuose horiz. + ver.
 - Sildomame rusyje
 - visi vediniai pogrindžių
 - visi nešildomu vedinamų rūd.
 - Šiluminiai tilteliai:
 - tarp pamatų ir išor.sienų
 - tarp sienų ir stogo
 - apie langų angas sienose
 - apie išor.durų/vartų angas si.
 - stog/sviess-langių/kt.sk.att.p.
 - balkonų grindų sankirtos su i.
 - tarp išor.perdangų ir sienų
 - fasadų išor./vid.kamposose
 - Nešildomos patalpos
- Sistemos
 - Elektra(apšvietimas)
 - K.v.r.s. vamzdiniai (be cirk.kontū)
 - Šilumos siurbniai/enginiai
 - Vandens talpos
 - Vėdinimas
 - Vesinimas
 - Atšaujamųjų e.šaltiniai
 - Vand.šildantys kolektoriai
 - Fotovoltiniai kolektoriai
 - Vėjo-elektrinės
 - Hidro-elektrinės

Durys / vartai

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	P	U	k	NAP	G	O	y	Fe	Fr
Durys_1	Tarp patalpų ir išorės	Vienenos durys be tambūro	d1	1,99	6,00	1,600	1,00		9,0	R	90	1,00	0,500
Durys_2	Tarp patalpų ir išorės	Vienenos durys be tambūro	d1	1,89	6,00	1,600	1,00		9,0	V	90	1,00	0,500
Durys_3	Tarp patalpų ir išorės	Durys į tambūrą	d1	2,10	6,20	1,600	1,00		9,0	Š	90	0,00	0,000

Durys_1 Duomenų redagavimas

Atšvaros (ar jų grupės) pavadinimas: Durys_1

Atšvaros orientacija: Horizontali atšvara

Geometriniai duomenys: Bendras plotas A (m²): 1,99; Įstiklinimo plotas Ag (m²): 0,00; Perimetras P (m): 6,00

Atšvaros orientacija: Kampas γ, nuo horizontalaus plokštumos: 90°; Orientuota R kryptimi

Koeficientai, įvertinantiys kildes Saulės spinduliuote: Fe: 1,00; Fr: 0,50

Patalpos koeficientas, k: 1,00

Konstrukcijos apibūdinimas: Vienenos durys be tambūro; Oro skiveitis, G (m³/m²h): 9,00

Šilumos perdavimo koef. U, W/(m²K): DKL n12 (2017-12-06); 1,600

Vauminės saulės energijos pralaidės koeficientas g: 0,000

Omio laido klasė: Naudoti deklaruojamą reikšmę

Slėgis P_AE (Pa): 0,00

Plotas: IA.d² = 5,88m²; IA.d² = 0,00m²; Perimetrai: IP.d² = 18,20m; IP.d² = 0,00m

A - durų/vartų plotas (m²)
k - patalpos koeficientas, kuri programa parenka pagal nurodytą sienos apibūdinimą (šilumos nešildomų apšiltintų patalpų atšvaroms programa parodys vidutinę k reikšmę, apskaičiuotą pagal STR-o 14-o priedo (14.6) formulę)
U - durų/vartų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок Е.3 - Данные дверей здания

NRG6: c:\users\laurijal\onedrive - kaunas university of technology\darbalaukis\straipsnis konferencija\Tipino_Namo_modelis\Initial.nrg5

Failai Nustatymai 6.0.3.0 Yra naujesnė programos versija - 6.0.4.4

Naujas Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaičiuoti

Visas pastatas

Zona_00 Pagrindinė pastato zona

- Atšvaros
 - Sienos
 - Stogai
 - Durys/vartai
 - Langai/visos sk. atšvaros
 - Išorinės perdangos
 - Grindys/grunto atšvaros:
 - be ar su išorine izoliacija
 - izol.pakraščiuose horizontaliai
 - izol.pakraščiuose vertikaliai
 - izol.pakraščiuose horiz. + ver.
 - Sildomame rusyje
 - visi vediniai pogrindžių
 - visi nešildomu vedinamų rūd.
 - Šiluminiai tilteliai:
 - tarp pamatų ir išor.sienų
 - tarp sienų ir stogo
 - apie langų angas sienose
 - apie išor.durų/vartų angas si.
 - stog/sviess-langių/kt.sk.att.p.
 - balkonų grindų sankirtos su i.
 - tarp išor.perdangų ir sienų
 - fasadų išor./vid.kamposose
 - Nešildomos patalpos
- Sistemos
 - Elektra(apšvietimas)
 - K.v.r.s. vamzdiniai (be cirk.kontū)
 - Šilumos siurbniai/enginiai
 - Vandens talpos
 - Vėdinimas
 - Vesinimas
 - Atšaujamųjų e.šaltiniai
 - Vand.šildantys kolektoriai
 - Fotovoltiniai kolektoriai
 - Vėjo-elektrinės
 - Hidro-elektrinės

Langai, stoglangiai, šviestlangiai ir kitos skaidrios atšvaros

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	Ag	P	U	k	NAP	O	y*	Fe	Fr	g_sol	G	P_AE	Laukostas	S	o*	g_ov	Z
Langas_1	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	0,36	0,17	2,40	1,600	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_2	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	2,88	2,16	6,80	1,600	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_3	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	3,36	2,47	7,40	1,600	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_4	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	1,28	0,84	4,80	1,600	1,00		P	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_5	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	2,56	1,87	6,40	1,600	1,00		P	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_6	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	2,88	2,16	6,80	1,600	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_7	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	0,36	0,17	2,40	1,600	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_8	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	2,88	2,16	6,80	1,600	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					
Langas_9	Tarp patalpų ir išorės	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd	0,36	0,17	2,40	1,600	1,00		Š	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0					

Langas_1 Duomenų redagavimas

Atšvaros (ar jų grupės) pavadinimas: Langas_1

Atšvaros orientacija: Horizontali atšvara

Geometriniai duomenys: Bendras plotas A (m²): 0,36; Įstiklinimo plotas Ag (m²): 0,17; Perimetras P (m): 2,40; Langams priskiriamos balkonines durys - neįskaitomos

Atšvaros orientacija: Kampas γ, nuo horizontalaus plokštumos: 90°; Orientuota R kryptimi

Koeficientai, įvertinantiys kildes Saulės spinduliuote: Fe: 1,00; Fr: 0,50

Patalpos koeficientas, k: 1,00

Konstrukcijos apibūdinimas: Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis; Oro skiveitis, G (m³/m²h): 9,00

Šilumos perdavimo koef. U, W/(m²K): DKL n12 (2017-12-06); 1,600

Vauminės saulės energijos pralaidės koeficientas g: 0,670

Omio laido klasė: Naudoti deklaruojamą reikšmę

Slėgis P_AE (Pa): 0,00

Plotas: IA.d² = 5,88m²; IA.d² = 0,00m²; Perimetrai: IP.d² = 18,20m; IP.d² = 0,00m

SVARBU! A, A+ ir A++ klasės pastatų skaidriose langų, stoglangių, šviestlangių ar kitų skaidrių atšvarų deklaracijose nurodytos U vertės gali būti naudojamos tik, jei JOR pateiktos kiekvieno matmens atšvarai.

A - langų plotas (m²)
Ag - langų įstiklinimo plotas (m²)
P - langų perimetras (m)
k - patalpos koeficientas, kuri programa parenka pagal nurodytą sienos apibūdinimą (šilumos nešildomų apšiltintų patalpų atšvaroms programa parodys vidutinę k reikšmę, apskaičiuotą pagal STR-o 14-o priedo (14.6) formulę)
U - langų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок Е.4 - Данные окон здания

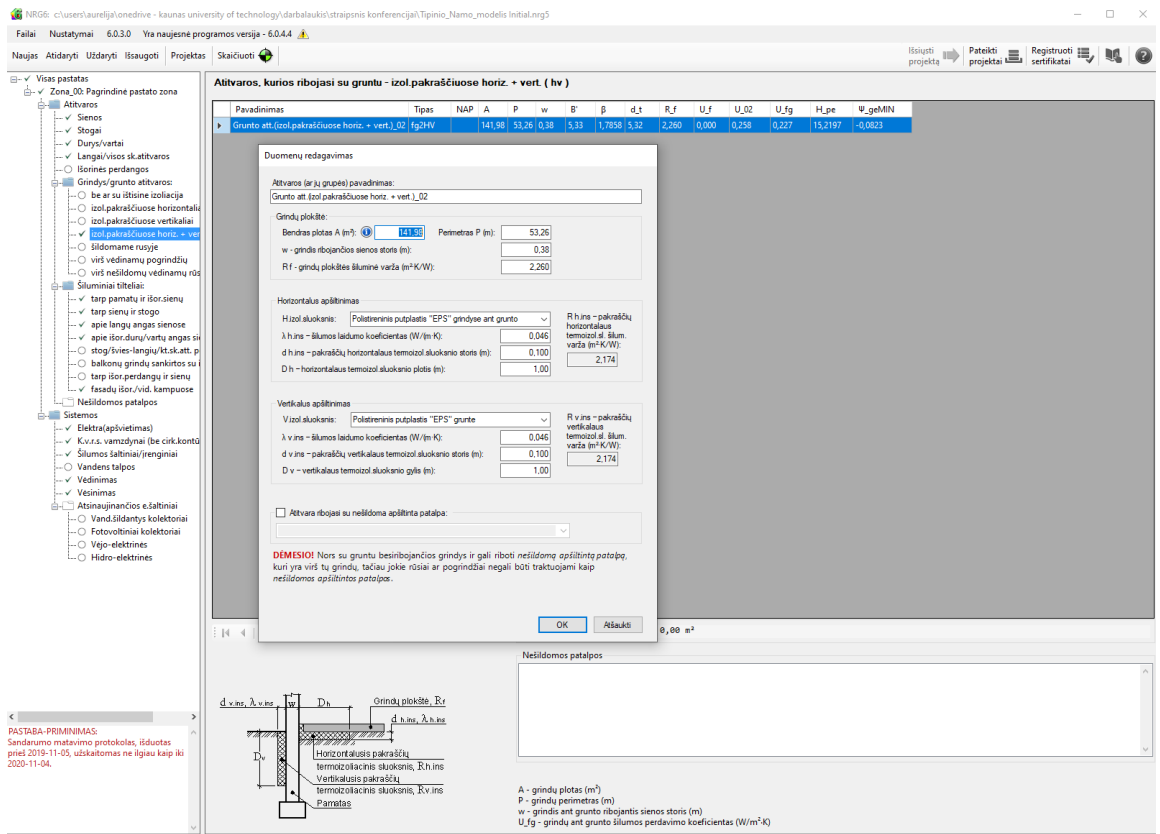


Рисунок Е.5 -Данные пола здания

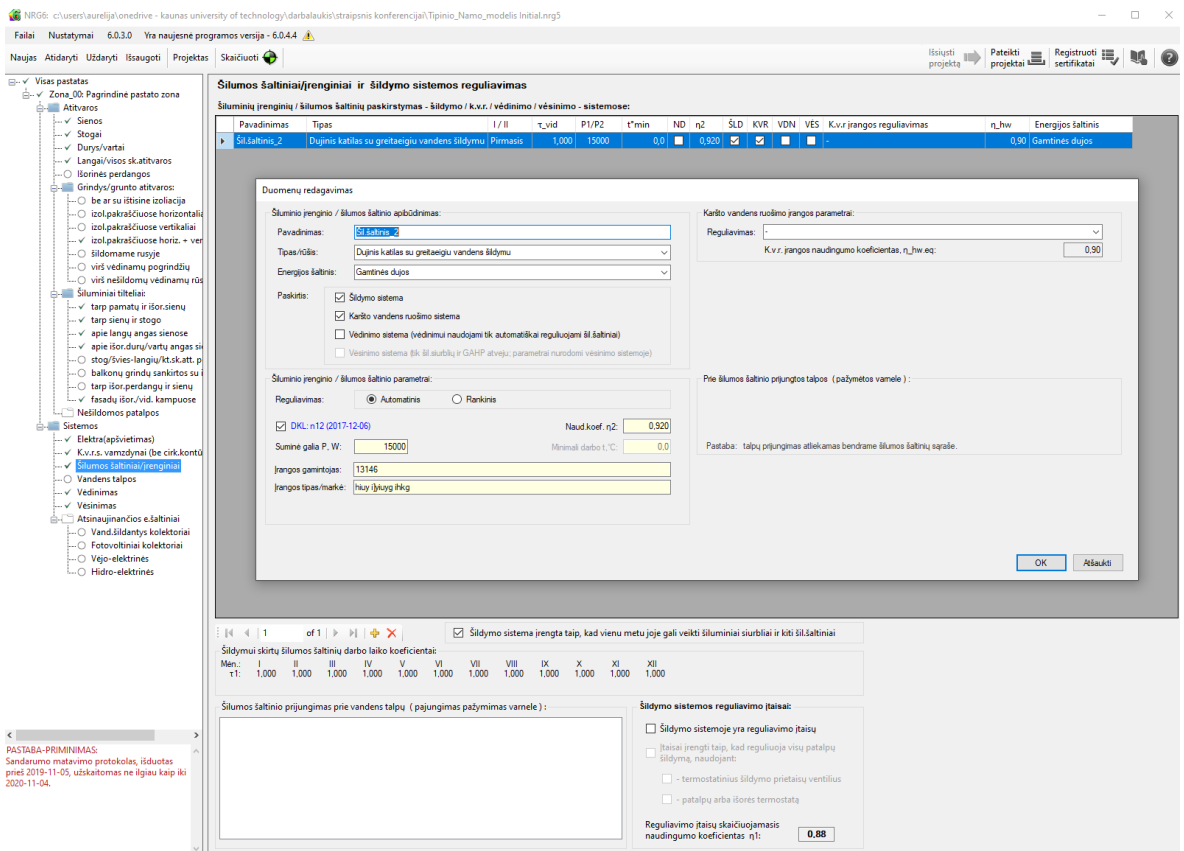


Рисунок Е.6 -Данные отопления здания

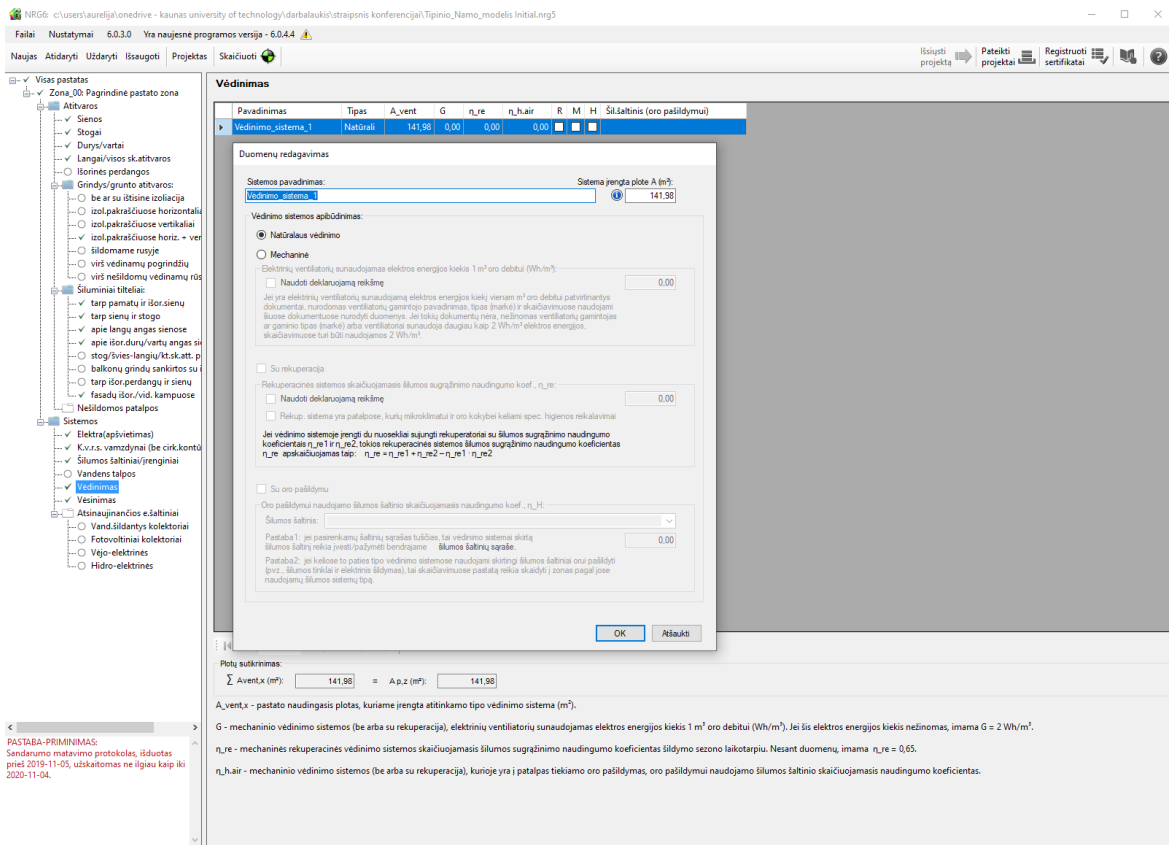


Рисунок Е.7 - Данные вентиляции здания

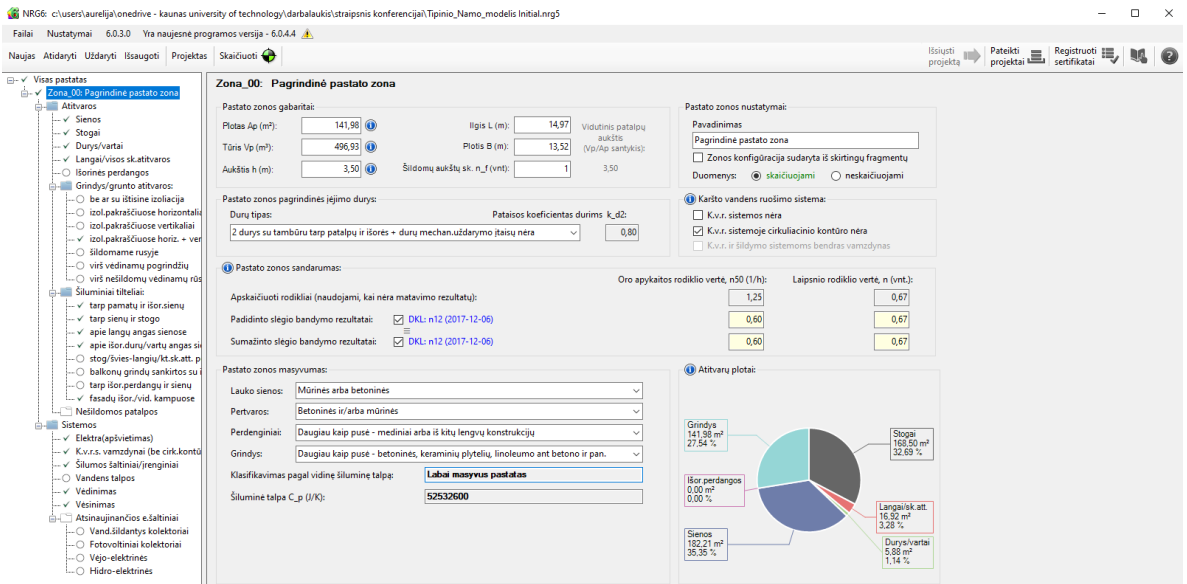


Рисунок Е.8 - Общие данные образцового жилого здания

VRG6: c:\users\areija\onedrive - kaunas university of technology\darbai\skaidros konferencija\Tipinis_Namui_modelis No 1.rng5

Failei Nustatymai 6.0.3.0 Ya naujesnis programos versija - 6.0.4.4

Nauges Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaidruoti

Všias pastatas Zona_05 Pagindine pastato zona

Atitvaras

- Sienos
- Stogai
- Dury/vartai
- Langai/stoglangiai
- Langai/stoglangiai/svieslangiai
- Sonines perdangos
- Grindys/grunto atitvaras
 - be ar su izoliacine coilija
 - izol.pakraščiuiose horizontaliai
 - izol.pakraščiuiose vertikaliai
 - izol.pakraščiuiose horiz. + ver.
 - Sidomame rusyje
 - vėri vedinamų pogrindžių
 - vėri nedidomų vedinamų rūš.
- Siluminiai tilteliai:
 - tarp pamatų ir šlor.sienų
 - tarp sienų ir stogo
 - apie langų angas sienose
 - apie šlor.durų/vartų angas si
 - stogų/svies.langų/kt.šk.akt.p.
 - balnkų grindų sankirtos su i
 - tarp šlor.perdangų ir sienų
 - fasadų šlor./vid. kamposse
- Nedidomos patalpos
- Sistemos
 - Elektra/apšvietimas
 - K.v.r.z. vamzdiniai (be cirk.kont)
 - Silumos šaltiniai/pinginiai
 - Vandens talpos
 - Vedimas
 - Vesimas
 - Atsineiginančios ešaltiniai
 - Vand.šildančios kolektorai
 - Fotovosimnia kolektorai
 - Vėjo-elektrines
 - Hidro-elektrines

PASTABA-PRIMINIMAS
Sėndavimo matavimo protokolais, išduotas pėist 2019-11-05, uskaitomas ne įgisa kaip šis 2020-11-04.

Dury/vartai

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	P	U	k	NAP	G	O	y	Fe	Fr
Dury_1	Tarp patalpų ir išores	Vienosios dury be tambois: d1		1,89	6,00	1,600	1,00		9,0	V	90	1,00	0,500
Dury_2	Tarp patalpų ir išores	Vienosios dury be tambois: d1		1,89	6,00	1,600	1,00		9,0	V	90	1,00	0,500
Dury_3	Tarp patalpų ir išores	Dury į tambois		2,10	6,00	1,600	1,00		9,0	S	90	0,00	0,000

Duomenų redagavimas

Atitvaras (ar jų grupė) pavadinimas: **DURY**

Atitvaras orientacija: Horizontali atitvaras Kampas γ, nuo horizontalios plokštumos: Orientuota R kryptimi

Geometriniai duomenys:

Bendras plotas A (m²):

Išskėrimo plotas Ag (m²):

Perimetras P (m):

Koeficientai: įvertinamasis šilumos perdavimo koeficientas: Fe: 1.00, Fr: 0.50

Patalpos koeficientas, k:

Patalpų ir išores:

Atitvaras ribojas su nedidoma apšvieta patalpa:

Konstrukcijos apibūdinimas: Vienosios dury be tambois su tambois:

Šilumos perdavimo koef. U, W/(m²K):

Užtikrinama DK1: n12 (2017-12-06)

Vismuones saules energijos pralaidės koeficientas g:

Naudojti deklaraciją reikšmę:

Oro laidžio klasė:

Naudojti deklaraciją reikšmę:

Slėpis P_AE (Pa):

OK Atšaukti

Plotai: IA_wda* = 5,88m² IA_wda* = 0,88m²
Istiki lininiai: IAg_wda* = 16,28m² IAg_wda* = 0,88m²
Perimetrai: IP_wda* = 16,28m IP_wda* = 0,88m

Nedidomos patalpos

A - durų/vartų plotas (m²)
k - patalpos koeficientas, kurį programa parenka pagal nurodytą sienos apibūdinimą (šilumos nelaidumų apšvieta patalpų atitvaroms programa parodys vidutinę k reikšmę, apskaičiuota pagal STR-o 14-o priedo (14.6) formulę)
U - langų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок Ж.3 - Данные дверей здания

VRG6: c:\users\areija\onedrive - kaunas university of technology\darbai\skaidros konferencija\Tipinis_Namui_modelis No 1.rng5

Failei Nustatymai 6.0.3.0 Ya naujesnis programos versija - 6.0.4.4

Nauges Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaidruoti

Všias pastatas Zona_05 Pagindine pastato zona

Atitvaras

- Sienos
- Stogai
- Dury/vartai
- Langai/stoglangiai
- Langai/stoglangiai/svieslangiai
- Sonines perdangos
- Grindys/grunto atitvaras
 - be ar su izoliacine coilija
 - izol.pakraščiuiose horizontaliai
 - izol.pakraščiuiose vertikaliai
 - izol.pakraščiuiose horiz. + ver.
 - Sidomame rusyje
 - vėri vedinamų pogrindžių
 - vėri nedidomų vedinamų rūš.
- Siluminiai tilteliai:
 - tarp pamatų ir šlor.sienų
 - tarp sienų ir stogo
 - apie langų angas sienose
 - apie šlor.durų/vartų angas si
 - stogų/svies.langų/kt.šk.akt.p.
 - balnkų grindų sankirtos su i
 - tarp šlor.perdangų ir sienų
 - fasadų šlor./vid. kamposse
- Nedidomos patalpos
- Sistemos
 - Elektra/apšvietimas
 - K.v.r.z. vamzdiniai (be cirk.kont)
 - Silumos šaltiniai/pinginiai
 - Vandens talpos
 - Vedimas
 - Vesimas
 - Atsineiginančios ešaltiniai
 - Vand.šildančios kolektorai
 - Fotovosimnia kolektorai
 - Vėjo-elektrines
 - Hidro-elektrines

PASTABA-PRIMINIMAS
Sėndavimo matavimo protokolais, išduotas pėist 2019-11-05, uskaitomas ne įgisa kaip šis 2020-11-04.

Langai, stoglangiai, svieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	Ag	P	U	k	NAP	O	y°	Fe	Fr	g_sol	G	P_AE	Leidimas S	a*	g_svr	z	a*	g	
Langas_1	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	0,36	0,17	2,40	1,600	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_2	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	2,88	2,16	6,00	1,600	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_3	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	3,36	2,47	7,40	1,600	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_4	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	1,28	0,84	4,80	1,600	1,00		P	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_5	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	2,56	1,87	6,40	1,600	1,00		P	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_6	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	2,88	2,16	6,00	1,600	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_7	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	0,36	0,17	2,40	1,600	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_8	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	2,88	2,16	6,00	1,600	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langas_9	Tarp patalpų ir išores	Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wfd	0,36	0,17	2,40	1,600	1,00		S	90	1,00	0,500	0,67	9,0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Duomenų redagavimas

Atitvaras (ar jų grupė) pavadinimas: **LANGAS**

Atitvaras orientacija: Horizontali atitvaras Kampas γ, nuo horizontalios plokštumos: Orientuota R kryptimi

Geometriniai duomenys:

Bendras plotas A (m²):

Išskėrimo plotas Ag (m²):

Perimetras P (m):

Langams priskiriamas balkioninis dury - neįskaitomas

Priekybos pakietas: Išor. aukšto atitvaras

Koeficientai: įvertinamasis šilumos perdavimo koeficientas: Fe: 1.00, Fr: 0.50

Patalpų ir išores:

Patalpos koeficientas, k:

Atitvaras ribojas su nedidoma apšvieta patalpa:

Konstrukcijos apibūdinimas: Oro skaidrumas G (m²/m²h):

Plastikiniai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis

Šilumos perdavimo koef. U, W/(m²K):

Užtikrinama DK1: n12 (2017-12-06)

Vismuones saules energijos pralaidės koeficientas g:

Naudojti deklaraciją reikšmę:

Oro laidžio klasė:

Naudojti deklaraciją reikšmę:

Slėpis P_AE (Pa):

OK Atšaukti

Plotai: IA_wda* = 16,92m² IA_wda* = 0,88m²
Istiki lininiai: IAg_wda* = 12,17m² IAg_wda* = 0,88m²
Perimetrai: IP_wda* = 46,28m IP_wda* = 0,88m

Nedidomos patalpos

A - langų plotas (m²)
Ag - langų išskėrimo plotas (m²)
P - langų perimetras (m)
k - patalpos koeficientas, kurį programa parenka pagal nurodytą sienos apibūdinimą (šilumos nelaidumų apšvieta patalpų atitvaroms programa parodys vidutinę k reikšmę, apskaičiuota pagal STR-o 14-o priedo (14.6) formulę)
U - langų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок Ж.4 - Данные окон здания

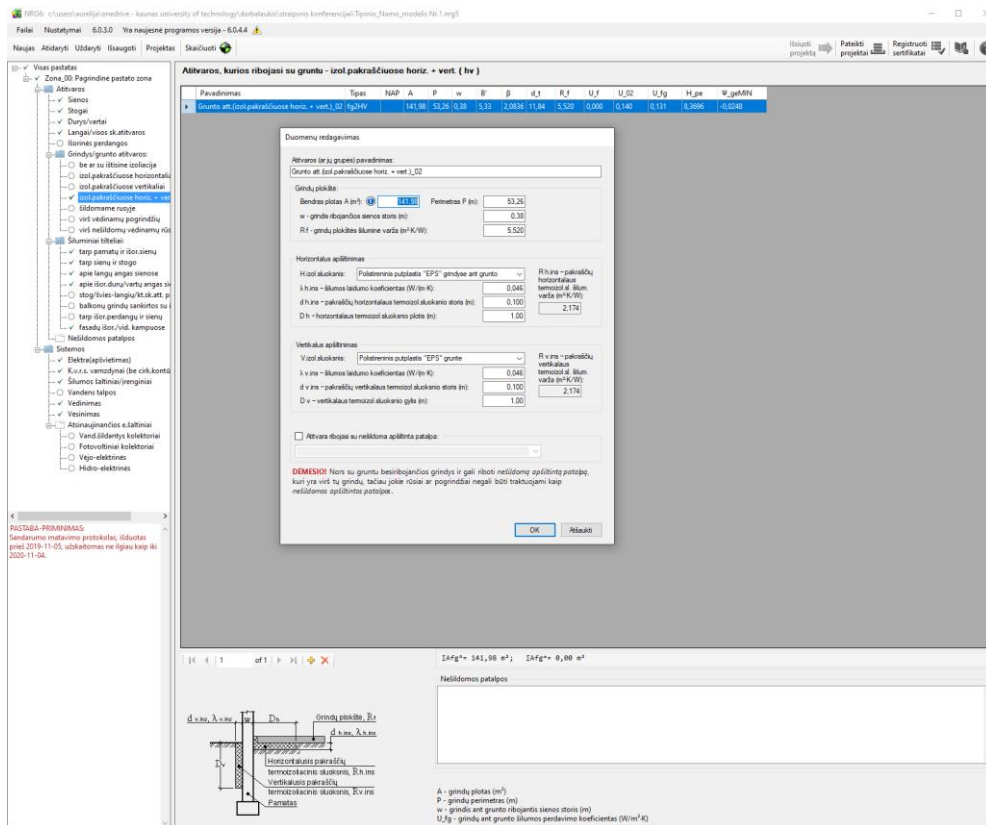


Рисунок Ж.5 - Данные пола здания

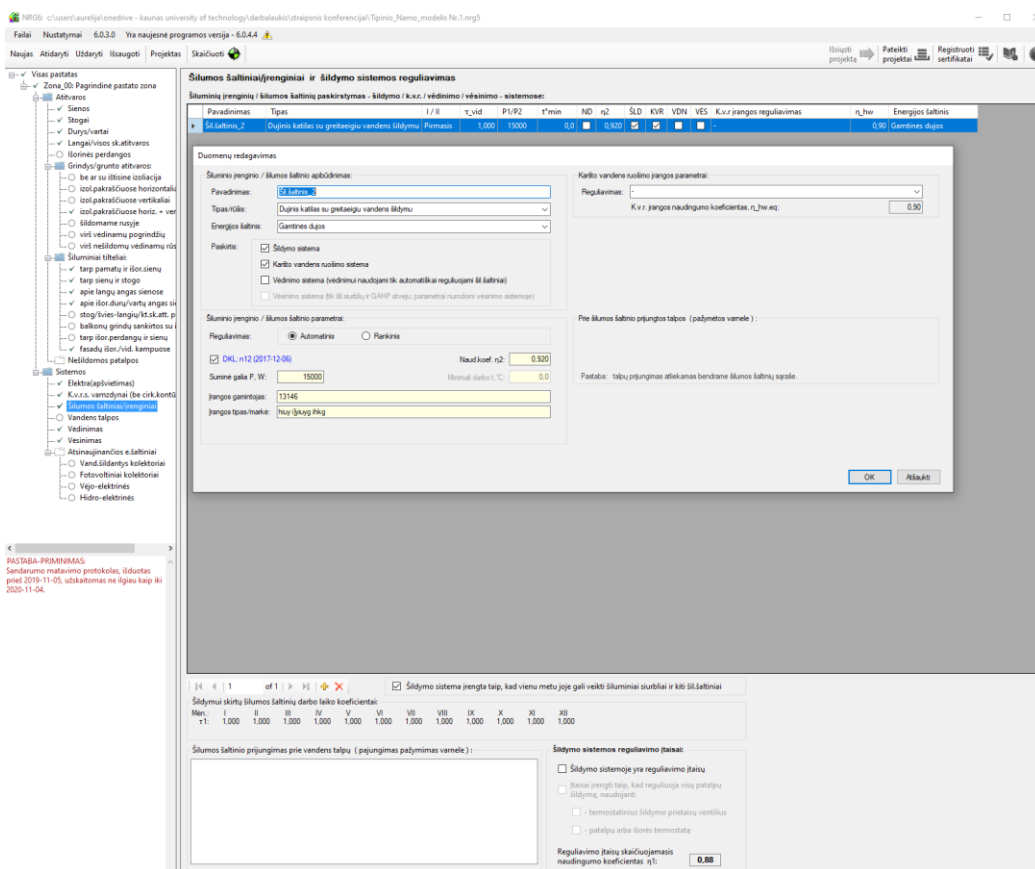


Рисунок Ж.6 - Данные отопления здания

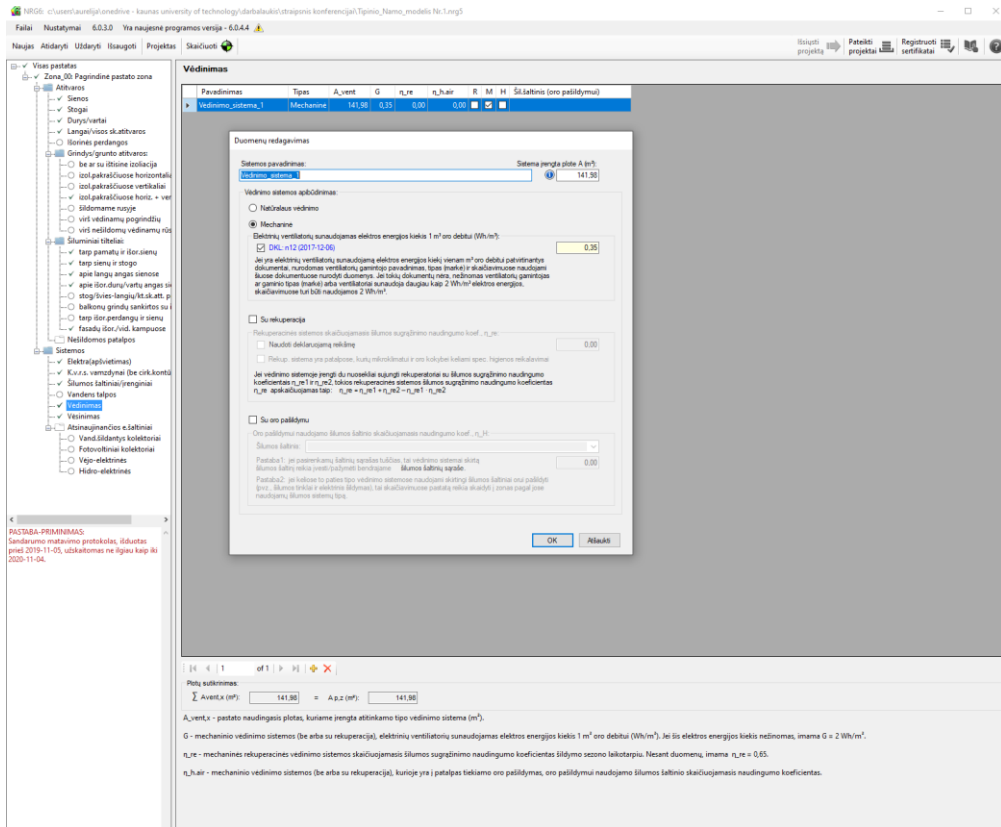


Рисунок Ж.7 - Данные вентиляции здания

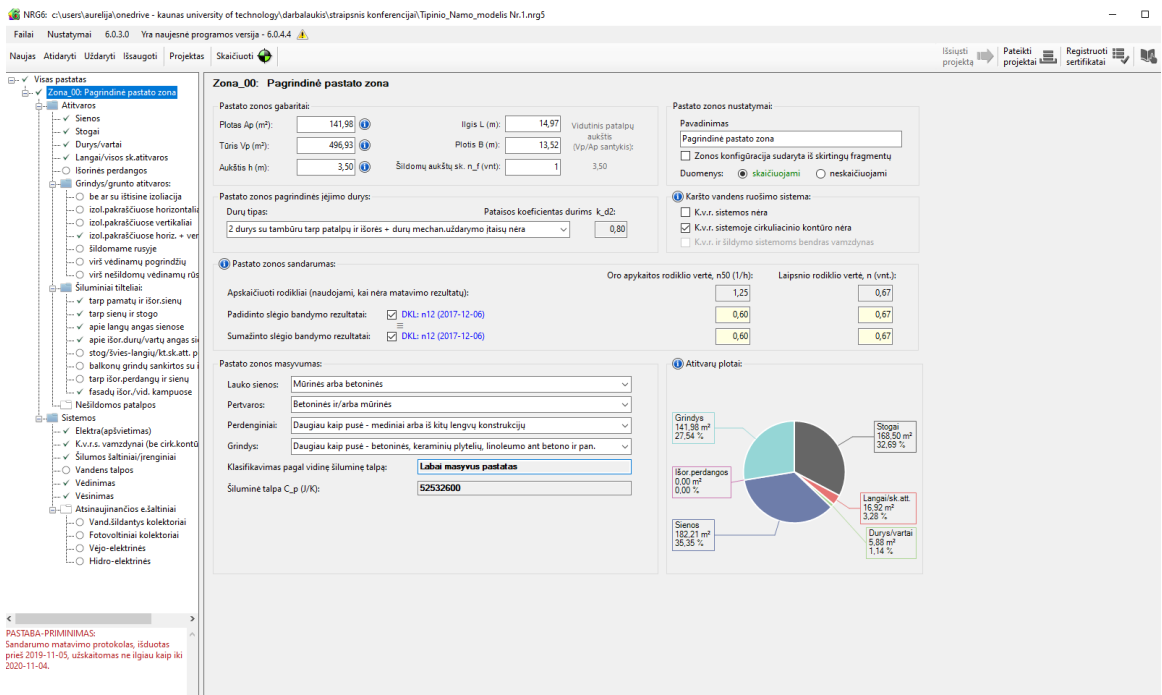


Рисунок Ж.8 - Общие данные образцового жилого здания

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Расчеты по №2 комбинации мер по энергосбережению:

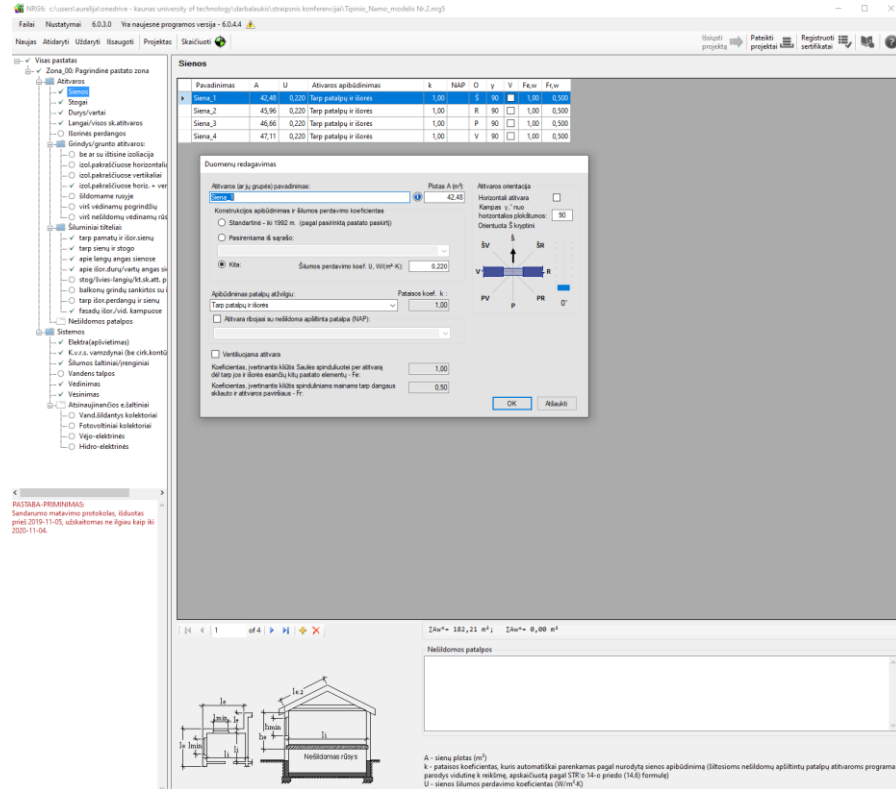


Рисунок И.1 - Данные стены здания

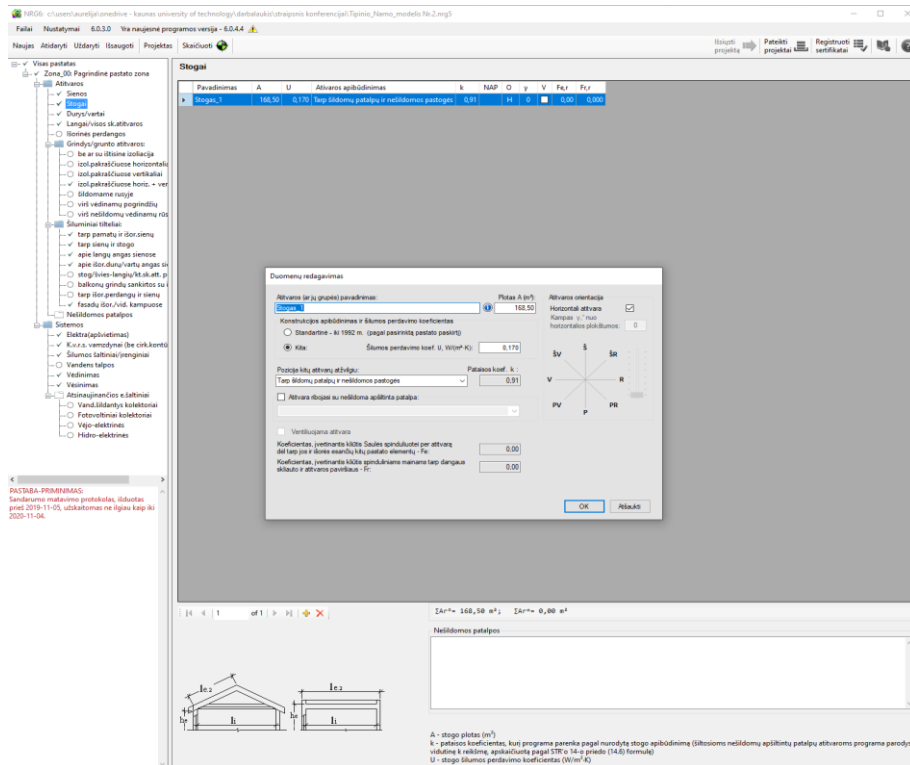


Рисунок И.2 - Данные кровли здания

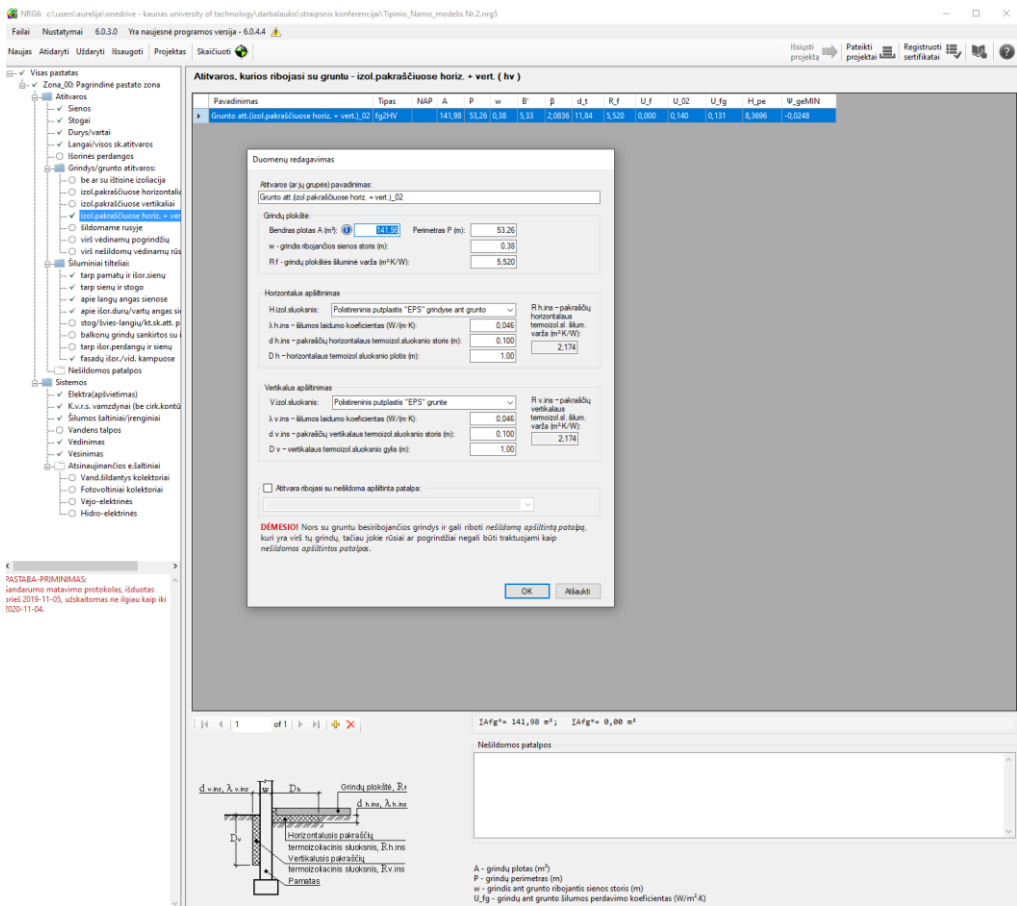


Рисунок И.5 - Данные пола здания

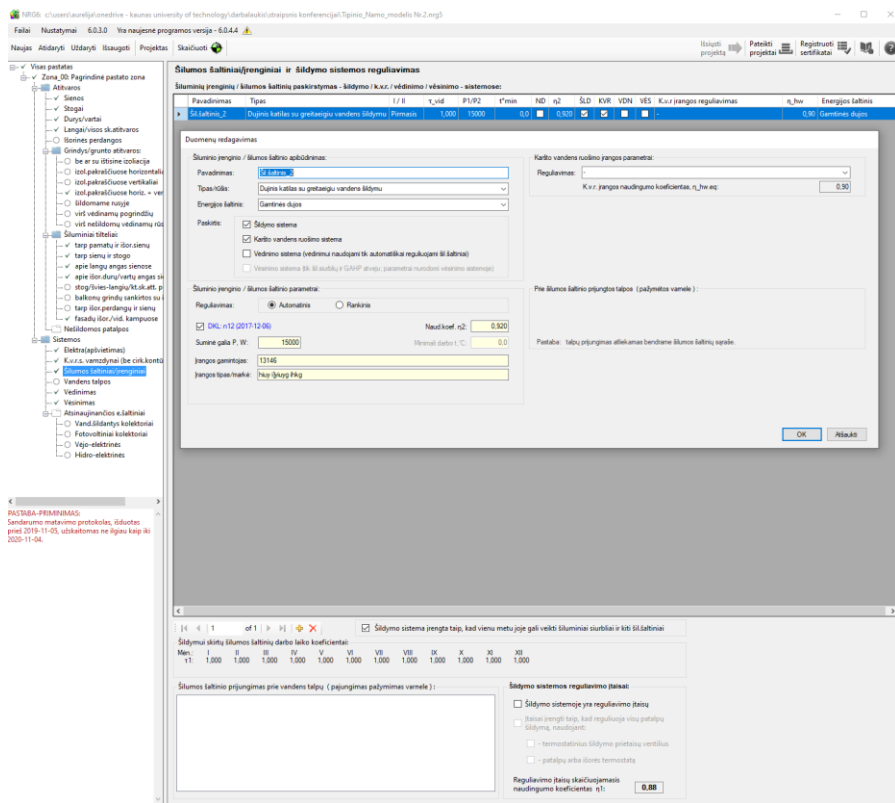


Рисунок И.6 - Данные отопления здания

NRG6: c:\user\auridga\medive - kaunas university of technology\darbas\auksti\staiptonis konferencija\Tipinis_Namui_modelis Nr.3.mng5

Failei Nustatymai 6.0.3.0 Ya naujesne programos versija - 6.0.4.4

Naujas Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaičiuoti

Išplėsti projekta Pateikti projektui Registruoti sertifikate

Visas pastatas Zona_05: Pagrindinė pastato zona

Atvairas

- Sienos
- Stogai
- Durys/vartai
- Grindys/grunto atvairas
- be ar su išimine izoliacija
- izol.pakračiuose horizontaliai
- izol.pakračiuose vertikaliai
- izol.pakračiuose horiz. + vert.
- Sildomame ruzyje
- visi vedinamų pogrindžių
- visi nešildomų vedinamų rūs.
- Silumos izoliac.
- tarp pamatų ir išor.sienų
- tarp sienų ir stogo
- apie langų angas sienose
- apie išor.durų/vartų angas si.
- stog/lvies.langu/kt.sk.att. p.
- balnkoms grindų sankirtos su i.
- tarp išor.pardangų ir sienų
- fasadų išor./vid.kamposse
- Nešildomos patalpos

Sistema

- Elektra(pv/vietimas)
- K.v.v.s. vamzdynai (be cirk.kont.)
- Silumos laidinai/renginiai
- Vandens talpos
- Vedimas
- Vesimas
- Atsinaujinančios & laidinai
- Vand.šildymui kolektoriai
- Fotovoltaikai kolektoriai
- Vėjo-elektrinės
- Hidro-elektrinės

FAKTAI: PRIMINIMAS: Sanderumo matavimo protokolai, išduotas prieš 2019-11-05, užkaltomas ne ilgiau kaip iki 2020-11-04.

Durys / vartai

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	P	U	k	NAP	O	y	Fe	Fr	
Durys_1	Tarp patalpų ir išorės: Vienosios durys be tambūro	d1		1,99	4,00	1,000	1,00		9,0	R	90	1,00	0,500
Durys_2	Tarp patalpų ir išorės: Vienosios durys be tambūro	d1		1,99	4,00	1,000	1,00		9,0	V	90	1,00	0,500
Durys_3	Tarp patalpų ir išorės: Durys į tambūrą	d1		2,10	4,20	1,000	1,00		9,0	S	90	0,00	0,000

Duomenų redagavimas

Atvairas (ar jų grupė) pavadinimas: Durys_1

Geometriniai duomenys:

Bendras plotas A (m²): 1,99

Įėjimo plotas A_g (m²): 0,00

Perimetras P (m): 6,00

Atvairas orientacija: Horizontal atvairas Kampas γ' nuo horizontalios plokštumos Orientuota R kryptyje

Koeficientai (įvertinamys klaida Saules spinduliuote): Fe: 1,00 Fr: 0,50

Patalpų koeficientas k: 1,00

Konstrukcijos apibūdinimas: Vienosios durys be tambūro

Vienosios durys be tambūro: su kambariu 9,00

Šilumos perdavimo koef. U, W/(m²K): DKL n12 (2017-12-06) 1,000

Vaizminės saulės energijos praleidimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę 0,000

Orno laido klasė: Naudoti deklaruojamą reikšmę

Slėgis P_AE (Pa): 0,00

Plotas: IA_d* = 5,88a² IA_d* = 0,00a²
Perimetrai: IP_d* = 18,20a IP_d* = 0,00a

Nešildomos patalpos

Рисунок К.3 - Данные дверей здания

NRG6: c:\user\auridga\medive - kaunas university of technology\darbas\auksti\staiptonis konferencija\Tipinis_Namui_modelis Nr.3.mng5

Failei Nustatymai 6.0.3.0 Ya naujesne programos versija - 6.0.4.4

Naujas Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaičiuoti

Išplėsti projekta Pateikti projektui Registruoti sertifikate

Visas pastatas Zona_05: Pagrindinė pastato zona

Atvairas

- Sienos
- Stogai
- Durys/vartai
- Grindys/grunto atvairas
- be ar su išimine izoliacija
- izol.pakračiuose horizontaliai
- izol.pakračiuose vertikaliai
- izol.pakračiuose horiz. + vert.
- Sildomame ruzyje
- visi vedinamų pogrindžių
- visi nešildomų vedinamų rūs.
- Silumos izoliac.
- tarp pamatų ir išor.sienų
- tarp sienų ir stogo
- apie langų angas sienose
- apie išor.durų/vartų angas si.
- stog/lvies.langu/kt.sk.att. p.
- balnkoms grindų sankirtos su i.
- tarp išor.pardangų ir sienų
- fasadų išor./vid.kamposse
- Nešildomos patalpos

Sistema

- Elektra(pv/vietimas)
- K.v.v.s. vamzdynai (be cirk.kont.)
- Silumos laidinai/renginiai
- Vandens talpos
- Vedimas
- Vesimas
- Atsinaujinančios & laidinai
- Vand.šildymui kolektoriai
- Fotovoltaikai kolektoriai
- Vėjo-elektrinės
- Hidro-elektrinės

FAKTAI: PRIMINIMAS: Sanderumo matavimo protokolai, išduotas prieš 2019-11-05, užkaltomas ne ilgiau kaip iki 2020-11-04.

Langai, stoglangiai, šviestlangiai ir kitos skaidrios atvairas

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	A _g	P	U	k	NAP	O	y'	Fe	Fr	g_sol	G	P_AE	Laukistas	S	o'	g_ov	Z
Langas_1	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		0,36	0,17	2,40	1,000	1,00													
Langas_2	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		2,88	2,16	4,80	1,000	1,00	R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_3	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		3,36	2,47	7,40	1,000	1,00	R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_4	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		1,28	0,84	4,80	1,000	1,00	P	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_5	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		2,56	1,87	6,40	1,000	1,00	P	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_6	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		2,88	2,16	4,80	1,000	1,00	V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_7	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		0,36	0,17	2,40	1,000	1,00	V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_8	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		2,88	2,16	4,80	1,000	1,00	V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						
Langas_9	Tarp patalpų ir išorės: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	lwd		0,36	0,17	2,40	1,000	1,00	S	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0						

Duomenų redagavimas

Atvairas (ar jų grupė) pavadinimas: Langas_1

Geometriniai duomenys:

Bendras plotas A (m²): 0,36

Įėjimo plotas A_g (m²): 0,17

Perimetras P (m): 2,40

Langas pakankamas balkonos durys - neapibrėžtos

Atvairas orientacija: Horizontal atvairas Kampas γ' nuo horizontalios plokštumos Orientuota R kryptyje

Koeficientai (įvertinamys klaida Saules spinduliuote): Fe: 1,00 Fr: 0,50

Patalpų koeficientas k: 1,00

Konstrukcijos apibūdinimas: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis

Šilumos perdavimo koef. U, W/(m²K): DKL n12 (2017-12-06) 1,000

Vaizminės saulės energijos praleidimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę 0,670

Orno laido klasė: Naudoti deklaruojamą reikšmę

Slėgis P_AE (Pa): 0,00

Apaugus nuo Saules spinduliuote priemonės:

Stogelis: Stogelis

Perveidimas: Ne Taip Kampas α': 0,00

Stogelis vaizminės saulės energijos praleidimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę 0,00

Soninė bruoza - KAIRIJE (šimt š patalpos): Soninė bruoza - KAIRIJE (šimt š patalpos)

Perveidimas: Ne Taip Kampas β': 15

Bruoza vaizminės saulės energijos praleidimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę 0,00

Soninė bruoza - DESINIJE (šimt š patalpos): Soninė bruoza - DESINIJE (šimt š patalpos)

Perveidimas: Ne Taip Kampas β': 15

Bruoza vaizminės saulės energijos praleidimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę 0,00

Žalutės: Žalutės

Perveidimas: Ne Taip Audinis Kampas α': 0,00

Žalutės vaizminės saulės energijos praleidimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę 0,00

Je atsižvelgtų į žaliųjų plotų matavimus, U iš apšviesto atvairas įskaito plotą, arba je žaliųjų plotų matavimai matavimai iš skaidrios atvairas įskaito plotą, tai tokių atvairas, žaliųjų ar bruoza duomenys tur būti pateiktami iš tokiu apaugus nuo Saules plotų arba aukštų atvairas atvairas įskaito plotą.

SVARBU: A, A+ ir A++ klasės pastatų skaidriavimose langų, stoglangių, šviestlangių ar kitų skaidriųjų atvairas deklaruojamos nurodytos U vertės gali būti naudojamos tik, jei joms patvirtos koeficiento matavimai atvairas.

Plotas: IA_wda* = 10,02a² IA_wda* = 0,00a²
Istikimimais: IAg_wda* = 12,57a² IAg_wda* = 0,00a²
Perimetrai: IP_wda* = 46,20a IP_wda* = 0,00a

Nešildomos patalpos

A - langų plotas (m²)
A_g - langų įėjimo plotas (m²)
P - langų perimetras (m)
k - patalpų koeficientas, kuri programa parenka pagal nurodytą sienos apibūdinimą (šiluminis nešildomų apšviėtų patalpų atvairas programa parodo vidutinę k reikšmę, apskaičiuota pagal STR o 14-o priedo (14.6) formulę)
U - langų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок К.4 - Данные окон здания

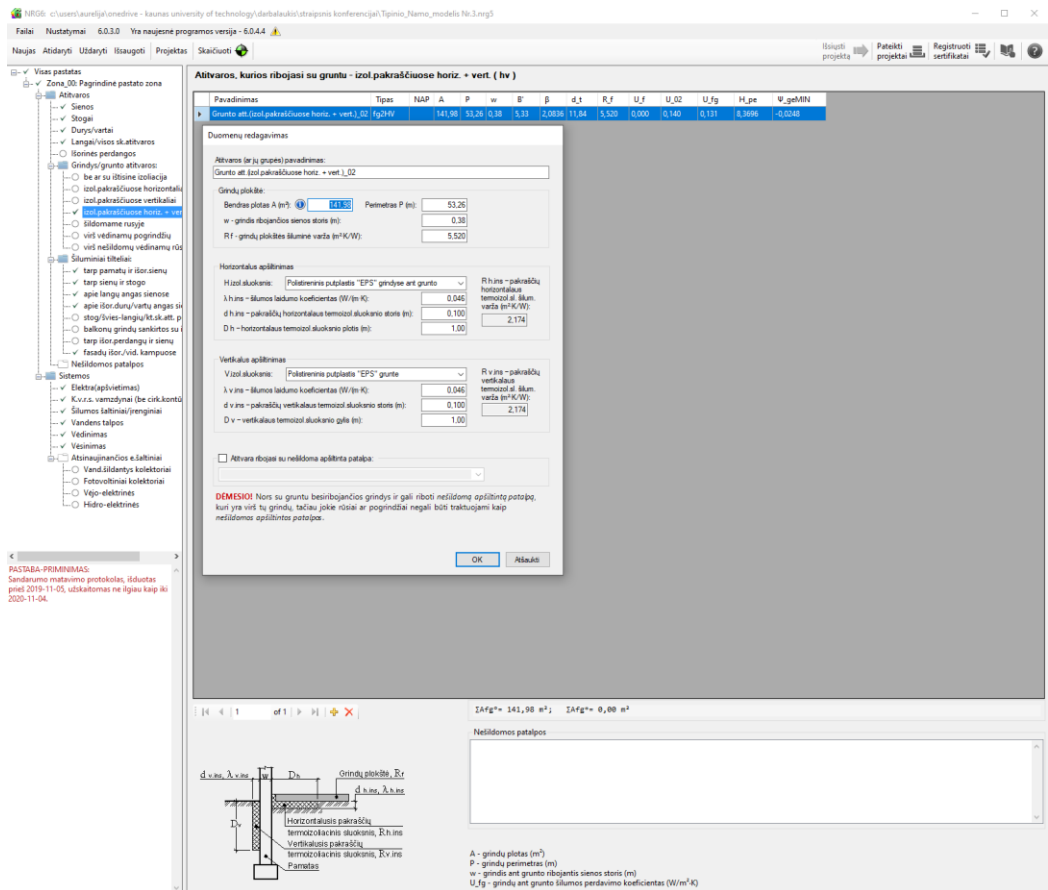


Рисунок К.5 - Данные пола здания

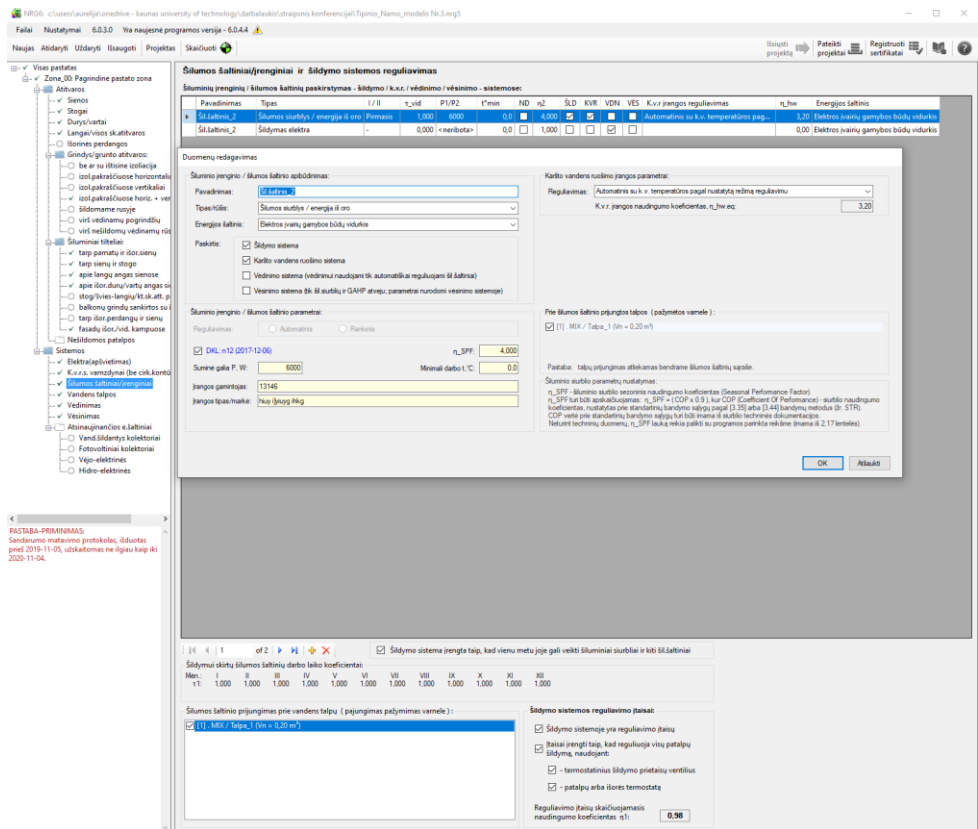


Рисунок К.6 - Данные отопления здания

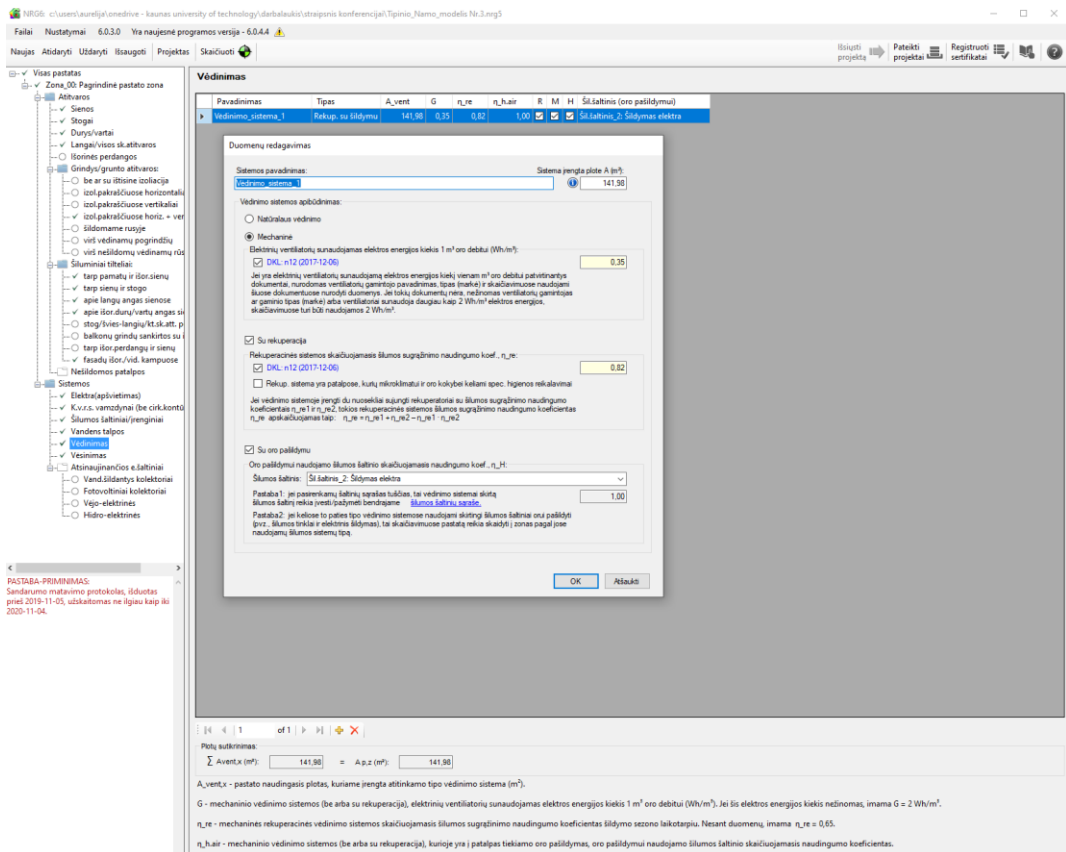


Рисунок К.7 - Данные вентиляции здания

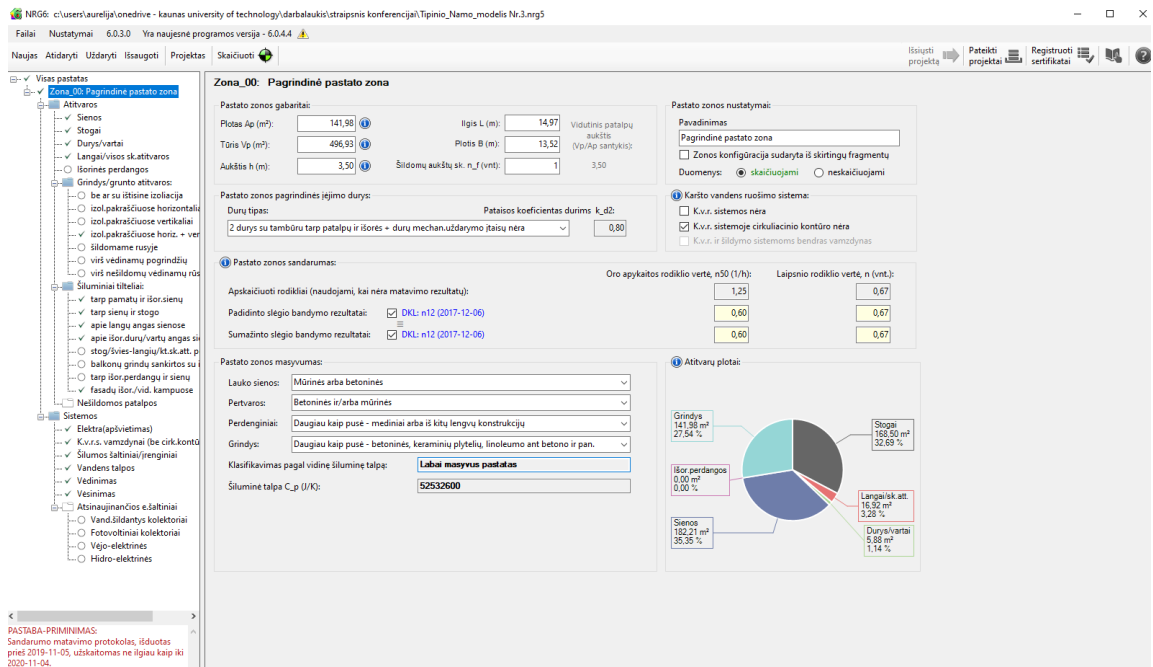


Рисунок К.8 - Общие данные образцового жилого здания

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Расчеты по №4 комбинации мер по энергосбережению:

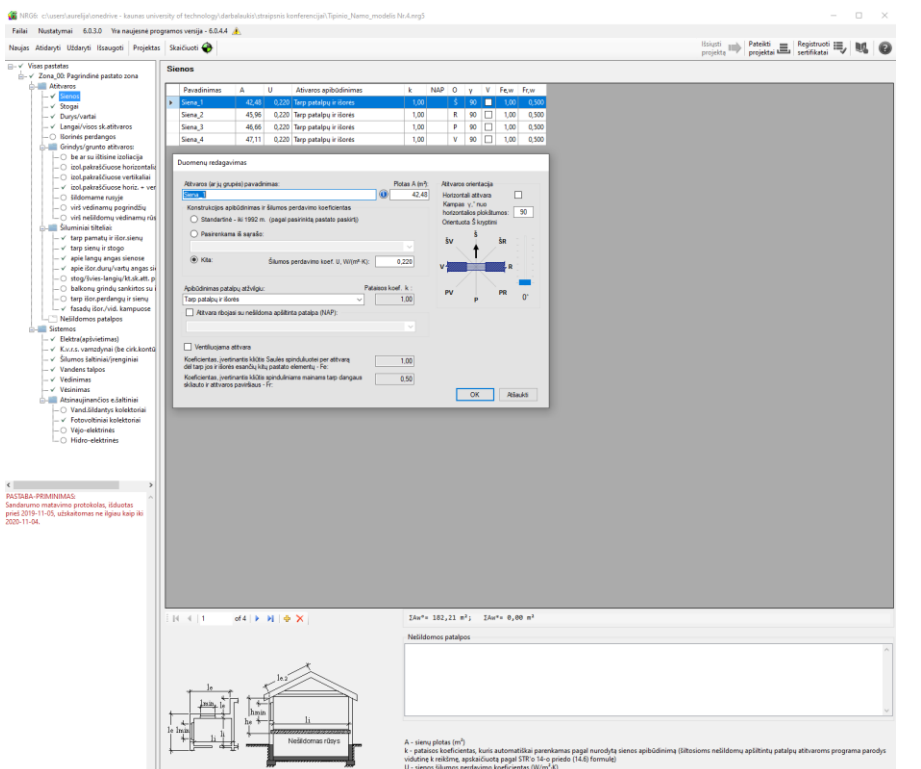


Рисунок Л.1 - Данные стены здания

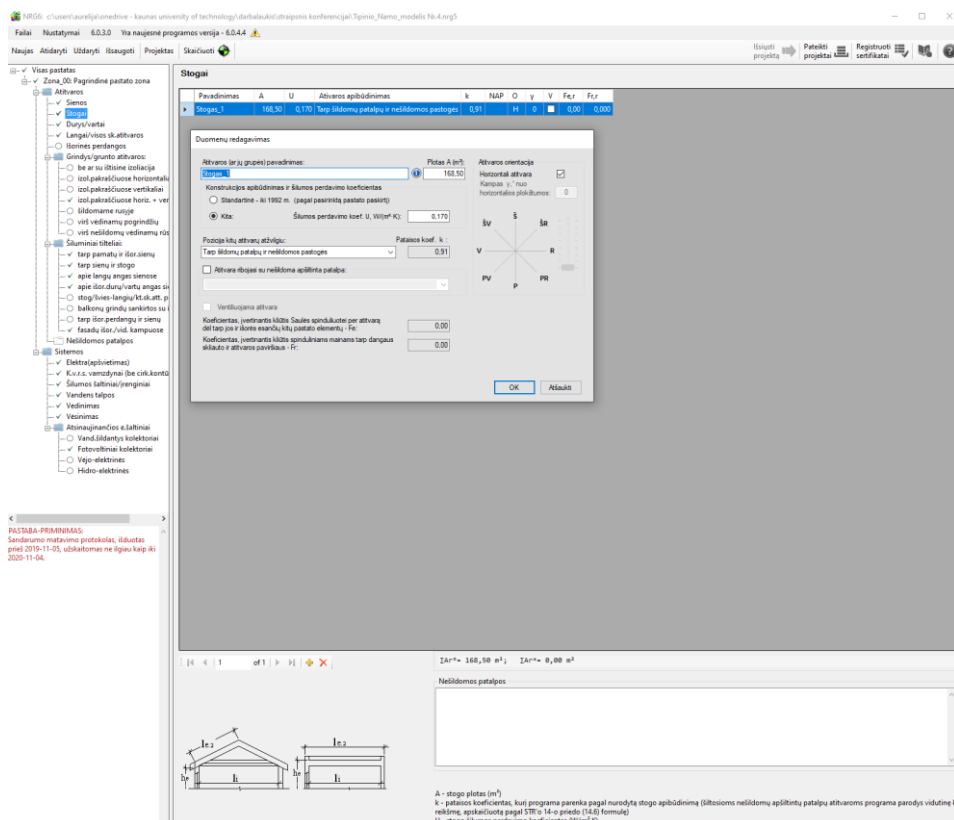


Рисунок Л.2 - Данные кровли здания

NRG6: c:\user\auraj@inedive - kaunas university of technology\darbai\auko\strazpoms konferencija\Tpinis_Nam0_modelis Nr.4.amg3

Failei Nustatymai 6.0.3.0 Va naujesne programos versija - 6.0.4.4

Naujas Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaičiuoti

Visas pastatus Zona_00 Pagrindine pastato zona

Atšvaros: Sienui, Stogui, Duryi/Vartai, Langai/vesi skaidinys, Išorines perdangos, Grindys/grunto atšvaros, be ar su išorine izoliacija, izoliacija/išorine horizontaliai, izoliacija/išorine vertikaliai, atšvaros/išor. langai/vesi atšv. ir vėr., išidomame vėjuje, visi vedinamų pogirdžių, visi nelidomų vedinamų rūs.

Sūnuminiai šilumai: tarp pamatų ir išor. sienų, tarp sienų ir stogo, apie išor. durų/vartų angas su atšv./išor. langai/vesi atšv. ir vėr., balkono grindu sankirtos su, tarp išor. perdangų ir sienų, fasadų išor. rūs. kampanose, nelidomoms patalpos.

Sistemos: Elektrif. apšvietimas, Kuro š. vėsiuymai (be cikl. kondens.), Šilumos laidinai/enginiai, Vandens talpos, Vedinimas, Vėsinimas, Atšaujinančios e. laidinai, Vand. šildymo kolektoriniai, Fotovoltiniai kolektoriniai, Vėjo-elektrinės, Hidro-elektrinės.

PASTABA-PRIMINIMAS: Sandarumo matavimo protokolai, išduotas prieš 2019-11-03, užtikrinamas ne ilgiau kaip iki 2020-11-04.

Duryi / vartai

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	P	U	k	NAP	G	O	y	Fe	Fr
Duryi_1	Tarp patalpų ir išorės / Vienosios duryi bet tambaro	d1		1,89	6,00	1,000	1,00		9,0	R	90	1,00	0,500
Duryi_2	Tarp patalpų ir išorės / Vienosios duryi bet tambaro	d1		1,89	6,00	1,000	1,00		9,0	V	90	1,00	0,500
Duryi_3	Tarp patalpų ir išorės / Duryi / tambaro	d1		2,10	6,20	1,000	1,00		9,0	S	90	0,00	0,000

Duomenų redagavimas

Atšvaros (ar grupės) pavadinimas: Duryi

Atšvaros orientacija: Horizontali atšvara, Kampas v. nus. horizontaliai: 90, Orientacija P kryptimi: 0

Geometriniai duomenys: Bendras plotas A (m²): 1,89, Iškėlimo plotas Ag (m²): 0,00, Perimetras P (m): 6,00

Atšvaros koeficientas: k: 1,00

Patalpų atšvaros koeficientas: k: 1,00

Atšvaros ribojimas su nelidomomis apšvieta patalpa: Ne

Konstrukcijos apibūdinimas: Vienosios duryi bet tambaro, Oro skvelimas G (m³/hr): 9,00

Šilumos perdavimo koef. U, (W/m²K): 1,000

Vidurinis šilumos perdavimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę: 0,000

Oro laidumo klasė: Naudoti deklaruojamą reikšmę

Slėgis P_AE (Pa): 0,00

Platai: 2a, d² = 5,88m², 2a, d² = 0,88m², Perimetrai: 2P, d² = 18,28m, 2P, d² = 0,88m

Nelidomoms patalpoms

A - durų/vartų plotas (m²)
 k - patalpų koeficientas, kuri programa parengta pagal nurodytus sienos apibūdinimus (išdėtosios nelidomų apšvieta patalpų atšvaroms programa parodys vidutinę k reikšmę, apskaičiuota pagal STR'o 14-o priedo (14.6) formulą)
 U - durų/vartų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок Л.3 - Данные дверей здания

NRG6: c:\user\auraj@inedive - kaunas university of technology\darbai\auko\strazpoms konferencija\Tpinis_Nam0_modelis Nr.4.amg3

Failei Nustatymai 6.0.3.0 Va naujesne programos versija - 6.0.4.4

Naujas Atidaryti Uždaryti Išsaugoti Projektas Skaičiuoti

Visas pastatus Zona_00 Pagrindine pastato zona

Atšvaros: Sienui, Stogui, Duryi/Vartai, Langai/vesi skaidinys, Išorines perdangos, Grindys/grunto atšvaros, be ar su išorine izoliacija, izoliacija/išorine horizontaliai, izoliacija/išorine vertikaliai, atšvaros/išor. langai/vesi atšv. ir vėr., išidomame vėjuje, visi vedinamų pogirdžių, visi nelidomų vedinamų rūs.

Sūnuminiai šilumai: tarp pamatų ir išor. sienų, tarp sienų ir stogo, apie išor. durų/vartų angas su atšv./išor. langai/vesi atšv. ir vėr., balkono grindu sankirtos su, tarp išor. perdangų ir sienų, fasadų išor. rūs. kampanose, nelidomoms patalpos.

Sistemos: Elektrif. apšvietimas, Kuro š. vėsiuymai (be cikl. kondens.), Šilumos laidinai/enginiai, Vandens talpos, Vedinimas, Vėsinimas, Atšaujinančios e. laidinai, Vand. šildymo kolektoriniai, Fotovoltiniai kolektoriniai, Vėjo-elektrinės, Hidro-elektrinės.

PASTABA-PRIMINIMAS: Sandarumo matavimo protokolai, išduotas prieš 2019-11-03, užtikrinamas ne ilgiau kaip iki 2020-11-04.

Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atšvaros

Pavadinimas	Apibūdinimas	Konstrukcija	Tipas	A	Ag	P	U	k	NAP	O	y	Fe	Fr	g_sol	G	P_AE	Laikostas	S	a*	g_v	
Langas_1	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		0,36	0,17	2,40	1,000	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_2	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		2,88	2,16	6,80	1,000	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_3	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		3,36	2,47	7,40	1,000	1,00		R	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_4	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		1,28	0,84	4,80	1,000	1,00		F	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_5	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		2,56	1,87	6,40	1,000	1,00		F	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_6	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		2,88	2,16	6,80	1,000	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_7	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		0,36	0,17	2,40	1,000	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_8	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		2,88	2,16	6,80	1,000	1,00		V	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0
Langas_9	Tarp patalpų ir išorės / Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis	wd		0,36	0,17	2,40	1,000	1,00		S	90	1,00	0,500	0,67	9,0	0	0	0	0	0	0

Duomenų redagavimas

Atšvaros (ar grupės) pavadinimas: Duryi

Atšvaros orientacija: Horizontali atšvara, Kampas v. nus. horizontaliai: 90, Orientacija P kryptimi: 0

Geometriniai duomenys: Bendras plotas A (m²): 0,36, Iškėlimo plotas Ag (m²): 0,17, Perimetras P (m): 2,40

Atšvaros koeficientas: k: 1,00

Patalpų atšvaros koeficientas: k: 1,00

Atšvaros ribojimas su nelidomomis apšvieta patalpa: Ne

Konstrukcijos apibūdinimas: Plastikinai, 1-kamerinis stiklo paketas, 1 stiklas selektyvinis, Oro skvelimas G (m³/hr): 9,00

Šilumos perdavimo koef. U, (W/m²K): 1,000

Vidurinis šilumos perdavimo koeficientas g: Naudoti deklaruojamą reikšmę: 0,670

Oro laidumo klasė: Naudoti deklaruojamą reikšmę

Slėgis P_AE (Pa): 0,00

Platai: 2a, d² = 16,92m², 2a, d² = 0,88m², Iškėlimai: 2ag, d² = 12,17m², 2ag, d² = 0,88m², Perimetrai: 2P, d² = 46,28m, 2P, d² = 0,88m

Nelidomoms patalpoms

A - langų plotas (m²)
 Ag - langų iškėlimo plotas (m²)
 P - langų perimetras (m)
 k - patalpų koeficientas, kuri programa parengta pagal nurodytus sienos apibūdinimus (išdėtosios nelidomų apšvieta patalpų atšvaroms programa parodys vidutinę k reikšmę, apskaičiuota pagal STR'o 14-o priedo (14.6) formulą)
 U - langų šilumos perdavimo koeficientas (W/m²K)

Рисунок Л.4 - Данные окон здания

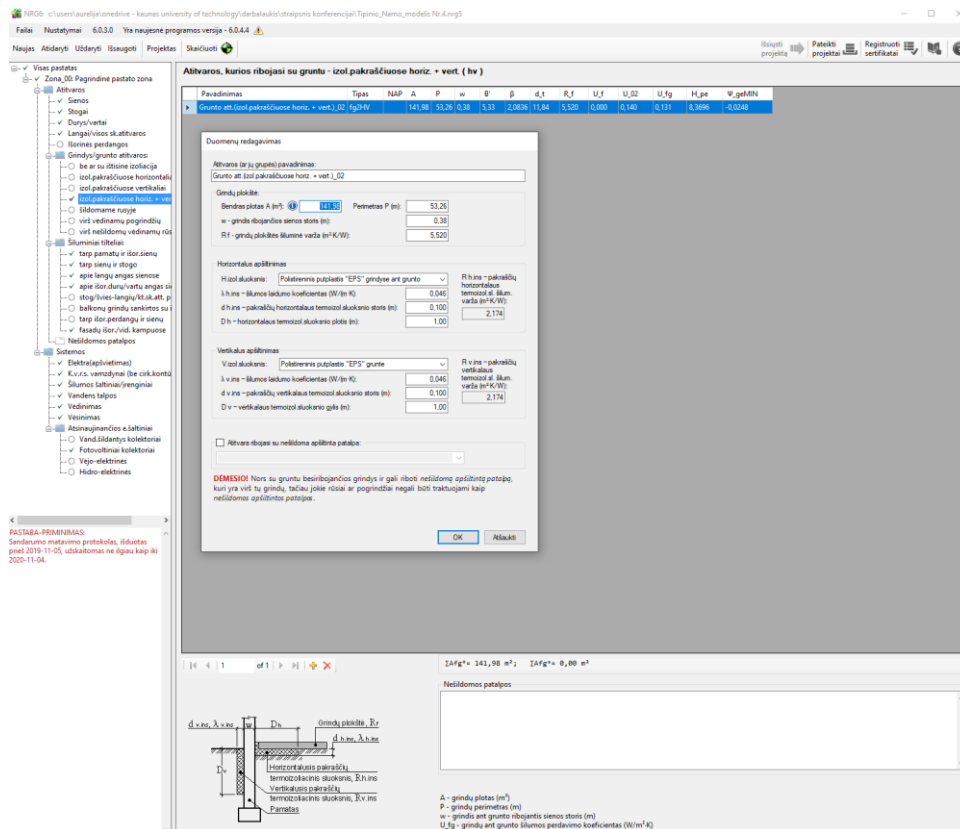


Рисунок Л.5 - Данные пола здания

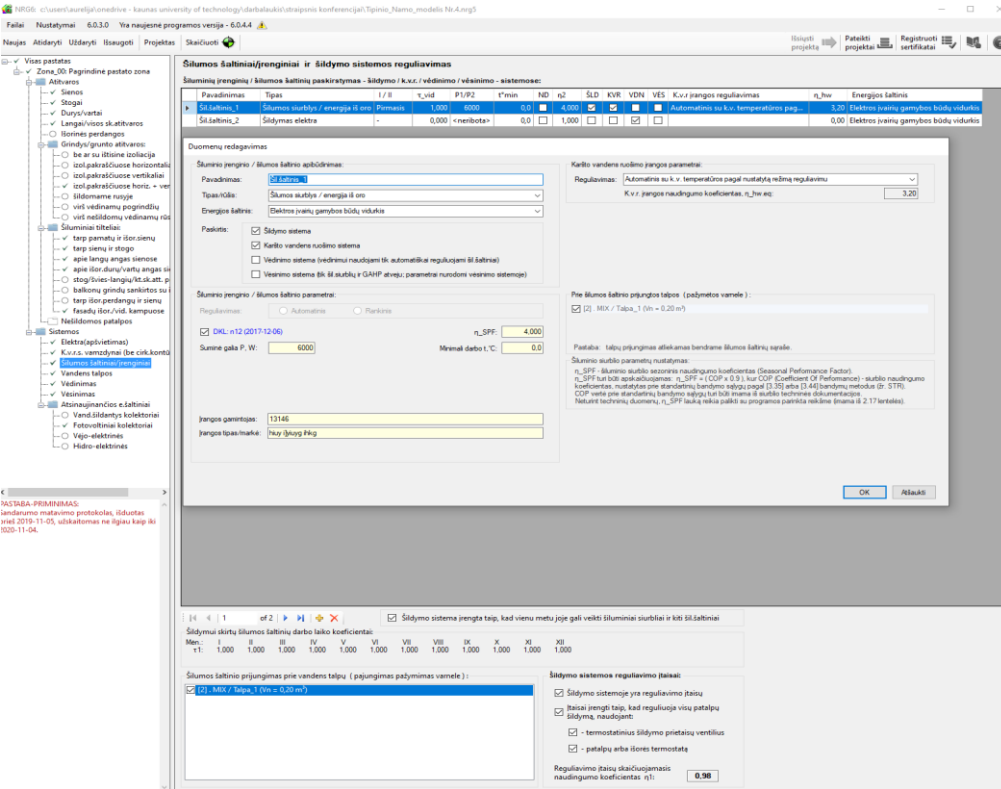


Рисунок Л.6 - Данные отопления здания

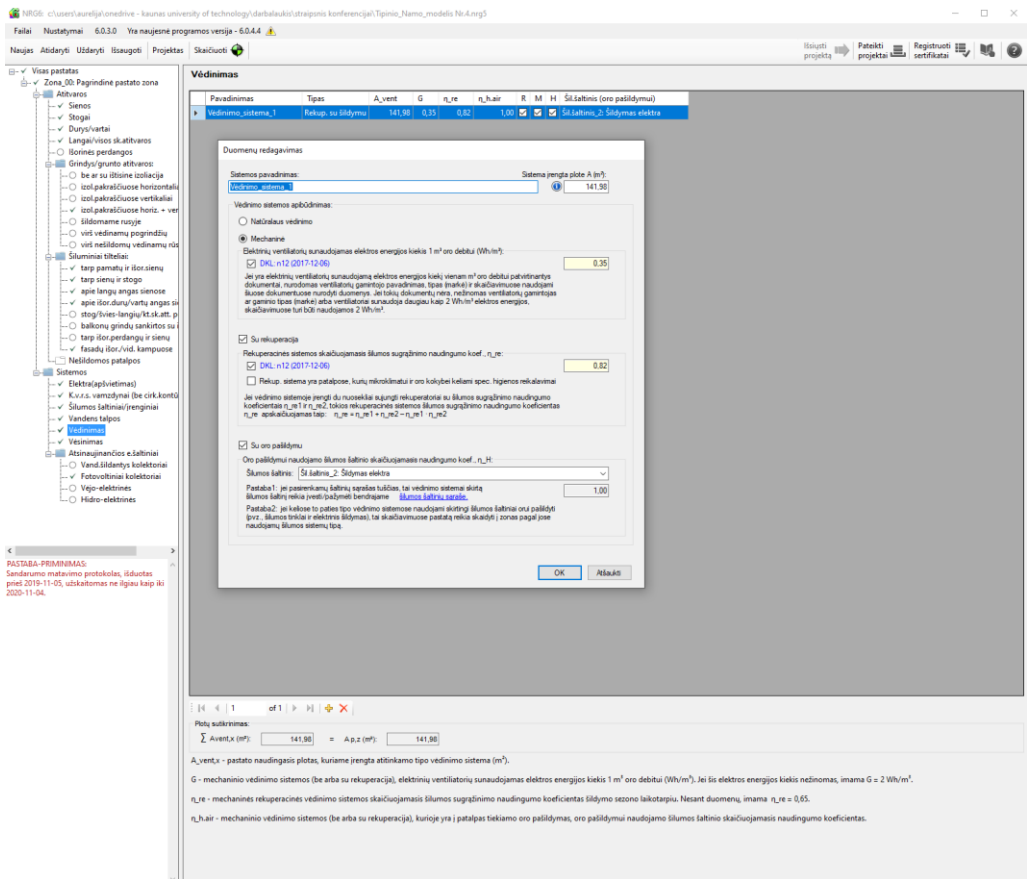


Рисунок Л.7 - Данные вентиляции здания

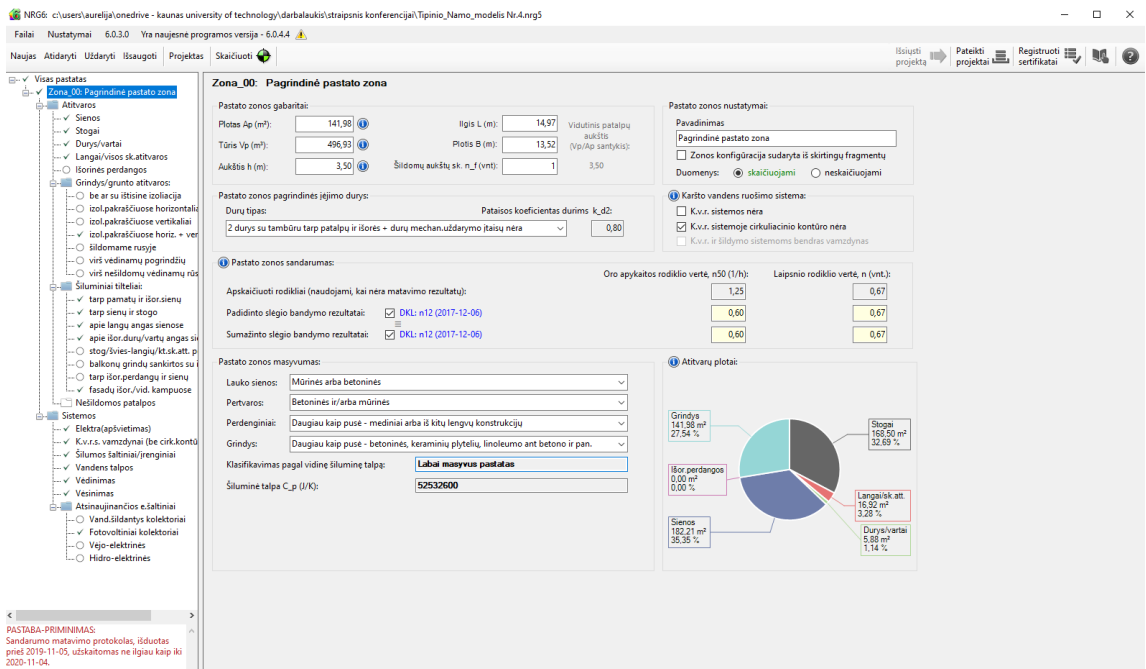


Рисунок Л.8 - Общие данные образцового жилого здания