

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И КОМПЛЕКСА ЭТИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ

Повышение энергоэффективности крупнопанельных жилых зданий
в трех городах с различными климатическими параметрами Узбекистана

Published by:



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Являясь предприятием, находящимся в федеральной собственности, GIZ поддерживает правительство Германии в достижении его целей в области международного сотрудничества для устойчивого развития.

Издатель:
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Зарегистрированные офисы:
Бонн и Эшборн, Германия

Адрес:
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Köthener Str.2
10963, Берлин, Германия
т. +49 61 96 79-0
ф.+49 61 96 79-11 15
info@giz.de
www.giz.de
www.giz.en

Проект:
Программа Восточного Партнерства и Центральной Азии FELICITY II –
предоставление консультаций городам и муниципалитетам по финансированию
энергетики для низкоуглеродного развития

Руководитель проекта:
Андре Фабиан
andre.fabian@giz.de

Автор:
Мансур Захидов, Ташкент

Редактор:
Зафар Зокиров, Ташкент

Дизайн и верстка:
Альвира Ертаева, Астана

Источники фото:
©pixabay.com: стр. 1 (обложка), стр. 3
©Мансур Захидов: рис. 6, 13-16
©GIZ: рис. 7
©Хокимият г.Ташкент: рис. 8

Настоящий отчет «Оценка технико-экономической эффективности различных мероприятий и комплекса этих мероприятий при выполнении термомодернизации» подготовлен Мансуром Захидовым, консультантом по энергоэффективности международного консалтинга Berlin Global Advisors в рамках проекта «Программа Восточного Партнерства и Центральной Азии FELICITY II – предоставление консультаций городам и муниципалитетам по финансированию энергетики для низкоуглеродного развития», реализуемого Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH по поручению Федерального министерства экономики и защиты климата (BMWK).

Проект [FELICITY II](#) является частью [Международной климатической инициативы \(IKI\)](#). Федеральное министерство экономики и защиты климата (BMWK) поддерживает эту инициативу на основании решения, принятого Бундестагом Германии.

Содержание настоящего отчета является исключительной ответственностью авторов и никоим образом не может отражать официальную точку зрения проекта GIZ.

От имени
Федерального министерства экономики и защиты климата (BMWK)

Узбекистан, 2024 год



ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И КОМПЛЕКСА ЭТИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ

Повышение энергоэффективности крупнопанельных жилых зданий в трех городах с различными климатическими параметрами Узбекистана

СОДЕРЖАНИЕ

Краткие технические пояснения к отчёту	10
Введение: этапы применения нормативных баз для проведения энергоаудита в многоэтажных домах	12
1 Обоснование и выбор базовых типов здания для энергоаудита > Задача 1	23
1.1 Требования к многоквартирным жилым зданиям в условиях сухого жаркого климата Узбекистана	23
1.2 Принципы строительства многоэтажных домов в условиях Узбекистана	24
1.3 Ограничения в вопросах выбора базовых типов домов для энергетической оценки	25
1.4 Выбор базового объекта для проведения энергоаудита	26
2 Идентификация, сканирование и проведение энергоаудита базовых типов зданий > Задача 2	29
2.1 Идентификация и сканирование объекта для энергоаудита	29
2.2 Определение общего сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций по первоначальному состоянию	33
2.3 Выполнение энергетического аудита для 4-х этажных крупнопанельных жилых домов через несколько десятков лет эксплуатации	36
2.4 Выводы по второй главе:	43
3 Сопоставление результатов энергоаудита базовых зданий с аналогичными результатами предыдущих исследований со схожими параметрами размеров зданий > Задача 3	45
3.1 Проведённые энергоаудиты в многоквартирных домах (ESIB, NAMA, ENSI, Всемирный Банк)	45
4 Энергетическая модернизация базового здания с использованием подходящих результатов и взаимосвязей из предыдущих исследований > Задача 4	47
5 Анализ энергетических потребностей на основе действующих строительных норм и правил > Задача 5	49
6 Оценка стоимости и эффективности мероприятий по модернизации (технико- экономическое обоснование) > Задача 6	50
6.1 Разработка комплекса мер	68
6.2 Финансовый анализ	68

6.2.1	Базовые предположения.....	69
6.2.2	Результаты для г. Ташкент.....	70
6.2.3	Результаты для г. Нукус.....	72
6.2.4	Результаты для г. Навои.....	73
6.2.5	Заключения по Финансовому анализу.....	74
7	Учет косвенных выгод > Задача 7.....	75
	Использованная литература и библиография.....	77
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблицы по оценке технико-экономической эффективности различных мероприятий и комплекса этих мероприятий при выполнении термомодернизации.....	79

Список таблиц

Таблица 1. Расчётные значения температуры внутреннего воздуха по помещениям	14
Таблица 2. Расчётные значения температуры внутреннего воздуха	15
Таблица 3. Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкций по отношению к наружному воздуху	19
Таблица 4. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции	20
Таблица 5. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции	21
Таблица 6. Климатические условия по регионам	29
Таблица 7. Площадь и наименование помещений жилого дома	33
Таблица 8. Площади конструкций / габариты* МКД по регионам	34
Таблица 9. Данные по площади и термическому сопротивлению ограждающих конструкций МКД через десятки лет эксплуатации	41
Таблица 10. Нормативные удельные расходы теплоты на отопление и вентиляцию	43
Таблица 11. Нормативные удельные расходы тепла на отопление и естественную вентиляцию по международным стандартам	44
Таблица 12. Подбор рекуператоров для квартир МКД по количеству комнат	54
Таблица 13. Среднечасовая заработная плата (в сумах) рабочих-строителей по регионам РУз	55
Таблица 14. Таблица коэффициентов по определению толщины теплоизоляционного материала и мощности ПВУ для крупнопанельных МКД* в разных регионах Республики Узбекистан	56
Таблица 15. Основные показатели затрат на работы, продукцию и услуги, выполненные подрядными строительными организациями	57
Таблица 16. Ведомость отдельных мероприятий и их сметной стоимости* реализации (Сум) для проведения комплексной термомодернизации МКД в городах с различными климатическими условиями Узбекистана	58
Таблица 17. Число многоквартирных домов по этажности* в регионах Республики Узбекистан	62
Таблица 18. Многоквартирный жилой фонд* Республики Узбекистан	63
Таблица 19. Ориентировочная сумма вложения различных пакетов мероприятий (Сум/Евро*), а также ожидаемые эффекты в виде экономии энергии и сокращения выброса ПГ МКД в г.Ташкент	65
Таблица 20. Ориентировочная сумма вложения различных пакетов мероприятий (Сум/Евро*), а также ожидаемые эффекты в виде экономии энергии и сокращения выброса ПГ МКД в г.Навои	66
Таблица 21. Ориентировочная сумма вложения различных пакетов мероприятий (Сум/Евро*), а также ожидаемые эффекты в виде экономии энергии и сокращения выброса ПГ МКД в г.Нукус	67
Таблица 22. Базовые предположения	69
Таблица 23. Первый уровень теплозащиты	79
Таблица 24. Второй уровень теплозащиты	80
Таблица 25. Третий уровень теплозащиты	81
Таблица 26. Расчет теплотерь на момент строительства МКД в г.Ташкент	82
Таблица 27. Расчет теплотерь на момент строительства МКД в г.Навои	83

Таблица 28. Расчет теплотерь на момент строительства МКД в г.Нукус.....	84
Таблица 29. Расчет теплотерь в нынешнем состоянии МКД в г.Ташкент.....	85
Таблица 30. Расчет теплотерь в нынешнем состоянии МКД в г.Навои.....	86
Таблица 31. Расчет теплотерь в нынешнем состоянии МКД в г.Нукус.....	87
Таблица 32. Расчет теплотерь МКД после применения мер «базового пакета» в г.Ташкент.....	88
Таблица 33. Расчет теплотерь МКД после применения мер «базового пакета» в г.Навои.....	89
Таблица 34. Расчет теплотерь МКД после применения мер «базового пакета» в г.Нукус.....	90
Таблица 35. Расчет теплотерь МКД после применения мер «стандартного пакета» в г.Ташкент.....	91
Таблица 36. Расчет теплотерь МКД после применения мер «стандартного пакета» в г.Навои.....	92
Таблица 37. Расчет теплотерь МКД после применения мер «стандартного пакета» в г.Нукус.....	93
Таблица 38. Расчет теплотерь МКД после применения мер «полного пакета» в г.Ташкент.....	94
Таблица 39. Расчет теплотерь МКД после применения мер «полного пакета» в г.Навои.....	95
Таблица 40. Расчет теплотерь МКД после применения мер «полного пакета» в г.Нукус.....	96

Список рисунков

Рисунок 1. Солнцезащитные устройства, состоящие из отсеков плоскостей и ламелей и их теневые маски.....	24
Рисунок 2. Один из принципов расположения помещений в многоэтажных домах.....	25
Рисунок 3. Количество построенных домов по годам.....	26
Рисунок 4. Материалы, используемые при строительстве многоэтажек.....	27
Рисунок 5. Этажность домов по годам.....	27
Рисунок 6. Нынешнее состояние МКД расположенного в Ташкенте.....	30
Рисунок 7. Нынешнее состояние МКД расположенного в Навои.....	31
Рисунок 8. Нынешнее состояние МКД расположенного в Нукусе.....	32
Рисунок 9. Разрез наружной стены из панелей.....	33
Рисунок 10. Разделение пола на зоны по теплотери.....	34
Рисунок 11. Дефекты в результате неправильной эксплуатации МКД.....	38
Рисунок 12. Внесенные изменения в здание жителями в процессе эксплуатации.....	38
Рисунок 13. Открытый проём между балконом и кухней.....	39
Рисунок 14. Открытая дверь как в отопительный период, так и в сезон охлаждения и кондиционирования.....	40
Рисунок 15. Состояние антисейсмических швов.....	40
Рисунок 16. Сквозные вентиляционные отверстия в стене подвала.....	41

Список диаграмм

Диаграмма 1. Количество теплотерь через ограждающие конструкции здания на момент его строительства в различных регионах.....	35
Диаграмма 2. Количество теплотерь через ограждающие конструкции здания по регионам в нынешнем состоянии.....	42
Диаграмма 3. Удельный расход тепловой энергии в нынешнем состоянии МКД в разрезе регионов.....	42
Диаграмма 4. Динамика изменения теплотребления МКД за десятки лет эксплуатации по сравнению с исходным состоянием.....	44
Диаграмма 5. Динамика изменения удельного теплотребления МКД при применении разных пакетов.....	52
Диаграмма 6. Динамика изменения тепловых потерь МКД в разрезе ограждающих конструкций и воздухообмена при применении разных пакетов.....	52

Сокращения и аббревиатуры

РКИК ООН	Рамочную Конвенцию ООН по изменению климата
ВВП	Валовой внутренний продукт
ПГ	Парниковые Газы
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
ПС	Парижское Соглашение
КМК	«Курилиш меъёрий коидалари» (Строительные нормы и правила)
ШНК	«Шахарсозлик норма ва коидалари» (Градостроительные нормы)
ГСОП	Градусо сутки отопительного периода
СЗУ	Солнцезащитные устройства
ENSI	«Energy Saving International»
ЕЦА	Европа и Центральная Азия
ПРООН	Программа развития Организации Объединённых Наций
ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
ПВУ	Приточно-вытяжная установка
ЕИБ	Европейский инвестиционный банк

Единицы измерения

кВт*ч	Киловатт-час
т.у.т	Тонна условного топлива
кВт*ч/м ²	Киловатт-час на квадратный метр
Гкал	Гигакалория

Краткие технические пояснения к отчёту

С первых лет независимости внимание к повышению энергоэффективности в Узбекистане было выведено на уровень государственной политики. В подтверждение этого, Узбекистан, признавая важность проблемы изменения климата и необходимости принятия мер по его адаптации и смягчению последствий, в 1993 году подписал Рамочную конвенцию ООН по изменению климата (РКИК ООН), а в ноябре 1998 года — Киотский протокол, который был ратифицирован 20 августа 1999 года [Газета.уз, 2011]. В продолжение этих усилий было подписано Парижское соглашение, и 19 апреля 2017 года был внесен национальный вклад в Секретариат Рамочной конвенции ООН по изменению климата. Парижское соглашение было ратифицировано 11 ноября 2018 года после принятия Закона Республики Узбекистан № ЗРУ-491 от 10 октября 2018 года «О ратификации Парижского соглашения».

Однако, для удовлетворения растущего спроса на энергию, обусловленного прогнозируемым ростом ВВП и численности населения, а также для достижения целевых показателей по сокращению выбросов парниковых газов (ПГ) в рамках Парижского соглашения, сектор электроэнергетики Узбекистана нуждается в кардинальном переходе с угля и газа на более экологически чистые источники энергии. Разработанная при поддержке Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) и финансировании Японии «Дорожная карта» направлена на оказание содействия Правительству Узбекистана в определении приоритетов развития возобновляемых и низкоуглеродных технологий и приведении развития электроэнергетического сектора в соответствие с обязательствами по Парижскому соглашению. Важно, что дорожная карта демонстрирует, что в Узбекистане технически и экономически возможно достичь ранней коррекции выбросов ПГ в электроэнергетике и достичь углеродного нейтралитета к 2050 году. Дорожная карта основывается на обширном анализе, который отражает различные существующие действия правительства в данной области, включая стратегию энергетического сектора до 2030 года и заложенные в ней топливные ограничения [Corporate Solutions Limited, Guidehouse и Tractebel, 2020, стр. 1].

Для целей повышения энергоэффективности в существующих жилых зданиях, а также для снижения объема выбросов ПГ в жилом секторе в соответствии с обязательствами по Парижскому соглашению, был принят Указ Президента Республики Узбекистан, от 28.08.2023 г. № УП-151 [Ш.М. Мирзиёев, 2023], учитывающий несколько приоритетных направлений деятельности Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в частности, организация разработки индивидуальных, типовых, повторно применяемых экспериментальных проектов и энергосберегающих проектных решений.

Выполнение работ по проведению энергоаудита многоквартирных домов, построенных в Узбекистане, осуществляется на основании Закона Республики Узбекистан «Об экономии энергии, ее рациональном использовании и повышении энергоэффективности» [Кабинет Министров РУз,

2024а], Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан, от 19.10.2024 г. №690 «Об установлении порядка проведения энергоаудита потребителей топливно-энергетических ресурсов и энергопотребления зданий и сооружений» [Кабинет Министров РУз, 2024б] и «Программы по переходу на «зеленую» экономику и обеспечению «зеленого» роста в Республике Узбекистан до 2030 года» [Ш.М. Мирзиёев, 2022].

Подготовка финального отчета объясняется тем, что в процессе продолжительной эксплуатации эти здания претерпели значительные изменения, увеличившие их энергопотребление. Это связано с существующей линейной зависимостью между потреблением тепловой энергии на отопление здания и степенью сохранности проектной герметичности наружной оболочки, а также с планировочными изменениями, внесенными жителями, что также вызвало рост энергопотребления.

Первостепенными задачами в данном случае станут применение энергоэффективных решений при строительстве новых, а также применение указанных решений относительно существующих зданий. Второй вариант решения приобретет особую важность относительно многоэтажных домов советской эпохи, которые в результате неправильной эксплуатации длительного времени стали потреблять больше энергии на те же функции, что и раньше.

Анализ также поможет выявить потенциал энергосбережения при обогреве и охлаждении помещений, а также рассмотреть эффективное применение различных современных мер энергосбережения в зданиях. И, наконец, исследование может предложить усовершенствования действующих строительных норм, а также положений и стандартов энергоэффективности.

Работы основного этапа включают выполнение 7-ми взаимосвязанных задач, включающих:

- 1) Обоснование и выбор базовых типов здания для энергоаудита;
- 2) Идентификация, сканирование и проведение энергоаудита базовых типов зданий;
- 3) Сопоставление результатов энергоаудита базовых зданий с аналогичными результатами предыдущих исследований со схожими параметрами размеров зданий;
- 4) Энергетическая модернизация базового здания с использованием подходящих результатов и взаимосвязей из предыдущих исследований;
- 5) Анализ энергетических потребностей на основе действующих строительных норм и правил;
- 6) Оценка стоимости и эффективности мероприятий по модернизации (технико-экономическое обоснование);
- 7) Учет косвенных выгод.

ВВЕДЕНИЕ > Этапы применения нормативных баз для проведения энергоаудита в многоэтажных домах

Общая информация

- I. Определяют расчётные наружные климатические параметры для района строительства здания;
- II. Выбирают расчётные внутренние параметры в помещениях проектируемого здания в зависимости от его назначения;
- III. Разрабатывают объёмно-планировочные решения и рассчитывают геометрические размеры здания;
- IV. Определяют уровень теплозащиты здания согласно разделу 3;
- V. а) определяют требуемые для данного уровня теплозащиты сопротивления теплопередаче $R_{o,TP}$ наружных стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий над проездами и холодными подпольями и подвалами, окон, балконных дверей и фонарей согласно разделу 4;
- VI. разрабатывают конструктивные решения наружных ограждений, добиваясь выполнения условия $R_o \geq R_{o,TP}$ соблюдения других требований КМК 2.01.04-18;
- VII. определяют, согласно КМК 2.01.18-2018 и Пособия к нему, нормативный удельный расход теплоты на отопление и вентиляцию здания;
- VIII. принимают основные решения по устройству систем отопления и вентиляции здания, определяют расчётные тепловые потоки данных систем и вычисляют удельный расход теплоты для проектируемого здания q_{ov} ;
- IX. проверяют соблюдение условия, $q_{ov} \leq q^{TP}$ повышая при необходимости теплозащитные свойства отдельных наружных ограждений здания или воплощая другие дополнительные энергосберегающие решения;
- X. при наличии кондиционирования определяют нормативный q_k^{TP} и фактический q_k показатели расхода холода и проверяют соблюдение условия $q_k \leq q_k^{TP}$, воплощая при необходимости в проекте дополнительные энергосберегающие решения;
- XI. по завершению проекта заполняют таблицу значений теплотехнических и энергетических параметров запроектированного здания согласно разделу 9.

Наружные климатические условия места строительства зданий и сооружений

Параметры наружного воздуха устанавливаются по ШНК 2.01.01-2022.

Расчётные значения наружных климатических параметров установлены положениями КМК 2.01.04-18 и приведены в ШНК 2.01.01-22 "Климатические и физико-геологические данные для проектирования".

Холодным периодом года является период со средней суточной температурой наружного воздуха $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и менее.

Отопительный сезон в соответствии с КМК 2.04.05-97* устанавливается для Жилых зданий в состоянии, не зависящем от конкретной даты года, то есть между началом холодного периода и его окончанием и только для лечебных, детских дошкольных учреждений, школ и домов-интернатов отопительным является период со среднесуточной температурой наружного воздуха $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ и менее. Расчётные значения продолжительности и средней температуры холодного и отопительного периода следует принимать по таблице №4 ШНК 2.01.01-22.

Для проектирования наружных ограждающих конструкций расчетная температура наружного воздуха в холодное время года приравнивается к таким холодным пятидневным средним температурам, которые только в 8 из 100 лет будут ниже (обеспеченность 0,92). Применение экстремально низких температур, рассчитанных как средние для 8 лет из 100, приведет к значительному и неоправданному росту стоимости строительства.

Кратковременное снижение нормируемой внутренней температуры в помещениях при более суровых наружных условиях, чем расчетные, не считается нарушением норм.

Расчётные значения всех наружных климатических параметров, которые необходимы для проектирования, следует принимать в соответствии с указаниями по их определению, приводимыми в КМК 2.01.04-18, ШНК 2.01.01-22, в пособиях и рекомендациях по проектированию.

Расчётные внутренние условия

Для проектирования ограждающих конструкций необходимо для холодного периода года принимать расчётные значения следующих параметров микроклимата помещений:

- температура, влажность и температура точки росы внутреннего воздуха;
- влажностный режим помещения и параметры условий эксплуатации ограждающих конструкций;
- нормируемый расход инфильтрующегося в здание наружного воздуха.
- расчётные значения температуры внутреннего воздуха $t_{в}$, $^{\circ}\text{C}$, принимают согласно нормам проектирования соответствующих зданий:
- для жилых зданий – по ШНК 2.08.01-05* "Жилые здания" (см. таблицу 1);
- для общественных зданий – по табл. 26÷38 ШНК 2.08.02-09* "Общественные здания и сооружения" на нормируемом уровне "Н".

Расчётные значения относительной влажности внутреннего воздуха $\phi_{в}$, %, для холодного периода года принимают:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов, общеобразовательных школ, лицеев, колледжей, детских садов, яслей и детских домов – 55%.

Влажностный режим помещения оказывает значительное влияние на теплотехнические характеристики строительных материалов и конструкций: на их теплопроводность, теплоусвоение и способность аккумулировать влагу в порах материала. Для проектируемого объекта влажностный режим находят по таблице 1 КМК 2.01.04-18.

В соответствии с влажностным режимом по п. 1.3 КМК 2.01.04-18 принимают условия эксплуатации "А" или "Б" ограждающих конструкций, для которых затем по прил.1 КМК 2.01.04-18 определяют необходимые теплотехнические характеристики строительных материалов.

Требуемое расчётное значение величины воздухообмена инфильтрацией распространяется на все типы жилых, общественных и производственных зданий, независимо от наличия и вида вентиляционных систем, за исключением объектов, для которых установлены другие технологические требования по поступлению наружного воздуха или требования по особой герметичности ограждающих конструкций.

Таблица 1. Расчётные значения температуры внутреннего воздуха по помещениям

Помещения	Расчетная температура воздуха, °С	Кратность воздухообмена	
		Приток	Вытяжка
Жилая комната квартир или общежитий	См. табл. 8		
Помещения общественного и административного назначения в общежитиях	20	-	1
Кухни в квартирах и общежитиях			
- с электроплитой	18	-	60 м ³ /час
- с газовой плитой		-	90 м ³ /час
Ванная	25	-	25 м ³ /час
Уборная индивидуальная	18	-	25 м ³ /час
Совмещенный санузел	25	-	50 м ³ /час
Душевая общая	25	-	5
Умывальная общая	18	-	0,5
Гардеробная комната для чистки и глажки одежды	18	-	1,5
Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка	16	-	-
Постирочная	15	по расчёту, но не менее 4	7

Помещения	Расчетная температура воздуха, °С	Кратность воздухообмена	
		Приток	Вытяжка
Гладильная, сушильная в общежитиях	15	по расчёту, но не менее 2	3
Кладовые для хранения личных вещей, спортивного инвентаря, хозяйственные бельевые в общежитиях	14	-	0,5
Топочная	16	-	3,0
Машинное помещение лифтов	10	-	по расчёту, но не менее 0,5

Примечание: В лестничных клетках зданий для подзон 1А, 1Б, 1В и II зоны, а также с квартирным отоплением температура воздуха не нормируется.

Таблица 2. Расчётные значения температуры внутреннего воздуха

Параметры	Период года	Расчётная температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, ≤м/с	Величины воздухообмена
Оптимальные	Холодный	21-22 (22-23)	30-60	0,15	4 м3/час на 1 м2 площади пола
	Теплый	26-27	30-45	0,2	
Допустимые	Холодный	21-22 (22-23)	Не более 65	0,2	3 м3/час на 1 м2 площади пола
	Теплый	26-27	-	-	

Примечания:

1. Значения в скобках относятся к домам для одиноких престарелых и семей с инвалидами.
2. Прочерки означают, что данный параметр не нормируется.
3. Для комнат, имеющих более одной наружной стены, температуру в холодный период принимать на 1°С выше.

Выбор уровня теплозащиты здания

Строительные нормы устанавливают три уровня теплозащиты зданий [Минстрой РФ, 2018, (КМК 2.01.04-18) стр. 6-8]. Они различаются по требованиям, предъявляемым к энергетической эффективности объекта строительства, и введены в целях дифференциации и поэтапного сокращения энергопотребления зданиями.

Первый уровень теплозащиты обеспечивает минимально необходимые санитарно-гигиенические

условия в здании, предотвращая образование конденсата на внутренних поверхностях. ([см. таблицу 23](#)).

Второй уровень теплозащиты обеспечивает существенное снижение энергопотребления зданий (до 1,4-1,8 раз) за счет усиленной теплоизоляции [ОАО "ТoshuyjoyЛТИ", 2012а, стр. 9].

Наиболее энергоэкономичными являются объекты с третьим уровнем теплозащиты. Третий уровень по сравнению с первым уровнем теплозащиты предусматривает сокращение энергопотребления в 2,5÷3 раза [ОАО "ТoshuyjoyЛТИ", 2012б, стр. 9].

Теплотехнические требования к различным уровням теплозащиты представлены в таблицах 2а*, 2б* и 2в* КМК 2.01.04-18, а для общественных зданий также в таблицах 2а* и 2б* КМК 2.01.18-2000*.

Для обеспечения различной степени энергоэффективности зданий, нормативные документы КМК 2.01.04-18 устанавливают нормативы термического сопротивления $R_{\text{отр}}$ м²·°С/Вт наружных ограждений для каждого уровня теплозащиты.

- наружных стен;
- бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий;
- перекрытий над проездами и холодными подпольями и подвалами;
- окон и балконных дверей;
- фонарей.

Процедуру выбора для проектируемого объекта уровня теплозащиты следует начинать с рассмотрения обязательности, возможности и целесообразности принятия для объекта второго или третьего уровня. При строительстве, реконструкции и капитальном ремонте жилых, общественных и производственных зданий, осуществляемом за счет внебюджетных ассигнований, рекомендуется принимать второй ([см. таблицу 24](#)) или третий ([см. таблицу 25](#)) уровень теплозащиты в соответствии с заданием на проектирование.

При проектировании зданий с повышенным уровнем теплозащиты допускается снижать требования к термическому сопротивлению отдельных ограждающих конструкций при условии компенсации этого снижения за счет увеличения сопротивления других конструкций. Суммарные потери теплоты через все ограждающие конструкции здания не должны превышать теплопотерь, рассчитанных по значениям $R_{\text{тп}}$, установленным таблицей для проектируемого уровня теплозащиты.

При строительстве, реконструкции и капитальном ремонте жилых, общественных и производственных зданий рекомендуется принимать второй или третий уровень теплозащиты в следующих случаях:

- при наличии экономической целесообразности;
- при расположении здания в районе с недостаточной свободной мощностью центральных тепловых сетей и с ограниченной пропускной способностью системы газоснабжения;
- при использовании в качестве источников теплоснабжения теплогенераторов на жидком или твердом топливе;

- при вынужденном применении для теплоснабжения электроэнергии; при этом уровень теплозащиты должен быть указан в задании на проектирование объекта.

Для зданий, финансируемых из внебюджетных источников, заказчик может самостоятельно определять уровень теплозащиты (второй или третий) без дополнительного обоснования, указав его в задании на проектирование.

Обеспечение теплозащиты здания в соответствии с выбранным уровнем

Потери тепла через наружные ограждения составляют 60-70% от общих теплопотерь здания в отопительный период. В перегревный период потери холода через те же ограждения могут достигать 80% от общего энергопотребления на кондиционирование. Поэтому следует принимать рациональные компоновочные и конструктивные решения, при которых потоки теплоты через строительную оболочку здания будут сокращены до допустимых и соответствующих принятому уровню теплозащиты.

Тепловую защиту здания разрабатывают в следующей последовательности:

- i. принимают рациональные объёмно-планировочные и конструктивные решения здания;
- ii. определяют в соответствии с выбранным уровнем теплозащиты нормируемые сопротивления теплопередаче всех наружных ограждений;
- iii. выбирают и разрабатывают конструктивные решения наружных ограждений, имеющих требуемое сопротивление теплопередаче;
- iv. проверяют принятые конструкции ограждений в соответствие предъявляемым требованиям и закладывают в разрабатываемый проект.

При выборе объёмно-планировочных решений и компоновке здания следует стремиться к реализации следующих энергосберегающих решений:

- i. добиваться возможно меньших площадей наружных ограждений, уменьшение числа углов, увеличение ширины здания;
- ii. более тёплые и влажные помещения предпочтительно размещать у внутренних стен здания;
- iii. применять меридиональную или близкую к ней ориентацию продольного фасада здания;
- iv. помещения с повышенными тепловыделениями располагать на стороне северных фасадов здания;
- v. при возможности блокирование зданий с обеспечением надёжного примыкания соседних зданий;
- vi. избегать размещения окон по обеим наружным стенам угловых помещений;
- vii. принимать светопроёмы с минимально-достаточными размерами по условиям создаваемой освещённости;
- viii. применять солнцезащитные устройства, не препятствующие улавливанию солнечной энергии помещениями в холодный период года.

Основные конструктивные решения при обеспечении требуемой тепловой защиты здания следует принимать, учитывая следующие положения:

- i. ограждающие конструкции должны обладать необходимой прочностью, долговечностью, удовлетворять архитектурным, эксплуатационным, санитарно-гигиеническим требованиям. Материалы конструкций должны иметь надлежащую морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, стойкость к разрушающему воздействию окружающей среды;
- ii. следует применять типовые технические решения, изделия и материалы комплектной поставки со стабильными теплоизоляционными свойствами и возможностью взаимозаменяемости применяемых элементов;
- iii. использовать эффективные теплоизоляционные материалы с минимумом теплопроводных включений и стыковых соединений и увеличенным сопротивлением прониканию пара;
- iv. ограждающие конструкции, контактирующие с грунтом, следует предохранять от грунтовой влаги путём устройства гидроизоляции;
- v. предусматривать эксплуатационно-надёжную герметизацию стыковых соединений и швов в наружных стенах и покрытиях.

В соответствии с выбранным уровнем теплозащиты определяются нормируемые значения приведённых сопротивлений теплопередаче $R_{отр}$ наружных ограждающих конструкций по таблицам 2а*, 2б* или 2в* КМК 2.01.04-18.

Рассчитываются для заданного района расположения проектируемого объекта число градусо-суток отопительного периода D_d , °С•сутки, по формуле:

$$D = (t_{в.ср} - t_{от.пер}) * Z_{от.пер} \quad (1)$$

где:

$t_{в.ср}$ – расчётная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;

$t_{от.пер}$, $Z_{от.пер}$ – средняя температура, °С, и продолжительность, сутки, отопительного периода.

Температуру $t_{в.ср}$ для жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, лицеев, колледжей, интернатов принимают равной 20 °С.

Значения $t_{от.пер}$ и $Z_{от.пер}$ принимаются по табл.4 КМК 2.01.01-22 как для периода со средней суточной температурой воздуха:

- не более 12 °С – при проектировании лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, лицеев, колледжей, интернатов;
- не более 10 °С – в остальных случаях.

Для каждого вида ограждающей конструкции здания разрабатывается конструктивное решение с выбором конкретных материалов, их толщины, расположения, способов крепления и принятием других необходимых решений.

Приведённое сопротивление теплопередаче R_0 учитывает наличие в ограждении неоднородных по площади теплопроводных включений и определяется следующим образом.

Если конструкция однослойная или состоит из n однородных слоёв, то величина R_0 определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (2)$$

где: α_B, α_H – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С). Определяются по таблицам 4 и 5 [Минстрой РУз, 2018, (КМК 2.01.04-18) стр. 10 и 12];

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкций по отношению к наружному воздуху (см. таблицу 3);

R_i – термическое сопротивление каждого из слоёв конструкции, м²·°С/Вт.

Таблица 3. Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкций по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (чердак открытый) и над проездами	1
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (чердак холодный)	0,8
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проёмами в стенах	0,7
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проёмов в стенах, расположенных выше уровня земли	0,6
Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4
Примечание: С целью предотвращения чрезмерного перегрева помещений в летних условиях, с архитектурной точки зрения, в случаях, когда невозможно установить проёмы для вентиляции чердака в ограждающих стенах чердака, предусмотренные в КМК 2.03.10–95, коэффициент n для перекрытий чердака (холодного чердака) принимается равным 1,2.	

Таблица 4. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$, Вт/(м ² ·°С)
Стен, полов, гладких потолков с выступающими рёбрами при отношении высоты h рёбер к расстоянию a между гранями соседних рёбер $h / a \leq 0,3$	8,7
Потолков с выступающими рёбрами при отношении $h / a > 0,3$	7,6
Окон	8,0
Зенитных фонарей	9,9

Примечание: Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с КМК 2.09.07-97.

Если в многослойной ограждающей конструкции имеется слой (слои), состоящий из участков различных материалов, то её приведённое сопротивление определяют в следующей последовательности:

- а) Для каждого неоднородного слоя находят средневзвешенное по площади условное значение коэффициента теплопроводности, Вт/(м²·°С) по формуле:

$$\lambda_{i,y} = F_1 \cdot \lambda_1 + F_2 \cdot \lambda_2 + \dots + F_k \cdot \lambda_k, \quad (3)$$

где:

- $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ – коэффициенты теплопроводности различных участков в выделенном слое, Вт/(м²·°С);
- F_1, F_2, \dots, F_k – доля площади слоя, занимаемая материалом, имеющим соответствующую теплопроводность,

и вычисляют условное термическое сопротивление неоднородного слоя:

$$R_{i,y} = \frac{\delta_i}{\lambda_{i,y}}, \quad (4)$$

- б) Суммируют термические сопротивления всех однородных и неоднородных слоёв в ограждающей конструкции. Тем самым получают приближённое (с недостатком) значение её термического сопротивления R_a , м²·°С/Вт.

- в) Приближённое значение термического сопротивления конструкции (с избытком) R_b , м²·°С/Вт, рассчитывают по формуле:

$$R_b = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \dots + \frac{F_n}{R_n}}, \quad (5)$$

г) расчётное значение приведённого сопротивления теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, неоднородной ограждающей конструкции по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (6)$$

При проектировании теплозащиты по второму или третьему уровню в обоснованных случаях допускается для отдельных ограждений принять конструкцию, соответствующую требованиям первого уровня теплозащиты, но при компенсации снижения теплозащитных свойств соответствующим повышением приведённого сопротивления теплопередаче других ограждений здания.

Таблица 5. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий α_n , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами.	23
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, и перекрытия над холодными подпольями с ограждающими стенками.	17
Перекрытия чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проёмами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проёмов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями расположенным ниже уровня земли	6

Воздухообмен за счёт инфильтрации

Согласно приложению 8 КМК 2.04.05-97, расход тепла на подогрев наружного воздуха, просачивающегося через ограждающие конструкции помещений, определяется следующим образом:

1. Расходы тепла на подогрев просачивающегося воздуха, Q_i , Вт, следует определять по следующей формуле:

$$Q_i = 0,28 \cdot \Sigma G_i \cdot c \cdot (t_B - t_{\text{ср.от}}) \cdot k, \quad (7)$$

где:

- G_i - расход воздуха, просачивающегося через ограждающие конструкции помещения, $\text{кг} / \text{ч}$;
- c - удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot \text{°C})$;
- $t_B - t_{\text{ср.от}}$ - расчетные температуры воздуха, °C , соответственно в помещении (средняя с

учетом повышения ее для помещений высотой более 4 м) и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б), °С [Минстрой РУз, 2022, (ПНК 2.01.01-22) стр. 24-25];

- k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 – для окон и балконных дверей с раздельными переплетами и 1,0 – для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

2. Расход теплоты Q_i , Вт, на нагревание инфильтрирующегося воздуха в помещениях жилых и общественных зданий при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, следует принимать равным большей из величин, полученных по расчету по формулам:

$$Q_i = 0,28 L_n \rho c (t_v - t_{cp.ot}), \quad (8)$$

где:

- L_n – расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий – удельный нормативный расход 3 м³/ч на 1м² жилых помещений;
- $L_n = 3N * A$ (N – количество этажей, A – площадь жилых помещений);
- ρ - плотность воздуха в помещении, кг/м³.

1 ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР БАЗОВЫХ ТИПОВ ЗДАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОАУДИТА > ЗАДАЧА 1

1.1 Требования к многоквартирным жилым зданиям в условиях сухого жаркого климата Узбекистана

В основу архитектурно-пространственной организации южного жилища должны быть положены принципы единства и целесообразности композиционной взаимосвязи закрытых, полуоткрытых и открытых пространств. Единство и целесообразность взаимосвязи пространств дома могут быть достигнуты при соблюдении следующих условий:

- активного целенаправленного преобразования открытых пространств с помощью композиционных, защитных и мелиоративных приемов;
- правильного выбора приемов пространственной и функциональной организации жилого дома и квартир для создания в нем оптимальных условий быта.

Жилые здания следует проектировать по принципам гибкой структуры, обеспечивающей возможности изменения планировки и пластической связи объемов. На этой основе должны создаваться специфические для жаркого климата типы жилых домов с пространственной композицией, увязанной с местными особенностями природной среды и многообразием конкретных градостроительных ситуаций.

Гибкость структуры жилых домов определяется принятыми приемами объединения групп квартир элементами вертикальной, горизонтальной связи и возможностями гибкого сочетания блок-секций в отдельные жилые здания или непрерывные жилые структуры.

Основной спецификой организации квартир южного жилища является необходимость приспособления (трансформации) к изменениям внешних условий путем создания активной, регулируемой связи внутриквартирных пространств с внешней средой, позволяющей поддерживать режим эксплуатации помещений в соответствии с санитарным и тепловым состоянием внешней среды.

Связь внутриквартирного пространства с внешней средой может быть осуществлена непосредственным раскрытием внутреннего пространства отдельных помещений и групп помещений квартиры во внешнюю среду путем трансформации их наружных и внутренних ограждений.

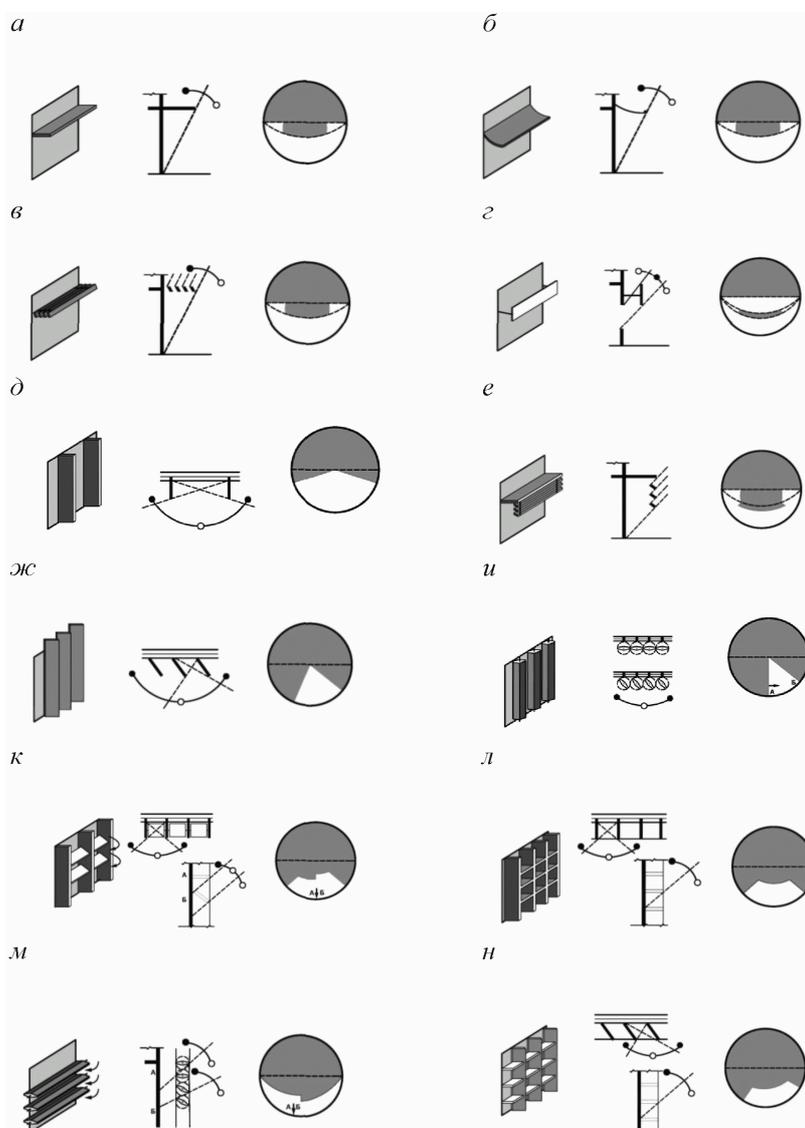
1.2 Принципы строительства многоэтажных домов в условиях Узбекистана

Следующее важное требование для охлаждения в летний период это обеспечение возможности сквозного проветривания помещений ночным прохладным воздухом.

Для снижения тепловой нагрузки в летний период, окна жилых помещений в зависимости от их ориентации были оснащены солнцезащитными устройствами (рис. 1).

В основу архитектурно-пространственной организации южного жилища положены принципы единства и целесообразности композиционной взаимосвязи закрытых, полуоткрытых и открытых пространств (см. рис. 2).

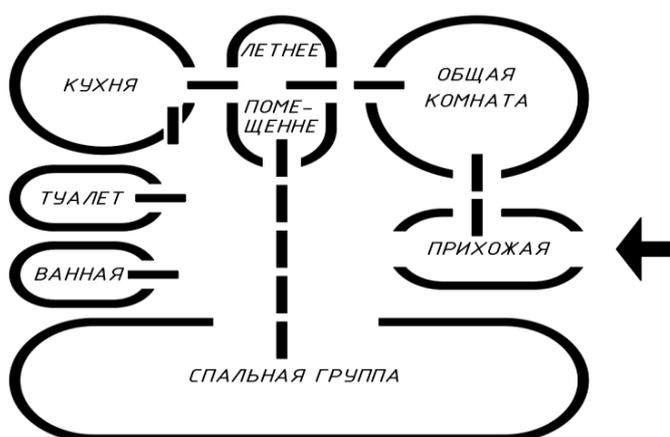
Рисунок 1. Солнцезащитные устройства, состоящие из отсеков плоскостей и ламелей и их теневые маски:



Источник: [Лучистая энергия солнца и архитектура \(На примере Средней Азии\)](#), Суханов И.С., (1973)

- а — горизонтальный козырек;
- б — криволинейный козырек;
- в — составной козырек;
- г — козырек с экраном на отnose;
- д — вертикальные экраны, перпендикулярные фасаду;
- е — комбинированное СЗУ;
- ж — вертикальные экраны, расположенные под углом к фасаду;
- и — регулируемые вертикальные экраны;
- к — комбинированное (сотовое) СЗУ с наклонными горизонтальными экранами;
- л — комбинированное (сотовое) СЗУ;
- м — регулируемые горизонтальные экраны;
- н — комбинированное (сотовое) СЗУ с наклонными вертикальными экранами

Рисунок 2. Один из принципов расположения помещений в многоэтажных домах (Изначально летнее помещение было предназначено как открытое пространство для обеспечения связи жилища с окружающей средой).



Источник: [Лучистая энергия солнца и архитектура \(На примере Средней Азии\)](#), Суханов И.С., (1973)

1.3 Ограничения в вопросах выбора базовых типов домов для энергетической оценки

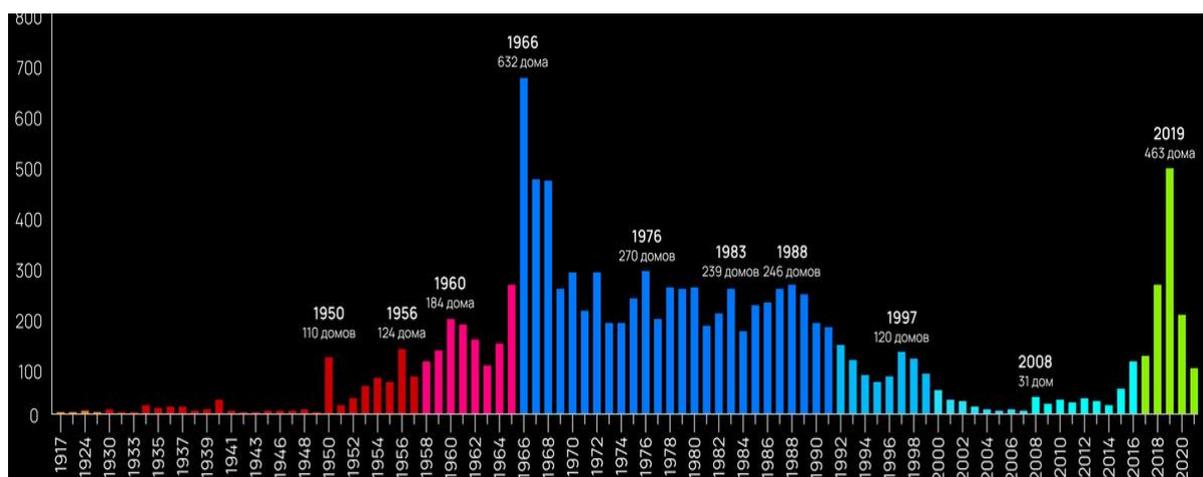
Типология домов описывается планировочными и конструктивными решениями зданий их этажностью и т.д. Часто первые этажи домов, расположенных вдоль крупных дорог, занимают магазины и другие торговые учреждения, которые подключаются к отдельным источникам электроснабжения. В подвальных этажах практикуется выделение пространства для отапливаемых помещений. К глухим торцовым стенам существующих домов пристраивают объемы новых общественных зданий. Для получения наиболее точных результатов энергетического аудита в качестве базовых объектов выбирают отдельно стоящие здания, не подвергавшиеся существенным перепланировкам. При нововведении технологий энергосбережения необходимо придерживаться двум известным принципам – «от простого к сложному» и «от малого к большому».

1.4 Выбор базового объекта для проведения энергоаудита

Энергетический аудит базовых зданий проводится в трёх разных регионах Узбекистана, которые значительно отличаются друг от друга как по местоположению, так и по климатическим условиям. Для проведения энергетического аудита будут выбраны типовые многоквартирные дома с четырьмя подъездами, расположенные в городах Ташкент, Навои и Нукус. На первом этапе в качестве базового здания берётся многоквартирный дом (МКД), расположенный в городе Ташкент, где проводится энергоаудит и составляются отчёты по энергоаудиту. На следующем этапе считается, что такой же дом построен в Навои и Нукусе, и с учётом климатических параметров этих городов проводятся расчётные работы.

Согласно данным Департамента цифрового развития хокимията Ташкента за 2024 год, пик строительства многоэтажных домов в городе пришёлся на 1966 год – год сильного землетрясения. Тогда было построено 632 многоэтажки. Большинство домов были двухэтажными, многие были построены из дерева. Следующий пик пришёлся на 2019 год — в городе появилось 463 дома, в основном семиэтажные и из кирпича (см. рис. 3).

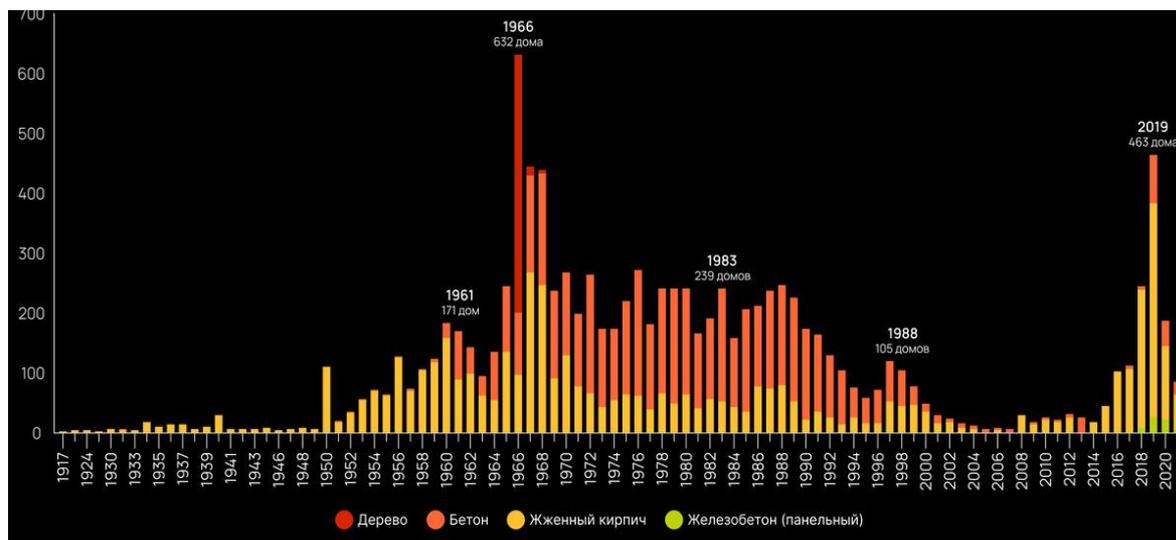
Рисунок 3. Количество построенных домов по годам



Источник: Хокимият города Ташкент

Экономическая ситуация и необходимость быстрого восстановления города после землетрясения 1966 года обусловили выбор дерева в качестве основного строительного материала для многоквартирных домов в тот период. Однако в последующие годы наблюдался переход к использованию более долговечных и современных материалов. С конца 1960-х до 2000-х в строительстве многоэтажек крупные бетонные панели использовались значительно чаще жжёного кирпича. С 2018 года начали использовать монолитные железобетонные конструкции. Это обусловлено увеличением этажности и масштабов зданий [Газета.уз, 2024б] (см. рис. 4).

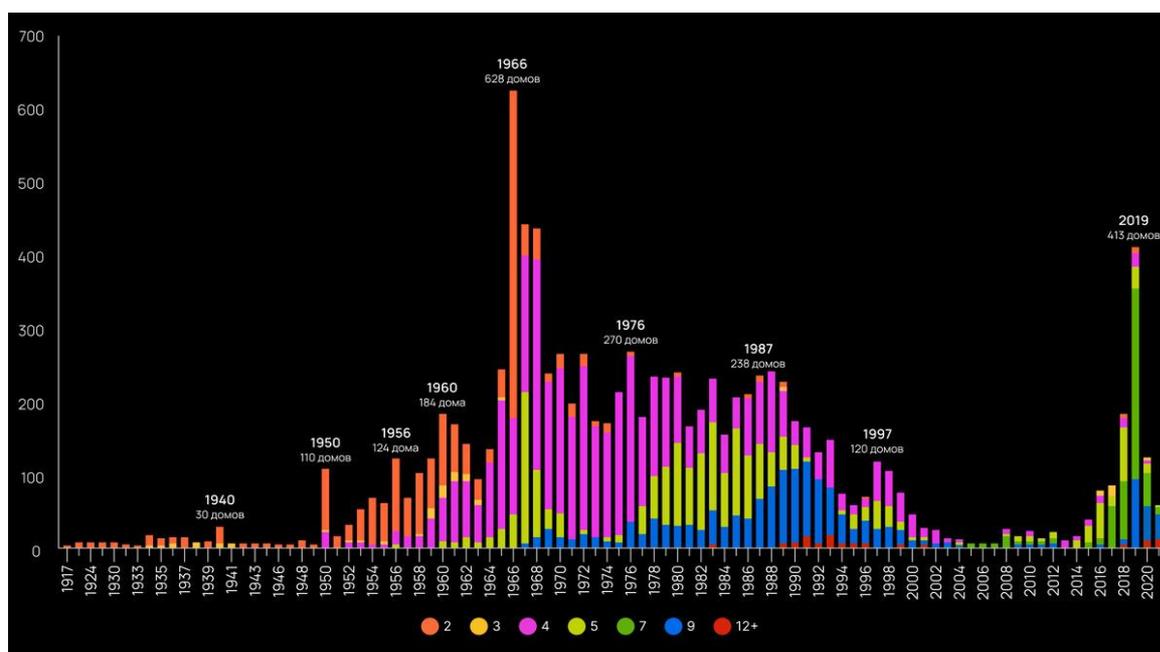
Рисунок 4. Материалы, используемые при строительстве многоэтажек



Источник: Хокимият города Ташкент

С 1950 по 1966 год подавляющее количество строящихся многоквартирных домов в Ташкенте были двухэтажными. До начала 1980-х в городе в основном воздвигались четырёхэтажные дома. С 1980-х эстафету перехватили «пятиэтажки», стали появляться первые девятиэтажные дома [Газета.уз, 2024в]. В общем количестве с 1967 по 1990 год было построено более 5 тыс. многоквартирных домов, большая часть из которых, примерно 60%, составляют 4-х этажные крупнопанельные дома (см. рис. 5).

Рисунок 5. Этажность домов по годам



Источник: Хокимият города Ташкент

Что касается количества построенных жилых домов, несмотря на ускоренные темпы, Ташкент не достиг показателей 1966 года. В 2019 году в столице было построено 463 многоквартирных дома. При этом площадь вводимого жилья выросла. Если в 1966 году было сдано 880 тысяч кв. м в 623 домах, то в 2019-м — 826 тысяч кв. м в 463 домах. В связи с чем анализируемый дом по этажности выбран 4-х этажный самый распространенный тип жилого дома в Республике (см. табл. 16).

Следовательно, для энергоаудита выбран крупнопанельный 4-х этажный 32 квартирный жилой дом в Кара Камыше 1/3 Алмазарского района г. Ташкента.

2 ИДЕНТИФИКАЦИЯ, СКАНИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГОАУДИТА БАЗОВЫХ ТИПОВ ЗДАНИЙ > ЗАДАЧА 2

2.1 Идентификация и сканирование объекта для энергоаудита

После выбора базовых зданий в различных районах, будут проведены работы по идентификации и сканированию МКД, подлежащие энергоаудиту, и по сбору данных об их состоянии и параметрах (см. табл. 6 и рис. 6,7 и 8)

Таблица 6. Климатические условия по регионам

Параметры наружного воздуха	Ташкент	Навои	Нукус
Средняя температура в ОП, °С	+2,4	+3,5	-0,6
Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С	-16	-16	-24
Продолжительность ОП, сутки	131	123	143
ГСОП, °С•сут	2306	2030	2946

Рисунок 6. Нынешнее состояние МКД расположенного в Ташкенте



Рисунок 7. Нынешнее состояние МКД расположенного в Навои



Рисунок 8. Нынешнее состояние МКД расположенного в Нукусе



Условия расчета энергии на отопление на момент строительства здания:

1. Балкон (летнее помещение) не остеклен и не входит в отапливаемый объем здания.
2. Лестничная клетка герметична закрыта и рассчитывается как необогреваемый объем в объеме отапливаемого здания.
3. Подвал, замкнутый неотапливаемый объем без вентиляционных отверстий на цоколе.
4. Сейсмический шов как герметично закрытая пространство.
5. Крыша, не вентилируемая с воздушной прослойкой.

Таблица 7. Площадь и наименование помещений жилого дома

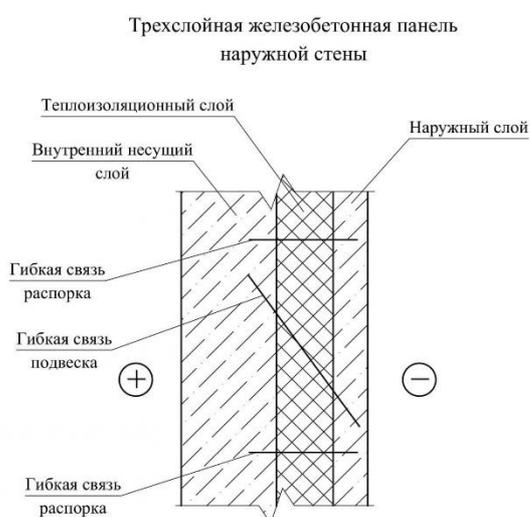
4-х комнатные квартиры			3-х комнатные квартиры		
№	Наименование помещений	Площадь, м ²	№	Наименование помещений	Площадь, м ²
1	Спальня	16,96	1	Спальня	16,96
2	Детская спальня	8,144	2	Детская спальня	8,144
3	Детская спальня	13,285	3	Гостиная	17,2
4	Гостиная	17,2	4	Кухня	5,314
5	Кухня	5,314	5	Холл	9,675
6	Холл	9,675	6	Санузел	2,796
7	Санузел	2,796	7	Балкон	8,932
8	Балкон	8,932	Итого		69,021
Итого		82,306	Лестничная клетка		13,125

2.2 Определение общего сопротивления теплопередачи ограждающих конструкции по первоначальному состоянию

Структуры ограждающих конструкций

Стены. Трехслойные крупногабаритные железобетонные панели толщиной 300 мм: 1) несущий Ж/Б слой – 160 мм, 2) теплоизоляционная плита – 80 мм, 3) легкий бетон – 60 мм (Рисунок 9).

Рисунок 9. Разрез наружной стены из панелей. (Источник: ТАСИ)



Двери изготовлены из стального листа с обеих сторон с заполнением теплоизоляции.

Окна и балконные окна изготовлены из деревянных блоков с двойным остеклением.

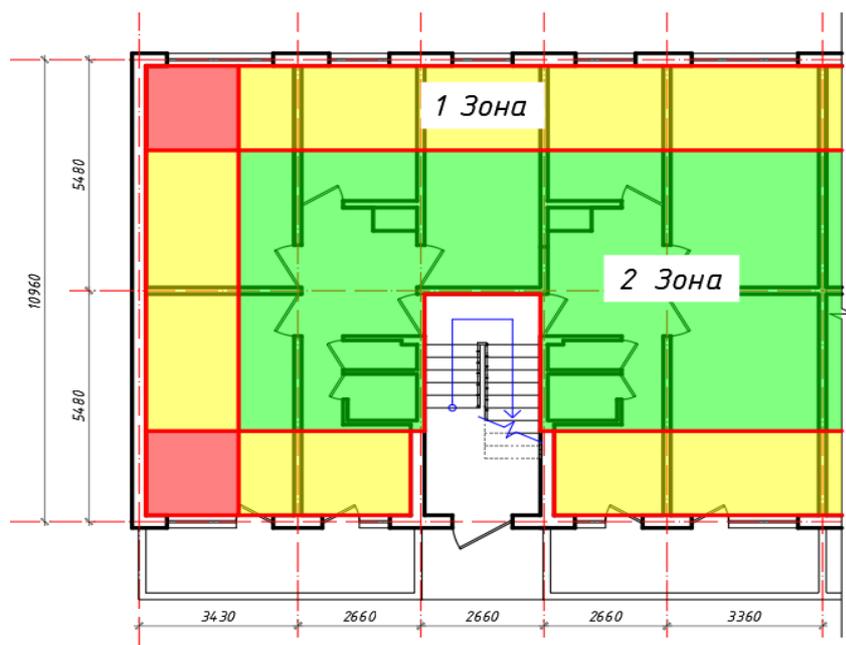
Балконные двери изготовлены из деревянных блоков с двойным остеклением и обшиты деревянными щитами в нижней части.

Чердачное перекрытие. Перекрытие выполнено из железобетонных панелей толщиной 160 мм и керамзита толщиной 100 мм. Согласно технологии строительства, на теплоизоляционном слое из керамзита должна

быть устроена стяжка с арматурной сеткой, однако она не была выполнена. Крыша здания скатная, выполнена из железобетонных панелей. Высота от слоя керамзита до нижней поверхности плиты составляет 50 см в центре. Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции от наружного воздуха, принимается равным $n = 0,8$ [Минстрой РУз, 2018, (КМК 2.01.04-18) стр. 9].

Пол выполнен из деревянных досок на лагах. Полы разделены на 2 зоны (см. рис. 10).

Рисунок 10. Разделение пола на зоны по теплотопери.



Источник: Отопление и вентиляция, Дроздов В. Ф., 1976г.

Таблица 8. Площади конструкций / габариты * МКД по регионам

Наименование конструкции	Площадь, м ²	Термическое сопротивление, (м ² *°С)/Вт	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² *°С)	Расчётная влажность внутреннего воздуха, %
Наружные стены	1184,84	1,165	0,86	
Чердачное перекрытие	671,0	0,72	1,39	
Окна и балконные окна	266,66	0,39	2,56	
Дверь	67,2	0,7	1,43	50-60
Балконные двери	107,52	0,39	2,56	
Пол: зона I	263,0	2,88	0,34	
Пол: зона II	366,0	5,94	0,17	
Габариты				
Длина/Ширина/Высота, м	59,3x10,96x12,6			

Отапливаемая площадь, м ²	2494,0
Отапливаемый объём, м ³	7482,0
°С целью упрощения сравнения и стандартизации все площади ограждающих конструкций и габариты МКД в трех городах выбираются одинаковыми	

Учитывая, что площадь жилых помещений зданий во всех регионах равным 2091,2 м², теплопотери за счет воздухообмена и удельный расход тепловой энергии за год каждым м² проектного варианта к моменту строительства здания по регионам (см. таблицу 24, 25 и 26) составляет соответственно,

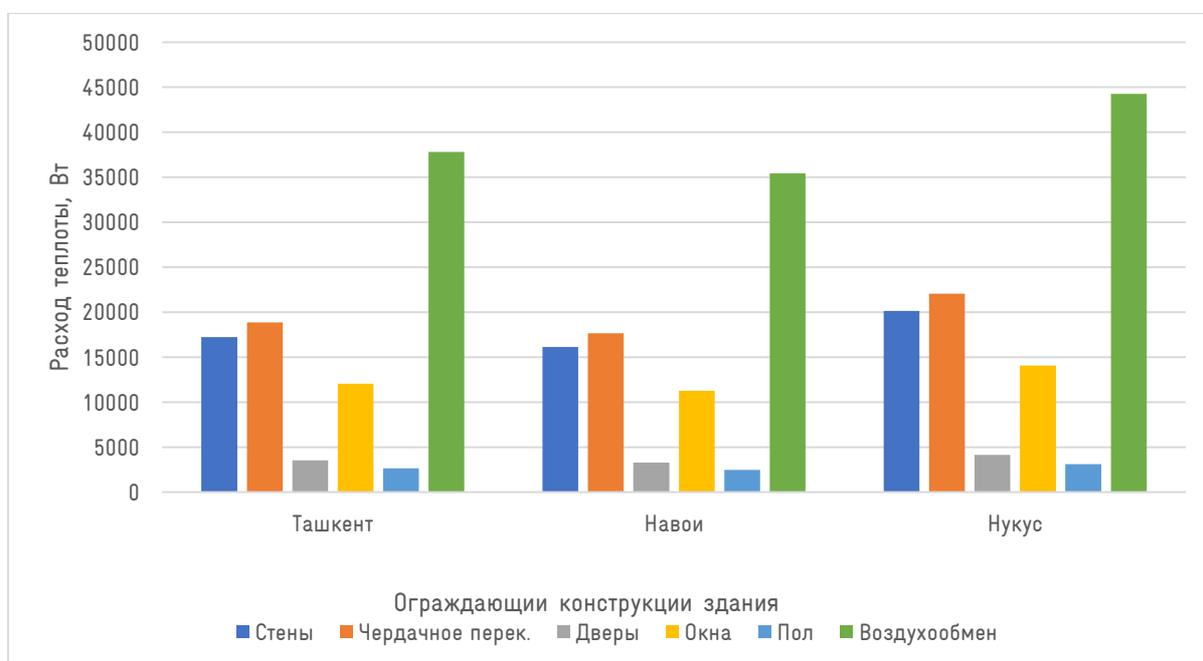
для Ташкента: $Q_i=37\ 100\ \text{Вт}$, $q_{\text{уд}}=120\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\ \text{в}\ \text{год}$;

для Навои: $Q_i=34\ 781\ \text{Вт}$, $q_{\text{уд}}=107\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\ \text{в}\ \text{год}$;

для Нукуса: $Q_i=43\ 423\ \text{Вт}$, $q_{\text{уд}}=156\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\ \text{в}\ \text{год}$;

На основе вышеизложенной информации рассчитаем количество тепловой энергии, теряемой через ограждающие конструкции жилого дома. (см. диаграмму 1).

Диаграмма 1. Количество теплопотерь через ограждающие конструкции здания на момент его строительства в различных регионах



Источник: Мансур Захидов

2.3 Выполнение энергетического аудита для 4-х этажных крупнопанельных жилых домов через несколько десятков лет эксплуатации

Что такое Энергоаудит?

Энергоаудит — это комплексная проверка энергоэффективности зданий, сооружений или предприятий. Его цель — выявление возможностей для снижения энергопотребления, повышения энергоэффективности и уменьшения эксплуатационных затрат. В процессе энергоаудита анализируются фактические состояния теплозащитной оболочки МКД, системы отопления, вентиляции, освещения, электрические и тепловые сети, а также другие инженерные коммуникации, которые влияют на общее потребление энергии.

Энергоаудит включает в себя обследование здания, оценку и анализ текущей ситуации, а также мероприятий, которые могут быть реализованы для снижения потребления энергии и улучшения микроклимата в здании. Результаты представляются в отчете по энергоаудиту, который описывает рекомендуемые мероприятия с соответствующими инвестициями, экономией и прибылью. Дополнительные сведения и результаты, полученные в ходе проведения энергоаудита, могут быть отражены в энергетическом сертификате с учетом международных и местных процедур и требований. Энергоаудит должен проводиться специально подготовленными и опытными энергоаудиторами.

Виды энергоаудита

Обязательный энергоаудит — проводится в рамках государственных программ для предприятий, учреждений и организаций с высокими объемами потребления энергии.

Добровольный энергоаудит — осуществляется по инициативе организаций или владельцев недвижимости для повышения эффективности и снижения расходов.

Экспресс-аудит — упрощенный энергоаудит, направленный на быстрый анализ и выявление самых явных источников потерь энергии



Данный отчет в основном является результатом экспресс-энергоаудита, при этом он основан на ранее проведенных многопрофильных энергоаудитах, а также на широкомасштабных национальных и международных стандартах.

Для получения полной картины распределения тепловых потоков в здании и взаимосвязи между расходом тепла и микроклиматом помещений необходимо провести прямые физические измерения. Экспресс-энергоаудит следует проводить, прежде всего, в «проблемных» зданиях, где расход тепла значительно превышает нормы аналогичных объектов и которые требуют оперативной санации.

Экспресс-энергоаудит включает три основных этапа:

- расчетное определение контрольных показателей энергопотребления по нормативным требованиям, проектным характеристикам или показателям аналогичных зданий;

- проведение комплекса экспресс-измерений и их обработка с приведением к «стандартным» климатическим условиям;
- сопоставление контрольных показателей с расчетными на основе измерений и составление рекомендаций по повышению энергоэффективности здания.

Многопрофильный Энергоаудит

При проведении энергоаудита необходимо оценить все факторы, влияющие на потребление энергии и микроклимат в помещении:

- | | |
|---|---|
| – Оболочка здания (стены, окна, крыши и полы) | + |
| – Система отопления | + |
| – Система вентиляции | + |
| • Система горячего водоснабжения | |
| • Автоматическая система управления | |
| • Освещение | |
| • Различное оборудование – кухонное, прачечное и т.д. | |
| – Система кондиционирования | + |

Кроме того, необходимо также учитывать, как осуществляется управление и эксплуатация здания и его инженерных систем (часто не по назначению).

Точность выполняемых расчетов энергоаудита

В зависимости от запросов владельца здания и требованиям по гарантиям, существуют два варианта энергоаудита:

1. Упрощенный энергоаудит – для предварительной оценки потенциала экономии энергии; менее затратный, обычно с точностью + 10 –15%.
2. Детальный энергоаудит – более дорогой, но он может включать гарантии по экономии энергии с точностью + 5 – 10%.

Условия для расчета энергии на отопление при фактическом состоянии здания

Здание претерпело следующие изменения в результате нескольких десятилетий неправильной эксплуатации со стороны его владельцев, а также из-за отсутствия последующей модернизации (см. рис. 11 и 12):

- (1) Балконы (летнее помещение) остеклены на 100%. Балконы в большей части объединены с отапливаемым объемом здания и тем самым входят в отапливаемый объем здания.
- (2) Лестничная клетка не герметична и должна учитываться как дополнительный источник теплопотерь.
- (3) В подвале имеются сквозные вентиляционные отверстия увеличивающие теплопотери через пол 1-го этажа.
- (4) Герметичность сейсмического шва нарушена, и определенная часть энергии теряется через его неплотности.

- (5) Крыша не вентилируемая, с воздушной прослойкой. Теплоизоляция в виде керамзитовых гранул со временем рассыпалась и превратилась в крупнозернистый песок. Сверху отсутствует защитная цементно-песчаная стяжка.
- (6) Неэффективный обогрев подвала с использованием горизонтальных и вертикальных отопительных труб.

Рисунок 11. Дефекты в результате неправильной эксплуатации МКД.

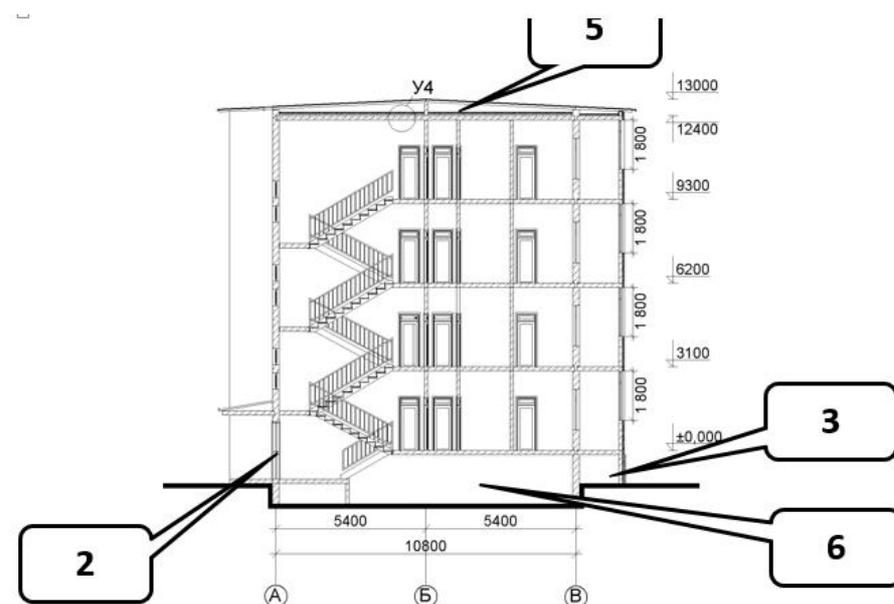
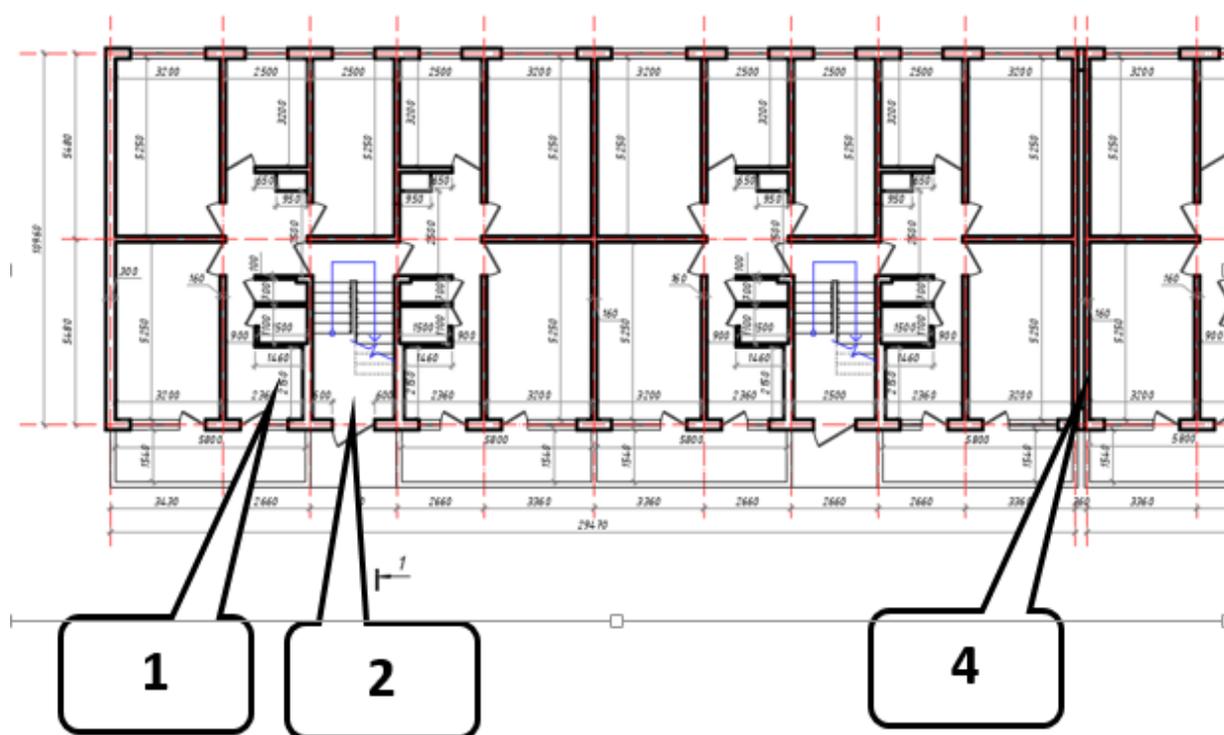


Рисунок 12. Внесенные изменения в здание жителями в процессе эксплуатации.

Источник (рис.11-12): Мансур Захидов

Причины повышения энергопотребления на отопление

В отличие от других типов зданий, многоквартирные жилые дома в процессе активной эксплуатации подвергались значительным планировочным и конструктивным изменениям со стороны жильцов, что связано с шестью вышеупомянутыми нарушениями. Например, чтобы увеличить продолжительность использования балконов в летний период и защититься от шума и пыли, жильцы самостоятельно начали остеклять балконы рамами с одинарным стеклом. Это также улучшило энергетическое состояние здания. Таким образом, появился новый герметично закрытый остекленный объем перед фасадом здания, что способствовало снижению теплопотерь через этот фасад.

За несколько десятков лет эксплуатации в доме произошли следующие изменения (см. рисунки 7, 8 и 10):

- (1) Двери и окна между кухней и балконом практически во всех квартирах выбиты и открыты.
- (2) В отопительный сезон входная (подъездная) дверь практически всегда открыта.
- (3) Уровень герметизации антисейсмических швов снизился до 75%/50%.

Благодаря вышеупомянутым изменениям общие потери тепловой энергии в здании, согласно результатам энергоаудита предыдущих проектов (ESIB, NAMA, ENSI), проведенного в многоквартирных домах с аналогичными параметрами (размерами, площадями, объемами и т.д.), увеличились в два раза по сравнению с исходным состоянием здания [М.М. Захидов, 2012], в том числе за счет:

- 1) стены лестничных клеток за счёт открытой подъездной двери – 40%;
- 2) балкон за счёт открытого проёма между кухней и балконом – 20%;
- 3) антисейсмические швы за счёт дефектов в герметизации – 5%.

Рисунок 13. Открытый проём между балконом и кухней.



Рисунок 14. Открытая дверь как в отопительный период, так и в сезон охлаждения и кондиционирования.



Рисунок 15. Состояние антисейсмических швов.



Рисунок 16. Сквозные вентиляционные отверстия в стене подвала.



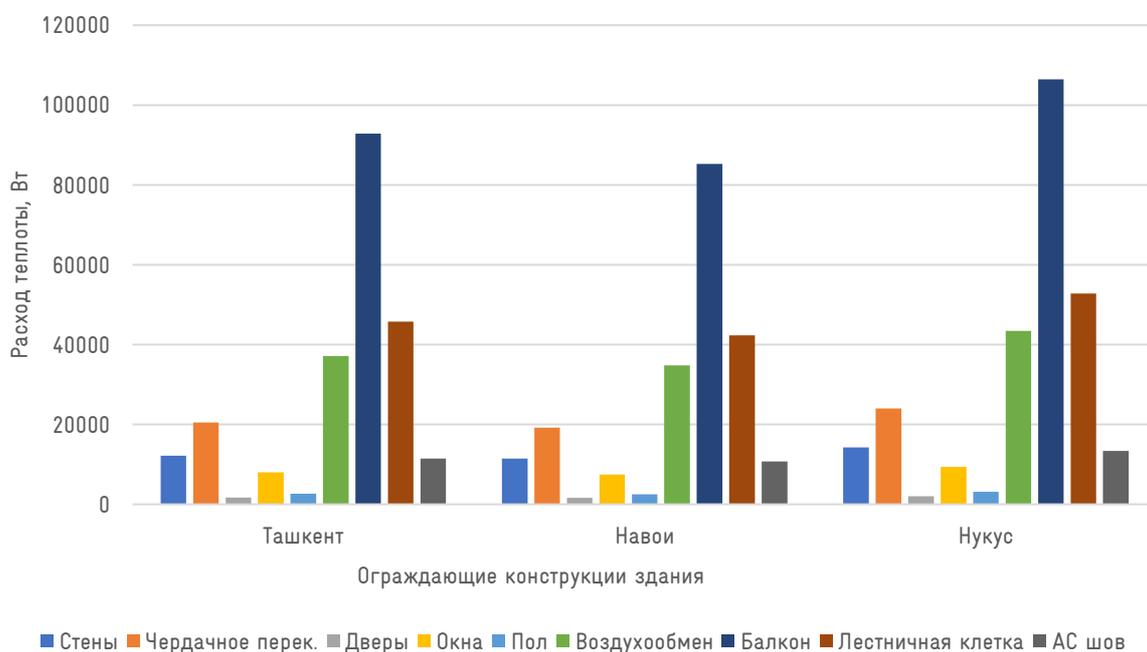
Общее сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

Таблица 9. Данные по площади и термическому сопротивлению ограждающих конструкций МКД через десятки лет эксплуатации

Наименование ограждений	Площадь, м ²				n	Сопротивление теплопередаче R ₀ , м ² *°С/Вт
	Север	Восток	Юг	Запад (балкон)		
Стены наружные	135,12	536,0	135,12		1	1,165
Чердачное покрытие	760				0,8	0,72
Окна		176,8		-	1	0,39
Дверь	67,2			-	1	0,7
Пол: 1-ая зона	263				1	2,94
Пол: 2-ая зона	366				1	5,88

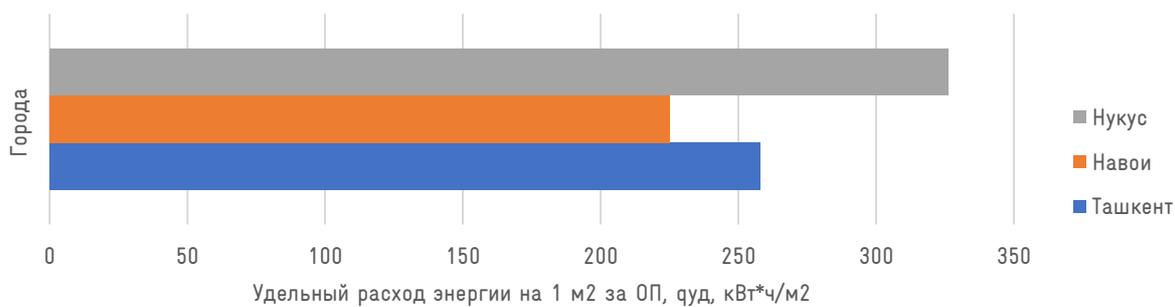
На основе вышесказанной информации можно рассчитать количество тепловой энергии, теряемой через ограждающие конструкции здания, а также удельный расход тепловой энергии в год на каждый м² МКД в нынешнем состоянии по регионам (для полной информации см. Приложение А), приведенные в диаграммах 2 и 3 соответственно.

Диаграмма 2. Количество теплотерь через ограждающие конструкции здания по регионам в нынешнем состоянии



Источник: Мансур Захидов

Диаграмма 3. Удельный расход тепловой энергии в нынешнем состоянии МКД в разрезе регионов



Источник: Мансур Захидов

2.4 Выводы по второй главе

Согласно КМК 2.01.18-2018 нормативные удельные расходы тепла на отопление и естественную вентиляцию жилого дома следует применять по **таблице 10**, исходя из градусно-суточных значений отопительного сезона в районе строительства при расчетной температуре по параметрам «Б» наружного воздуха.



Однако, учитывая значительные различия в климатических условиях и расположении городов Ташкент, Навои и Нукус, для обеспечения точности расчетов и соответствия климатическим параметрам каждого региона необходимо определить отдельные нормативные требования по расходу тепла для МКД, расположенных в этих регионах, в соответствии с международными стандартами.

Таблица 10. Нормативные удельные расходы теплоты на отопление и вентиляцию

Типы жилых и сельских жилых домов	Нормативный удельный расход тепла на отопление и естественную вентиляцию, Вт/м ² , на 1 м ² общей площади, при следующем значении градусо-суток отопительного периода, D _в , °С·сут.		
	до 2000	от 2000 до 3000	свыше 3000
Жилые дома до 4-х этажей			
1 – этажные;	94	100	102
2 – этажные;	74	79	82
3 – этажные;	57	62	64
4 – этажные.	51	57	58
5 – этажные жилые дома	52	62	61
9 – этажные жилые дома	48	57	59
Сельские жилые дома			
Одноквартирные:			
1 – этажные;	92	99	101
2 – этажные;	74	80	83
Блокированные:			
1 – этажные;	83	91	93
2 – этажные.	65	71	74

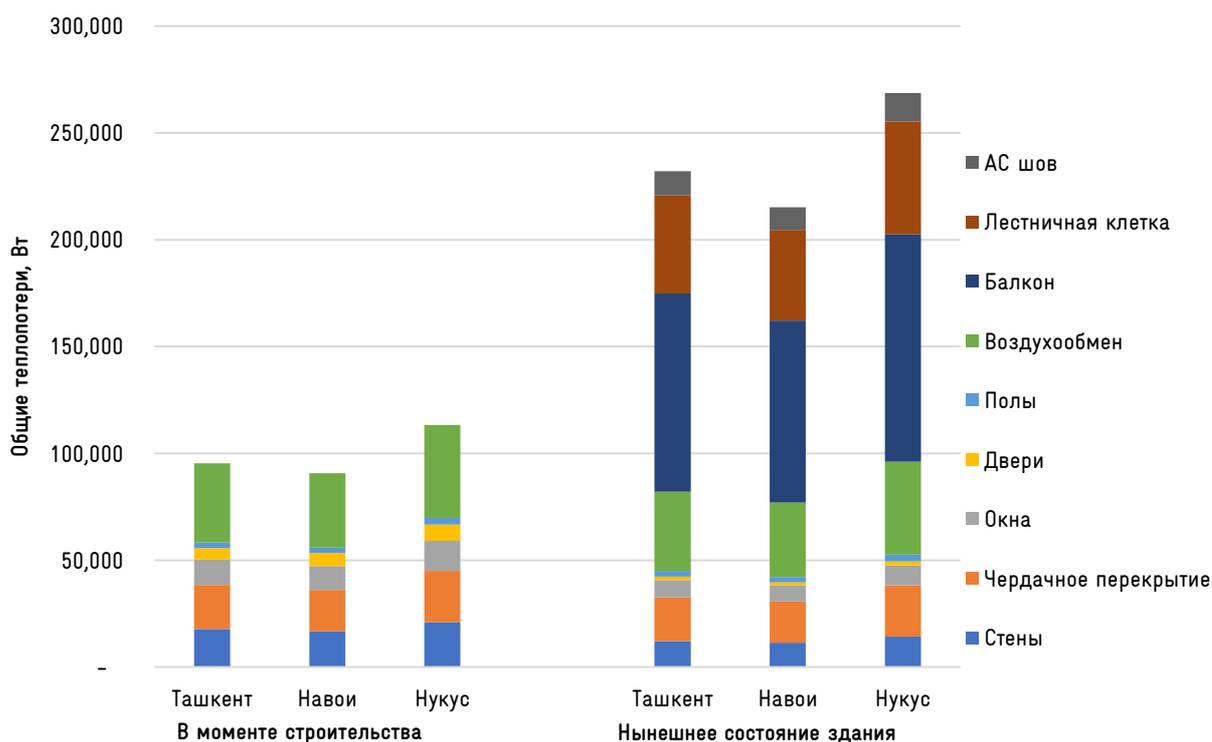
Для того чтобы преобразовать этот показатель в годовое удельное теплоспотребление, необходимо вычислить количество тепла, необходимое для повышения температуры воздуха на поверхности 1 м² здания на 1°С при температуре воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 [Минстрой РУз, 2012]. Из-за различий в значениях ГСОП в жилых зданиях всех трёх регионов нам придётся оценивать удельное потребление тепловой энергии в соответствии с международными стандартами, даже если местный нормативный стандарт предусматривает единую норму для всех трёх регионов, поскольку их ГСОП варьируется от 2000 до 3000 (см. таблицу 11).

Таблица 11. Нормативные удельные расходы тепла на отопление и естественную вентиляцию по международным стандартам

Наименование городов	Норма удельных теплопотерь на 1 м ² зданий за отопительный период, в соответствии с международными стандартами, кВт·ч/м ²
Ташкент	88
Навои	77
Нукус	92

Исходя из вышеупомянутого, можно сказать, что после нескольких десятилетий неправильной эксплуатации МКД общие потери тепла в 3 раза превышают действующую норму (в Нукусе — в 3,5 раза).

Диаграмма 4. Динамика изменения теплопотребления МКД за десятки лет эксплуатации по сравнению с исходным состоянием.



Источник: Мансур Захидов

3 СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНЕРГОАУДИТА БАЗОВЫХ ЗДАНИЙ С АНАЛОГИЧНЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СО СХОЖИМИ ПАРАМЕТРАМИ РАЗМЕРОВ ЗДАНИЙ > ЗАДАЧА 3

3.1 Проведённые энергоаудиты в многоквартирных домах (ESIB, NAMA, ENSI, Всемирный Банк)

Для снижения энергопотребления можно уменьшить удельную отопительную характеристику здания. В первую очередь это достигается через улучшение архитектурных решений, выбор эффективной теплозащиты для нужных участков ограждающих конструкций и использование пассивного солнечного обогрева. Учет возможности пассивного солнечного обогрева предусмотрен даже в таких северных странах, как Норвегия.

Величина расхода энергии на отопление напрямую зависит от строительного (отапливаемого) объема здания. Отопление остекленных балконов, подвальных помещений, а также негерметично закрытых лестничных клеток, если это не предусмотрено проектом, является недопустимым, особенно в условиях нынешней термомодернизации здания.

Тепловая энергия, затрачиваемая на обогрев наружного воздуха при обеспечении необходимого воздухообмена в течение отопительного периода, является значительной и зависит от кратности воздухообмена. В Узбекистане нормативом предусмотрен 1 кратный воздухообмен. В западных странах кратность воздухообмена обычно ниже, в большинстве случаев — 0,5 кратный воздухообмен. Следует отметить, что в Норвегии был проведен эксперимент, в ходе которого кратность воздухообмена была снижена до 0,27, но сотрудники, находящиеся в этом здании, не почувствовали ухудшения качества воздуха.

В предыдущих проектах (ESIB, NAMA, ENSI и др.) энергоаудит многоквартирных жилых домов проводился по нашим нормативам для однократного воздухообмена и 0,5 кратного воздухообмена, что соответствует усредненным значениям европейских норм, установленных в последние годы.

Комментарий: при проектировании квартир холодный воздух из-за разности давления поступает через щели оконных рам и дверей, а «отработанный» воздух удаляется естественной вентиляцией через вытяжные каналы, предусмотренные на кухне и в санитарных узлах.

Важно: в зимний период необходимо опытным путем определить реальную кратность воздухообмена и внести коррективы в результаты расчета энергоаудита.

Первый международный проект по энергомодернизации многоквартирных домов «Проект энергетической реконструкции крупнопанельного 4-х этажного жилого дома № 10 на Массиве Куйлюк 10 г. Ташкента» в рамках программы «Инициатива по энергосбережению в строительном секторе Восточной Европы и Центральной Азии» был реализован в 2012 году. Инициатором выполнения данного проекта и международным экспертом выступил Марк Белланжер (Франция).

«ENSI» - «Energy Saving International» - норвежская консалтинговая компания, основанная в 1992 году, с обширным практическим опытом реализации различных программ по развитию кадрового потенциала в сфере энергетической эффективности почти в 30 странах, большинство из которых расположены в Центральной и Восточной Европе, а также СНГ.

Представленная в документе методология для энергетических расчетов базируется на стандартах EN - в основном на ISO 13790:2008, EN 15 316-х-х и других вспомогательных стандартах и документах.

Эта методология составлена согласно методу квазистационарного состояния (описанному в стандарте EN ISO 13790), который рассчитывает тепловой баланс с расчетным шагом в один месяц, что позволяет учесть динамический эффект с помощью коэффициента утилизации, который определен эмпирическим путём.

Энергоаудитор должен тогда рассмотреть применение новых энергоэффективных окон, а не просто замену существующих окон окнами того же типа. Возросшие инвестиции в сравнении с возросшей экономией (более низкий коэффициент теплопередачи U окна) могут во многих случаях быть оправданы с точки зрения рентабельности. В то же время, если фасад здания поврежден и требует ремонта, то совмещение ремонта фасада с его дополнительной наружной теплоизоляцией может быть прибыльно.

4 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ БАЗОВОГО ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДЯЩИХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ИЗ ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ > ЗАДАЧА 4

На сегодняшний день сектор отопления в регионе Европы и Центральной Азии (ЕЦА), в том числе Узбекистан, относится к числу наиболее энерго- и углеродоемких отраслей этого региона: на его долю приходится примерно 24 процента общерегионального энергопотребления. В настоящее время сектор отопления стран ЕЦА находится в тяжелом положении. Высокий уровень энерго- и углеродоемкости обусловлен холодным климатом зимой, зависимостью отопительных систем от ископаемых видов топлива, хронически низким качеством технического обслуживания, содержания и ремонта, а также тем, что жилищный фонд очень старый (большинство зданий было построено более 40 лет назад – фонд зданий характеризуется низкой энергоэффективностью и низким качеством содержания) и имеет низкую энергоэффективность. В результате текущий годовой объем энергопотребления на отопление составляет, согласно оценкам, около 24 процентов общего объема энергопотребления. Около 72 процентов этого объема потребляет жилищный сектор, а оставшиеся 28 процентов приходятся на отопление коммерческих объектов и общественных зданий. В пересчете на отапливаемую площадь зданий средний удельный расход энергии на отопление помещений в жилых домах составляет, согласно расчетам, около 160 кВт·ч/м², что значительно больше, чем в Канаде (114 кВт·ч/м²), 27 странах ЕС (110 кВт·ч/м²), США (70 кВт·ч/м²) или Японии (33 кВт·ч/м²).

В подавляющем большинстве случаев эта потребность в энергоресурсах удовлетворяется за счет использования ископаемых видов топлива — природного газа и угля. Сектор отопления является источником значительного количества выбросов как на местном, так и на глобальном уровне, а старение и низкая энергетическая эффективность жилищного фонда еще больше осложняют эту ситуацию. Загрязнение воздуха, особенно в городах, представляет собой серьезную угрозу для населения региона: оно ежегодно уносит жизни 302 000 человек и влечет за собой социальные издержки в размере 7 процентов ВВП. Согласно оценкам, валовые годовые выбросы CO₂, вызванные потреблением энергоресурсов для отопления зданий на территории ЕЦА, достигают примерно 22 процентов от общего объема выбросов в этом регионе, что составляет 678 млн т CO₂, причем 75 процентов от этого количества приходится на жилищный сектор [The World Bank и ESMAP, 2023].

В глобальном масштабе строительный сектор — это отрасль, на долю которой приходится около 40% выбросов парниковых газов.

В Узбекистане, согласно отчету Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, эти показатели составляют 22,3% в сфере промышленности и строительства, а 21% выбросов парниковых газов приходится на жилой сектор [ПРООН в Узбекистане, 2023].

Итого, обследованных жилых зданий в регионах соответствует классу энергоэффективности «очень низкий». В среднем уровень потребления тепловой энергии на обогрев зданий по обследованным домам в трех регионах составляет 278 кВт·ч/м² в год, что почти в 2,5 раза выше показателей 27 стран ЕС. Потребление тепловой энергии превышает местные нормы в 3-3,5 раза. Значительные потери тепла происходят через балкон из-за открытого проема, неутепленные стены лестничных клеток (незакрывающиеся подъезды) и антисейсмических швов, неутепленные чердачные перекрытия и т.д.

Исходя из опыта реализации различных проектов по энергоэффективности МКД в период 2011-2012 гг. в Ташкенте и в последующие годы в Узбекистане можно выделить несколько мероприятий для проведения термомодернизации МКД, а именно 3 пакета мероприятий:

- **«базовый пакет»**, который включает в себя работы по восстановлению первоначальной герметичности жилого дома на момент ввода в эксплуатацию, в частности, заполнение проемов между балконом и гостиной/кухней с установкой новых оконных и дверных блоков, замену старых металлических подъездных дверей на новые герметичные samozакрывающиеся и обеспечение полной герметизации сейсмических швов. Применение этой меры является практичным и эффективным.
- **«стандартный пакет»**, включающий мероприятия «базового пакета» (в этом случае балконное помещение остается отапливаемым, то есть проём не закрывается. Однако балкон утепляется снаружи или, если возможно, изнутри теплоизоляционными материалами), а также мероприятия по утеплению [Расчеты показали, что применение теплоизоляционного материала толщиной 100 мм для МКД в Ташкенте и Навои, а также 150 мм для МКД в Нукусе является наиболее эффективной мерой как с точки зрения экономии, так и энергоэффективности] кровли, наружных стен и стен балконов, замене старых окон, установке форточек в подвальных проемах.
- **«полный пакет»** включает в себя мероприятия «стандартного пакета», а также мероприятия по монтажу системы приточно-вытяжной установки (ПВУ) с рекуперацией тепла.

Комментарии: После проведения многопрофильного энергоаудита будет предусмотрено выполнение полной энергетической санации этих МКД за счет внедрения возобновляемых источников энергии (PV панели, коллекторы, тепловые насосы и т.д.), автоматизации электрических приборов и оборудования, установки АТП/ИТП, модернизации распределительных трубопроводов систем отопления, ГВС/ХВС и т.д.

Главным итогом термомодернизации жилых зданий становится сокращение потребления тепловой энергии на нужды отопления и горячего водоснабжения. По опыту реализации пилотных проектов в Узбекистане экономия энергии составляла в среднем от 20% до 40%, в зависимости от типа здания и реализованных мер по повышению энергоэффективности. Например, в рамках проекта ПРООН «Повышение энергоэффективности общественных зданий» экономия достигала около 30% в большинстве случаев, особенно в зданиях, где проводились такие меры, как утепление фасадов, замена окон на энергосберегающие, модернизация систем отопления и установка энергоэффективных источников освещения [AI, 2024].

5 АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ > ЗАДАЧА 5

Действующие 3 строительные нормы и правила признаны как эффективные механизмы регулирования энергопотребления зданий. Однако принятые в КМК 2.01.04-2018 условия повышения энергоэффективности зданий на основе поэлементного повышения тепловой защиты ограждающих конструкций 1, 2 и 3-уровни тепловой защиты не всегда обеспечивает заданной экономии энергии с применением минимальных затрат средств.

Как предусмотрено для строительства домов за счет бюджетных средств, предлагается наиболее «щадящий» 2-уровень тепловой защиты. А для зданий, строящихся за счет внебюджетных средств, предусмотрен повышенный 3-уровень тепловой защиты. Например, для 2-го уровня ТЗ общее сопротивление теплопередаче стены установлено $2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, а для 3-го уровня - $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Разница в значении 10%, однако, как можно выяснить в дальнейших экономических расчетах, применение 3-го уровня ТЗ экономически выгоднее, чем 2-уровень ТЗ. В действительности так не должно быть. Бюджетное строительство не может и не должно быть малоэффективным по сравнению со строительством за счет внебюджетных средств (здесь может иметь место многовариантное проектирование с выбором оптимального проекта).

6 ОЦЕНКА СТОИМОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ (технико-экономическое обоснование) > ЗАДАЧА 6

Республика Узбекистан реализует комплексные меры по углублению структурных реформ, модернизации и диверсификации основных секторов экономики, а также по сбалансированному социально-экономическому развитию своих территорий. По оценкам экспертов Центра эффективного использования энергии, энергоёмкость национальной экономики в 2–2,5 раза выше, чем в развитых странах. Большие потери энергоресурсов приходится на жилищный сектор. В данных, приведённых информационной службой Министерства энергетики, отмечается, что при среднемировом показателе потребления энергии в жилищном секторе в 23 процента, в Узбекистане этот показатель достигает 40 процентов. Каждое домохозяйство в Узбекистане (в среднем 7 миллионов домохозяйств, подключённых к электричеству) имеет возможность экономить до 400 кВт·ч электроэнергии в год. В среднем по стране это 2,8 млрд кВт·ч. Если не работать постоянно над увеличением энергоэффективности в экономике, в сфере социальных объектов и домашних хозяйств, значительный объём энергоресурсов будет продолжать расходоваться впустую [Диалшод Азизов и Низомиддин Рахманов, 2022].

В регионе Центральной Азии Республика Узбекистан является второй после Казахстана страной по объёму общих выбросов парниковых газов, которые составляют 187,5 млн CO₂-экв. В частности, на энергетический сектор приходится 76–80% страновых выбросов парниковых газов, в том числе 50% от сжигания ископаемого топлива и 26–30% от утечек метана в угольной и нефтегазовой отрасли [Интернет-портал СНГ, 2024а].

Учитывая, что в 2021 году Узбекистан повысил свои обязательства в ОНУВ и намерен снизить удельные выбросы парниковых газов на единицу ВВП на 35% к 2030 году от уровня 2010 года вместо 10%, предусмотренных в ОНУВ1, страна остается одной из самых энерго- и ресурсоемких в мире. При использовании существующей ресурсоемкой экономической модели ожидаемый быстрый рост населения и экономики приведет к значительному увеличению выбросов, создавая чрезмерную нагрузку на ключевые ресурсы и экосистемы [Интернет-портал СНГ, 2024б].

Применение энергосберегающих технологий и его экономическая эффективность оценивается отношением затрат средств на реализацию данного мероприятия к стоимости сэкономленной энергии в течение года. Экономическая эффективность решения определяется сроком окупаемости затраченных средств за счет сэкономленной энергии в денежном выражении.

Известно, что в различных климатических зонах Республики Узбекистан (в связи с различиями в значениях ГСОП) потребности в тепловой энергии для отопления типовых зданий, а также требования к теплоизоляции, такие как толщина изоляционного материала, будут различаться. Соответственно, результаты термомодернизации и затраты на её проведение могут отличаться в зависимости от региона.

На основании анализа расчётов по проектам термомодернизации многоквартирных домов с учётом внешних параметров воздуха, таких как градусо-сутки отопительного периода и среднесуточная температура воздуха в отопительный период, в соответствии с ШНК 2.01.01-22, рекомендуется использовать корректирующие коэффициенты для оптимизации толщины изоляционного материала наружных стен (см. табл. 14). Это позволит снизить стоимость материалов в южных регионах страны на 30% по сравнению с северными регионами.

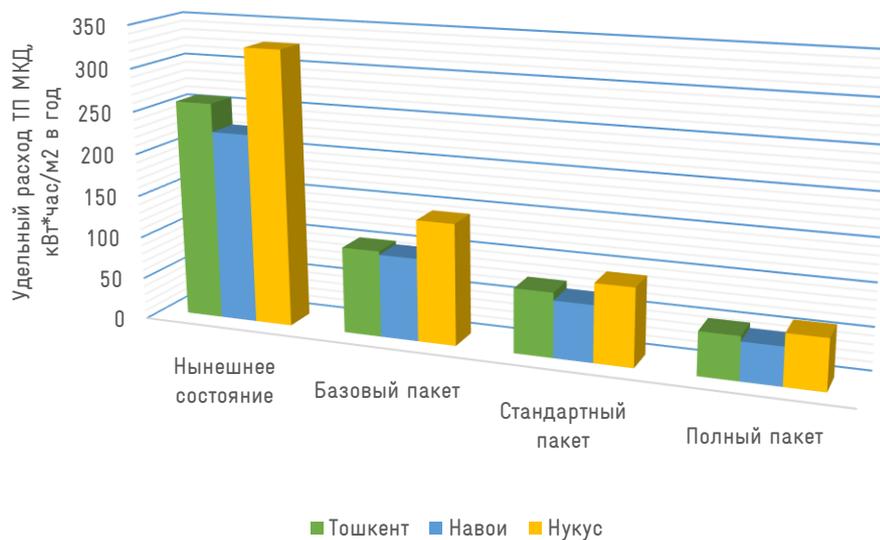
Следует также отметить, что в городах с быстрорастущей среднемесячной заработной платой, таких как Навои и Ташкент, стоимость рабочей силы в строительстве является самой высокой, в то время как в городе Нукус, согласно данным Государственного комитета по статистике РУз ([см. табл. 13](#)), заработная плата строителей примерно на 60–90% ниже, а в других городах районного уровня (например, Андижан, Гулистан и Фергана) затраты на рабочую силу ещё ниже [Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан, 2024].

Следовательно, стоимость ремонтно-строительных работ при термомодернизации зависит от рыночных условий, которые варьируются в зависимости от региона. Помимо затрат на оплату труда строителей, на изменение стоимости строительства по регионам влияют и другие факторы. Эти факторы особенно сказываются на затратах на приобретение материалов и оборудования, а также на прочих расходах подрядчиков ([см. табл. 15](#)).

Каждый проект имел свои особенности, и экономия энергии варьируется в зависимости от состояния объектов до модернизации и набора внедренных мероприятий. «Базовый пакет» мероприятий позволяет достичь 60–65 % экономии, «Стандартный пакет» и «Полный пакет» - по текущим расчетным данным - до 70 % и 80 % соответственно по сравнению с нынешним состоянием.

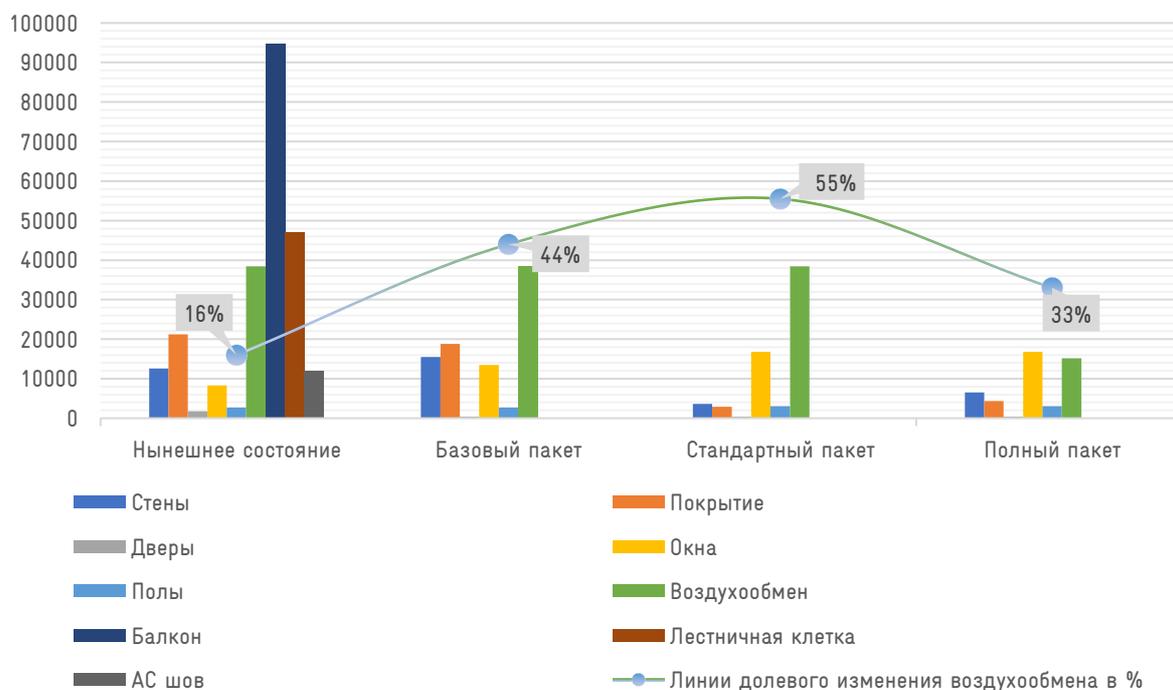
Основываясь на диаграмме динамики изменения удельного расхода теплотребления МКД, можно сказать, что количество тепла, теряемого через ограждающие конструкции здания, сократилось до 45 % от общих потерь в процессе применения различных пакетов мероприятий, которые включают в себя мероприятия по обеспечению герметичности и полной изоляции здания, а потери тепла на обогрев обменного воздуха увеличились до 55 %. Однако, принимая во внимание современные технологии, для многоэтажных жилых домов эти показатели должны составлять 15-35 % от общего теплотребления. Это позволяет сделать вывод, что применение «Полного пакета», предусматривающего установку рекуператоров с теплообменниками, привело бы к значительным результатам (см. диаграммы 5 и 6).

Диаграмма 5. Динамика изменения удельного теплотребления МКД при применении разных пакетов



Источник: Мансур Захидов

Диаграмма 6. Динамика изменения тепловых потерь МКД в разрезе ограждающих конструкций и воздухообмена при применении разных пакетов



Источник: Мансур Захидов

Как видно из приведённой выше таблицы, независимо от региона Узбекистана, в котором расположены МКД, можно добиться почти одинаково положительных результатов, применяя оптимальные меры, направленные на ликвидацию приоритетных проблем в процессе термомодернизации с учётом региональных климатических параметров.

Преимущество комплекса мероприятий «Полный пакет» заключается в том, что он предусматривает не только восстановление герметичности здания до исходного состояния и сплошное утепление ограждающих конструкций теплоизоляционными материалами, но и внедрение системы ПВУ, которая значительно снижает энергозатраты за счёт рекуперации тепла, хотя не является возобновляемым источником энергии. После применения мер, предусмотренных в «Стандартном пакете», основная часть тепловых потерь будет связана с нагреванием приточного воздуха за счёт воздухообмена в ОП. Несмотря на то, что такие проекты до сих пор не реализовывались в Узбекистане, зарубежный опыт и расчетные показатели свидетельствуют о том, что эти меры будут оправданы и здесь. Кроме того, эта система в регионах Узбекистана, где летом очень жарко, а зимой крайне холодно, обеспечивает энергоэффективность за счёт рекуперации тепла, одновременно устраняя накопление углекислого газа и избыточной влажности в помещении, создавая комфортные условия внутри. Для достижения высокой эффективности рекуператор подбирается в соответствии с объемом и площадью помещений МКД (см. табл. 12).

И наконец, для определения энергоэффективности всех вышеупомянутых пакетов мероприятий каждый из них оценивается по нескольким критериям. Один из этих критериев заключается в том, насколько повысилась энергосберегающая способность жилого здания по сравнению с его предыдущим состоянием после применения конкретного мероприятия, а также в том, на сколько сократились выбросы углекислого газа (CO_2) в атмосферу в результате термомодернизации. Это объясняется тем, что сектор энергоснабжения (электричество, тепло и другие виды энергии) является крупнейшим источником глобальных выбросов парниковых газов (на его долю приходится около 35 % общего объема выбросов). Домохозяйства потребляют 29 % мировой энергии и являются источником 21 % соответствующих выбросов УГ (CO_2). Большая часть энергии в домохозяйствах используется для отопления и охлаждения [ООН: Цифры и факты]. Спрос на энергию для отопления является наиболее быстрорастущим видом конечного потребления энергии в зданиях.

Поскольку природный газ является основным топливом на большинстве теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), теплоцентралей (ТЦ) и котельных в Узбекистане, для расчёта ожидаемого сокращения выбросов углекислого газа используются коэффициенты перевода расхода природного газа в тонны условного топлива (т. у. т.) [ПРООН в Узбекистане, 2022]. Учитывая, что тепловая энергия, вырабатываемая при сжигании 1 м^3 газа, равна $9,45 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ [HPBS, 2021], за каждый отопительный период в одном МКД мы сможем сократить выбросы углекислого газа в атмосферу в среднем на 114 тонн в Ташкенте, 99 тонн в Навои и 146 тонн в Нукусе за счёт экономии энергии, достигнутой благодаря реализации «Полного пакета» (см. таблицы 18-20).

Исходя из общего опыта, можно также добавить, что 45 % окон в домах были заменены владельцами квартир на новые, хотя их энергосберегающие свойства остаются низкими, и около 55 % окон (старые существующие окна) будут заменены на новые энергоэффективные окна в рамках термомодернизации. Поэтому в нашей ситуации основная ограждающая конструкция, через которую теряется больше всего тепловой энергии, — это окна. Если дополнительно установить второй оконный блок с наружной стороны квартиры или заменить существующие окна на

энергоэффективные, результаты могут значительно улучшиться.

Учитывая все вышесказанное, в таблице 16 приведена ведомость отдельных мероприятий и их сметной стоимости реализации, в том числе зарплата рабочих-строителей и затраты на приобретаемые материалы для целей проведения термомодернизации в соответствии со строительными нормами и правилами [Госархитектстрой РУз, 2009], утвержденными Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан.

В таблицах 19, 20 и 21 представлена стоимость ремонтно-строительных работ (состав пакетов описан выше) и ожидаемые эффекты в виде тепловой энергии, сэкономленной за счёт проведения термомодернизации по МКД в разных городах Узбекистана. Все вышеприведённые данные использованы для составления финансовой модели.

Таблица 12. Подбор рекуператоров для квартир МКД по количеству комнат

Основные характеристики рекуператора*	Количество комнат в квартирах	
	4- комнатные квартиры	3- комнатные квартиры
Фактическая площадь помещений МКД, м ²	82,3	69,0
Рекомендованная площадь помещения для установки ПВУ, м ²	до 100	до 60
Объемы воздухообмена при рекуперации, м ³ /ч (приток и вытяжка работают одновременно):	до 230 (опт. 200)	до 130 (опт. 100)
Использование электроэнергии, Вт·час:		
Рекуператор:	12-54	7-32
«мини-догрев»:	55	55
Эффективность (КПД), %	до 81 (опт. 75)	до 92 (опт. 85)
Среднее время работы рекуператора в отопительном периоде, час/день	12	12
Среднее время работы «мини-догрева» в отопительном периоде, час	240	240
Общая сэкономленная энергия системой ПВУ за отопительный сезон, кВт·час, для:		
Ташкент	60 204	30 102
Навои	52 994	26 497
Нукус	76 921	38 460
Чистая экономия энергии за вычетом электроэнергии, потребляемой системой в ОП с учётом КПД, кВт·час для:		
Ташкент	45 078	25 502
Навои	39 675	22 443
Нукус	57 610	32 600

*https://progreem.by/upload/iblock/25c/DTR_PRANA_150_200_RU.pdf

Таблица 13. Среднечасовая заработная плата (в сумах) рабочих-строителей по регионам РУз.

Наименование региона	Расчётная среднечасовая заработная плата рабочих-строителей по регионам, рассчитанная за данный период по данным среднемесячной заработной платы Государственного Комитета по статистике Республики Узбекистан	
	01.07.2023 по 01.06.2024	
Республика Узбекистан	32 169,75	
Республика Каракалпакстан	22 140,03	
Андижанская область	23 329,61	
Бухарская область	27 010,03	
Джизакская область	24 525,02	
Кашкадарьинская область	26 746,61	
Навоийская область	41 590,27	
Наманганская область	25 106,45	
Самаркандская область	23 593,15	
Сурхандарьинская область	22 561,07	
Сырдарьинская область	20 459,40	
Ташкентская область	44 978,04	
Ферганская область	20 727,68	
Хорезмская область	26 859,11	
г. Ташкент	37 564,93	
Расчётный среднемесячный фонд рабочего времени в часах за данный период по данным Министерства занятости и трудовых отношений Республики Узбекистан		164,83
<p>Примечание: Расчётная среднечасовая заработная плата рабочих-строителей по регионам без отчислений на социальный налог за данный период по данным среднемесячной заработной платы Государственного Комитета по статистике Республики Узбекистан</p>		

Таблица 14. Таблица коэффициентов по определению толщины теплоизоляционного материала и мощности ПВУ для крупнопанельных МКД* в разных регионах Республики Узбекистан

№	Наименование Городов / Регионов	Разность наружных и внутренних температур в ОП, °С	Градусо-сутки ОП, ГСОП	Среднее значение сопротивления теплопередаче, R ₀ (м ² ·°С)/Вт	Коэффициенты			Удельный расход тепловой энергии в год МКД (в 1 кр. ВО / в 0,5 кр. ВО), кВт·час/м ²
					Сравнительный по ГСОП коэффициент	Поправочный коэффициент	Общее значение (Коэффициент к мощности ПВУ и толщине теплоизоляции)	
1	Ташкент	17,6	2306	3,33**	1	1	1	51 / 43**
2	Нукус	20,6	2946	4,18	1,28	1,18	1,5	51 / 45
3	Урганч	19,2	2842	3,97	1,28	1,12	1,4	51 / 45
4	Чорвок	18,3	2635	3,71	1,14	1,07	1,2	51 / 44
5	Андижон	18,4	2392	3,48	1,04	1,05	1,1	51 / 43
6	Фаргона	18,1	2389	3,46	1,04	1,04	1,1	51 / 43
7	Наманган	18,5	2368	3,47	1,03	1,05	1,1	51 / 43
8	Гулистон	18,2	2366	3,45	1,03	1,04	1,1	51 / 43
9	Самарканд	16,7	2221	3,18	0,96	0,94	0,9	51 / 43
10	Жиззах	17,3	2180	3,16	0,95	0,95	0,9	51 / 43
11	Бухоро	16,9	2129	3,11	0,92	0,94	0,9	51 / 42
12	Навоий	16,5	2030	3,10	0,88	0,98	0,9	48 / 40
13	Карши	16,3	1875	3,03	0,81	1,01	0,8	45 / 38
14	Термез	15,5	1411	2,87	0,61	1,18	0,7	36 / 30

*В качестве базового жилого дома приведен МКД в г. Ташкенте, и для других городов коэффициенты будут приниматься в сравнении с МКД в Ташкенте.

**За исключением результатов МКД в Ташкенте, все цифры приняты из расчётных показателей.

Таблица 15. Основные показатели затрат на работы, продукцию и услуги, выполненные подрядными строительными организациями

Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике письмо №01/3-15-07-3/2-74 от 28.05.2015 г.
Основные показатели затрат на работы, продукцию и услуги, выполненные подрядными строительными организациями (ОКОНХ 611000)

№ п/п	Регион	По подрядным организациям												Уровень прочих затрат подрядчика
		Стоимость произведенной продукции (работ, услуг) в действующих ценах (без НДС и акцизов)	Производственная стоимость произведенной продукции (работ, услуг)	В том числе										
				Производственные материальные затраты (за вычетом возвратных отходов)		Затраты на оплату труда производственного характера (без суточных)		Отчисления на социальное страхование, относящиеся к производству		Амортизация ОС и нематериальных активов производственного назначения		Прочие затраты производственного характера		
				млн. сум	%	млн. сум	%	млн. сум	%	млн. сум	%	млн. сум	%	
1	Республика Каракалпакстан	166 522,1	134 016,80	102 799,70	76,7%	20 580,8	15,4%	5 019,8	3,7%	4 503,5	3,36%	1 113,0	0,83%	24,25%
2	Андижанская область	66 004,2	51 441,2	35 972,7	69,9%	8 904,6	17,3%	2 147,7	4,2%	2 906,6	5,65%	1 509,5	2,93%	28,31%
3	Бухарская область	430 263,8	345 166,2	258 087,6	74,8%	55 164,6	16,0%	13 702,4	4,0%	6 433,6	1,86%	1 177,9	3,41%	24,65%
4	Джизакская область	49 816,3	39 953,6	30 255,5	75,7%	5 830,3	14,6%	1 444,3	3,6%	2 082,3	5,21%	341,2	0,85%	18,58%
5	Кашкадарьинская область	218 992,2	176 390,5	126 452,8	71,7%	30 616,4	17,4%	7 751,7	4,4%	6 381,8	3,62%	5 187,7	2,94%	24,15%
6	Навоийская область	64 138,1	51 996,6	37 534,6	72,2%	9 300,6	17,9%	2 334,3	4,5%	1 404,4	2,70%	1 422,8	2,74%	23,35%
7	Наманганская область	50 533,6	38 758,8	26 300,8	67,8%	8 546,9	22,0%	2 178,1	5,6%	1 008,4	2,60%	751,6	1,94%	30,29%
8	Самаркандская область	108 043,9	91 477,5	73 721,2	80,6%	9 911,2	10,8%	2 321,7	2,5%	4 590,9	5,02%	932,3	1,02%	18,11%
9	Сурхандарьинская область	189 777,3	153 196,9	119 331,0	76,9%	18 345,3	11,8%	4 470,5	2,9%	10 805,6	6,96%	2 244,4	1,45%	22,28%
10	Сырдарьинская область	34 354,8	27 235,7	17 414,1	63,9%	5 671,1	20,8%	1 376,4	5,1%	463,3	1,70%	2 310,7	8,48%	26,14%
11	Ташкентская область	273 439,3	222 632,3	148 836,1	66,9%	42 314,0	19,0%	10 559,7	4,7%	12 825,9	5,76%	8 096,6	3,64%	22,82%
12	Ферганская область	143 298,5	118 507,9	90 498,5	76,4%	17 207,2	14,5%	4 354,3	3,7%	4 170,5	3,52%	2 277,4	1,92%	20,92%
13	Хорезмская область	173 148,4	145 503,1	100 871,4	69,3%	25 237,5	17,3%	6 381,0	4,4%	8 601,8	5,91%	4 411,4	3,03%	19,00%
14	г. Ташкент	1 034 782,8	882 394,9	596 798,9	67,6%	152 241,6	17,3%	37 983,9	4,3%	55 335,2	6,27%	40 035,4	4,54%	17,27%

Таблица 16. Ведомость отдельных мероприятий и их сметной стоимости* реализации (Сум) для проведения комплексной термомодернизации МКД в городах с различными климатическими условиями Узбекистана.

№ пп	Наименование ремонтно-строительных работ мероприятий	Стоимость для г. Ташкент	Стоимость для г. Навои	Стоимость для г. Нукус
«БАЗОВЫЙ ПАКЕТ»				
1	Устройство перегородок в балконных проёмах с установкой дверных и оконных блоков			
	Стоимость работы**	40 036 229	44 681 385	25 657 933
	Стоимость материала	181 059 428	181 059 428	181 059 428
	Итого без прочих затрат и НДС:	221 095 657	225 740 812	206 717 360
2	Замена входных (подъездных) дверей			
	Стоимость работы (демонтаж+монтаж)	3 421 170	3 785 964	2 292 010
	Стоимость материала	23 787 248	23 787 248	23 787 248
	Итого без прочих затрат и НДС:	27 208 418	27 573 212	26 079 258
3	Утепление сейсмических швов с устройством каркаса			
	стоимость работы и материалов	2 901 141	2 494 116	2 201 953
	стоимость услуги	9 000 000	9 000 000	9 000 000
	Итого без прочих затрат и НДС:	11 422 776	11 494 116	11 201 953
4	Установка оконных блоков в подвалных проемах			
	Стоимость работы	191 583	213 582	123 489
	Стоимость материала	4 844 631	4 844 631	4 844 631
	Итого без прочих затрат и НДС:	5 036 214	5 058 213	4 968 120
	Итого прямых затрат по всем разделам:	265 241 430	270 383 344	249 325 504
	Транспортные расходы на материалы и изделия (5%):	10 574 787	10 574 787	10 574 787
	Прочие затраты Подрядчика (17,27% 23,35% 24,25%):	46 079 161	63 502 224	60 843 321
	НДС (12%):	37 547 445	40 255 243	37 409 233

№ пп	Наименование ремонтно-строительных работ мероприятий	Стоимость для г. Ташкент	Стоимость для г. Навои	Стоимость для г. Нукус
	Всего стоимость строительства с учетом транспортные расходы на материалы, прочие расходы подрядчика и НДС (12%):	359 442 823	384 715 597	358 152 845
«СТАНДАРТНЫЙ ПАКЕТ»				
1	Замена старых оконных блоков на новые энергосберегающие (с заполнением стеклопакета аргонным/криптонным газом)			
	Стоимость работы**	46 284 739	51 677 424	29 592 594
	Стоимость материала	191 712 158	191 712 158	191 712 158
	Итого без прочих затрат и НДС:	237 996 896	243 389 581	221 304 751
2	Услуга на утепление кровли методом задувания эковаты			
	Стоимость услуги	114 000 000	114 000 000	114 000 000
	Итого:	114 000 000	114 000 000	114 000 000
3	Утепление стен и балконов минераловатными плитами толщиной 100 мм / 150 мм			
	Стоимость работы	321 245 188	356 283 191	228 132 597
	Стоимость материала	430 643 609	430 643 609	699 443 609
	Итого без прочих затрат и НДС:	751 888 797	786 926 800	927 576 206
4	Замена входных (подъездных) дверей			
	Стоимость работы (демонтаж+монтаж)	3 421 170	3 785 964	2 292 010
	Стоимость материала	23 459 648	23 459 648	23 459 648
	Итого без прочих затрат и НДС:	26 880 818	27 245 612	25 751 658
5	Утепление сейсмических швов с устройством каркаса			
	стоимость работы и материалов	2 901 141	3 011 106	2 560 765
	стоимость услуги	9 000 000	9 000 000	9 000 000
	Итого без прочих затрат и НДС:	11 901 141	12 011 106	11 560 765
6	Установка оконных блоков в подвалных проемах			
	Стоимость работы	191 583	213 582	123 489
	Стоимость материала	4 844 631	4 844 631	4 844 631

№ пп	Наименование ремонтно-строительных работ мероприятий	Стоимость для г. Ташкент	Стоимость для г. Навои	Стоимость для г. Нукус
	Итого без прочих затрат и НДС:	5 036 214	5 058 213	4 968 120
	Итого прямых затрат по всем разделам:	1 147 703 867	1 188 631 313	1 305 161 501
	Транспортные расходы на материалы и изделия (5%):	32 623 224	32 623 224	46 063 224
	Прочие затраты Подрядчика (17,27% 23,35% 24,25%):	182 600 389	256 442 434	297 844 496
	НДС (12%):	148 791 298	162 563 637	183 128 306
	Всего стоимость строительства с учетом транспортные расходы на материалы, прочие расходы подрядчика и НДС (12%)	1 511 718 777	1 640 260 608	1 832 197 527
«ПОЛНЫЙ ПАКЕТ»				
1	Замена старых оконных блоков на новые энергосберегающие (с заполнением стеклопакета аргонным/криптонным газом)			
	Стоимость работы**	46 284 739	51 677 424	29 592 594
	Стоимость материала	191 712 158	191 712 158	191 712 158
	Итого без прочих затрат и НДС:	237 996 896	243 389 581	221 304 751
2	Услуга на утепление кровли методом задувания эковаты			
	Стоимость услуги	114 000 000	114 000 000	114 000 000
	Итого:	114 000 000	114 000 000	114 000 000
3	Утепление стен и балконов минераловатными плитами толщиной 100 мм / 150 мм			
	Стоимость работы	321 245 188	356 283 191	228 132 597
	Стоимость материала	430 643 609	430 643 609	699 443 609
	Итого без прочих затрат и НДС:	751 888 797	786 926 800	927 576 206
4	Замена входных (подъездных) дверей			
	Стоимость работы (демонтаж+монтаж)	3 421 170	3 785 964	2 292 010
	Стоимость материала	23 459 648	23 459 648	23 459 648
	Итого без прочих затрат и НДС:	26 880 818	27 245 612	25 751 658
5	Утепление сейсмических швов с устройством каркаса			
	стоимость работы и материалов	2 901 141	3 011 106	2 560 765

№ пп	Наименование ремонтно-строительных работ мероприятий	Стоимость для г. Ташкент	Стоимость для г. Навои	Стоимость для г. Нукус
	стоимость услуги	9 000 000	9 000 000	9 000 000
	Итого без прочих затрат и НДС:	11 901 141	12 011 106	11 560 765
6	Установка оконных блоков в подвалных проемах			
	Стоимость работы	191 583	213 582	123 489
	Стоимость материала	4 844 631	4 844 631	4 844 631
	Итого без прочих затрат и НДС:	5 036 214	5 058 213	4 968 120
7	Монтаж настенных индивидуальных систем ПВУ с рекуперацией тепла (64 шт)			
	Стоимость работы***	173 043 200	173 043 200	173 043 200
	Стоимость расходных материалов****	64 891 200	64 891 200	64 891 200
	Стоимость оборудования	432 608 000	432 608 000	432 608 000
	Итого:	670 542 400	670 542 400	670 542 400
	Итого прямых затрат по всем разделам:	1 818 246 267	1 859 173 713	1 975 703 901
	Транспортные расходы на материалы и изделия (5%):	32 623 224	32 623 224	46 063 224
	Транспортные расходы на оборудования (2%):	8 652 160	8 652 160	8 652 160
	Прочие затраты Подрядчика (17,27% 23,35% 24,25%):	182 600 389	256 442 434	297 844 496
	НДС (12%):	201 742 517	215 514 856	236 079 526
	Всего стоимость строительства с учетом транспортные расходы на материалы/оборудования, прочие расходы подрядчика и НДС (12%)	2 243 864 556	2 372 406 387	2 564 343 306

*В сметную стоимость входит только стоимость всего строительства без учета затрат на проектирование и прочие затраты Заказчика/ЕРС Подрядчика. Учитывая частые изменения цен, а также с целью упрощения расчетов, рыночная стоимость строительных материалов была принята в среднем и одинаковой для всех городов.

**Стоимость работы и материалов для всех видов работ включает в себя зарплаты и затраты на эксплуатацию машин и механизмов без прочих затрат и НДС.

***Из-за невозможности составления конкретных сметных расчётов Ориентировочная стоимость работы по монтажу системы ПВУ берётся 40-50 % от цены оборудования. Оборудования подобраны для 4-х комнатных и 3-х комнатных всех 32 квартир (2 шт на каждую) с характеристиками согласно таблице 12.

****Стоимость расходных материалов для монтажа систем ПВУ с РТ берётся приблизительно от стоимости оборудования (15-20 %).

Таблица 17. Число многоквартирных домов по этажности* в регионах Республики Узбекистан

№	Регионы	Всего домов с квартирами	Из них, по этажности:																
			1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-	10-	11-	12-	13-	14-	15-	16-	17+
Итого по Республике:		41 930	10	14 898	1 646	14 462	6 423	242	1 461	284	1 925	99	17	166	20	12	21	220	24
1	Республика Каракалпакстан	1 576	0	780	75	408	303	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0
2	Андижанская область	2 036	0	755	128	689	309	27	86	13	8	3	0	12	0	0	0	6	0
3	Бухарская область	2 166	0	813	142	551	575	9	65	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Джизакская область	2 448	0	1 976	5	313	78	2	60	0	10	0	0	0	0	0	0	4	0
5	Кашкадарьинская область	2 249	0	1 117	87	747	256	6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
6	Навоийская область	2 008	1	423	233	591	512	6	164	18	51	3	0	1	0	0	0	5	0
7	Наманганская область	1 683	0	529	80	638	247	7	134	7	22	0	0	0	0	0	16	3	0
8	Самаркандская область	2 367	0	719	72	694	602	0	77	0	100	0	0	33	0	8	2	58	2
9	Сырдарьинская область	1 838	0	1 372	25	268	158	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Сурхандарьинская область	1 639	0	1 004	84	302	184	0	45	0	12	0	0	0	2	0	2	0	4
11	Ташкентская область	5 024	0	1 711	276	2 490	363	0	126	4	43	0	0	1	0	0	0	10	0
12	Ферганская область	3 949	0	1 217	200	1 815	542	28	76	27	26	3	0	9	0	0	0	6	0
13	Хорезмская область	1 731	0	833	41	596	215	3	25	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0
14	г. Ташкент	11 216	9	1 649	198	4 360	2 079	151	562	203	1 634	90	17	110	18	4	1	113	18

*Данные по состоянию на 10 января 2024 года.

Таблица 18. Многоквартирный жилой фонд* Республики Узбекистан

№	Регионы	Количество органов управления МКД	Количество МКД	Из них,					По годам постройки			Количества квартир	Общая площадь (тыс. м ²)	Численность населения (тыс. чел.)	Размер среднего обязательного платежа (1 м ² /сум)
				Под управлением ТСЖ	Под управлением Товариществ	Под управлением собственников	Дома без управления	На балансе учреждений и организаций	до 1991	с 1991 по 2016	с 2016 по 2023				
Итого по Республике:		1 501	41 930	38 335	1 032	531	470	1 562	30 795	3 533	7 602	1 433 762	94 330	6 048	500
1	Республика Каракалпакстан	36	1 576	1 518	58	0	0	0	1 066	179	331	42 378	2 611	201	350
2	Андижанская область	21	2 036	2 036	0	0	0	0	1 368	148	520	58 547	4 439	417	369
3	Бухарская область	41	2 166	2 043	24	10	0	89	1 287	233	646	65 110	4 642	196	456
4	Джизакская область	31	2 448	2 306	0	0	0	142	1 820	341	287	42 908	2 584	138	420
5	Кашкадарьинская область	73	2 249	2 150	0	0	0	99	1 579	253	417	57 354	3 337	161	446
6	Навоийская область	103	2 008	1 813	81	39	0	75	1 366	152	490	87 173	4 415	238	599
7	Наманганская область	36	1 683	1 554	0	0	0	129	1 109	130	444	52 105	7 679	141	446
8	Самаркандская область	60	2 367	2 142	203	0	0	22	1 619	107	641	83 153	4 420	232	669
9	Сырдарьинская область	54	1 838	1 803	0	22	0	13	1 568	28	242	35 831	2 230	124	387
10	Сурхандарьинская область	70	1 639	1 507	0	38	0	94	1 110	112	417	40 262	2 406	128	620
11	Ташкентская область	90	5 024	4 578	79	0	36	331	4 577	116	331	166 468	10 459	496	683
12	Ферганская область	73	3 949	3 618	19	12	14	286	3 005	251	693	123 495	7 617	476	357

№	Регионы	Количество органов управления МКД	Количество МКД	Из них,								Количества квартир	Общая площадь (тыс. м2)	Численность населения (тыс. чел.)	Размер среднего обязательного платежа (1 м2/сум)
				Под управлением ТСЖ	Под управлением Товариществ	Под управлением собственников	Дома без управления	На балансе учреждений и организаций	По годам постройки						
									до 1991	с 1991 по 2016	с 2016 по 2023				
13	Хорезмская область	55	1 731	1 670	0	27	34	0	1 078	196	457	39 621	2 003	123	613
14	г. Ташкент	758	11 216	9 597	568	383	386	282	8 243	1 287	1 686	539 357	35 486	2 978	1 000

*Данные по состоянию на 01 февраля 2024 года.

Таблица 19. Ориентировочная сумма вложения различных пакетов мероприятий (Сум/Евро*), а также ожидаемые эффекты в виде экономии энергии и сокращения выброса ПГ МКД в г. Ташкент

СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА**	НЫНЕШНЕЕ СОСТОЯНИЕ	БАЗОВЫЙ ПАКЕТ	СТАНДАРТ ПАКЕТ	ПОЛНЫЙ ПАКЕТ
Отопление	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное
Горячее водоснабжение (ГВС)	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное
ВИЭ	-	-	-	-
Другие ЭЭ и «зеленые» технологии	-	-	-	Рекуператор
Уровень теплового комфорта	Зима + / Лето +	Зима + / Лето +	Зима + / Лето +	Зима ++ / Лето ++
Средняя температура в помещении зимой	20°C	20°C	20°C	20°C
Средняя температура в помещении летом	>27°C	>27°C	≥27°C	≤27°C
Жилая площадь	1566,3 м2	1566,3	1566,3	1566,3
Отапливаемая площадь	2830 м2	2494	2830	2830
Тепловая потребность, кВт-ч/м2*г	258	-62%	-71%	-80%
CO2 эмиссионная потребность, кг CO2/м2	50,1	-57%	-71%	-80%
Вложение	€	36 960	155 533	198 173
	So'm	513 750 672	2 161 901 750	2 754 609 704
Удельное вложение	€/м2	12< 15 >20	50< 55 >60	65< 70 >75
Сэкономленная энергия	Гкал/ОП	388	443	504
Сокращение выброса CO2 в атмосферу	кг CO2/ОП	87 589	100 010	113 714
ЧЕРДАЧНОЕ ПОКРЫТИЕ	Гравий керамзитовый	Гравий керамзитовый	Изоляция Экватой, 150 мм	Изоляция Экватой, 150 мм
СТЕНЫ	ЖБ панель трёхслойный, 30 см	ЖБ панель трёхслойный, 30 см	Теплоизоляция минватой, 100 мм	Теплоизоляция минватой, 100 мм
ОКНА	Деревянные / Алюминиевые / Пластиковые	Деревянные/ Алюминиевые/ Пластиковые	Алюминиевые / Пластиковые (Энергоэффективные)	Алюминиевые / Пластиковые (Энергоэффективные)
ОТОПЛЕНИЕ	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ (ГВС)	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
КАНАЛИЗАЦИЯ	Централизованная	Централизованная	Централизованная	Централизованная
ВЕНТИЛЯЦИЯ	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная + Рекуператор
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
ДРУГИЕ	-	-	-	Датчик температуры
*Курс Евро по отношению к Сум принят на уровне 13 900 сум за 1 Евро (по данным в середине октября 2024 г.).				
**с учетом затраты на проектирование и прочие затраты и расходы Заказчика/ЕРС Подрядчика				

Таблица 20. Ориентировочная сумма вложения различных пакетов мероприятий (Сум/Евро*), а также ожидаемые эффекты в виде экономии энергии и сокращения выброса ПГ МКД в г. Навои

СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА**	НЫНЕШНЕЕ СОСТОЯНИЕ	БАЗОВЫЙ ПАКЕТ	СТАНДАРТ ПАКЕТ	ПОЛНЫЙ ПАКЕТ
Отопление	Сущ. – центральное	Сущ. – центральное	Сущ. – центральное	Сущ. – центральное
Горячее водоснабжение (ГВС)	Сущ. – центральное	Сущ. – центральное	Сущ. – центральное	Сущ. – центральное
ВИЭ	-	-	-	-
Другие ЭЭ и «зеленые» технологии	-	-	-	Рекуператор
Уровень теплового комфорта	Зима + / Лето +	Зима + / Лето +	Зима + / Лето +	Зима ++ / Лето ++
Средняя температура в помещении зимой	20°C	20°C	20°C	20°C
Средняя температура в помещении летом	>27°C	>27°C	≥27°C	≤27°C
Жилая площадь	1566,3 м2	1566,3	1566,3	1566,3
Отапливаемая площадь	2830 м2	2494	2830	2830
Тепловая потребность, кВт-ч/м2-г	225	-61%	-70%	-80%
CO2 эмиссионная потребность, кг CO2/м2	44	-56%	-70%	-80%
Вложение	€	37 849	154 749	198 103
	So'm	526 104 714	2 151 005 540	2 753 637 260
Удельное вложение	€/м2	12< 15 >20	50< 55 >60	65< 70 >75
Сэкономленная энергия	Гкал/ОП	335	384	437
Сокращение выброса CO2 в атмосферу	кг CO2/ОП	75 709	86 654	98 715
ЧЕРДАЧНОЕ ПОКРЫТИЕ	Гравий керамзитовый	Гравий керамзитовый	Изоляция Экватой, 150 мм	Изоляция Экватой, 150 мм
СТЕНЫ	ЖБ панель трёхслойный, 30 см	ЖБ панель трёхслойный, 30 см	Теплоизоляция минватой, 100 мм	Теплоизоляция минватой, 100 мм
ОКНА	Деревянные / Алюминиевые / Пластиковые	Деревянные/ Алюминиевые/ Пластиковые	Алюминиевые / Пластиковые (Энергоэффективные)	Алюминиевые / Пластиковые (Энергоэффективные)
ОТОПЛЕНИЕ	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ (ГВС)	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
КАНАЛИЗАЦИЯ	Централизованная	Централизованная	Централизованная	Централизованная
ВЕНТИЛЯЦИЯ	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная + Рекуператор
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
ДРУГИЕ	-	-	-	Датчик температуры
*Курс Евро по отношению к Сум принят на уровне 13 900 сум за 1 Евро (по данным в середине октября 2024 г.).				
**с учетом затрат на проектирование и прочие затраты и расходы Заказчика/ЕРС Подрядчика				

Таблица 21. Ориентировочная сумма вложения различных пакетов мероприятий (Сум/Евро*), а также ожидаемые эффекты в виде экономии энергии и сокращения выброса ПГ МКД в г. Нукус

СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА**	НЫНЕШНЕЕ СОСТОЯНИЕ	БАЗОВЫЙ ПАКЕТ	СТАНДАРТ ПАКЕТ	ПОЛНЫЙ ПАКЕТ
Отопление	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное
Горячее водоснабжение (ГВС)	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное	Сущ. - центральное
ВИЭ	-	-	-	-
Другие ЭЭ и «зеленые» технологии	-	-	-	Рекуператор
Уровень теплового комфорта	Зима + / Лето +	Зима + / Лето +	Зима + / Лето +	Зима ++ / Лето ++
Средняя температура в помещении зимой	20°C	20°C	20°C	20°C
Средняя температура в помещении летом	>27°C	>27°C	≥27°C	≤27°C
Жилая площадь	1566,3 м2	1566,3	1566,3	1566,3
Отапливаемая площадь	2830 м2	2494	2830	2830
Тепловая потребность, кВт-ч/м2-г	326	-61%	-72%	-81%
CO2 эмиссионная потребность, кг CO2/м2	63	-56%	-72%	-81%
Вложение	€	49 949	170 068	225 969
	So'm	694 288 320	2 363 940 446	3 140 962 317
Удельное вложение	€/м2	15< 20 >25	55< 60 >65	75< 80 >85
Сэкономленная энергия	Гкал/ОП	487	568	646
Сокращение выброса CO2 в атмосферу	кг CO2/ОП	109 973	128 351	145 866
ЧЕРДАЧНОЕ ПОКРЫТИЕ	Гравий керамзитовый	Гравий керамзитовый	Изоляция Экватой, 150 мм	Изоляция Экватой, 150 мм
СТЕНЫ	ЖБ панель трёхслойный, 30 см	ЖБ панель трёхслойный, 30 см	Теплоизоляция минватой, 100 мм	Теплоизоляция минватой, 100 мм
ОКНА	Деревянные / Алюминиевые / Пластиковые	Деревянные/ Алюминиевые/ Пластиковые	Алюминиевые / Пластиковые (Энергоэффективные)	Алюминиевые / Пластиковые (Энергоэффективные)
ОТОПЛЕНИЕ	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ (ГВС)	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
КАНАЛИЗАЦИЯ	Централизованная	Централизованная	Централизованная	Централизованная
ВЕНТИЛЯЦИЯ	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная + Рекуператор
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ	Централизованное	Централизованное	Централизованное	Централизованное
ДРУГИЕ	-	-	-	Датчик температуры
*Курс Евро по отношению к Сум принят на уровне 13 900 сум за 1 Евро (по данным в середине октября 2024 г.).				
**с учетом затрат на проектирование и прочие затраты и расходы Заказчика/ЕРС Подрядчика				

6.1 Разработка комплекса мер

Разработка комплекса мер будет включать работы по следующей последовательности:

1. Определение возможных точек модернизации.
2. Разработка пакета.

Определение обязательных точек модернизации:

- Рассмотрим и разработаем перечень (быстро окупаемых) мер по обеспечению проектной герметичности здания.
- Выявление и внедрение наиболее значимых мер экономии энергии и оценка конечного результата по достижению удельного расхода энергии и их сопоставление с нормативными данными.

Дальнейшее развитие проекта: составления структуры потребления энергии, возможное обоснование применения современных технологий энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии.

Разработка пакета

Планируется разработка 3-х пакетов. Примерное описание пакетов будет выглядеть следующим образом:

- **Пакет 1** будет разработан для зданий с минимальными первоначальными инвестициями и будет ориентирован на быстро окупаемые и высокоэффективные меры.
- **Пакет 2** будет полностью включать меры, предусмотренные пакетом 1 и дополнительно применяется меры по тепловой защите оболочки здания.
- **Пакет 3** будет включать пакет 2 с дальнейшим применением высокотехнологических мер энергосбережения рекуперации тепла и использованием альтернативных источников энергии.

6.2 Финансовый анализ

Для реализации мероприятий по модернизации жилых зданий в указанных регионах, был проведён финансовый анализ, основанные на трех различных пакетах модернизации:

1. Базовый
2. Стандартный
3. Полный

При этом, окончательные результаты (анализа экономической состоятельности проекта) зависят от таких факторов, как, например:

1. Продолжительность проекта (в годах)
2. Валюта займа и процентные ставки

3. Наличие поддержки в виде субсидий (например, относительно процентных ставок, или грантов)
4. Тарифы на энергоносители (для отопления), возможные скачки тарифов при их либерализации
5. Внедрение налога на выбросы углерода
6. Инфляция
7. И другие показатели

В данном разделе представлены расчеты, касающиеся капитальных и операционных затрат, а также экономическая эффективность каждого из предложенных пакетов в каждом из регионов, основанная на базовых предположениях.

6.2.1 Базовые предположения

Таблица 22. Базовые предположения

ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ	
Общие предположения	
Продолжительность проекта, лет	15
Валюта	доллар США
Сценарий процентной ставки	Ставка ЕИБ
Ставка Центрального банка	25%
Ставка ЕИБ	6%
Применимая процентная ставка	6,0%
Субсидия правительства Узбекистана	12%
Начало отопительного периода	1 ноября
Конец отопительного периода	30 мар.
Курс обмена евро/доллар США	1,09
УЭС/долл. США	12 780,00 сўм
Предположения по прогнозу цен на тепловую энергию	
Прогнозный сценарий динамики тарифов (для отопления)	Отражающий затраты
Предполагаемый налог на выбросы углерода (если таковой имеется)	5,00%
Начальная ставка, сум	121 617,00 сўм
Начальная ставка, долл. США	9,52 \$

ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ	
Инфляционная индексация	10,00%
Сценарий, отражающий затраты	
Первоначальный всплеск	15,00%
Ежегодный прирост	12,00%
Ежемесячный прирост	0,949%
Плавный переход на рынок	
Первоначальный всплеск	5%
Ежегодный прирост	11%
Ежемесячный прирост	0,873%
ОПЕРАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ	
Процент от CAPEX	3,00%

Одним из основных предположений в данной модели является сценарий динамики тарифов (для отопления), при котором, пользователь модели (в ее Excel-версии) должен будет выбрать один из следующих сценариев:

- 1) Сценарий «бизнес как обычно», с ростом тарифов на уровне инфляции
- 2) Сценарий, «отражающий затраты» (обеспечивающий окупаемость производства тепловой энергии)
- 3) Сценарий, «отражающий затраты + углеродные налоги» (предыдущий сценарий + налог на углерод)
- 4) Сценарий плавного перехода на рынок

Ниже приводятся результаты на основании приведенных выше предположений / параметров. Также в приложении приведены результаты финансовых анализов.

6.2.2 Результаты для г. Ташкент

Капитальные затраты (CAPEX)

Для каждого из пакетов предусмотрены различные уровни инвестиций. В таблице ниже представлены капитальные затраты для каждого пакета:

- Базовый пакет: \$36,960.48
- Стандартный пакет: \$155,532.50
- Полный пакет: \$198,173.36

Эти капитальные затраты включают расходы на улучшение теплоизоляции, замену окон, модернизацию систем отопления и другие меры, направленные на повышение

энергоэффективности зданий.

Операционные затраты (ОРЕХ)

Операционные затраты включают ежегодные расходы на эксплуатацию и обслуживание модернизированных систем. В таблице ниже приведены общие и ежегодные операционные затраты для каждого пакета:

- Базовый пакет:
 - Общие: \$16,632.22
 - Ежегодные: \$1,108.81
- Стандартный пакет:
 - Общие: \$69,989.63
 - Ежегодные: \$4,665.98
- Полный пакет:
 - Общие: \$89,178.01
 - Ежегодные: \$5,945.20

Экономическая эффективность

Для оценки экономической эффективности проекта были рассчитаны следующие ключевые показатели:

1. **Чистая приведенная стоимость (NPV):** Данный показатель отражает разницу между ожидаемыми экономическими выгодами от энергосбережения и затратами на проект. В случае положительного значения NPV проект считается экономически целесообразным. Расчеты показали следующие значения NPV для различных пакетов:
 - Базовый пакет: \$1,777.52 (с учетом ОРЕХ)
 - Стандартный пакет: -\$116,023.08 (с учетом ОРЕХ)
 - Полный пакет: -\$161,951.45 (с учетом ОРЕХ)
2. **Внутренняя норма доходности (IRR):** Этот показатель демонстрирует доходность проекта. Поскольку для Стандартного и Полного пакетов значение NPV оказалось отрицательным, внутренняя норма доходности (IRR) не могла быть рассчитана, что указывает на отсутствие положительного денежного потока.
3. **Срок окупаемости:** Рассчитанный срок окупаемости показывает, через какое время инвестиции будут покрыты за счет полученных экономических выгод. Для Базового пакета срок окупаемости составил X лет, тогда как для остальных пакетов срок окупаемости не достигается из-за отрицательных значений NPV.

Экономия энергии

Годовая экономия энергии после реализации базового пакета мероприятий в г. Ташкент составляет 161,62 долларов США, что эквивалентно снижению энергозатрат на 62% по сравнению с текущим состоянием.

Аналогичная экономия энергии для стандартного и полного пакетов составляет 184,54 долларов США и 209,82 долларов США соответственно.

Экологический эффект

Снижение выбросов CO₂ для каждого пакета мероприятий составляет: базовый пакет – 87859 кг за сезон, стандартный – 100010 кг, полный пакет – 113714 кг.

6.2.3 Результаты для г. Нукус

Анализ для города Нукус включает те же расчеты стоимости и экономической эффективности модернизационных мероприятий, что и для г. Ташкент (три пакета: базовый, стандартный и полный пакеты модернизации).

Финансовые параметры включают капитальные затраты (CAPEX), операционные затраты (OPEX), экономию энергии, а также показатели эффективности, такие как чистая приведенная стоимость (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR).

Капитальные затраты:

Капитальные затраты на реализацию базового, стандартного и полного пакетов мероприятий в г. Нукус составляют:

- Базовый пакет: 49 948,80 долларов США
- Стандартный пакет: 170 067,66 долларов США
- Полный пакет: 225 968,51 долларов США

Операционные затраты

Операционные затраты (OPEX) на ежегодной основе для каждого пакета:

- Базовый пакет: 1 498,46 долларов США
- Стандартный пакет: 5 102,03 долларов США
- Полный пакет: 6 779,06 долларов США

Экономическая эффективность

Для оценки экономической эффективности проекта были рассчитаны следующие показатели:

1. **Чистая приведенная стоимость (NPV):** Этот показатель отражает разницу между ожидаемыми экономическими выгодами от энергосбережения и затратами на проект. В случае положительного значения NPV проект считается экономически целесообразным. Расчеты показали следующие значения NPV для различных пакетов:
 - Базовый пакет: -1 458,85 долларов США (с учетом OPEX)
 - Стандартный пакет: -118 131,41 долларов США (с учетом OPEX)
 - Полный пакет: -169 936,01 долларов США (с учетом OPEX)
2. **Внутренняя норма доходности (IRR):** Этот показатель демонстрирует доходность проекта. Поскольку для стандартного и полного пакетов значение NPV оказалось отрицательным, внутренняя норма доходности (IRR) не могла быть рассчитана, что указывает на отсутствие положительного денежного потока.

3. **Срок окупаемости:** Рассчитанный срок окупаемости показывает, через какое время инвестиции будут покрыты за счет полученных экономических выгод. Для базового пакета срок окупаемости составляет 9,88 лет, тогда как для остальных пакетов срок окупаемости не достигается из-за отрицательных значений NPV.

Экономия энергии

Годовая экономия энергии после реализации базового пакета мероприятий в г. Нукус составляет 3 043,78 долларов США, что эквивалентно снижению энергозатрат на 61,0% по сравнению с текущим состоянием.

Аналогичная экономия энергии для стандартного и полного пакетов составляет 3 552,44 долларов США и 4 037,23 долларов США соответственно.

Экологический эффект

Снижение выбросов CO₂ для каждого пакета мероприятий составляет: базовый пакет – 75 709 кг за сезон, стандартный – 86 654 кг, полный пакет – 98 715 кг.

6.2.4 Результаты для г. Навои

Для города Навои представлены результаты финансового анализа по тем же параметрам, что и для г. Нукус.

Капитальные затраты

Капитальные затраты на реализацию базового, стандартного и полного пакетов мероприятий в г. Навои составляют:

- Базовый пакет: 37 849,26 долларов США
- Стандартный пакет: 154 748,60 долларов США
- Полный пакет: 198 103,40 долларов США

Операционные затраты

Операционные затраты (ОРЕХ) на ежегодной основе для каждого пакета:

- Базовый пакет: 1 135,48 долларов США
- Стандартный пакет: 4 642,46 долларов США
- Полный пакет: 5 943,10 долларов США

Экономическая эффективность

Для оценки экономической эффективности проекта были рассчитаны следующие показатели:

1. **Чистая приведенная стоимость (NPV):** Данный показатель отражает разницу между ожидаемыми экономическими выгодами от энергосбережения и затратами на проект. В случае положительного значения NPV проект считается экономически целесообразным.

Расчеты показали следующие значения NPV для различных пакетов:

- Базовый пакет: -4 611,51 долларов США (с учетом ОПЕХ)
- Стандартный пакет: -121 348,49 долларов США (с учетом ОПЕХ)
- Полный пакет: -168 044,25 долларов США (с учетом ОПЕХ)

2. **Внутренняя норма доходности (IRR):** Этот показатель демонстрирует доходность проекта. Поскольку для всех пакетов значение NPV оказалось отрицательным, внутренняя норма доходности (IRR) не могла быть рассчитана, что указывает на отсутствие положительного денежного потока.
3. **Срок окупаемости:** Рассчитанный срок окупаемости показывает, через какое время инвестиции будут покрыты за счет полученных экономических выгод. Для базового пакета срок окупаемости составляет 9,88 лет, тогда как для остальных пакетов срок окупаемости не достигается из-за отрицательных значений NPV.

Экономия энергии

Годовая экономия энергии в г. Навои для базового пакета – 3 043,78 долларов США, что эквивалентно снижению энергозатрат на 61,0%.

Экономия энергии для стандартного и полного пакетов составляет соответственно 3 552,44 долларов США и 4 037,23 долларов США.

Экологический эффект

Снижение выбросов CO₂ по пакетам: базовый – 75 709 кг, стандартный – 86 654 кг, полный пакет – 98 715 кг.

6.2.5 Заключение по Финансовому анализу

При предполагаемых параметрах, без грантовой поддержки и субсидий, проект по модернизации не представляется экономически состоятельным. Чистая приведенная стоимость (NPV) для стандартного и полного пакетов оказалась отрицательной, что свидетельствует о превышении затрат над ожидаемыми экономическими выгодами. Внутренняя норма доходности (IRR) также не может быть рассчитана для данных пакетов, что указывает на отсутствие положительного денежного потока. Таким образом, проект требует привлечения грантовой поддержки и субсидий для достижения экономической эффективности и окупаемости инвестиций.

7 УЧЕТ КОСВЕННЫХ ВЫГОД > ЗАДАЧА 7

При окончательной оценке целесообразности термомодернизации существующих зданий нами будут учитываться следующие косвенные выгоды:

- Сокращение выбросов углекислого газа и улучшение качества жизни при растущем дефиците топлива.
- Снижение расходов электрической энергии на кондиционирование в летний период.
- Повышение общей энергоэффективности здания, что приведет к снижению энергетической зависимости региона.

Выгоды для жителей

- Повышение уровня жизни за счет улучшения теплового комфорта в зимний и летний периоды, что способствует улучшению здоровья и общего благосостояния.
- Снижение расходов на коммунальные услуги за счет более низкого потребления энергии, что увеличивает доход, остающийся в распоряжении домохозяйств.
- Повышение рыночной стоимости жилья благодаря улучшению энергоэффективности и комфорта.
- Снижение уровня загрязнения воздуха, что способствует созданию более экологически чистой и здоровой среды для проживания.

Выгоды для властей

- Вклад в достижение целей регионального развития, таких как повышение энергоэффективности и снижение углеродного следа.
- Улучшение общественного здравоохранения за счет сокращения влияния экстремальных температур на здоровье населения.
- Потенциальное увеличение поступлений от налогов на недвижимость за счет повышения рыночной стоимости модернизированных зданий.
- Стимулирование экономики региона через развитие локального рынка энергоэффективных услуг и технологий.

Выгоды для коммунальных предприятий

- Снижение пикового спроса на энергию, что способствует улучшению надежности и стабильности работы энергетической сети.
- Снижение потребности в капитальных инвестициях для расширения инфраструктуры за счет оптимизации потребления энергии.
- Возможность перенаправления высвободившихся ресурсов на улучшение качества других коммунальных услуг.

Выгоды для ТСЖ и управляющих компаний

- Повышение эффективности управления недвижимостью за счет снижения затрат на эксплуатацию и поддержание зданий.
- Увеличение привлекательности и стоимости недвижимости, что может способствовать повышению уровня платежной дисциплины среди жильцов.
- Снижение частоты обращений жильцов, связанных с проблемами теплового комфорта, что облегчает управление зданиями и сокращает операционные расходы.

Выгоды для энергообеспечивающих компаний

- Возможность разработки новых коммерческих предложений и сервисов, связанных с энергоэффективностью, что открывает дополнительные источники дохода.
- Снижение потерь при распределении энергии за счет уменьшения нагрузки на сеть.
- Оценка рыночного потенциала и экономических возможностей, возникающих в результате спроса на энергоэффективные услуги, что может привести к развитию новых направлений бизнеса и увеличению прибыли.

Другие выгоды для экономики в целом

- Создание новых рабочих мест в области строительства, модернизации и энергоэффективных технологий.
- Развитие рынка зеленых технологий и стимулирование инноваций, связанных с энергетикой и строительством.
- Снижение негативного влияния на окружающую среду за счет сокращения выбросов парниковых газов и улучшения качества воздуха.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА И БИБЛИОГРАФИЯ

1. CENEF (2013) *Energy efficiency in Buildings: Untapped Reserves for Uzbekistan Sustainable Development*. Moscow, November 2013. Available at: <https://www.undp.org/ru/uzbekistan/publications/energoeffektivnost-v-zdaniyakh-skrityy-resurs-ustoychivogo-razvitiya-uzbekistana#>.
2. Corporate Solutions Limited, Guidehouse и Tractebel (2020) Краткая справка для руководителей и лиц, принимающих решения по «Дорожной карте» перехода к низкоуглеродной энергетике для сектора электроэнергетики Узбекистана. Доступно по адресу: https://minenergy.uz/uploads/0e7a9206-2afc-0897-d164-101e895a5d3c_media.pdf (Дата добавления: 29.01.2021).
3. HPBS (2021) *Образовательный курс: Расчет, оптимизация и компенсация выбросов парниковых газов по лучшим международным практикам*. Доступно по адресу: <https://stepik.org/media/attachments/course/100089/Задачи по Scope 1 по международной методике.pdf>.
4. UNDP in Uzbekistan (2015) Promoting Energy Efficiency in Public Buildings in Uzbekistan: Results, lessons learned, and strategy for transition and sustainability upon completion of the UNDP/GEF full-sized project. Available at: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/eurasia/undp-rbec-energy-efficiency-public-buildings-uzbekistan.pdf>. (Accessed: 29 April 2015)
5. World Bank, ESMAP (2023) *Разработка и внедрение концепции перехода к устойчивому отоплению в регионе Европы и Центральной Азии*. Доступно по адресу: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099092023140516186/pdf/P17774401f14140400869c07cb048f04d0e.pdf> (Дата добавления: 15.06.2023).
6. Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан (2024) *Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата*. Доступно по адресу: <https://stat.uz/img/ish-ai-press-reliz-rus.pdf> (Дата добавления: 26.04.2024).
7. Веб-сайт prana.org.ua. *Технико-эксплуатационная документация: Приточно-вытяжная система вентиляции с рекуперацией тепла*. Доступно по адресу: https://progreem.by/upload/iblock/25c/DTR_PRANA_150_200_RU.pdf.
8. Веб-сайт Организации Объединенных Наций. *Цифры и факты: Энергетика*. Доступно по адресу: <https://www.un.org/ru/actnow/facts-and-figures>.
9. Газета.уз (2011) *Узбекистан адаптируется к изменению климата*. Доступно по адресу: <https://www.gazeta.uz/ru/2011/10/14/climate/> (Дата добавления: 14 октября 2011).
10. Газета.уз (2011) *Как менялось строительство многоэтажек в Ташкенте*. Доступно по адресу: <https://www.gazeta.uz/ru/2022/02/08/tashkent-buildings/>. (Дата добавления: 8 февраля 2022).
11. Госархитектстрой РУз (2009) Подсистема №4. Экономические нормативы: «ПШК 4.01.16-09 – Правила по определению стоимости строительства в договорных текущих ценах». Доступно по адресу: https://mc.uz/uploads/mcuz_82807663348719.pdf.
12. Дилшод Азизов и Низомиддин Рахманов (2022) *Потенциал повышения энергоэффективности в секторе охлаждения и кондиционирования воздуха в Узбекистане*. Доступно по адресу: https://unece.org/sites/default/files/2022-10/Report%20on%20EE%20in%20RAC_Rus_Final.pdf. (Дата добавления: 12.04.2022).
13. Интернет-портал СНГ (2024) *Углеродное регулирование: опыт стран Центральной Азии. Углеродное регулирование в Узбекистане*. Доступно по адресу: <https://e-cis.info/news/566/121187/> (Дата добавления: 18.09.2024)

14. Кабинет Министров РУз (2024а) *Закон Республики Узбекистан, от 07.08.2024 г. № ЗРУ-940*. Доступно по адресу: <https://lex.uz/uz/docs/7052217> (Дата добавления: 08.08.2024).
15. Кабинет Министров РУз (2024б) *Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан*. Доступно по адресу: <https://lex.uz/ru/docs/7168587> (Дата добавления: 21.10.2024).
16. Компания «ГеплоСтрой». *Цены на монтаж и стоимость утепления Эквотой*. Доступно по адресу: https://9999812.ru/ceny/uteplenie_ekovatoj/.
17. Минстрой РУз (2018) КМК 2.01.04-2018 – Строительная теплотехника. Ташкент.
18. Минстрой РУз (2022) ШНК 2.01.01-2022 – Климатические и физико-геологические данные для проектирования. Ташкент.
19. Минстрой РУз (2018) КМК 2.01.18-2018 – Нормативы расхода энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий и сооружений. Ташкент.
20. Минстрой РУз (2019) ШНК 2.08.01-19 – *Жилые здания*. Ташкент, 66 с.
21. М.М. Захидов (2012) Каталог Проектных и технических решений по проекту энергетической реконструкции крупнопанельного 4-х этажного 48-ми квартирного жилого дома №10 на Массиве Куйлюк-2 г. Ташкента в рамках проекта «ESIB». Ташкент.
22. ОАО "ToshuyjoyLIT" (2012) Пособие по проектированию новых энергосберегающих решений по строительной теплотехнике (к КМК 2.01.04-97). Ташкент.
23. ПРООН в Узбекистане (2022) *Пилотная методика расчета выбросов углекислого газа, разработанная с учетом национальных условий Узбекистана и ее особенности*. Доступно по адресу: https://esg-library.mgimo.ru/upload/iblock/1ec/5dsvuz8dw5r2uq1r40l7qw9nkftq3ho6/Pilot-methology-to-estimate-carbon-footprint-of-company_ru_1.pdf?utm_source=yandex.uz&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.uz&utm_referrer=yandex.uz
24. ПРООН в Узбекистане (2023) *Программа развития ООН продвигает инновации на пути к энергосбережению*. Доступно по адресу: <https://www.undp.org/ru/uzbekistan/press-releases/programma-razvitiya-oon-prodvigaet-innovacii-na-puti-k-energoberezeniyu> (Дата добавления: 22.11.2023).
25. РГ и Секретариат МНТКС (2001) МСП 2.04-101-2001 - Проектирование тепловой защиты зданий. Москва, 149 с.
26. РГ и Секретариат МНТКС (2011) МСН 24-01-2011 - *Тепловая защита зданий*. Москва, 48 с.
27. Ш.М. Мирзиёв (2022) *Постановление Президента Республики Узбекистан, 02.12.2022 г. № ПП-436*. Доступно по адресу: <https://lex.uz/docs/6303233> (Дата добавления: 03.12.2022).
28. Ш.М. Мирзиёв (2023) *Указ Президента Республики Узбекистан, от 28.08.2023 г. № УП-151*. Доступно по адресу: <https://lex.uz/docs/6587224> (Дата добавления: 29.08.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблицы по оценке технико-экономической эффективности различных мероприятий и комплекса этих мероприятий при выполнении термомодернизации

Таблица 23. Первый уровень теплозащиты

Здания и сооружения	Градусо-сутки отопительного периода, D_d , $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, R_{0}^{TP} , ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт				
		Наружных стен	Бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами и холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	Фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, учебные заведения, интернаты до 3 этажей	До 2000	1,12	2,6n	2,1n	0,45	0,30
	2000-3000	1,5	3,0n	2,5n	0,53	0,31
	Свыше 3000	1,6	3,4n	3,0n	0,53	0,31
Жилые и лечебно-профилактические учреждения, свыше 3 этажей	До 2000	1,5	2,0n	1,8n	0,45	0,30
	2000-3000	1,8	2,4n	2,3n	0,53	0,31
	Свыше 3000	2,0	2,8n	2,7n	0,53	0,31
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	До 2000	1,2	1,8n	2,0n	0,45	0,30
	2000-3000	1,5	2,0n	2,2n	0,53	0,30
	Свыше 3000	1,5	2,0n	2,4n	0,53	0,31
Производственные	До 2000	0,98	1,0n	1,4n	0,15	0,15
	2000-3000	1,12	1,2n	1,7n	0,31	0,15
	Свыше 3000	1,26	1,5n	2,0n	0,34	0,15

Примечания:

1. Значение коэффициента n следует принимать по [таблице 3*](#).
2. Приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее, чем в 1,5 раза выше сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих изделий.
3. Для кондиционируемых (охлаждаемых) зданий значения R_{0}^{TP} бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий следует принимать по таблице 3 с коэффициентом 1,5.

Таблица 24. Второй уровень теплозащиты

Здания и сооружения	Градусо-сутки отопительного периода, $D_{\text{от}}$, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $R_{0}^{\text{пр}}$, ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт				
		Наружных стен	Бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами и холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	Фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, учебные заведения, интернаты до 3 этажей	До 2000	1,6	2,8n	2,6n	0,45	0,31
	2000-3000	2,0	3,2n	3,0n	0,53	0,31
	Свыше 3000	2,4	3,8n	3,4n	0,53	0,34
Жилые и лечебно-профилактические учреждения, свыше 3 этажей	До 2000	1,8	2,6n	2,4n	0,45	0,30
	2000-3000	2,2	3,0n	2,8n	0,53	0,31
	Свыше 3000	2,6	3,6n	3,2n	0,53	0,31
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	До 2000	1,6	2,0n	1,8n	0,45	0,30
	2000-3000	1,9	2,4n	2,2n	0,53	0,31
	Свыше 3000	2,2	2,8n	2,4n	0,53	0,31
Производственные	До 2000	1,2	1,6n	1,4n	0,30	0,30
	2000-3000	1,4	1,9n	1,8n	0,31	0,30
	Свыше 3000	1,6	2,3n	2,2n	0,34	0,30

Примечания:

1. Значение коэффициента n следует принимать по [таблице 3*](#).
2. В пункте 3 $R_{0}^{\text{пр}}$ принимается с коэффициентом 1,3 по таблице 3.

Таблица 25. Третий уровень теплозащиты

Здания и сооружения	Градусо-сутки отопительного периода, $D_{от}$, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, R_{0}^{TP} , ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт				
		Наружных стен	Бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами и холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	Фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, учебные заведения, интернаты до 3 этажей	До 2000	1,8	3,2п	3,0п	0,53	0,34
	2000-3000	2,2	4,0п	3,4п	0,60	0,34
	Свыше 3000	2,4	4,2п	3,6п	0,60	0,34
Жилые и лечебно-профилактические учреждения, свыше 3 этажей	До 2000	2,2	3,2п	2,8п	0,53	0,34
	2000-3000	2,6	3,7п	3,2п	0,60	0,34
	Свыше 3000	3,0	4,2п	3,6п	0,60	0,34
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	До 2000	1,8	2,4п	2,0п	0,53	0,31
	2000-3000	2,2	2,8п	2,4п	0,60	0,31
	Свыше 3000	2,6	3,2п	2,7п	0,60	0,34
Производственные	До 2000	1,4	2,0п	2,0п	0,31	0,31
	2000-3000	1,8	2,2п	2,2п	0,34	0,31
	Свыше 3000	2,2	2,4п	2,4п	0,39	0,31

Примечания:

1. См. пункты 1 и 2 примечания в [таблице 3*](#).

2. R_{0}^{TP} в пункте 3 необходимо принимать с коэффициентом 1,3 согласно таблице 3, однако R_{0}^{TP} не должно превышать 5,0 ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт.

Таблица 26. Расчет теплотерь на момент строительства МКД в г. Ташкент

Расчётная температура помещений, °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температур, Вт	Относительные теплотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	1184,9	1,165	1	17900	19%	23%
	Чердачное перекрытие	671,0	0,72	0,8	20503	21%	27%
	Двери	67,2	0,70	1	384	0,4%	0,5%
	Балконные двери	107,5	0,39	1	4852	5%	6%
	Окна+ балконные окна	266,7	0,39	1	12034	13%	16%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1574	2%	2%
	Пол: II зона	366,0	5,88	1	1096	1%	1%
Общие трансмиссионные теплотери, Вт					58343	61%	76%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		37100	39%	
			в 0,5 ВО		18550	24%	
Суммарные теплотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		95442	100%	
			в 0,5 ВО		76892	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		300070	2494,0	
			в 0,5 ВО		241750		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		120	2494,0	
			в 0,5 ВО		97		

Таблица 27. Расчет теплотерь на момент строительства МКД в г. Навои

Расчётная температура помещений, °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температур, Вт	Относительные теплотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	1184,9	1,165	1	16781	19%	23%
	Чердачное перекрытие	671,0	0,72	0,8	19221	21%	26%
	Двери	67,2	0,70	1	1584	2%	2%
	Балконные двери	107,5	0,39	1	4549	5%	6%
	Окна+ балконные окна	266,7	0,39	1	11282	12%	15%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1476	2%	2%
	Пол: II зона	366,0	5,88	1	1027	1%	1%
Общие трансмиссионные теплотери, Вт					55920	62%	76%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 В0		34781	38%	
			в 0,5 В0		17390	24%	
Суммарные теплотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 В0		90701	100%	
			в 0,5 В0		73311	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 В0		267750	2494,0	
			в 0,5 В0		216413		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 В0		107	2494,0	
			в 0,5 В0		87		

Таблица 28. Расчет теплотерь на момент строительства МКД в г. Нукус

Расчётная температура помещений, °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температур, Вт	Относительные теплотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	1184,9	1,165	1	20951	19%	24%
	Чердачное перекрытие	671,0	0,72	0,8	23998	20%	26%
	Двери	67,2	0,70	1	1978	2%	2%
	Балконные двери	107,5	0,39	1	5679	2%	3%
	Окна+ балконные окна	266,7	0,39	1	14085	13%	16%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1843	2%	2%
	Пол: II зона	366,0	5,88	1	1282	1%	1%
Общие трансмиссионные теплотери, Вт					69816	59%	74%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		43423	41%	
			в 0,5 ВО		21712	26%	
Суммарные теплотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		113239	100%	
			в 0,5 ВО		91527	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		388636	2494,0	
			в 0,5 ВО		314122		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		156	2494,0	
			в 0,5 ВО		126		

Таблица 29. Расчет теплотерь в нынешнем состоянии МКД в г. Ташкент

Расчётная температура помещений, °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² ·°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температур, Вт	Относительные теплотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,24	1,165	1	12180	5%	6%
	Чердачное перекрытие	671	0,72	0,8	20503	9%	10%
	Двери	67,2	0,70	1	1690	1%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	7979	3%	4%
	Пол: I зона	263	2,94	1	1574	1%	1%
	Пол: II зона	366	5,88	1	1096	0%	1%
Общие трансмиссионные теплотери, Вт					45021	19%	21%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		37100	16%	
			в 0,5 ВО		18550	9%	
Суммарные теплотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		82121		
			в 0,5 ВО		63571		
Общие теплотери через балконы за счёт открытых проёмов (40% от общих потер), Вт					92813	40%	43%
Общие теплотери через неутепленные стены ЛК за счёт открытой подъездной двери и фрамуг (20% от общих потер), Вт					45771	20%	21%
Общие теплотери через неутепленные стены в АС швах за счёт недостаточной герметичности (5% от общих потер), Вт					11443	5%	5%
Общие трансмиссионные теплотери с учетом дополнительных потер, Вт			в 1,0 ВО		232148	100%	
			в 0,5 ВО		213598	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		729873		
			в 0,5 ВО		671552		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		258	2830,0	
			в 0,5 ВО		237		

Таблица 30. Расчет теплотерь в нынешнем состоянии МКД в г. Навои

Расчётная температура помещений, °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплотери через огр. конструкции при разности температур, Вт	Относительные теплотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,24	1,165	1	11419	5%	6%
	Чердачное перекрытие	671	0,72	0,8	19221	9%	10%
	Двери	67,2	0,70	1	1584	0,7%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	7480	3%	4%
	Пол: I зона	263	2,94	1	1476	1%	1%
	Пол: II зона	366	5,88	1	1027	0,5%	0,5%
Общие трансмиссионные теплотери, Вт					42207	20%	21%
Теплотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		34781	16%	
			в 0,5 ВО		17390	9%	
Суммарные теплотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		76988		
			в 0,5 ВО		59598		
Общие теплотери через балконы за счёт открытых проёмов (40% от общих потер), Вт					85225	40%	43%
Общие теплотери через неутепленные стены ЛК за счёт открытой подъездной двери и фрамуг (20% от общих потер), Вт					42314	20%	21%
Общие теплотери через неутепленные стены в АС швах за счёт недостаточной герметичности (5% от общих потер), Вт					10728	5%	5%
Общие трансмиссионные теплотери с учетом дополнительных потер, Вт			в 1,0 ВО		215255	100%	
			в 0,5 ВО		197864	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		635432		
			в 0,5 ВО		584095		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		225	2830,0	
			в 0,5 ВО		206		

Таблица 31. Расчет теплопотерь в нынешнем состоянии МКД в г. Нукус

Расчётная температура помещений, °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температур, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,24	1,165	1	14256	5%	6%
	Чердачное перекрытие	671	0,72	0,8	23998	9%	10%
	Двери	67,2	0,70	1	1978	1%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	9339	3%	4%
	Пол: I зона	263	2,94	1	1843	1%	1%
	Пол: II зона	366	5,88	1	1282	0,5%	1%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					52695	20%	21%
Теплопотери на воздухообмен, Вт					в 1,0 ВО	43423	16%
					в 0,5 ВО	21712	9%
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт					в 1,0 ВО	96118	
					в 0,5 ВО	74407	
Общие теплопотери через балконы за счёт открытых проёмов (40% от общих потер), Вт					106402	40%	43%
Общие теплопотери через неутепленные стены ЛК за счёт открытой подъездной двери и фрамуг (20% от общих потер), Вт					52829	20%	21%
Общие теплопотери через неутепленные стены в АС швах за счёт недостаточной герметичности (5% от общих потер), Вт					13393	5%	5%
Общие трансмиссионные теплопотери с учетом дополнительных потер, Вт					в 1,0 ВО	268742	100%
					в 0,5 ВО	247031	100%
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)					в 1,0 ВО	922323	2830,0
					в 0,5 ВО	847809	
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)					в 1,0 ВО	326	
					в 0,5 ВО	300	

Таблица 32. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «базового пакета» в г. Ташкент

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,2	1,165	1	12180	14%	17%
	Балконные перегородки	378,6	1,357	1	2790	3,1%	4,0%
	Чердачное перекрытие	671,0	0,72	0,8	20503	23%	29%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	0,4%	0,5%
	Окна	176,8	0,39	1	7979	9%	11%
	Балконные окна	197,4	0,39	1	5061	6%	7%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1574	2%	2%
	Пол: II зона	366,0	5,88	1	1096	1%	2%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					51567	58%	74%
Теплопотери на воздухообмен, Вт		в 1,0 В0			37100	42%	
		в 0,5 В0			18550	26%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт		в 1,0 В0			88666	100%	
		в 0,5 В0			70117	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)		в 1,0 В0			278767	2494,0	
		в 0,5 В0			220446		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)		в 1,0 В0			112	2494,0	
		в 0,5 В0			88		

Таблица 33. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «базового пакета» в г. Навои

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,2	1,165	1	11419	13,7%	17,4%
	Балконные перегородки	378,6	1,357	1	2623	3,2%	4,0%
	Чердачное перекрытие	671,0	0,72	0,8	19221	23,1%	29,2%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	0,5%	0,6%
	Окна	176,8	0,39	1	7480	9,0%	11,4%
	Балконные окна	197,4	0,39	1	4757	5,7%	7,2%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1476	1,8%	2,2%
	Пол: II зона	366,0	5,88	1	1027	1,2%	1,6%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					48387	58%	74%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		34781	42%	
			в 0,5 ВО		17390	26%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		83168	100%	
			в 0,5 ВО		65778	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		245513	2494,0	
			в 0,5 ВО		194176		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		98	2494,0	
			в 0,5 ВО		78		

Таблица 34. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «базового пакета» в г. Нукус

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м2	Приведенные сопротивление на теплопроводности Ro, (м2*°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,2	1,165	1	14256	13,7%	17,4%
	Балконные перегородки	378,6	1,357	1	3265	3,1%	4,0%
	Чердачное перекрытие	671,0	0,72	0,8	23998	23,1%	29,3%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	0,4%	0,5%
	Окна	176,8	0,39	1	9339	9,0%	11,4%
	Балконные окна	197,4	0,39	1	5921	5,7%	7,2%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1843	1,8%	2,2%
	Пол: II зона	366,0	5,88	1	1282	1,2%	1,6%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					60287	58%	74%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		43423	42%	
			в 0,5 ВО		21712	26%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		103711	100%	
			в 0,5 ВО		81999	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		355936	2494,0	
			в 0,5 ВО		281421		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м2 жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м2)			в 1,0 ВО		143		
			в 0,5 ВО		113		

Таблица 35. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «стандартного пакета» в г. Ташкент

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м2	Приведенные сопротивление на теплопроводности Ro, (м2*°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,3	3,665	1	3872	6%	8%
	Балконные стены	554,6	3,110	1	3139	5%	6%
	Чердачное перекрытие	759,9	3,58	0,8	4673	7%	9%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	1%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	7979	12%	16%
	Балконные окна (+аргон)	243,4	0,52	1	8237	12%	17%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1574	2%	3%
	Пол: II зона	454,9	5,88	1	1362	2%	3%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					31220	46%	63%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		37100	54%	
			в 0,5 ВО		18550	37%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		68319	100%	
			в 0,5 ВО		49769	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		214795	2830,0	
			в 0,5 ВО		156475		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м2 жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м2)			в 1,0 ВО		76	2830,0	
			в 0,5 ВО		55		

Таблица 36. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «стандартного пакета» в г. Навои

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м2	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м2*°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,3	3,665	1	3630	5,7%	7,8%
	Балконные стены	554,6	3,110	1	2943	4,6%	6,3%
	Чердачное перекрытие	759,9	3,58	0,8	4381	6,8%	9,4%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	0,6%	0,8%
	Окна	176,8	0,39	1	7480	11,7%	16,0%
	Балконные окна (+аргон)	243,4	0,52	1	7722	12,1%	16,5%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1476	2,3%	3,2%
	Пол: II зона	454,9	5,88	1	1276	2,0%	2,7%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					29292	46%	63%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 ВО		34781	54%	
			в 0,5 ВО		17390	37%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		64073	100%	
			в 0,5 ВО		46683	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		189144	2830,0	
			в 0,5 ВО		137808		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м2 жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м2)			в 1,0 ВО		67	2830,0	
			в 0,5 ВО		49		

Таблица 37. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «стандартного пакета» в г. Нукус

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м2	Приведенные сопротивление на теплопроводности Ro, (м2*°C)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,3	4,915	1	3379	4,4%	6,2%
	Балконные стены	554,6	4,360	1	2621	3,4%	4,8%
	Чердачное перекрытие	759,9	5,01	0,8	3909	5,1%	7,2%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	0,5%	0,7%
	Окна	176,8	0,39	1	9339	12,3%	17,2%
	Балконные окна (+аргон)	243,4	0,52	1	9641	12,7%	17,7%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1843	2,4%	3,4%
	Пол: II зона	454,9	5,88	1	1594	2,1%	2,9%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					32709	43%	60%
Теплопотери на воздухообмен, Вт			в 1,0 B0		43423	57%	
			в 0,5 B0		21712	40%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 B0		76132	100%	
			в 0,5 B0		54420	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 B0		261285	2830,0	
			в 0,5 B0		186771		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м2 жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м2)			в 1,0 B0		92	2830,0	
			в 0,5 B0		66		

Таблица 38. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «полного пакета» в г. Ташкент

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивл. на теплопроводност и R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,3	3,665	1	3872	8%	10%
	Балконные стены	554,6	3,110	1	3139	7%	8%
	Чердачное перекрытие	759,9	3,58	0,8	4673	10%	12%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	1%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	7979	17%	21%
	Балконные окна (+аргон)	243,4	0,52	1	8237	18%	21%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1574	3%	4%
	Пол: II зона	454,9	5,88	1	1362	3%	4%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					31220	68%	81%
Теплопотери на воздухообмен с учётом компенсируемая мощность за счет рекуперации тепла (22 449 Вт), Вт				в 1,0 ВО	14651	32%	
				в 0,5 ВО	7325	19%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		45870	100%	
			в 0,5 ВО		38545	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		144216	2830,0	
			в 0,5 ВО		121185		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		51		
			в 0,5 ВО		43		

Таблица 39. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «полного пакета» в г. Навои

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,3	3,665	1	3630	8%	10%
	Балконные стены	554,6	3,110	1	2943	7%	8%
	Чердачное перекрытие	759,9	3,58	0,8	4381	10%	12%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	1%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	7480	17%	21%
	Балконные окна (+аргон)	243,4	0,52	1	7722	18%	21%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1476	3%	4%
	Пол: II зона	454,9	5,88	1	1276	3%	4%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					29292	68%	81%
Теплопотери на воздухообмен с учётом компенсируемая мощность за счет рекуперации тепла (21 043 Вт), Вт				в 1,0 ВО	13738	32%	
				в 0,5 ВО	6869	19%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		43030	100%	
			в 0,5 ВО		36161	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)			в 1,0 ВО		127025	2830,0*	
			в 0,5 ВО		106748		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)			в 1,0 ВО		45	2830,0*	
			в 0,5 ВО		38		

Таблица 40. Расчет теплопотерь МКД после применения мер «полного пакета» в г. Нукус

Расчёт. темп. помещ., °С	Наименование ограждающих конструкций	Площадь F, м ²	Приведенные сопротивление на теплопроводности R ₀ , (м ² *°С)/Вт	n	Теплопотери через огр. конструкции при разности температуры, Вт	Относительные теплопотери (в %)	
						1 кратный	0,5 кратный
20	Наружные стены	806,3	4,915	1	3379	7%	8%
	Балконные стены	554,6	4,360	1	2621	5%	6%
	Чердачное перекрытие	759,9	5,01	0,8	3909	8%	9%
	Входные двери	67,2	0,70	1	384	1%	1%
	Окна	176,8	0,39	1	9339	19%	23%
	Балконные окна (+аргон)	243,4	0,52	1	9641	19%	23%
	Пол: I зона	263,0	2,94	1	1843	4%	4%
	Пол: II зона	454,9	5,88	1	1594	3%	4%
Общие трансмиссионные теплопотери, Вт					32709	66%	79%
Теплопотери на воздухообмен с учётом компенсируемая мощность за счет рекуперации тепла (26 285 Вт), Вт				в 1,0 ВО	17138	34%	
				в 0,5 ВО	8569	21%	
Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции, Вт			в 1,0 ВО		49847	100%	
			в 0,5 ВО		41278	100%	
Годовые потери энергии жилого дома с учётом воздухообмена (кВт*ч)				в 1,0 ВО	171075	2830,0*	
				в 0,5 ВО	141666		
Удельный расход тепловой энергии в год на каждый м ² жилого здания при воздухообмене (кВт*ч/м ²)				в 1,0 ВО	60	2830,0*	
				в 0,5 ВО	50		

*Общая отапливаемая площадь жилого дома.