

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

*На правах рукописи*  
УДК 692.4.Ж.12

Жаббаров Бахтиёр Мухтарович

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ  
КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОГО - ЖАРКОГО КЛИМАТА

5А340201 – Строительство зданий и сооружений

Диссертация на соискание академической степени магистра

Научный руководитель  
\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Юсупов У.Т.

Ташкент – 2015

## **Введение**

Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов в своем докладе на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития в 2014 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2015 год дал глубокий анализ выполнения намеченных параметров важнейших социальных программ.

Начиная с 2009 года по типовым проектам в 159 сельских районах страны создано более 900 новых сельских жилых массивов, возведено свыше 44,5 тысячи индивидуальных жилых домов площадью 4,9 миллиона квадратных метров. Построено 832 километра асфальтированных автомобильных дорог, более тысячи объектов социальной и рыночной инфраструктуры.

В 2014 году на 353 массивах в сельской местности построено 10 тысяч комфортных домов жилой площадью свыше 1,5 миллиона квадратных метров, или с ростом против предыдущего года на 17 процентов. На эти цели было направлено в эквиваленте около 650 миллионов долларов, из которых 106 миллионов долларов – заемные средства Азиатского банка развития.

За истекший 2014 год осуществлено строительство 28 новых профессиональных колледжей, проведены реконструкция и капитальный ремонт 131 профессионального колледжа и академического лицея, 381 общеобразовательной школы, 45 объектов системы высших учебных заведений. Сданы 55 детских школ музыки и искусства, 112 объектов детского спорта и 4 плавательных бассейна. Все они оснащены необходимым оборудованием и инвентарем.

Только в 2014 году объем инвестирования в здравоохранение вырос в 3,8 раза по сравнению с 2012 годом. В результате было реконструировано и сдано в эксплуатацию 295 медицинских объектов. Уровень оснащенности республиканских специализированных медицинских центров возрос в 1,8 раза и составляет 91,7 процента, в том числе по высокотехнологичному оборудованию – 82,6 процента.

В 2015 году предусматривается построить на 388 сельских жилых массивах еще 11 тысяч типовых домов общей площадью 1,5 миллиона квадратных метров. В этой связи Совету Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятам областей, Госархитекстрою, Министерству финансов, «Кишлоккурилиш банку» и компании «Кишлоккурилишинвест» необходимо принять безотлагательные меры по обеспечению не позднее февраля открытия финансирования по программе текущего года и в марте – начала строительства жилых домов.

В сфере образования в 2015 году на реконструкцию и капитальный ремонт 380 общеобразовательных школ и 161 профессионального колледжа и академического лицея предусматривается направить свыше 410 миллиардов сумов.

В 2015 году предусмотрено выделить 173 миллиарда сумов на строительство, реконструкцию и оснащение 34 высших образовательных учреждений, в том числе строительство новых учебных корпусов и информационно-ресурсных центров в Андижанском, Каршинском государственных университетах, Узбекском государственном университете мировых языков и других вузах. Также предусмотрены работы по капитальному ремонту 17 высших учебных заведений страны на общую сумму 51 миллиард сумов.

Особо следует отметить, что в 2015 году Узбекистан начинает строительство не имеющей аналогов в СНГ специализированной многопрофильной детской клиники самого высокого по международным стандартам, 4-го уровня, рассчитанной на 250 коек и с поликлиникой на 200 посещений в смену, за счет средств правительства Республики Корея в размере 103 миллиона долларов.

За счет средств Фонда развития детского спорта в 2015 году предусматривается выделить 107 миллиардов сумов на строительство и реконструкцию 115 объектов детского спорта, оснащение их современным

спортивным инвентарем, основная часть которого сегодня производится нашими отечественными предприятиями.

В условиях прогрессирующего сокращения запасов и соответствующего роста цен на традиционные невозобновляемые топливо – энергетические ресурсы важность роли энергии в мировой экономике стала очевидной. Учитывая, что около половины всего энергопотребления приходится на здания и сооружения, актуальной научно – технической проблемой является разработка и внедрение научно – обоснованной нормативно – методологической базы проектирования и строительства, направленной на обеспечение энергосбережения и повышение энергоэффективности как вновь строящихся, так и существующего значительного фонда жилых и общественных зданий, не отвечающих современным требованиям по энергопотреблению .

**Актуальность темы исследования.** Повышение энергоэффективности зданий и сооружений в конце XX и начале XXI веков стало одним из основных направлений научно-технического развития строительной отрасли во многих странах мира. Это обусловлено тем, что в настоящее время более 40% топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) расходуется на обеспечение нормативных параметров микроклимата в помещениях зданий различного назначения (жилых, общественных, производственных и других). Для обеспечения энергосбережения в зданиях постоянно повышаются требования к используемым теплоизоляционным материалам, ужесточаются нормативы теплозащиты ограждающих конструкций и зданий в целом, совершенствуются инженерные системы и оборудования зданий.

Вопросы эффективного энерго- и теплосбережения в нашей стране стали особенно актуальными после принятия в 1997 году Закона Республики Узбекистан «О рациональном использовании энергии». В том же году был введён в действие КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника», а в 2004 году – «Изменения № 1» к нему. В этих нормативных документах сделаны первые попытки повысить требования к теплозащите зданий и сооружений.

К концу 2009 года при содействии Программой Развития ООН (ПРООН) в Узбекистане, правительством Узбекистана в лице Государственного комитета по архитектуре и строительству (Госархитектстрой) и Глобального экологического фонда (ГЭФ) был запущен полномасштабный проект «Повышение энергоэффективности объектов социального назначения» в Узбекистане. Целью проекта является снижение затрат энергии и, соответственно, выбросов парниковых газов в общественных зданиях в сфере образования и здравоохранения Узбекистана. Так же в рамках проекта были переработаны и введены в действие с 1 августа 2011 года 7 нормативных документов (КМК и ШНК), которые позволяют снижению энергопотребления зданиями более чем на 25%, в том числе КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника».

**Объект исследования.** Изучение нормативных литературных источников по данной тематике.

**Предмет исследования.** эффективность теплозащиты ограждающих конструкций в условиях сухого - жаркого климата гражданских общественных зданий, их роль, назначения материалов и конструктивного решения с учетом климата города Ташкента.

**Цель и задачи исследования.** Дать рекомендации, направленные на повышение энергоэффективности ограждающих конструкций в городе Ташкенте. Задачами исследования является изучение климатических характеристик Ташкента, анализ нормативных требований и опыта проектирования ограждающих конструкций. Также необходимо определить технико – экономическую и энергоэффективную целесообразность некоторых теплоизоляционных материалов в соответствии с выбранным уровнем теплозащиты в условиях сухого - жаркого климата.

**Степень изученности вопроса.** Вопросами проектирования и эксплуатации крыш и кровель гражданских зданий, а так же в повышении энергоэффективности зданий в Узбекистане занимались такие видные ученые, как Р.Ю. Маракаев, К.Ф. Зуфаров, С.А. Ходжаев, Р.Р. Юсупов, Ю.Ф. Шум, У.

Фазылов, Е.А. Насонов, В.П. Ильин, Ш. Шаджалилов, А. Мусурманкулов, А.А. Нугманов, Т.А. Мухамедбаев, И.К. Касимов, Н.А. Самигов, У.Р. Жаббаров, Х.Х. Асамов, Ш.К. Шахобиддинов, Ш.М. Махмудов, В.М. Шепилов, Ю.Р. Исамухаммедов, С.И. Ахмедов, Е.В. Щипачева, Р.Р. Кадыров и другие.

В 2010-2011 годах при переработки КМК 2.03.10-95\* «Крыши и кровли», выполненная Республиканским центром стандартизации и сертификации в строительстве, для повышения энергоэффективности зданий занимались ученые, как С.А. Ходжаев, Е.А.Насонов, Ш.Т. Абдукалилов, С.Т. Касимова, Р.А. Кучкаров, И.М. Рустамов и др. Так же в 2012 году была разработана Пособие по проектированию крыш и кровель энергоэффективных зданий (к КМК 2.03.10-95\*), которым занимались, кроме вышеуказанных исследователей, Б. Мирзаахмедов, С.С. Голубева, А.А. Тулаганова, И.З. Тагаева.

Из зарубежных исследователей вопросами проектирования крыш и покрытий занимались Н.Н. Миловидов, Б.Я. Орловский, А.Н. Белкин, Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова, В.Г. Шарапенко, Ю.А. Дыховичный, З.А. Казбек-Казиев, А.Б. Марцинчик, Т.И. Кирилова, О.В. Коретко, Н.Ф. Тищенко, А.В. Коломеец, Э.М. Ариевич, П.Г. Буга, А.Е. Антонюк, В.И. Першаков, Г.И. Бурмистров, И.С. Баршак, Д.К. Баулин, А.И. Мазалов, А.Г. Марченко, А.А. Волынский, И. Габриель, Х. Ладенер, Н.А. Смирнов, В.С. Андреев, В.Б. Белевич, Й. Косо, К.Д. Памфилов, Ю.Ф. Подольский, В.И. Рыженко, А.А. Савельев, Е.М. Сбитнева, О.Н. Сенова, И.А. Шершевский, С.А. Хворостухина, Н.П. Умняков и другие.

Фундаментом исследований в области повышения энергоэффективности является наука – строительная физика. Основоположниками строительной физики можно назвать О. Е. Власова, К. Ф. Фокина, В. Д. Мачинского, А. М. Шкловера, Б. Ф. Васильева, Н. М. Гусева, В. Н. Богословского, Ф. У. Ушкова, А. У. Франчука, Л. Л. Дашкевича, А. У. Зеленко, П. Ю. Гамбурга, Д. В. Бахарева, Д. С. Масленникова, Н. Г.

Уманского, А. В. Лыкова, В. А. Белинского, Н. М. Данцига, А. П. Парфенова, Н. Ф. Галанина и других.

Теплотехническая научно – практическая школа Узбекистана благодарят трудами И.С. Суханова, Х.Н. Нуретдинова, А.М. Камилова, Е.А. Солдатова, А.А. Ерзина, П.А. Азизова, Ф.Ф. Харутдиновой, У.К. Каххарова, Е.И. Угрюмова, Ю.К. Раширова, С.А. Хамидова, Р.Ю. Маракаева и многих других, а также деятельности лаборатории строительной физики УзЛИТИ и ТАСИ известны не только в странах СНГ, но и в дальнем зарубежье.

**Основные проблемы исследования.** Интерес представляет энергосберегающий эффект от тепловой изоляции ограждающих конструкций, бесчердачных невентилируемых покрытий зданий в соответствии с выбранным уровнем теплозащиты и учетом экономической целесообразности.

**Методы исследования.** Анализ литературных и исследовательских работ по данной тематике и проведение теоретических расчетов.

**Научная новизна.** Практические исследования и расчеты теплотехнических и технико – экономических характеристик теплоизоляционных материалов ограждающих конструкций с оценкой их энергоэффективности в условиях сухого - жаркого климата.

**Теоретическое и практическое значение.** Определение эффективности различных типов ограждающих конструкций и крыш, теплоизолирующих материалов и подготовка рекомендаций практического применения наиболее оптимальных решений по данной тематике.

**В первой главе** рассматривались вопросы природно-климатические особенности, определяющие условия проектирования, строительства и эксплуатации жилых зданий в сухих - жарких районах. Составлялась таблица климатических характеристик города Ташкента.

**Во второй главе** рассматривались вопросы нормативных требований к проектированию, современные методы теплотехнических расчетов

ограждающих конструкций, предложения по методике теплотехнического расчета ограждающих конструкций. Ограждающие конструкции традиционных и современных зданий. Делался анализ выбора конструктивных решений, строительных материалов, типов кровель и других требований к ограждающим конструкциям в проектировании и эксплуатации их.

**В третьей главе** проводились теплотехнические расчеты конструкций на зимние условия, а также на теплоустойчивость и определение задержки амплитуды колебаний температуры в конструкции некоторых, выбранных вариантов утеплителей на зимние и летние периоды, также определялась экономия тепла за отопительный период.

**В четвертой главе** проводились современные методы теплотехнических расчетов ограждающие конструкции и их анализ. Выбор оптимальных типов ограждающих конструкции для современного строительства. Определялась годовая экономия энергии в денежном выражении. Составлялись технико – экономические показатели.

# **Глава 1. Природно-климатические особенности, определяющие условия проектирования, строительства и эксплуатации жилых зданий в жарких районах**

## **1.1. Основные природно – климатические факторы и их учет в проектировании**

**Температура воздуха.** В зависимости от температурного режима местности выбирают тип несущих и ограждающих конструкций и определяют их сопротивление теплопередаче и теплоустойчивость. Степень температурных воздействий на микроклимат внутренних помещений зависит от массивности ограждающих конструкций, т.е. от их тепловой инерции [35].

Температура наружного воздуха (в °С) города Ташкента приведена в таблице 1, согласно КМК 2.01.01-94.

Таблица 1

	Средняя по месяцам												Среднегодовая	Абсолютно минимальная	Абсолютно максимальная	Средняя макс.наиболее жаркого месяца	Средняя макс. наиболее холодн.месяца
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII					
Ташкент	-0,4	2	7,9	14,7	20,2	24,9	27,1	25,1	19,6	12	6,7	2	13,6	-29,5	44,5	35,4	-6

Средняя температура воздуха по месяцам и за год характеризует температурный режим отдельных месяцев и всего года с месячной и годовой обеспеченностью в среднем 0,5. Абсолютная минимальная и абсолютная максимальная температура воздуха характеризуют низшие и наивысшие пределы температуры воздуха, которых она достигла в данном

пункте в пределах периода наблюдения [37].

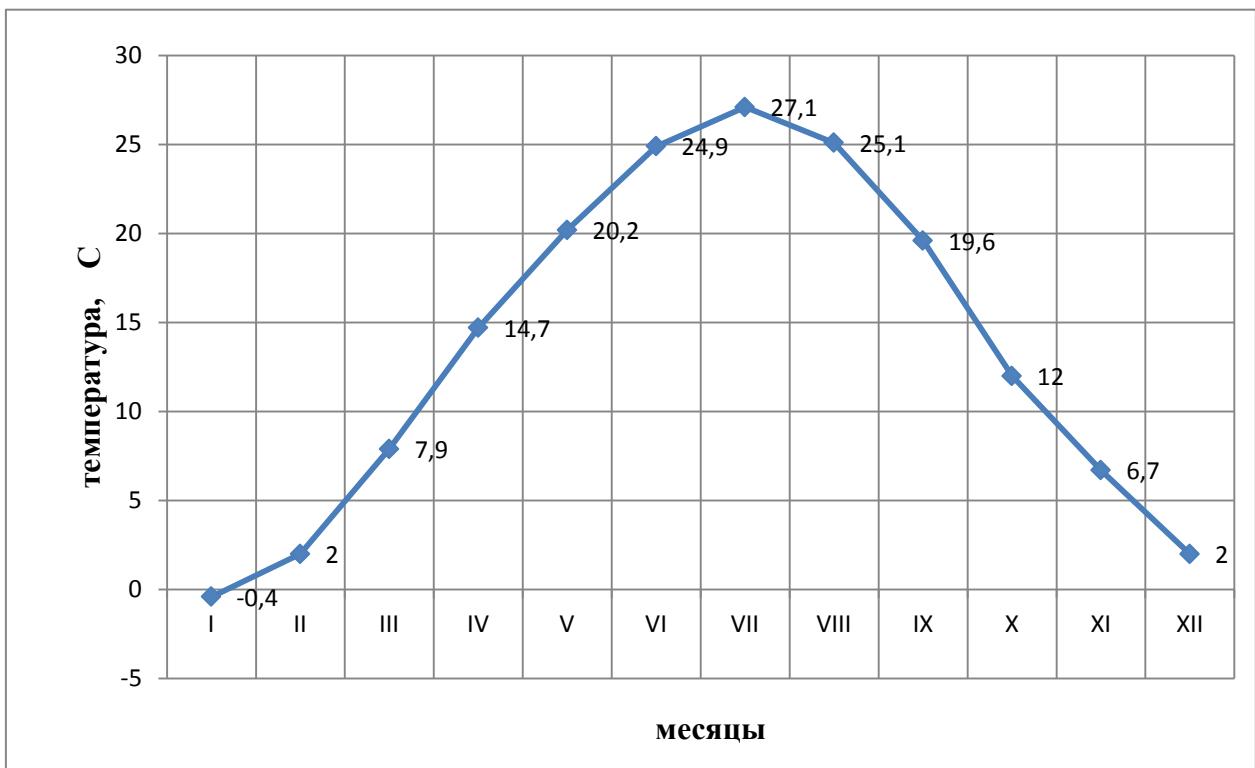


График 1. Температура наружного воздуха Ташкента, °C (средняя по месяцам).

Средняя максимальная температура воздуха наиболее жаркого месяца характеризует дневную наиболее теплую часть суток; рассчитана как средняя месячная величина из ежедневных максимальных значений температур воздуха; суточная обеспеченность этого показателя составляет в среднем 0,5 [37].

Средняя минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца характеризует ночную наиболее холодную часть суток; рассчитана как средняя месячная величина из ежедневных минимальных значений температуры воздуха за период наблюдений; суточная обеспеченность этого показателя составляет в среднем 0,5 [37].

При расчете теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года, используют два значения температур воздуха:

- средняя месячная температура воздуха за июль ( $27,1^{\circ}\text{C}$  - для Ташкента);
- максимальная амплитуда суточных колебаний температуры воздуха в июле ( $23,7^{\circ}\text{C}$  – для Ташкента) [3].

Расчеты на теплоустойчивость ограждений проводят обычно при условиях, если среднемесячная температура июля превышает 21°C [30].

**Солнечная радиация.** Солнечная радиация является источником тепла и видимого света. Количество энергии, получаемой землей от солнечной радиации, зависит от высоты стояния солнца, угла падения лучей, продолжительности излучения, рельефа местности, высоты над уровнем моря, состояния атмосферы.

Отрицательные стороны солнечной радиации на строительные конструкции и материалы проявляется двояким образом:

- а) ужесточается температурный режим сооружений;
- б) нарушается нормальная структура материалов, особенно под ультрафиолетовой частью спектра [35].

Для снижения отрицательного влияния солнечной радиации в условиях жаркого климата над строящимися зданиями и сооружениями применяют соответствующие материалы или устраивают солнцезащитные покрытия с высокой отражающей способностью.

В количественном отношении интенсивность (напряжение) солнечной радиации на нормальную к лучам поверхность  $S_h$  можно определить по формуле [30]:

$$S_h = S_0 \frac{\sinh_0}{\sinh_0 + C}, \text{ где} \quad (1.1)$$

$S_0$  - солнечная постоянная, принимаемая равной 1200 Вт/м<sup>2</sup>;

$h_0$ -высота стояния солнца для данной местности в расчетный час суток, град.;

$C$  - эмпирический коэффициент, характеризующий прозрачность атмосферы.

В Ташкенте солнечная радиация (прямая и рассеянная), поступающая в июле на горизонтальную поверхность при безоблачном небе достигает своего пика с 11:00 до 13:00 часов дня [3], составляя 739 – 782 Вт/м<sup>2</sup> (см. график 2).

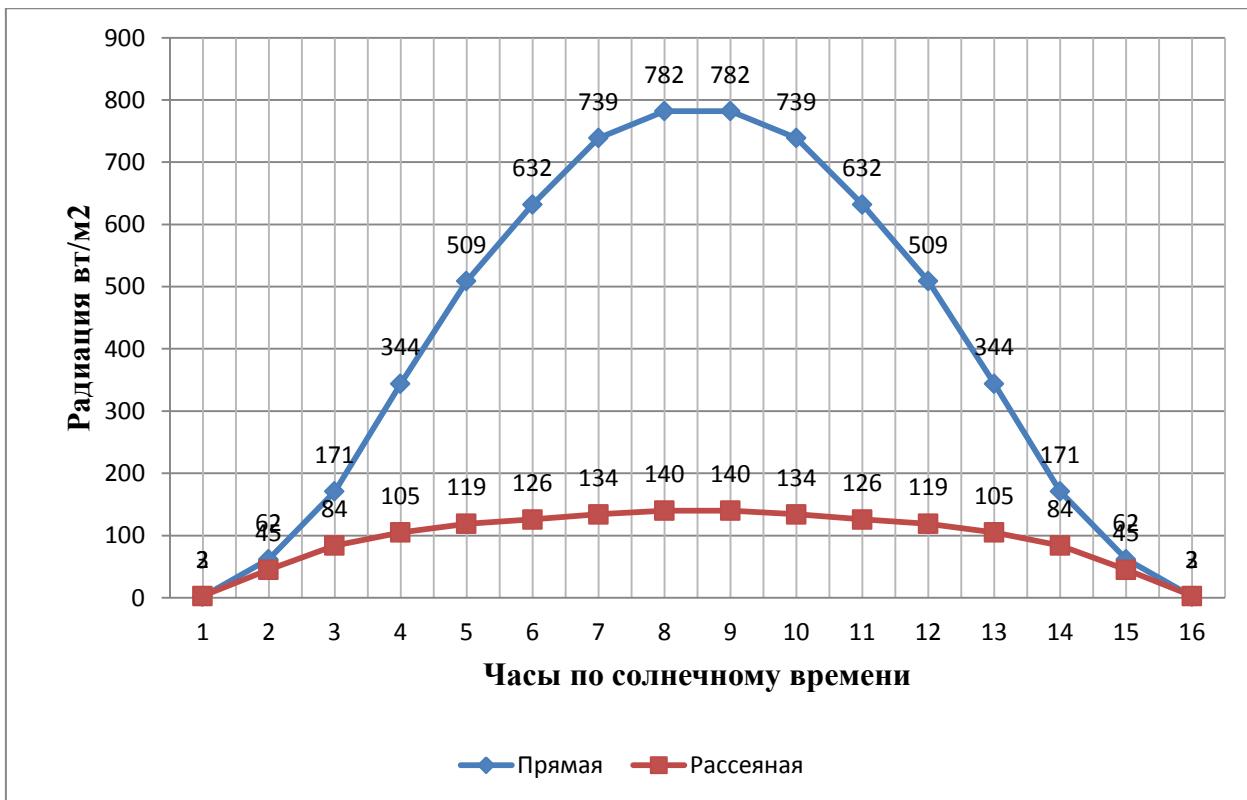


График 2. Солнечная радиация (прямая и рассеянная), поступающая в июле на горизонтальную поверхность при безоблачном небе, Вт/м<sup>2</sup>.

**Влажность наружного воздуха.** Атмосферный воздух представляет собой смесь газов и водяных паров. Погода и климат на планете зависят от распределения тепла, давления и содержания водяного пара в атмосфере. Это содержание может выражаться в единицах абсолютной влажности, г/м<sup>3</sup> или парциальным давлением, т.е. давлением водяного пара, находящегося в смеси с другими газами, или упругостью водяного пара в паскалях (Па) [30].

Парциальное давление водяного пара по месяцам характеризует влажностный режим отдельных месяцев с месячной обеспеченностью 0,5 и приводится в таблице 2 для города Ташкента[3].

Таблица 2

	Парциальное давление водяного пара по месяцам, гПа												Средняя минимальная относительная влажность воздуха, %	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ташкент	4,6	5,1	6,8	9,8	12,2	12,7	13,8	13,1	9,8	8,1	6,5	5,3	55	21

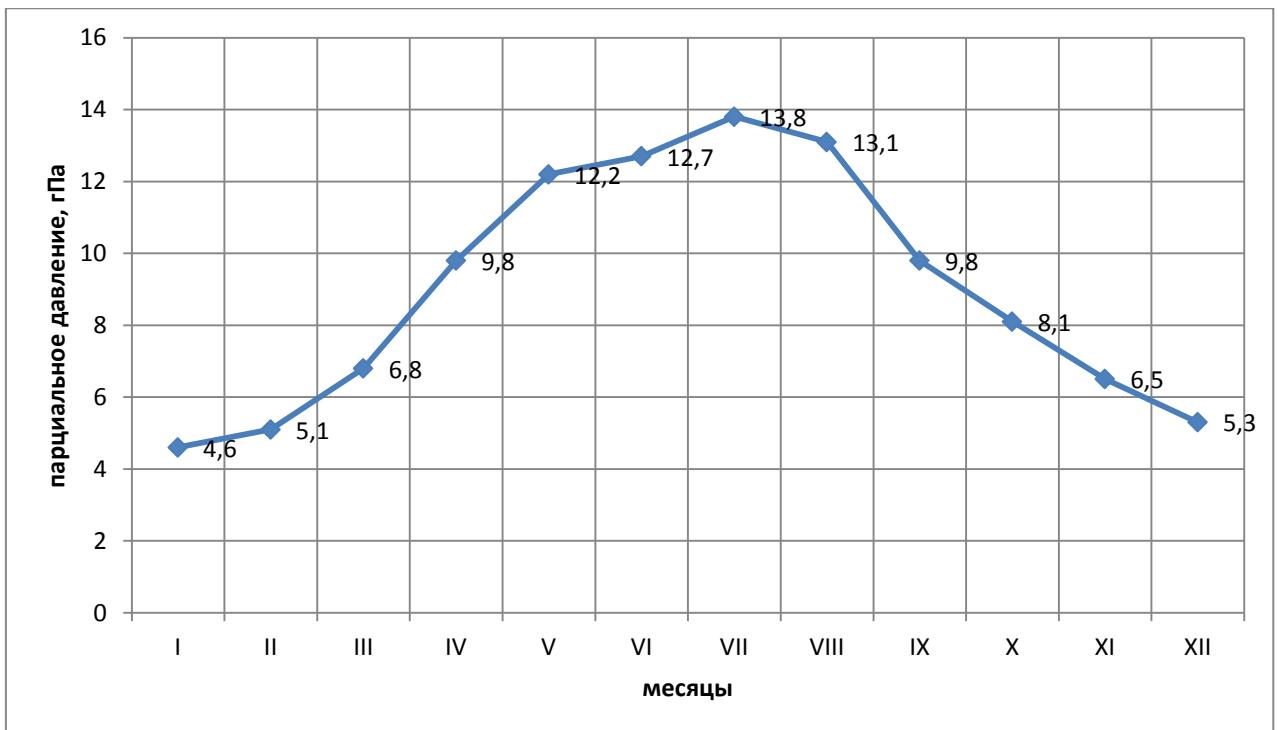


График 3. Парциальное давление водяного пара по месяцам города Ташкента.

Влажность воздуха характеризуют также относительной влажностью ( $\varphi$ ), которая представляет собой отношение действительной упругости водяного пара ( $e$ ) к максимальной при данной температуре ( $E$ ), выраженной в процентах:

$$\varphi = \frac{e}{E} \cdot 100\% [30]. \quad (1.2)$$

При колебаниях относительной влажности воздуха и его температуры возникают ситуации полного насыщения воздуха водяным паром  $\varphi = 100\%$  и  $E = e$ . Температуру, при которой наступает состояние полного влагонасыщения, называют температурой точки росы. В природной среде это явление известно утренними росами, туманом [30]. В урбанизированной среде происходит конденсация влаги на строительных конструкциях, ограждениях зданий, что вызывает процессы, требующие учета при проектировании и эксплуатации зданий (снижение теплозащитных качеств увлажненных конструкций и их долговечности, образование грибков и гниения, коррозии).

**Ветровой режим.** Перемещение воздушных масс в горизонтальной плоскости называют ветром. От направления и скорости ветра зависит температурно – влажностный режим территории. Направление ветра определяется стороной горизонта, откуда он дует. Для обозначения этих сторон горизонта на 16 или 8 главных направлений – С (север), Ю (юг), В (восток), З (запад), СВ (северо – восток) и т.д. Если на каждом из этих направлений (румбов) отложить от центра отрезки (векторы), характеризующие в процентах повторяемость ветров по этим направлениям и соединить концы векторов прямыми, то получится графическое изображение ветров, называемое «розой ветров». На розу по повторяемости могут быть нанесены векторы силы ветра. Такая векторная диаграмма будет давать более полную информацию о ветровом режиме, как о господствующем направлении, так и его скорости [35].

В таблице 3 приведены данные направления и скорости ветра в январе и июле месяце из КМК 2.01.01-94 для города Ташкента и соответственно построены графики розы ветров (график 4, график 5).

Таблица 3

Повторяемость направления ветра (числитель), % Средняя скорость по направлениям (знаменатель), м/с Повторяемость штилей, %									
Январь									
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Ташкент	12/1,7	30/2,1	20/1,7	9/1,4	7/1,5	4/2,4	6/1,6	12/1,8	9
Июль									
Ташкент	20/2,1	20/1,4	14/1,2	6/1,5	6/1,6	6/1,5	9/1,7	19/1,9	10

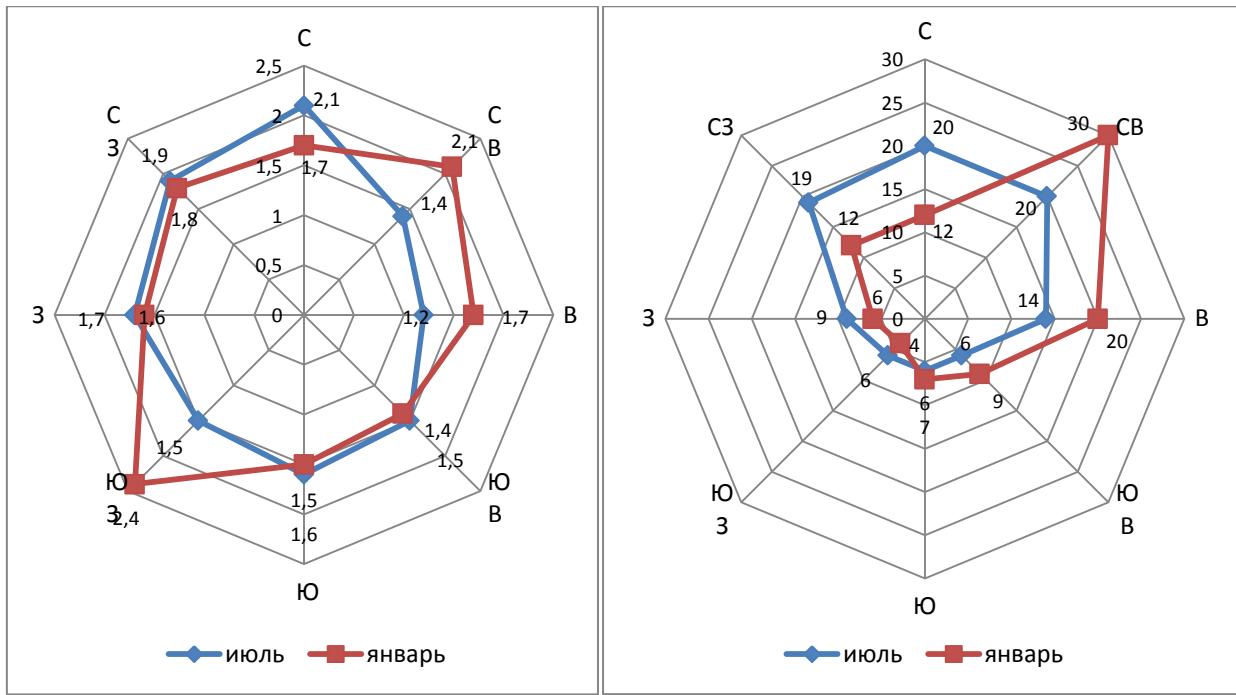


График 4. Средняя скорость по направлениям январе и июле, м/с.

График 5. Повторяемость направления ветра в январе и июле, %.

Правильный учет ветровой нагрузки на здания и сооружения имеет большое значение, т.к. занижение её может привести к авариям конструкций, а завышение – к удорожанию строительства вследствии увеличения сечения элементов.

Давление ветра на здание можно определить по формуле[30]:

$$P = K \frac{\rho_h \vartheta_h^2}{2g}, \text{ где} \quad (1.3)$$

P – давление ветра на здание, кПа ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ );

K – аэродинамический коэффициент;

$\rho_h$  - плотность наружного воздуха  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\vartheta_h$  - скорость ветра, невозмущенного ветрового потока, м/с;

g – ускорение свободного падения,  $9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ .

Для расчета ветровой нагрузки на элементы зданий аэродинамический коэффициент принимают в соответствии с КМК 2.01.07-96 «Нагрузки и воздействия».

**Осадки и снежный покров.** К этой группе метеорологических явлений относятся дождь, снег, смешанные осадки, морось, снежная крупа, обильная роса и туман, гололедные явления.

Все перечисленные выше разновидности осадков требуют учета при проектировании и эксплуатации покрытий и крыш гражданских зданий.

Опыт проектирования и эксплуатации зданий показывает, что учет осадков идет, в основном, по следующим направлениям:

- проектирование ливневой канализации;
- проектирование водоотвода с кровли;
- учет гололедных нагрузок;
- учет сугробовых нагрузок;
- учет снегозаносов территории при метелях.

Ошибки в проектировании или неправильно выбранные характеристики осадков могут привести к серьезным нарушениям в эксплуатации зданий или к авариям.

Известно множество случаев, когда невнимание к осадкам приводило к регулярному замачиванию, а, следовательно к преждевременному износу несущих и ограждающих конструкций. Здесь имели место как ошибки проектирования водоотвода с кровли, так и некачественное производство работ.

Для решения задачи водоотвода с кровли требуется информация об интенсивных осадках за небольшой отрезок времени или информация о так называемом дожде. Через расчетный дождь определяются схема водоотвода, площади водосбора, конструкция водосборных воронок и сечения водоотводящих труб (стяжек).

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади следует определять по формулам [30]:

а) для плоских кровель (с уклоном менее 2,5%):

$$Q_{\text{расч}} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} \text{л/сек}; \quad (1.4)$$

б) для скатных кровель (с уклоном более 2,5%):

$$Q_{\text{расч}} = k_1 \frac{F \cdot q_5}{10000} \text{л/сек, где} \quad (1.5)$$

$Q_{\text{расч}}$  - расчетный расход дождевых вод, л/сек;

$F$ -водосборная площадь,  $\text{м}^2$ ;

$q_{20}, q_5$ - интенсивность дождя в л/сек на 1 га для данной местности продолжительностью 20 мин и 5 мин, при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной одному году;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий период однократного переполнения.

**Снежный покров** учитывается, прежде всего, как сугородная нагрузка. В КМК 2.01.07-96 «Нагрузки и воздействия» приводится методика учета сугородной нагрузки. Учитывается масса сугородного покрова, вводится перевод этой массы к сугородной нагрузке на здание, учитывается сугородой район, приводятся схемы сугородных нагрузок на покрытия зданий, в том числе с учетом скорости ветра за три зимних месяца. Именно ветер и перемещение по кровле сугородной массы приводит к неравномерности сугородной нагрузки на покрытие.

Характеристика осадков, число дней со снежным покровом, число часов с грозой для города Ташкента приведены в таблице 4 согласно КМК 2.01.01-94 «Климатические и физико – геологические данные для проектирования».

Таблица 4

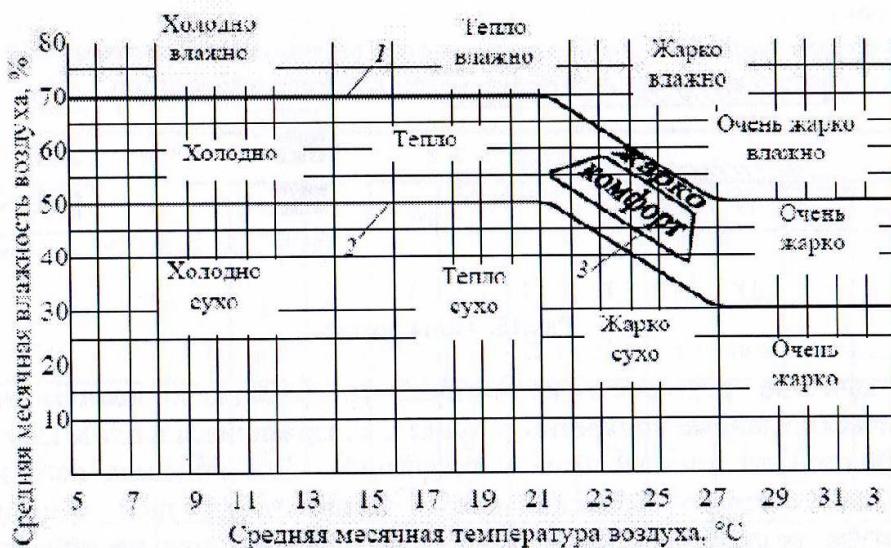
Количество осадков за год, мм	Максимальное суточное количество осадков, мм	Число дней с осадками за год	Число дней со снежным покровом за год	Число часов с грозой за год
412,7	50,0	100,8	43	17,0

Количество осадков за год характеризуется высотой слоя воды, образовавшегося на горизонтальной поверхности от выпавшего дождя, мороси, обильной росы и тумана, растаявшего снега, града и снежной крупы при отсутствии стока просачивания и испарения. Годовая обеспеченность в среднем – 0,5.

Максимальное суточное количество осадков – характеризует наблюдавшуюся наибольшую сумму осадков, выпавших в течении суток; годовая обеспеченность этого показателя близка к единице.

Число дней с осадками за год. Днем с осадками считается день, когда количество осадков равно или более 0,5 мм. Годовая обеспеченность показателя в среднем – 0,5 .

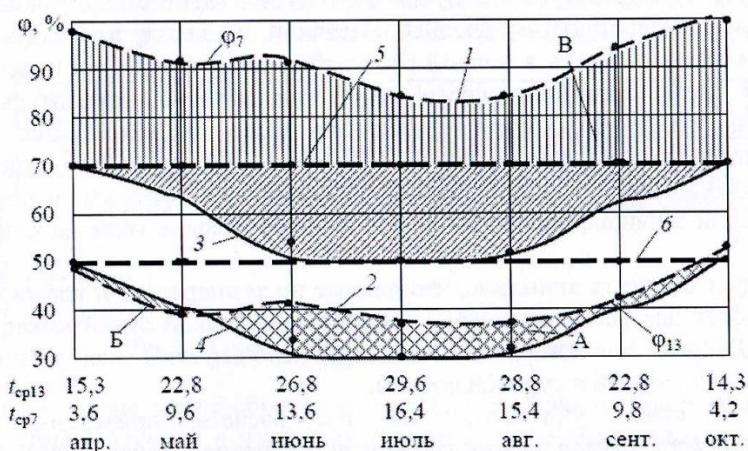
**Температурно-влажностный режим.** Для уточнения типов проветривания чердачных помещений на юге (ночное, дневное, круглосуточное) при комфортной, теплой и жаркой погоде рекомендуется учитывать температурно-влажностный режим. В.Е.Кореньков предложил график, который позволяет составить зоны оптимальной относительной влажности при данных температурах с ходом фактической влажности воздуха и определить дефицит или избыток влажности. На графике даны верхние и нижние критические значения относительной влажности воздуха, ограничивающие зону оптимума, т. е. наиболее комфортных значений температуры и влажности (см. рисунок 1).



*Рисунок 1. Диаграмма для оценки летнего температурно-влажностного режима района строительства:*

*1-верхнее критическое значение относительной влажности воздуха; 2-то же нижнее; 3-зона оптимума (комфортных условий).*

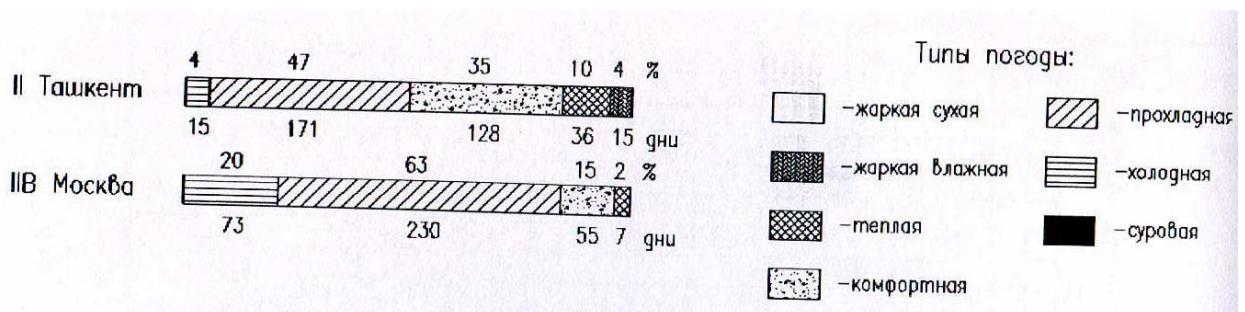
Анализ температурно-влажностного режима начинается с построения специального графика, который строится для оценки температурно-влажностного режима в дневное (13 ч) и ночное (7 ч) время. На горизонтальную ось наносятся месяцы с положительной температурой воздуха, на вертикальную ось—значения относительной влажности воздуха от 0 до 100%.(см. рисунок 2).



*Рисунок 2.Оценка температурно-влажностного режима в летнее время:*

*1-график среднемесячной относительной влажности в 7ч; 2-то же в 13ч; 3-верхнее критическое значение относительной влажности для 13ч; 4-то же нижнее; 5-верхнее критическое значение влажности в 7ч; 6-то же нижнее; А-зона оптимальной влажности в 13ч; Б-сухая зона.*

Так как для многих климатических районов и сезонов года существенную роль играют суточные различия в тепловом фоне, рекомендуется использовать столь же простую, но более совершенную форму графиков погоды, т.е. подсчитать, сколько процентов от общей длительности года или сколько месяцев (днем и ночью) продолжается тот или другой тип погоды. Форма записи дана на рисунке 3.



*Рисунок 3. Типы погоды городов Ташкента и Москвы.*

В качестве исходного климатического материала используются климатические данные конкретного пункта, содержащиеся в КМК 2.01.01-94.

**Температурно-ветровой режим.** Анализ различных сочетаний температуры и ветра рекомендуется проводить при всех типах погоды. При скорости более 6 м/с начинается перенос снега и песка, при скорости более 12 м/с — отдельные легкие элементы здания могут подвергаться опасности разрушения. При отрицательных температурах и скорости более 4 м/с желательна защита пешехода от ветра, при скорости более 5 м/с сами здания начинают нуждаться в защите, так как через инфильтрацию теряют слишком много тепла. Падение температуры от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $-35^{\circ}\text{C}$  обусловливает возможность кратковременных прогулок только при условии соответственного снижения скорости ветра от 3,5 до 0 м/с. При температуре порядка  $20—28^{\circ}\text{C}$  ветер до 2,5 м/с комфортен для пешехода, при температуре  $28—33^{\circ}\text{C}$  ветер 1—4 м/с весьма полезен, и аэрация помещений необходима. При температуре выше  $33^{\circ}\text{C}$  и особенно при пескопылереонсе и пониженной относительной влажности воздуха (менее 25%) ветер почти не дает облегчения и легко может вызвать раздражение[37].

Оценка территории по ветровому режиму представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Общая оценка ветрового режима	Вершины и возвышения с плоскими вершинами и пологими склонами	Степень благоприятности форм рельефа									
		Наветренные склоны			Склоны, параллельные ветру			Подветренные склоны			Долины, лощины, овраги
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	Про-дувае-мые
Районы с большими скоростями ветра (повторяемость скорости более 5 м/с выше 20%)	неблагоприятные	благоприятные						неблагоприятные	благоприятные		
То же, с умеренными скоростями (повторяемость скорости ветра 3—5 м/с выше 50%, более 5 м/с — менее 20%)	неблагоприятные	умеренно благоприятные		благоприятные		умеренно благоприятные					

*Примечание. Цифрами 1,2,3 обозначены соответственно верхняя, средняя и нижняя части склонов.*

**Ветер с дождем.** Определять степень увлажненности крыш и мер их защиты. Из климатического справочника Узбекистана и КМК выписывается средняя многолетняя сумма осадков за теплый период. За тот же период определяется и средняя многолетняя скорость ветра. Частное от деления суммы осадков на скорость ветра дает среднюю интенсивность осадков в мм/мин. Из приложения по интенсивности осадков и скорости ветра определяется сумма осадков, проходящих через условную вертикальную поверхность. Если эта сумма, переведенная в часовую размерность (мм/ч), попадает в градацию до 100 мм, территория относится к сухой зоне, от 100 до 200 мм — к нормальной зоне, более 200 мм — к влажной зоне.

Для каждой из выделенных зон разработаны свои типы стыков крупнопанельных зданий. Для сухой зоны рекомендуются плоские закрытые стыки, для нормальной зоны — дренированные и открытые, для влажной зоны — открытые, стыки с нащельниками, накладками и профильными покрытиями зазора, крыши-экраны.

**Ветер с пылью.** Согласно методикам ЦНИИЭП жилища и ТашЗНИИЭП, в местностях, где в течение 30 дней в году и более концентрация пыли в воздухе составляет 1,5 мг/м<sup>3</sup> и более или повторяемость пыльных бурь равна не менее 3 в месяц, жилые здания и территории должны быть защищены от большой запыленности воздуха. Данные о запыленности города следует уточнять по материалам местной метеостанции. Обычно большая запыленность возникает при ветрах 1—2 м/с на песках и песчаных рыхлых почвах, при 3—4 м/с на песчаных и супесчаных почвах, при 5 м/с на легких суглинках и при 5,5—7 м/с на тяжелых суглинистых почвах. При запыленности выше критической рекомендуется определять особо неблагоприятное направление преобладающего ветра — более 20% повторяемости по одному румбу при скорости более 5 м/с требуется тщательная защита жилой среды от таких ветров.

## 1.2. Климатические характеристики города Ташкента

Для наиболее общей оценки климатических условий строительства можно использовать данные климатического районирования. Перечень параметров, необходимых для оценки общих климатических условий района строительства для города Ташкента приведена в таблице 6.

Таблица 6.

Наименование параметров	Величина параметров
<b>Климатические параметры холодного периода</b>	
Строительно – климатическая зона	II
$t^{\circ}$ воздуха наиболее холодных суток	-18
$t^{\circ}$ воздуха наиболее холодных 5 суток	-16
$t^{\circ}$ средняя воздуха холодного периода	-4,2
Абсолютно min $t^{\circ}$ воздуха	-29,5
Среднесуточная амплитуда $t^{\circ}$ наиболее холодного месяца	8,9
Продолжительность отопительного периода	148
Среднемесячная относительная влажность наиболее холодного месяца	55
Число дней со снежным покровом	43
Глубина промерзания грунта, см	70
Max суточное количество осадков, мм	50
Число дней с осадками	100,8
Преобладающее направление ветра за январь	СВ
Max из средних скоростей ветра за январь, м/с	2,1
Средняя скорость ветра за отопительный период	1,6
<b>Климатические параметры теплого периода</b>	
Средняя $t^{\circ}$ теплого периода	25,1
Средняя max $t^{\circ}$ воздуха жаркого периода (июль)	35,4
Абсолютно max $t^{\circ}$ воздуха	44,5
Среднесуточная амплитуда $t^{\circ}$ воздуха (июль)	16,8
Среднемесячная относительная влажность воздуха (июль)	21
Средняя скорость ветра за июль	2,1
Max суточное количество осадков, мм	50
Преобладающее направление ветра за июль	С, СВ
Число пыльных дней (бурь) в году	5
Продолжительность солнечного сияния	60
Солнечная радиация на горизонтальную поверхность:	
Максимальное значение солнечной радиации, Вт/м <sup>2</sup>	782/140
Среднее значение солнечной радиации, Вт/м <sup>2</sup>	405/94

## **Выводы к главе I**

1. Положительные стороны климата Ташкента – большая продолжительность теплого периода года, низкая относительная влажность воздуха, благоприятной соларный климат, континентальность.  
Отрицательные стороны – высокий уровень солнечной радиации, маловетрие или повышенные скорости ветра в ряде районов, высокие температуры в летний период, приводящие к перегреву территории и помещений, резкая континентальность и засушливость.
2. Резкая континентальность – выражается в большой годовой амплитуде температур (для Ташкента 28-30°C). Значительные колебания метеорологических элементов в разные периоды года и суток на примере Ташкента показывает, что максимальная амплитуда температуры воздуха в июле при ясном небе днем и ночью составляет 23,7°C, а средняя 17,4°C. Термический фон внешней среды ночью, как правило находится в зоне теплового комфорта с показателями средне минимальной температуры воздуха ночью в июне - 16,8 в июле – 18,2 и в августе - 16°C, что позволяет возможность восстановления теплового баланса организма человека, нарушенный днем.
3. Низкая относительная влажность воздуха на территории обусловлена незначительным количеством осадков в течении года, так в Ташкенте среднегодовая относительная влажность воздуха 58 – 60%, в летние месяцы 40 – 50% ночью и 25 – 30% днем, что легче переносятся высокие температуры воздуха.
4. Расчетная температура наружного воздуха и скорость ветра в июле в Ташкенте: максимальная – 39,0°C; суточная – 30,3°C; амплитуда – 8,7°C; скорость ветра – 1,4м/с.
5. Расчетная температура и скорость наружного воздуха в январе в Ташкенте: средняя наиболее холодной пятидневки - 16°C; средняя наиболее холодных суток - 18°C; скорость ветра – 2,0 м/сек.

## **Глава 2. Современные методы теплотехнических расчетов ограждающих конструкций. Ограждающие конструкции традиционных и современных зданий.**

### **2.1 Стены традиционных зданий.**

Традиционные стены, построенные из двух слоев природного камня, используются для строительства всех типов зданий. Стены строятся после отрывки котлована и сооружения фундамента. Конструкции этого типа использовались также и для строительства внутренних стен (стены-перегородки).

Природный камень

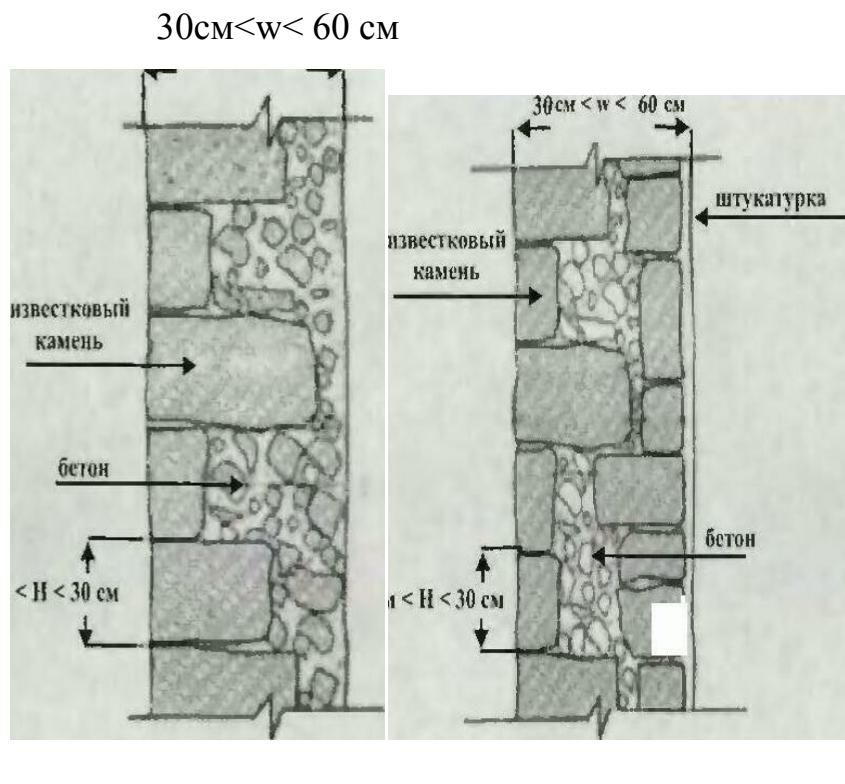
Таблица 2.1

Материал	Плотность кг/м <sup>3</sup>	теплопроводность $\lambda$ Вт/(м .°C)
Известняк	2200	1,53
	1650	0,93
Мрамор	2500	2,2
гранит	2600	2,3
базальт	2600	2,3

Объемная масса изменяется в зависимости от происхождения и глубины залегания слоев, толщина стены зависит от высоты и от типа здания (здания с несущими стенами или здания со стенами-заполнениями и железобетонным каркасом). В последнем случае толщина стены становится меньше, хотя здание становится выше.

Несущие стены имеют хорошие теплотехнические свойства, они служат хорошей изоляцией от погодных условий из-за их толщины, которая обусловлена также необходимостью нести нагрузку. Однако на

верхних этажах это условие допускает применение более тонких стен, что может ухудшить их теплозащитные качества. (Рис. 2.1).



1-Два слоя природного камня  
природного камня

2-Один слой

Рис. (2.1) Традиционная стена, построенная из природного камня

Материалы, используемые в строительстве стен (цемент, песок, и гравий как заполнитель), и тип используемого камня в строительстве стен, являются важными факторами, определяющими способность стен противостоять различным погодным условиям.

Высокая стоимость камня, появление новых материалов и методов строительства и недостаток квалифицированных строителей по технике каменной кладки, вызвала постепенное исчезновение этой техники и ускорение использования новых материалов, которые менее дороги и с которыми легче работать.

### **- Один слой каменной кладки**

Этот тип стены существует в сельских горных районах, он связан с ленточной системой фундамента, которая обычно делается из более толстых связанных каменей. Строительные материалы, используемые для этого типа стен: камень, цемент, песок, гравий как заполнитель, известняк, и каменные глыбы различных размеров. Они укладывались или в фундаменте или во внутренней части стены (Рис.2.1).

Эти стены имеют хорошие теплотехнические качества. Кроме того, имеют хорошие акустические свойства. Они служат хорошей изоляцией от внешних воздействий.

#### **2.1.2 Стены из глины**

Стена используется для всех типов зданий (жилье, коммерческие здания, сельские дома и монастыри).

Для устройства стены этого типа используется высохшая на солнце глина. Эта техника очень устарела. Тем не менее, стены этого типа имеют хорошие теплотехнические свойства и являются хорошей изоляцией от погодных условий. Глиняные стены должны постоянно обслуживаться и ремонтироваться, потому что используемый материал очень легок и находится под влиянием внешних воздействий, таких, как солнце, вода. В них обычно возникают трещины, и вода проникает в стену. Это вызывает ослабление структуры материала и дальнейшее разрушение.

В настоящее время эта техника не используется в строительстве современных зданий, т.к. появились новые материалы и технологии строительства.

### **2.2 Стены современных зданий.**

#### **2.2.1 Каменные стены**

Этот тип стен широко распространен в городах и деревнях. Такие стены используются в строительстве жилых и общественных зданий. Камень используется для облицовки наружных стен и отделки фасадов зданий.

Высота камня составляет 25 см и толщина 7 см, бетонный слой толщиной 18-22 см, располагается позади камня (Рис.2.2).

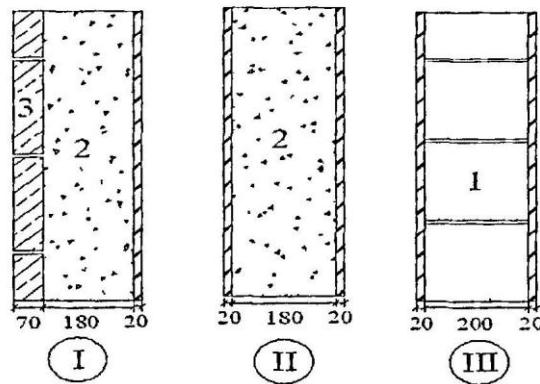


Рис. (2.2): Стены современного строительства

1- прессованный пустотный кирпич 2- бетон 3- известковый камень

Материалы, используемые в этих стенах (камень, бетон и прессованный пустотный кирпич для внутренних стен и плит). Теплотехнические свойства каменных стен в современных зданиях недостаточны (малая толщина стен и плит, высокий коэффициент теплопроводности камня и бетона) Рис.(3.3).

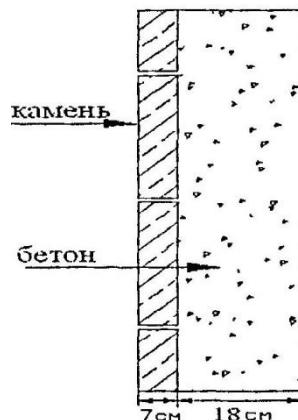


Рис.(2.3)

Стена из железобетона, облицованная природным камнем толщиной 7 см.

### 2.2.2 Бетонные стены

Бетонные стены широко распространены в деревнях. Бетон является главным материалом используемый для строительства стен.

Наружные стены построены из бетонного слоя 18-22 см толщиной и облицованы цементом с обеих сторон (Рис. 2.4).



---

#### Здание с железобетонными стенами толщиной (18-22 см)

Теплотехнические качества таких стен зависят от состава и объемной массы бетона. В климатических условиях подобные стены из тяжелого бетона неприемлемы.

### **2.2.3 Стены из полнотелого обожженного кирпича**

Эти стены широко распространены в деревнях

Они используются в строительстве жилых и общественных зданий (Рис. 2.5).

В каркасных зданиях возводятся колонны и перекрытия, и затем на них между колоннами кладется кирпич 15-20 см толщиной, который образует внешние стены.

Здесь полнотелый обожженный кирпич является главным материалом для внешних и внутренних стен, железобетон используется для колонн, балок, плит перекрытий и крыш.

### **2.2.4 Внутренние стены (перегородки)**

Внутренние стены, строящиеся с использованием различных материалов на следующие:

- бетонные стены 15-20 см толщиной, устраиваемые в основном в лестничных клетках, как диафрагмы жесткости,
- стены из прессованного пустотного кирпича 10-15 см толщиной,

устанавливаются на перекрытии, как перегородки.

- Гипсовые стены 5-15 см толщиной, имеют ту же функцию.

### **2.3 Крыши традиционных и современных зданий.**

Здания обычно имели крыши из железобетонной плиты, цементно-песчаный раствор по уклону и терраццо или цементно-песчаной плитки.

Здесь цементно-песчаный раствор используется для обеспечения уклона около 1% для отвода дождевой воды.

В настоящее время, крыши часто возводят из железобетона и блоков заполнения (хорды) (Рис.2.14)

В ночное время эти плоские крыши сложат террасами для отдыха. Традиция эксплуатируемых плоских крыш, имеют очень глубокие корни.

### **2.4 Роль объемно-планировочного решения и ограждающих конструкций в обеспечении энергоэкономичности зданий.**

Важнейшим направлением в строительстве является егоиндустриализация, т.е. превращение строительства в непрерывный комплексно-механизированный процесс сборки и монтажа зданий исооружений из готовых элементов, либо полностью механизированный процесс возведения монолитных конструкций каркаса и индустриализация возведения ограждающих конструкций.

Особое внимание должно уделяться разработке зданий комплектной поставки. При этом большое значение имеет решение ограждающих конструкций, их теплотехнические качества должны способствовать максимальной экономии энергии при эксплуатации зданий. Помимо создания новых ограждающих конструкций жилых зданий, совершенствуются традиционные конструктивные решения стен перегородок, покрытий и кровель с использованием железобетона, волнистых асбесто-цементных листов, панелей с

конструктивными слоями из бетонного цемента, эффективного кирпича и керамических камней.

Нормы строительного проектирования большинства стран (Финляндия, США, Швеция и др.) содержат специальные указания по снижению энергопотребления зданий вследствие рационального выбора объемно-планировочного решения, и в том числе формы в соотношении с функциональной схемой жилища, заказанной его владельцем.

При выборе формы и размеров здания предпочтение отдается объемно-планировочным решениям с минимальным отношением длины к ширине, а также площади наружных ограждений к объему здания для уменьшения затрат энергии на обогрев и охлаждение помещений.

С той же целью устанавливается рациональное соотношение между числом этажей и площадью пола в многоэтажных зданиях.

Современное здание представляет собой сложную теплоэнергетическую систему, включающую кроме ограждающих конструкций, отопительные и вентиляционные установки, технологическое оборудование и д.р.

Система, состоящая из множества взаимодействующих и взаимосвязанных элементов, должна рассматриваться не просто как их сумма, а как их соединение, имеющее новые качества, отсутствующие у каждого из элементов в отдельности.

Инструментом оптимизации каждого элемента и всей системы в целом является математическая модель. Во многих странах рассматривается именно такой подход при решении задачи по оптимизации энергопотребления при эксплуатации зданий, когда нормирование теплоизоляции оболочки здания ведется с учетом теплопотерь через все элементы.

Одним из важных элементов ограждающих конструкций являются стены. Развитие как традиционных (бетонных), так и легких конструкций

стен идет по пути укрупнения монтажных элементов, применения новых эффективных утеплителей и листовых материалов.

Одна из характерных особенностей совершенствования конструктивных решений стен заключается в соединении нескольких материалов и изделий в единой конструкции.

Примерами таких решений могут служить трехслойные панели на гибких связях, у которых наружный слой выполнен из кирпича или пустотелых керамических камней.

Все это открывает широкие возможности в разнообразии формирования и повышения архитектурно-эстетических качеств фасадов жилых и общественных зданий.

Наряду с разработкой ограждающих конструкций разрабатываются качественно новые конструкции фонарей, окон, ворот и дверей. Эти конструкции имеют значительное влияние на энергическую эффективность зданий, должны удовлетворять требованиям эстетики и предотвращать моральный износ здания.

Таким образом, основываясь на опыте проектирования ограждающих конструкций в России и других странах, можно достаточно хорошо увидеть их преимущества и экономическую эффективность и, основываясь на ранее изученном, можно выбрать и разработать качественно новые модели ограждающих конструкций.

Необходимо выбрать наиболее рациональное объемно-планировочное решение и конструкции стенового заполнения каркаса, которые обеспечивают минимум энергозатрат на отопление, охлаждение и искусственное освещение помещений.

### **Глава 3. Метод теплотехнического расчета конструкций на зимние условия, а также на теплоустойчивость и определение задержки амплитуды колебаний температуры в конструкции (расчет на летние условия).**

Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций должны проводится как на зимние, так и на летние условия. Средняя температура самых холодных суток колеблется от нуля 0°C на севере страны в горных районах на западе страны и в окружающих его районах средняя температура самых холодных суток равна + 5 °C. на севере от +3°C до +3,4 °C в районах на востоке.

Исходя из гигиенических соображений (предотвращение холодной радиации

и выпадения конденсата на внутренней поверхности стены) можно определить требуемое общее сопротивление теплоотдаче стены и покрытия по формуле:

$$R_o^{\text{TP}} = \frac{(t_b - t_h)}{t_b \alpha_b} \quad (3.1)$$

Примечания:

1-  $\Delta t_h$  взято согласно СНиП II-3-79\* (98).  $\Delta t_h = 4^\circ\text{C}$ .

2-  $\alpha_b = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  (таблица 4\* II-3-79\* (98)).

3- $\Delta t_b = +25^\circ\text{C}$ .

4-  $\Delta t_b$  расчетная зимняя температура наружного воздуха °C, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки, трех суток или наиболее холодных суток в зависимости от массивности стены. Для групп городов величины  $t_b$  взяты, как средние значения минимальных температур для данного характерного района (таблица 3.2).

Таблица 3.2

N	Характерный район (города)	$T_{H1}$ , °C	$R_o^{\text{TP}}$ , M2. C/BT
1	Самарканд	+3	0,63
2	Нукус	-3	0,80

Требуемые сопротивления теплопередаче для стен в городах

$$R_o^{\text{TP}} = \frac{(25 + 3)}{4 \times 8,7} = 0,8, \text{ M2. C/BT.}$$

Требуемые сопротивления теплопередаче для покрытия

$$R_o^{\text{TP}} = \frac{(25 + 3)}{3 \times 8,7} = 1,07, \text{ M2. C/BT.}$$

( $\Delta\tau_e$  для покрытий принято равным 3 °C. Это связано с дальнейшим переходом к расчетам на летние условия).

Расчет фактического сопротивления теплопередаче конструкций при  $a_v = 8,7$  и  $a_n = 23$ , проводится по формуле:

$$R_o^\phi = \frac{1}{a_v} + \sum_{t=1}^n \frac{\delta t}{\lambda_i} + \frac{1}{a_n} \quad (3.2)$$

Где:

$a_v$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника», Вт/(м<sup>2</sup>. °C).

$a_n$  - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающих конструкции, Вт/(м. °C), принимаемый  $\delta$  - Толщина слоя, м;

$\lambda$  - Расчетный коэффициент теплопроводности материала КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника» слоя, Вт/(м. °C), принимаемый по прил Ограждающие конструкции должны превышать требования, предъявляемые КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника»

$$R_o^\phi \geq R_o^{\text{TP}} \geq 0,8(\text{M}2.\text{ }^\circ\text{C})/BT - \text{для стен}$$

$$R_o^\phi \geq R_o^{\text{TP}} \geq 1.07(\text{M}2.\text{ }^\circ\text{C})/BT - \text{для покрытий.}$$

Расчет конструкций на теплоустойчивость (летние условия) проводим согласно КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника». Основное требование расчета - ограничение амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций. Метод расчета аналогичен графическому методу, применяемому в странах Британского сообщества.

В районах со среднемесячной температурой июля  $21^\circ\text{C}$  и выше, амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций жилых зданий Атв, а также производственных зданий, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха, не должна быть более требуемой амплитуды  $A_{\tau_B}^{\text{TP}}, {}^\circ\text{C}$ , определяемой по формуле:

$$A_{\tau_B}^{\text{TP}} = 2,5 - 0,1(t_h - 21) \quad (3.3)$$

где  $t_h$  - среднемесячная температура воздуха за июль  ${}^\circ\text{C}$  (таблица 1.19).

$$A_{\tau_B} \leq A_{\tau_B}^{\text{TP}}(3.4)$$

$$A_{\tau_B} \leq A_{t,h}^{\text{расч}} / V \quad (3.5)$$

здесь:

$$A_{t,h}^{\text{расч}} = 0,5A_{t,h} + \frac{p(I_{\max} - I_{\text{ср}})}{\alpha_h} \quad (3.5)$$

- расчетная амплитуда колебаний наружного воздуха с учетом нагрева конструкции солнечной радиацией  ${}^\circ\text{C}$ .

$A_{t,h}$  - максимальная амплитуда суточных колебаний наружного воздуха в июле,  ${}^\circ\text{C}$ , (таблица 1.19).

$p$  -коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции.

Значения коэффициентов поглощения (?) приняты нами по СНиП II-3-79\* (1998), прил.7, см. (табл.3.3).

Величины  $I_{max}$  и  $I_{ср}$  - соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/м<sup>2</sup>, принимаемые для наружных стен - как для вертикальных поверхностей юго-западной ориентации и для покрытий - как для горизонтальной поверхности (таблица 1.20).

$\alpha_n$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности по летним условиям, Вт/м<sup>2</sup>·°C), с учетом отбора тепла за счет движения воздуха определяется по формуле (3.7):

$$\alpha_n = 1,16(5+10 \bar{v}) \quad (3.7)$$

$v$ - минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более, но не менее 1м/с (таблица 1.21).

Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $V_B$  ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$V = 0.9e^{D/\bar{z}} \frac{s_1 + \alpha_B}{s_1 + \gamma_1} \frac{s_2 + \gamma_2}{s_2 + \gamma_2} \dots \frac{s_n + \gamma_{n-1}}{s_n + \gamma_{n-1}} \frac{(\alpha_n + \gamma_n)}{\alpha_n} \quad (3.8)$$

здесь  $e = 2,718$  - основание натуральных логарифмов.

$$D = \frac{n}{1} \frac{\delta_1}{\lambda_2} S_1 \quad \text{- тепловая инерция ограждающей конструкции.}$$

Где:  $\delta_1, \lambda_1$  и  $S_1$ , - соответственно толщина (м), коэффициент теплопроводности, Вт/м·°C, и коэффициент теплоусвоения Вт/(м<sup>2</sup>·°C) i-того слоя.

$S_1, S_2, \dots, S_n$ - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала

отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>.°C)

$y_1, y_2 \dots y_n$ , - коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей слоев ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>.°C) (3.9)

Для слоев с тепловой инерцией  $D_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} S_1 \geq 1$ ,  $y_1 = S_1$ ;

при  $D_1 < 1$ , Для первого слоя:  $y_1 = \frac{R_1 S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \alpha_B}$  (3.9)

здесь  $R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}$  - термическое сопротивление первого слоя.

№	Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффиц. Поглощения солнечной радиации	№	Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффиц. Поглощения солнечной радиации
1	Алюминий	0.5	15	Рубероид с песчаной посыпкой	0.9
2	Асбестоцементные листы	0.65	16	Сталь листовая, окрашенная белой краской	0.45
3	Асфальтобетон	0.9	17	Сталь листовая, окрашенная темно-красной краской	0.8
4	Бетоны	0.7	18	Сталь листовая, окрашенная зеленой краской	0.6
5	Дерево некрашеное	0.6	19	Сталь кровельная оцинкованная	0.65
6	Кирпич глиняный красный	0.7	20	Стекло облицовочное	0.7
7	Кирпич силикатный	0.6	21	Штукатурка известковая темно серая или терракотовая	0.7
8	Защитный слой рулонной кровли из светлого гравия	0.65	22	Штукатурка цементная светлоголубая	0.3
9	Облицовка природным камнем белым	0.45	23	Штукатурка цементная темнозеленая	0.6
10	Окраска силикатная темно	0.7	24	Штукатурка цементная кремовая	0.4
11	Окраска известковая белая	0.3			
12	Плитка облицовочная керамическая	0.8			
13	Плитка облицовочная стеклянная синяя	0.6			
14	Плитка облицовочная белая или палевая	0.45			

$\alpha_B$  - коэффициент теплообмена на внутренней поверхности стены, равный 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>.°C)

$$\text{Для } i\text{-ого слоя: } y_1 = \frac{R_1 S_1^2 + y_{i-1}}{1 + R_1 y_{i-1}} \quad (3.10)$$

Запаздывание температурных колебаний на внутренней поверхности ограждающей конструкции по сравнению с колебаниями наружной расчетной температуры (сдвиг фаз в часах), вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{1}{15} \cdot 40.5 \cdot D - \arctg \frac{\alpha_B}{\alpha_B + S_{Bn}} \frac{1}{2} + \arctg \frac{S_{H\Pi}}{S_{H\Pi} + \alpha_H} \frac{1}{2} \quad \text{час (3.11)}$$

Для этого следует:

1- Определить величину тепловой инерции всей конструкции  $D = \sum_{i=1}^n (R_i S_i)$

величину коэффициента теплоусвоения последнего (наружного) слоя:

$$S_{H\Pi} = \frac{R_n S_n^2 + y_{n-1}}{1 + R_1 y_{n-1}} \quad (3.12)$$

2- Определить величину коэффициента теплоусвоения первого (внутреннего) слоя при направлении волны изнутри наружу:

$$S_{H\Pi} = \frac{R_n S_n^2 + y_2}{1 + R_1 y_2} \quad (3.13)$$

Значения  $\arctg$  принимаются в градусах, а не в радианах. По величине  $\varepsilon$  можно установить время максимального теплопоступления в помещение ( $Z_Q^{max}$ ) если известно время максимального теплопоступления на наружную поверхность стены ( $Z_{t \text{ усл}}^{max}$ ).

$$Z_Q^{max} = Z_{t \text{ усл}}^{max} + \varepsilon, \text{ час.} \quad (3.14)$$

В странах Британского содружества запаздывание температурных колебаний на внутренней поверхности ограждающей конструкции также, как и затухание определяется графоаналитическим методом с использованием номограмм, (рис.3.1) и для этого следует:

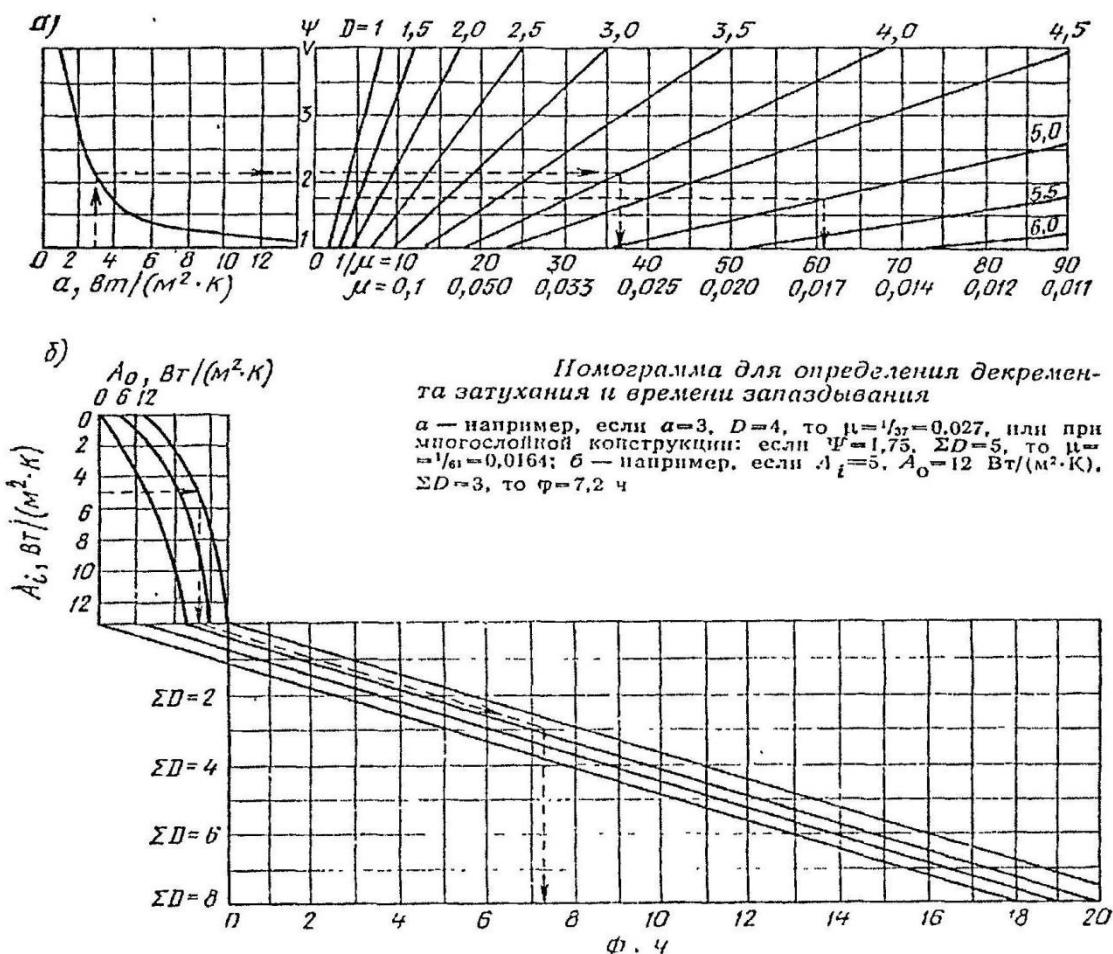


Рис (3.1); Номограмма для определения декремента затухания и времени запаздывания

- 1-Определить коэффициент теплоусвоения,  $S$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- 2- Определить термическое сопротивление,  $R$ ,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ .
- 3- Определить характеристику тепловой инерции  $D$ .
- 4- С помощью номограммы (Рис. 3.6), определить декrement затухания  $\mu$ . Для многослойных конструкций необходимо определить значения  $S$ ,  $R$  и  $D$  для каждого слоя, а затем:
- 5- Определить коэффициент эффективного теплоусвоения  $Y$  для каждого слоя. Если характеристика тепловой инерции  $D > 1$ , то  $Y = S$ , однако если  $D < 1$ , то на величину  $S$  влияют свойства предыдущих слоев; в этом случае значение  $Y$  необходимо определить следующим образом (начиная с внутреннего слоя):

Для первого слоя:  $y_1 = \frac{R_1 S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \alpha_B}$  (3.9)

Для i-ого слоя:  $y_i = \frac{R_1 S_1^2 + y_{i-1}}{1 + R_1 y_{i-1}}$  (3.10)

6- Определить коэффициент  $\psi$  по следующей формуле:

$$\psi = 0.9 \frac{S_1 + \alpha_B \quad S_2 + \gamma_1 \quad \dots \quad (S_n + \gamma_{n-1})(\alpha_n + \gamma_n)}{S_1 + \gamma_1 \quad S_2 + \gamma_2 \quad \dots \quad S_n + \gamma_n \quad \alpha_n} \quad (3.15)$$

7- Сложить значения характеристик тепловой инерции всех слоев, чтобы получить D

8- На основании значений  $\psi$  и D с помощью номограммы найти значение  $\mu$  (пользуясь только правой стороной номограммы).

9- Определить коэффициент теплоусвоения внутреннего  $S_{B,\Pi}$  и наружного  $S_{H,\Pi}$  слоев.

Для однослойных стен  $Y_1=Y_n=S$

Если  $D > 1$ , то  $Y_1=S_{B,\Pi}$  а  $Y_n=S_{H,\Pi}$

Если  $D \leq 1$ , то:

$$S_{H,\Pi} = \frac{R_n S_n^2 + y_{n-1}}{1 + R_n y_{n-1}} \quad (3.12)$$

$$S_{B,\Pi} = \frac{R_1 S_1^2 + y_2}{1 + R_1 y_2} \quad (3.13)$$

10- на основании значений  $S_{B,\Pi}$ ,  $S_{H,\Pi}$  и D в нижней части номограммы, представленной на (Рис. 3.6), можно найти значение времени задержки  $\varepsilon$ .

Для предварительной оценки запаздывания наружных температурных колебаний на внутренней поверхности ограждающей конструкции можно использовать следующую простую формулу: [40]

$$\varepsilon = 2,7 \quad D - 0,4 \quad (3.16)$$

где D- суммарная характеристика тепловой инерции конструкции.

При анализе рассмотренных конструкций необходимо провести несколько сравнительных расчетов по предлагаемым методам, выбрать наиболее простой способ определения запаздывания и с его помощью провести анализ всех конструкций по времени запаздывания амплитуды колебаний.

По данным климата следует установить время максимальных теплопоступлений на ограждающие конструкции и время, когда имеют место минимальные наружные температуры. В соответствии с этим, а также по значениям величины  $e$  можно определить теплофизическую целесообразность применения ограждающей конструкции.

### **3.1 Экономическая и энергетическая оценка эффективности теплозащиты ограждающих конструкций**

Энергия, затрачиваемая на отопление и на охлаждение зданий в связи с ростом стоимости электроэнергии и бедность энергетических ресурсов, является важным и серьезным фактором при строительстве новых жилых зданий, во всем мире.

Расчет затрат энергии до и после применения новых предлагаемых ограждающих конструкций докажет на сколько оно выгодно по отношению к капитальными затратами на применение новых строительных материалов.

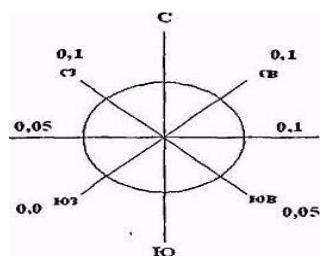


Рис. (3.7): Величины добавочных коэффициентов  $\beta$  к основным теплопотерям в зависимости от ориентация ограждения по сторонам света.(см. формулу(3.17))

#### **3.1.2 Расчет, поступления теплоты солнечной радиации в помещения через световые проемы .**

Количество теплоты,  $Bm$ , поступающей в помещение каждый час расчетных суток через заполнение световых проемов площадью  $A$ .

$$Q = [Q_p + Q_T] \cdot A \quad (3.19)$$

Теплопоступления от солнечной радиации,  $Bm/M^2$ , для вертикального заполнения световых проемов.

$$Q_p = q_n \cdot k_{инс} + q_p k_{обл.} \cdot k_{отн} \tau \quad (3.20)$$

Где:

$q_n, q_p$ , количество теплоты, создаваемой соответственно прямой и рассеянной солнечной радиацией, поступающей в помещение в каждый час расчетных суток через световые проемы, (таблица 3.4).

$k_{инс}$  коэффициент инсоляции для вертикального заполнения световых проемов.

Здесь  $k_{обл.}$  принимается = 1 т.к. отсутствует солнцезащитное устройство.

$k_{обл.}$  коэффициент облучения, здесь = 1 т.к. расчет проводится в условиях безоблачного неба.

$k_{отн}$ , коэффициент относительного проникания солнечной радиации через заполнение светового проема, принимаемый по (таблица 3.5).

$\tau$ , коэффициент, учитывающий затенение светового проема переплетами, принимаемый по (таблица 3.6).

### 3.1.3 Поступление тепла через наружные ограждения (наружные стены, покрытие).

Тепловой поток,  $Bt$ , через ограждающую конструкцию (наружную стену или покрытие),  $Q$ , для данного часа суток, следует определить по формуле:

$$Q = \frac{1}{R} t_n + \rho \frac{J_{cp}}{\alpha_H} - t_B + \frac{\beta_k \cdot \alpha_B}{v} (0.5 \cdot \Theta_1 A_{tH} + \frac{\rho}{\alpha_H} \cdot \Theta_2 A_J) \cdot F \quad (3.23)$$

Где:

$R$ , сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $M^2 \cdot C^0 / BT$ .

$t_H$ , средняя температура наружного воздуха в июле.

$t_B$ , температура воздуха в помещении.

$p$ , коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждающей конструкции, принимаемый по приложению КМК 2.01.04-97\*

$J_{cp}$ , средние суточные количества теплоты (прямой и рассеянной) солнечной радиации, поступающей на поверхность стены и покрытия,  $BT/M^2$ , принимаемые по таблице 3.9.

$\alpha_H, \alpha_B$  коэффициенты теплоотдачи наружной и внутренней поверхности ограждения  $BT/M^2$   $^{\circ}C$ , определяемые соответственно по формуле (24). КМК 2.01.04-97\*

$\beta_k$ , коэффициент, учитывающий наличие в конструкции воздушной прослойки (при отсутствии прослойки = 1, при наличии ее = 0,6).  $O$ , величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции, определяемая по п. 3.4, КМК 2.01.04-97\*

$\Theta_1, \Theta_2$ , коэффициенты, учитывающий гармоническое изменение температуры наружного воздуха, равны один, что соответствует максимальному поступлению теплоты, принимаются по таблице 3.7, для каждого часа суток соответственно при ( $\varepsilon+15; \varepsilon+z$ ) где:

$\varepsilon$  - запаздывание температурных колебаний в ограждении.

$z$  - время максимума суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, принимаемое по таблице (3.8).

$A_{tH}$ , максимальная суточная амплитуда температуры наружного воздуха в июле.

$F$ , площадь ограждающей конструкции  $M^2$

$A_J$  амплитуда суточных колебаний суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной),  $BT/M^2$ , определяется по формуле:

$$A_J = J_{\max} - J_{\text{сред}}$$

Где:

$J_{\max}$ ,  $J_{\text{сред}}$ , максимальное и среднесуточное значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), поступающей на наружное ограждение, принимается по таблицам.

### **Выводы по главе:**

- 1- Главными строительными материалами являются, бетон, природный камень и полнотелый обожженный кирпич.
- 2- Местные строительные материалы являются основанием любого будущего решения в области строительства ограждающих конструкций современного строительства.
- 3- необходимо выбрать наиболее рациональное решение ограждающих конструкций, которое обеспечивает минимум энергозатрат на отопление, охлаждение и искусственное освещение помещений.
- 4- Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций в условиях должны проводиться как на зимние, так и на летние условия.
- 5- На основе опыта проектирования ограждающих конструкций, можно достаточно достоверно оценить преимущества, недостатки и экономическую эффективность ограждающих конструкций для современного строительства.

## **Глава 4. Ограждающие конструкции и их анализ. Выбор оптимальных типов ограждающих конструкции для современного строительства.**

## 4.1 Теплотехнические расчеты ограждающих конструкции стен на зимние условия, а также на теплоустойчивость в летних условиях и определение задержки амплитуды колебаний температуры в конструкции.

Ограждающие конструкции должны превышать требования, предъявляемые и КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника».

Проведем расчет фактического сопротивления теплопередачи традиционных стеновых конструкций изображенной на

(Рис. 3.2) при  $\alpha_B = 8.7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\alpha_H = 23 \text{ }^\circ\text{C}$

Таблица 4.1

Вариант III Рис. 3.2	Вариант II Рис. 3.2	Вариант I Рис. 3.2	Конструктивные слои	1	2	3	$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$	$R_o^\phi$	
				Штукатурка цементно-песчаная.	Железобетон $\gamma=2500 \text{ кг}/\text{м}^3$	Известковый камень			
Вариант III Рис. 3.2	Вариант II Рис. 3.2	Вариант I Рис. 3.2		$\delta$	0,02	0,18	0,07	0,19525	0,354
				$\lambda$	0,76	1,92	0,93		
				$R$	0,0263	0,09375	0,0752		
Вариант II Рис. 3.2	Вариант II Рис. 3.2	Вариант I Рис. 3.2		$\delta$	0,04	0,18		0,146	0,304
				$\lambda$	0,76	1,92			
				$R$	0,0526	0,09375			
Вариант III Рис. 3.2	Вариант II Рис. 3.2	Вариант I Рис. 3.2		$\delta$	0,04		0,20	0,3466	0,505
				$\lambda$	0,76		0,68		
				$R$	0,0526		0,294		

$$R_o^\phi < R_o^{\text{TP}} < 0,8 \text{ М}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт} \text{ (Таблица 3.2)}$$

Таким образом, все варианты традиционных ограждающих конструкций стен принимаемые в практике строительства Палестины не удовлетворяют

Теплотехнические показатели используемых местных строительных материалов

Таблица 4.2

Материал	Плотность $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности $\lambda_A, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$		Коэффициент теплоусвоения $s, \text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	
		$\lambda_A,$	$\lambda_B,$	$S_A$	$S_B$
Штукатурка (цементно-песчаная)	1800	0,76	0,93	9,60	11,09
Железобетон	2500	1,92	2,04	17,98	18,95
Утеплитель (пенополистирол)	100	0,041	0,052	0,65	0,82
Утеплитель (минеральный войлок)	100	0,06	0,07	0,64	0,73
Прессованный пустотный кирпич	1200	0,68	-	7,21	-
Известковый камень	1800	0,93	1,05	10,85	11,77

Применение теплоизоляционных материалов в практике строительства очень редко встречается. Использование теплоизоляционных материалов в

новых строящихся зданиях является требованием не только в государственных проектах, но и является требованием жителей, страдающих от дискомфорта внутри зданий и из-за высоких расходов на электроэнергию. Как правило, отопление электрическое. Летом многие жители начинают пользоваться бытовыми кондиционерами, расход электроэнергии в которых также очень большой.

Основываясь на опыте проектирования ограждающих конструкций в России, предлагаются следующие варианты конструктивных решений стен с использованием эффективной теплоизоляции для условий чтобы обеспечить требования, предъявляемые КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника» (Рис. 4.1),

В таблице 4.3 показано, что все 4 варианта предлагаемых ограждающих конструкций стен для условий жаркого климата превышают требования, предъявляемые КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника»

$$R_o^\Phi \geq R_o^{\text{TP}} \geq 0,8 \text{ M}^2 \text{ } ^\circ\text{C / Вт} \text{ (Таблица 4.3)}$$

Однако совершенно необязательно, что эти конструкции удовлетворяют требованиям по теплоустойчивости при резких колебаниях положительных температур в летний период.

#### **4.2 Пример расчета традиционной конструкции стен на теплоустойчивость и на запаздывание амплитуды колебаний без применения утеплителя**

Таблица4.5

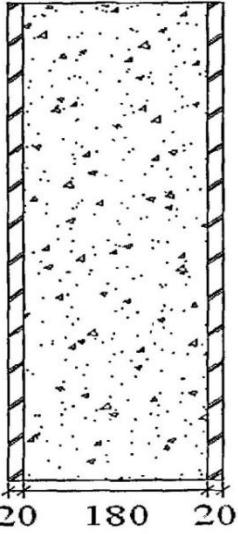
Схема конструкции и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$					
Традиционная	1	0,0263	9,60	0,2524					
	2	0,09375	17,98	1,6856					
	3	0,0263	9,60	0,2524					
 20      180      20		$\sum R = 0,146$ $R_O^{\phi} = 0,304$ $A_{\tau, B}^{TP} = 1,47 \text{ } C^\circ$ $A_{\tau, B} = 4,54 \text{ } C^\circ$	$\sum D = 2,19$ Время задержки амплитуды колебаний =5,915 часов						
		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0263 \cdot 8,7} = 9,0525$							
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 17,98, (D_2 \neq 1)$							
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 17,98}{1 + 0,0263 \cdot 17,98} = 13,853$							
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n}$ $0,9 e^{\frac{2,19}{\sqrt{2}}} \left[ \frac{(9,6 + 8,7)(17,98 + 9,0525)(9,60 + 17,98)(13,853 + 18,50)}{(9,60 + 9,0525)(17,98 + 17,98)(9,60 + 13,853) \cdot 18,50} \right] = 6,422$									
Конструкция не проходит по теплоустойчивости: $A_{\tau, B} = \frac{29,206}{6,422} = 4,54 \text{ } C^\circ > 1,47 \text{ } C^\circ.$ Сдвиг по фазе колебаний на внутренней и наружной поверхностях стены также слишком мало. Время задержки всего $\approx 6$ часов вместо 10-12.									

Таблица 4.6

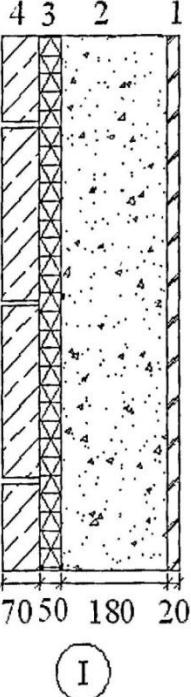
Схема конструкции и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
<b>Предлагаемая стена I</b>	1	0,0263	9,60	0,2524
	2	0,09375	17,98	1,6856
	3	0,83333	0,64	0,533
	4	0,07526	10,85	0,8165
 <b>I</b>		$\sum R = 1,028$ $R_O^\phi = 1,186$ $A_{\tau,B}^{TP} = 1,47 \text{ C}^\circ$ $A_{\tau B} = 0,39 \text{ C}^\circ$	$\sum D = 3,2875$ Время задержки амплитуды колебаний = 8,87 часов	
$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0263 \cdot 8,7} = 9,0525$				
$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 17,98, (D_2 \text{ f } 1)$				
$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,833 \cdot (0,64)^2 + 17,98}{1 + 0,833 \cdot 17,98} = 1,1467$				
$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,07526 \cdot (10,85)^2 + 1,1467}{1 + 0,07526 \cdot 1,1467} = 9,211$				
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n)\bar{\alpha}_n}$ $0,9 e^{\frac{3,2875}{\sqrt{2}}} \left[ \frac{(9,6 + 8,7)(17,98 + 9,0525)(0,64 + 17,98)(10,85 + 1,1467)(9,211 + 18,50)}{(9,60 + 9,0525)(17,98 + 17,98)(0,64 + 1,1467)(10,85 + 9,211) \cdot 18,50} \right] = 63,34$ <p>В данном случае только время задержки является недостаточным. Так, если максимум температуры на внешней поверхности стены будет в 16.00, то максимум на внутренней поверхности наступит в 1 час ночи. Желательно этот максимум получить в 2 часа ночи.</p>				

Таблица 4.7

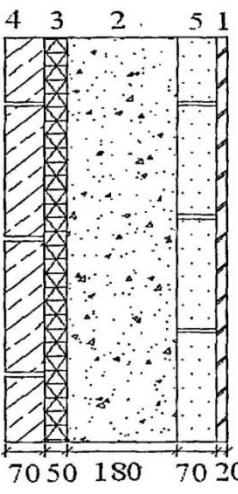
Схема конструкции и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
<b>Предлагаемая стена II</b>	1	0,0263	9,60	0,2524
	2	0,103	7,21	0,74263
	3	0,09375	17,98	1,6856
	4	0,833	0,64	0,533
	5	0,0752	10,85	0,8160
		$\sum R = 1,131$	$\sum D = 4,03$	
		$R_o^\phi = 1,29$	Время задержки амплитуды колебаний $= 10,87$ часов	
		$A_{\tau, B}^{TP} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$		
		$A_{\tau, B} = 0,22 \text{ } ^\circ\text{C}$		
		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0263 \cdot 8,7} = 9,0525$		
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = \frac{0,103 \cdot (7,21)^2 + 9,0525}{1 + 0,103 \cdot 9,0525} = 7,455$		
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = S_3 = 17,98, (D_3 \neq 1)$		
		$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,833 \cdot (0,64)^2 + 17,98}{1 + 0,833 \cdot 17,98} = 1,1467$		
		$Y_5 = \frac{R_5 \times S_5^2 + Y_4}{1 + R_5 \times Y_4} = \frac{0,07526 \cdot (10,85)^2 + 1,1467}{1 + 0,07526 \cdot 1,1467} = 9,211$		
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n} =$ $0,9 e^{\frac{4,03}{\sqrt{2}}} \left[ \frac{(9,6+8,7)(7,21+9,05)(17,98+7,455)(0,64+17,98)(10,85+1,1467)(9,211+18,50)}{(9,60+9,05)(7,21+7,455)(17,98+17,98)(0,64+1,1467)(10,85+9,211) \cdot 18,50} \right] = 111,73$ <p>Данная конструкция удовлетворяет всем требованиям</p>				

Таблица 4.8

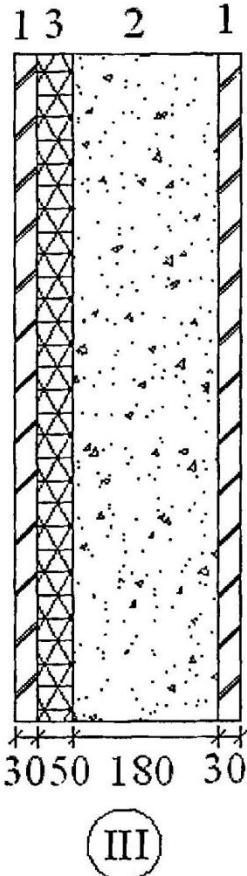
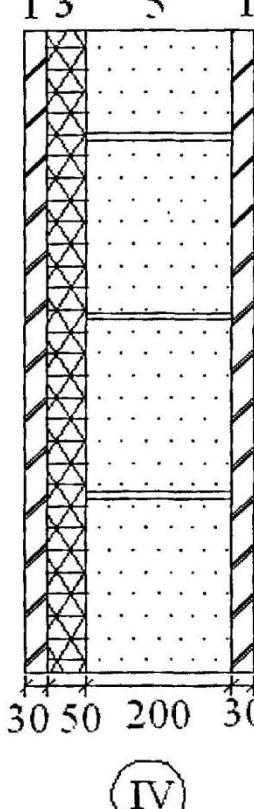
Схема конструкции и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
<b>Предлагаемая стена III</b>	1	0,0394	9,60	0,37824
	2	0,09375	17,98	1,6856
	3	0,8333	0,64	0,533
	4	0,0394	9,60	0,37824
		$\sum R = 1,0$ $R_O^\phi = 1,164$ $A_{\tau,B}^{TP} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_{\tau B} = 0,54 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum D = 2,98$ Время задержки амплитуды колебаний $= 8,00 \text{ часов}$	
		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0394 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0394 \cdot 8,7} = 9,183$		
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 17,98, (D_2 \neq 1)$		
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,833 \cdot (0,64)^2 + 17,98}{1 + 0,833 \cdot 17,98} = 1,1467$		
		$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,0394 \cdot (9,60)^2 + 1,1467}{1 + 0,0394 \cdot 1,1467} = 4,57$		
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n}$ $0,9 e^{\frac{2,98}{\sqrt{2}}} \left[ \frac{(9,60+8,7)(17,98+9,183)(0,64+17,98)(9,60+1,1467)(4,57+18,50)}{(9,60+9,183)(17,98+17,98)(0,64+1,1467)(9,60+4,57) \cdot 18,50} \right] = 84,214$ Время задержки недостаточно				

Таблица 4.9

Схема конструкции и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$			
<b>Предлагаемая стена IV</b>	1	0,0394	9,60	0,37824			
	2	0,294	7,21	2,12			
	3	0,83333	0,64	0,533			
	4	0,0394	9,60	0,37824			
		$\sum R = 1,20$ $R_o^{\phi} = 1,364$ $A_{\tau, B}^{TP} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_{\tau B} = 0,45 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum D = 3,41$ Время задержки амплитуды колебаний =9,2 часов				
		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0394 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0394 \cdot 8,7} = 9,183$					
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 7,21, (D_2 \text{ f } 1)$					
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,833 \cdot (0,64)^2 + 7,21}{1 + 0,833 \cdot 7,21} = 1,077$					
		$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,0394 \cdot (9,60)^2 + 1,077}{1 + 0,0394 \cdot 1,077} = 4,516$					
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n)\bar{\alpha}_n} =$ $0,9 e^{\frac{3,41}{\sqrt{2}}} \left[ \frac{(9,60 + 8,7)(7,21 + 9,183)(0,65 + 7,21)(9,60 + 1,077)(4,516 + 18,50)}{(9,60 + 9,183)(7,21 + 7,21)(0,65 + 1,077)(9,60 + 4,516) \cdot 18,50} \right] = 64,90$							
Время задержки недостаточно							

Для сравнения сделаем расчет теплоустойчивости по графоаналитическому методу, принятому в странах Британского сообщества, по формуле (3.15).

$$\psi = 0,9 \frac{S_1 + \alpha_B S_2 + \gamma_1 \dots (S_n + \gamma_{n-1})(\alpha_n + \gamma_n)}{S_1 + \gamma_1 S_2 + \gamma_2 \dots S_n + \gamma_n \alpha_n} \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} \psi &= 0,9 \cdot \frac{9,6 + 8,7 \quad 17,98 + 9,0525 \quad 0,64 + 17,98 \quad 10,85 + 1,1467 \quad (9,211 + 18,50)}{9,60 + 9,0525 \quad 17,98 + 17,98 \quad 0,64 + 1,1467 \quad 10,85 + 9,211 \cdot 18,50} \\ &= 6,19 \end{aligned}$$

По первому графику номограммы (а), (Рис. 3.6) находим значение декремента затухания  $\mu$  при  $D = 3,2875$  и  $\psi = 6,19$ , отсюда  $\frac{1}{\mu} = u = 65$ . Таким образом, результаты должны быть примерно одинаковыми.

Рассчитываем время запаздывания амплитуды колебаний по формуле (3.12, 3.13):

$$S_{B\Pi} = A_1 \text{ на номограмме} = \frac{R_1 x S_1^2 + y_2}{1 + R_1 x y_2} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 17,98}{1 + 0,0263 \cdot 17,98} = 13,85 \text{ BT/(M}^2 \cdot {^\circ}\text{C).}$$

$$S_{H\Pi} = A_0 \text{ на номограмме} = \frac{R_n x S_n^2 + y_{n-1}}{1 + R_n x y_{n-1}} = \frac{R_4 x S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 x Y_3} = Y_4 = \frac{0,07526 \cdot (10,85)^2 + 1,1467}{1 + 0,07526 \cdot 1,1467} = 9,211 \text{ BT/(M}^2 \cdot {^\circ}\text{C).}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{1}{15} \cdot 40,5 \times 3,574 - \arctg \frac{8,7}{8,7 + 13,85 \times \frac{1}{2}} + \arctg \frac{9,211}{9,211 + 18,50 \cdot \frac{1}{2}} \\ &= 8,87 \end{aligned}$$

часов.

По приближенной формуле  $e = 2,7 \times 2,875 - 0,4 = 8,47$  часов.

По второму графику номограммы (б), (Рис. 3.6), этот сдвиг составляет около 8,8 часов, что совпадает с расчетом по формулам где:

$$A_s = 13,85 \text{ BT}/(M^2 \cdot {}^\circ C).$$

$$A_0 = 9,211 \text{ BT}/(M^2 \cdot {}^\circ C)$$

$$D = 3,2875$$

Недостатком приближенного метода является то, что в нем не учитывается расположение слоев в конструкции, поэтому его мы использовать не будем, а будем пользоваться аналитическим методом, применяемым в России.

Учитывая, что максимальная наружная температура имеет место в 16 часов, максимальная температура на внутренней поверхности стены будет иметь место в  $16 + 8,7$ , т.е. в час ночи,

когда наружная температура пока не достигла своего минимума, она достигает около двух часов ночи. Это говорит о том, что данная конструкция с этой точки зрения не удовлетворительна. Промежуточные данные и результаты расчета теплоустойчивости и запаздывания амплитуды для предлагаемых стен современного строительства (рис. 4.1) приведены в таблице (4.10).

Таблица 4.10

№ слоя	Параметры	№ варианта				Примечания
		1	2	3	4	
Природный камень	$\delta_1$	0,07	0,07	-	-	
	$\lambda_1$	0,93	0,93	-	-	
	$S_1$	10,85	10,85	-	-	
	$R_1$	0,07526	0,07526	-	-	
	$D_1$	0,8165	0,8165	-	-	
	$y_1$	9,211	9,211	-	-	
Утеплитель (минеральный войлок)	$\delta_2$	0,04	0,04	0,05	0,05	
	$\lambda_2$	0,041	0,041	0,041	0,041	
	$S_2$	0,64	0,64	0,64	0,64	
	$R_2$	0,833	0,833	0,833	0,833	
	$D_2$	0,533	0,533	0,533	0,533	
	$y_2$	1,1467	1,1467	1,1467	1,077	
Прессованный пустотный кирпич	$\delta_3$	-	0,07	-	0,2	
	$\lambda_3$	-	0,68	-	0,68	
	$S_3$	-	7,21	-	7,21	

	$R_3$	-	0,103	-	0,294	
	$D_3$	-	0,7426	-	2,12	
	$y_3$	-	7,455	-	7,21	
Штукатурка цементно- песчаная	$\delta_4$	0,02	0,02	0,03	0,03	
	$\lambda_4$	0,76	0,76	0,76	0,76	
	$S_4$	9,60	9,60	9,60	9,60	
	$R_4$	0,0263	0,0263	0,0394	0,0394	
	$D_4$	0,2524	0,2524	0,37824	0,37824	
	$y_4$	9,0525	9,0525	9,183   4,57	9,183   4,516	
железобетон	$\delta_5$	0,2	0,2	0,2	-	
	$\lambda_5$	1,92	1,92	1,92	-	
	$S_5$	17,98	17,98	17,98	-	
	$R_5$	0,09735	0,09735	0,09735	-	
	$D_5$	1,6856	1,6856	1,6856	-	
	$y_5$	17,98	17,98	17,98	-	
Результаты расчета	$\sum D$	3,2875	4,03	2,98	3,41	
	$\nu$	63,34	111,73	53,7	64,9	
	$A_{\tau_B}$	0,39	0,22	0,54	0,45	
	$\frac{S_{H\pi}}{S_{h\pi}}$	13,85	8,26	12,65	8,44	
		9,211	9,211	4,57	4,516	
	$\varepsilon_{\text{час}}$	8,87	10,87	8,00	9,2	
	$T_{\min}$	24,87	26,87	24,00	25,2	

Как видно из таблицы (4.10), расчет конструкций стен на теплоустойчивость показал, что все конструкции, рассчитанные на зимние условия имеют амплитуду колебаний на внутренних поверхностях стены меньше, чем требуемая. Минимальное значение температуры наружного воздуха имеет место в 2 - 4 часа утра. Как видно из таблицы (4.10), только одна из конструкций стен, рекомендуемых для современного строительства в Палестине обеспечивает требуемое запаздывание амплитуды колебаний температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции, которое обеспечит максимум теплопоступлений через стену в это время. Самый поздний максимум у конструкции(вариант 2), (Рис. 4.1), (стена из бетона, утеплитель толщиной 5см,

прессованный пустотный кирпич, с внутренней цементно-песчаной штукатуркой и снаружи облицованым природным камнем) наступает после двух часов ночи.

### **4.3 Выводы по результатам расчета предлагаемых стеновых конструкций стен для условий сухого- жаркого климата**

#### **4.3.1 Расчет конструкций на зимние условия:**

- 1- Все варианты, предлагаемых ограждающих конструкций для условий жаркого климата превышают требования, предъявляемые КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника» (таблица 4.3).
- 2- Фактическое сопротивление теплопередачи конструкции увеличивается при увеличении числа и толщины слоев конструкции.
- 3- Увеличение теплопроводности материала уменьшает фактические сопротивления теплопередачи конструкции.

#### **4.3.2 Расчет конструкций на летние условия:**

- 1- Влияние на амплитуду колебаний температуры на внутренней поверхности конструкции.
  - А- Увеличение коэффициента поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждение, увеличивает значение амплитуды колебания температуры на внутренней поверхности конструкции, поэтому требуется тщательно выбрать цвет и материал наружного слоя конструкции, отдавая предпочтение малотеплоемким материалом и светлой окраске.
  - Б- Использование материалов с большими коэффициентами теплоусвоения  $S_1 BT/M2.C^0$  помогает в уменьшении амплитуды колебания температуры на внутренней поверхности конструкции.
- 1- Влияние на задержку амплитуды колебаний температуры на внутренней поверхности конструкции. Для того, чтобы определить последовательность слоев конструкции и ее влияние на запаздывание амплитуды проанализируем расчетную формулу:

$$\varepsilon = \frac{1}{15} \cdot 40,5 \cdot D - \operatorname{arctg} \frac{\alpha_B}{\alpha_B + S_{B,\Pi}} \frac{1}{2} + \operatorname{arctg} \frac{S_{H,\Pi}}{S_{H,\Pi} + \alpha_n} \frac{1}{2}, \text{час} \quad (3.11)$$

Величины  $\alpha_B$  и  $\alpha_H$  для данного помещения и места строительства являются постоянными.

$$S_{B,\Pi} = \frac{R_1 S_1^2 + \gamma_2}{1 + R_1 \gamma_2} BT / (M^2 \cdot {}^oC) \quad (3.13)$$

Чем больше  $S_{B,\Pi}$  тем меньше значение первого отрицательного арктангенса, т.е. тем больше  $\varepsilon \cdot S_{B,\Pi}$  зависит от коэффициента теплоусвоения материала первого и второго внутренних слоев. Чем они больше, тем больше  $S_{B,\Pi}$ . Таким образом, чем массивнее внутренние 2 слоя, тем больше запаздывание амплитуды колебаний  $\varepsilon$ . И наоборот, чем легче первые два внутренних слоя, тем больше значение отрицательного арктангенса, т.е. тем меньше запаздывание.

Остуда, можно сделать вывод, что во втором варианте конструкций стен (рис. 4.1) наличие слоя прессованного кирпича в данном случае неуместно, вместо него хватит небольшого увеличения массивности конструкции, в результате получаем большую задержку и сохраняется большой коэффициент теплоусвоения первых двух слоев.

$$S_{B,\Pi} = \frac{R_1 S_n^2 + \gamma_{n-1}}{1 + R_n \gamma_{n-1}} BT / (M^2 \cdot {}^oC) \quad (3.12)$$

Чем больше величина  $S_{B,\Pi}$  тем больше положительный второй арктангенс. Эта величина тем больше, чем массивнее наружный слой. Однако эта величина имеет меньшее значение, т.к. величина положительного арктангенса сравнительно мала по сравнению с отрицательным.

Но в формуле  $\varepsilon$  самое большое влияние оказывает массивность всей конструкции  $D$ . В конструкции (вариант 2), она самая большая из рассмотренных примеров  $D = 4,03$ .

Для того, чтобы максимальная температура внутренней поверхности стены имела бы место во время, когда снаружи имеет место минимальная температура воздуха надо, чтобы

$\varepsilon = 26 - 16 = 10$  часов. Такое запаздывание амплитуды обеспечивает только одна из рассмотренных конструкций. Для того, чтобы задержка  $\Delta t$  составила бы 10 часов решим уравнение с использованием приближенной формулы (3.16):

$$\varepsilon = 2,7 \quad D = 0,4 = 10$$

Отсюда  $D = 3,85$ , т.е. массивность конструкции должна примерно равняться 4.

Из расчетов видно, что конструкции стен, традиционно применяющихся для жилых зданий, не обеспечивают требования, предъявляемые СНиП III-3-79\* (98) (строительная теплотехника) и СНиП 23-02-2003 (тепловая защита зданий) по гигиеническим условиям, для зимнего периода, для холодных районов, и по теплоустойчивости для всех районов (таблица 4.1, 4.5, рис 3.2). (Из таблицы 4.3, 4.10), применение утеплителя в традиционных конструкциях применяющихся помогает довести сопротивление теплопередачи выше требуемого значения для зимнего периода. При этом увеличивается массивность конструкции, которая имеет большое влияние на обеспечение нужного запаздывания амплитуды колебания температуры внутри конструкции. Однако, выбор наиболее рационального и перспективного решения конструкции стен для современного строительства. Исходя из теплотехнических расчетов всех вариантов конструкций стен предлагаемых следует исключить второй вариант (см. 4.3.2 второй пункт). Однако нам следует исключить и третий вариант, потому что несмотря на достижение времени задержки более 10 часов стена станет слишком массивной и малопаропроницаемой изнутри, это может привести к отсыреванию стены в зимнее время (таблица 4.9). Здесь, более перспективным и рациональным решением является первый и четвертый варианты. Но мы должны улучшить их теплотехнические свойства. Для первого варианта (вариант 1), (таблица 4.6):

1- толщину утеплителя доведем до 8 см.

2- толщину бетона доведем до 22 см.

Для второго варианта (вариант 4), (таблица 4.8):

1- толщину кирпича доведем до 25 см.

В таблицах (4.11, 4.12), приведены выбранные нами наиболее оптимальные и перспективные варианты стеновых конструкций стен для современного строительства.

Как видно из таблиц, требования по теплоустойчивости и задержке колебаний для обоих вариантов удовлетворяются. Таблица 4.11

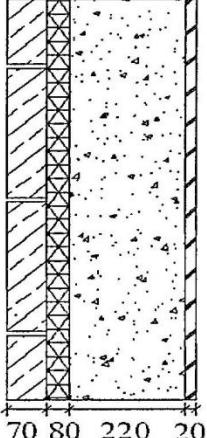
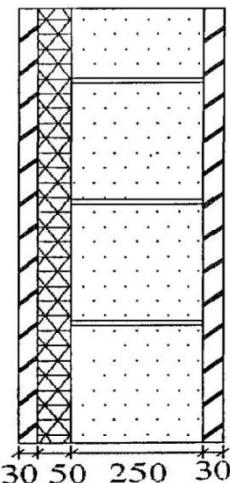
Схема конструкции стен и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$		
I	1	0,0263	9,60	0,2524		
	2	0,1145	17,98	2,06		
	3	1,3333	0,64	0,8533		
	4	0,07526	10,85	0,8165		
	$\sum R = 1,55$		$\sum D = 3,9822$			
	$R_o^\phi = 1,7$		Время задержки амплитуды колебаний			
	$A_{T,B}^{tp} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$		$= 10,74 \text{ часов}$			
	$A_{TB} = 0,192 \text{ } ^\circ\text{C}$					
 I		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0263 \cdot 8,7} = 9,0525$				
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 17,98, (D_2 \text{ f 1})$				
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{1,3333 \cdot (0,64)^2 + 17,98}{1 + 1,3333 \cdot 17,98} = 0,74$				
		$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,07526 \cdot (10,85)^2 + 0,74}{1 + 0,07526 \cdot 0,74} = 9,1$				
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n} =$ $0,9 \cdot e^{\frac{3,9822}{\sqrt{2}}} \cdot \left[ \frac{(9,6 + 8,7)(17,98 + 9,0525)(0,64 + 17,98)(10,85 + 0,74)(9,1 + 18,50)}{(9,60 + 9,0525)(17,98 + 17,98)(0,64 + 0,74)(10,85 + 9,1) \cdot 18,50} \right] = 129,69$						

Таблица 4.12

Схема конструкции стен и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
II	1	0,0394	9,60	0,37824
	2	0,3676	7,21	2,65
	3	0,8333	0,64	0,533
	4	0,0394	9,60	0,37824
		$\sum R = 1,28$ $R_O^\phi = 1,44$ $A_{\tau, B}^{TP} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_{\tau B} = 0,418 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum D = 3,94$ Время задержки амплитуды колебаний =10,62 часов	
		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0394 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0394 \cdot 8,7} = 9,183$		
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 17,98, (D_2 \text{ f } 1)$		
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,8333 \cdot (0,64)^2 + 7,21}{1 + 0,8333 \cdot 7,21} = 1,07$		
		$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,0394 \cdot (10,85)^2 + 1,07}{1 + 0,394 \cdot 1,07} = 4,51$		
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n} =$ $0,9 e^{\frac{3,94}{\sqrt{2}}} \cdot \left[ \frac{(9,6+8,7)(7,21+9,183)(0,64+7,21)(9,60+1,07)(4,51+18,50)}{(9,60+9,183)(7,21+7,21)(0,64+1,07)(9,60+4,51).18,50} \right] = 69,8$				

#### **4.4 Анализ теплоустойчивости и времени запаздывания амплитуды колебаний на внутренней поверхности традиционных конструкций совмещенных невентилируемых крыш.**

Крыша - одна из важнейших конструктивных частей здания. Она в большей степени, чем другие элементы здания подвергается вредным климатическим воздействиям.

В традиционными типами покрытий, которые широко применялись еще в древности являются: плоские совмещенные невентилируемой крыши, используемые для отдыха и ночного сна. Также встречаются двухскатные, купольные и сводчатые покрытия. Традиция эксплуатируемых плоских крыш в Центральной Азии имеют очень глубокие корни.

В современных зданиях использование плоских крыш еще продолжается.

Основным фактором, характеризующим конструкцию, является количество слоев, т.е. наличие или отсутствие утеплителя. Однослойные покрытия - распространенный тип покрытия, хотя и не самый удобный для жаркого климата.

Однослойные покрытия сооружают из железобетона. Другой тип покрытий - это покрытия из железобетона и прессованного пустотного кирпича, заполняющего пространство между железобетонными ребрами (Рис. 4.2). На покрытии часто размещают различного рода устройства. Обычным сооружением на покрытии является водяной бак (Рис. 2.4-2.6), так как водоснабжение нерегулярное и иногда напор воды слабый. Кроме того, в настоящее время на покрытиях жилых зданий сооружают солнечные водонагреватели, использующие солнечную энергию.

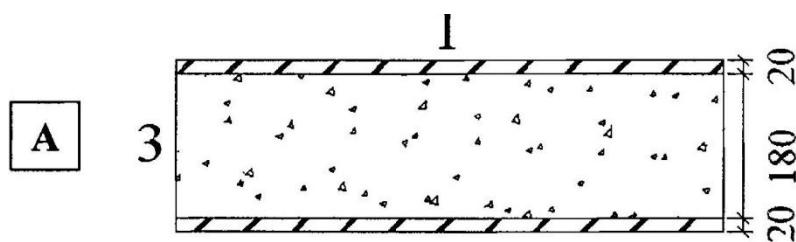
При проектировании покрытий следует учитывать дополнительный вес этого оборудования.

Во всех зданиях, большую долю теплопотерь и теплопоступлений составляют теплопотери и теплопоступления через крышу, поэтому теплотехническим особенностям этих ограждающих конструкций здесь следует уделять особое внимание.

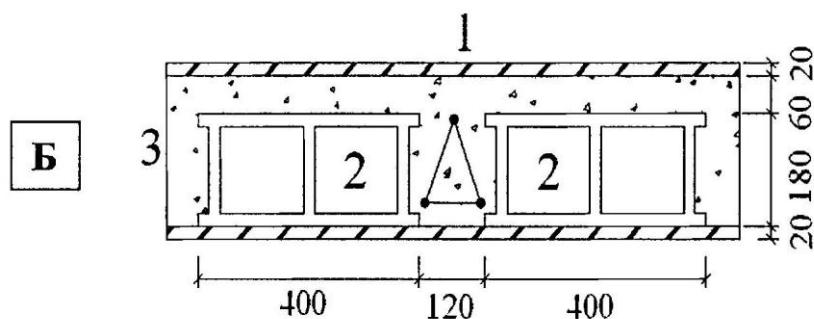
**Рис. (4.2)**

### **Конструкции покрытия**

Железобетонное покрытие с использованием цементно-песчаной стяжки.



Железобетонное покрытие с использованием прессованного кирпича (вкладышей)



1- Цементно-песчаная штукатурка. 2- Прессовый пустотный кирпич. 3- Бетон.

**4.4.1 Теплотехнические расчеты конструкций покрытий на зимние условия, а также на теплоустойчивость в летних условиях и определение задержки амплитуды колебаний температуры в конструкции.**

Проведем расчет фактического сопротивления теплопередачи традиционных конструкций покрытий изображенной на (рис. 4.2, А) при

$$\alpha_B = 8.7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ и } \alpha_H = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Таблица 4.13

Конструктивные слои		1	2	3		
		Штукатурка цементно-песчаная.	Железобетон $\gamma=2500 \text{ кг}/\text{м}^3$	Штукатурка цементно-песчаная.	$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$	$R_0^\phi$
Вариант I	$\delta$	0,02	0,18	0,02	0,146	0,304
	$\lambda$	0,76	1,92	0,76		
	R	0,0263	0,09375	0,0263		

$$R_0^\phi < R_0^{\text{TP}} < 1,07 \text{ М}^2 \text{ С/Вт}$$

Таким образом, традиционные ограждающие конструкции крыш, принимаемые в практике современного строительства Палестины не удовлетворяют требованиям, предъявляемых КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника».

**Пример расчета традиционной конструкции покрытия на  
теплоустойчивость и на запаздывание амплитуды колебаний без  
применений утеплителя**

Таблица 4.14

Схема конструкции стен и значение $\nu$	$\#$ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
<b>Традиционная покрытия</b>	1	0,0263	9,60	0,2524
	2	0,09375	17,98	1,6856
	3	0,0263	9,60	0,2524
$\sum R = 0,146$ $R_O^\phi = 0,304$ $A_{T,B}^{TP} = 1,47 C^\circ$ $A_{TB} = 4,54 C^\circ$				$\sum D = 2,19$
$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 8,7}{1 + 0,0263 \cdot 8,7} = 9,0525$				Время задержки амплитуды колебаний $= 5,915$ часов
$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = S_2 = 17,98, (D_2 f 1)$				
$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 17,98}{1 + 0,0263 \cdot 17,98} = 13,853$				
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\bar{\alpha}_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n)\bar{\alpha}_n}$ $0,9 e^{\frac{2,19}{\sqrt{2}}} \cdot \left[ \frac{(9,6 + 8,7)(17,98 + 9,0525)(9,60 + 17,98)(13,853 + 18,50)}{(9,60 + 9,0525)(17,98 + 17,98)(9,60 + 13,853) \cdot 18,50} \right] = 6,422$				
Покрытия сильно перегревается летом. При этом время задержки явно неудовлетворительное, т.к. значительно меньше 10 часов.				

#### **4.4.2 Предлагаемые конструктивные решения покрытий с использованием эффективного утеплителя**

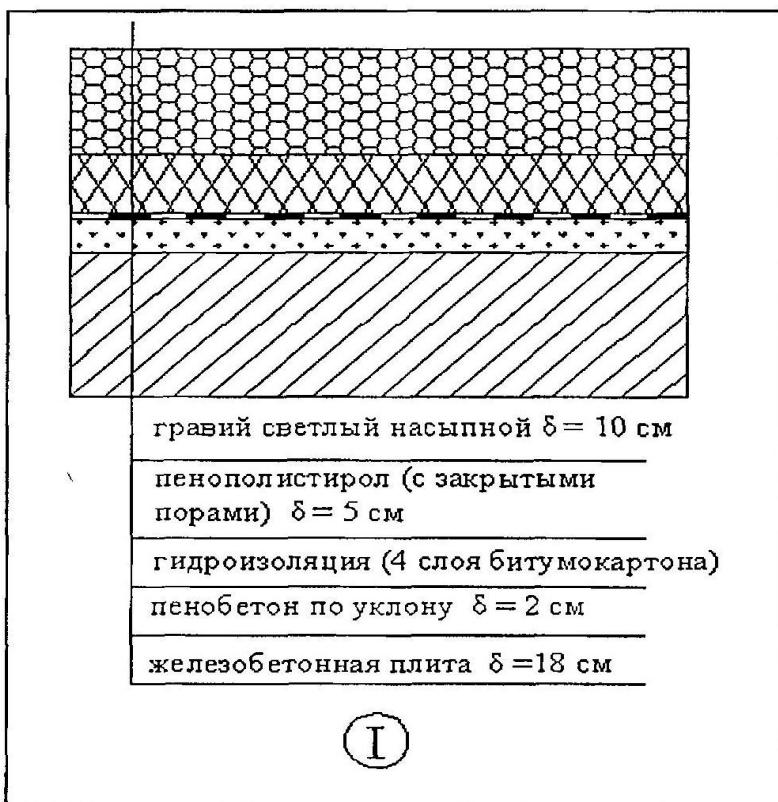
Предлагаемое конструктивное решение должно обеспечить не только требования строительных норм, но и требование традиции палестинского народа.

В практике строительства крыш в Палестине наблюдается, что большинство людей использует крышу как террасу или покрытие, вне зависимости от применяемой системы изоляции. Крыша должна выдерживать ходящих по ней людей, которые в случае некоторых народных мероприятий бывают на крыше в большом количестве. Т.е. расчетная нагрузка должна быть не менее, чем на междуетажное перекрытие.

Первый вариант представляет собой очень технологичную конструкцию крыши «перевернутого типа», в которой гидроизоляционный ковер лежит на плите, а плиты полистирола расположены на верху идерживаются на месте гравием. Этот процесс наиболее подходит для ремонта крыши, когда эти слои уже на месте. В этом случае лучшим материалом является экструдированный пенополистирол, с замкнутыми порами, из-за его низкого водопоглощения. Другие материалы требуют дополнительного гидроизоляционного слоя (Рис. 4.3).

Во избежание сопротивления пользователей в Палестине, которые привыкли к гладкой горизонтальной поверхности крыши. Этот тип конструкции рекомендуется для школ, административных зданий и т.д. где крыша не так часто используется людьми для различных целей, т.е. практически не является эксплуатируемой. Второй вариант, представляет собой обычную совмещенную крышу с использованием гидроизоляции поверх утеплителя, защищенной белой тротуарной плиткой, уложенной по цементно-песчаной стяжке.

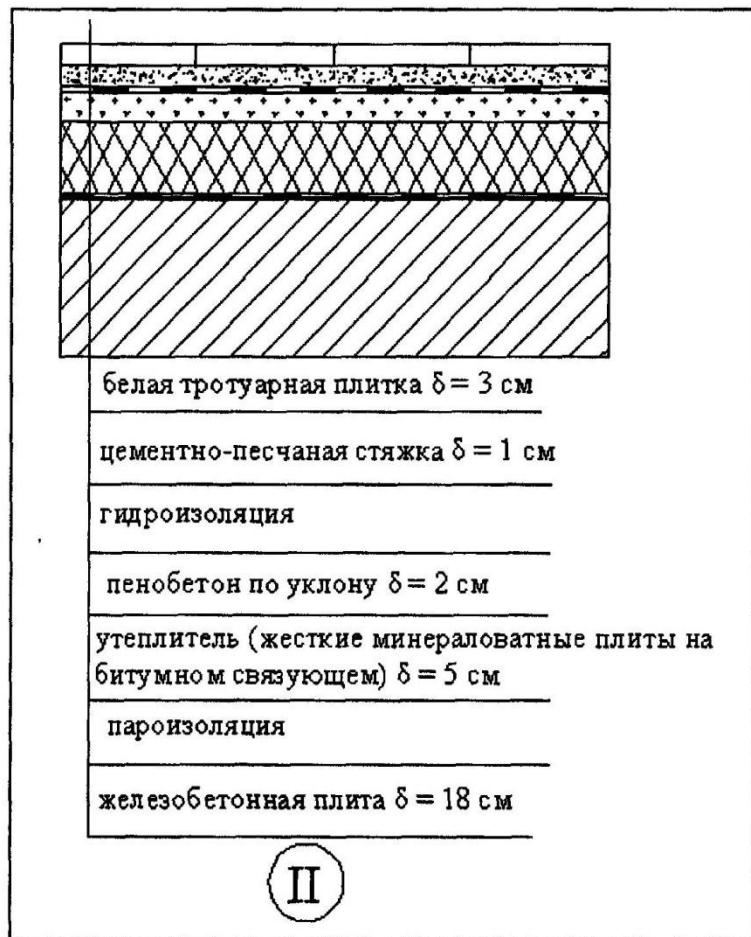
Рис. (4.3)



В качестве утеплителя применяются жесткие минераловатные плиты на битумном связующем, или плиты пенополистирола, по плите покрытия в этом случае обязательно должна укладываться пароизоляция, хотя низкие температуры бывают редко. Поэтому пароизоляция является дополнительной гарантией, (Рис. 4.4), препятствующей как конденсации пара внутри утеплителя, так и протечкам при повреждениях гидроизоляции.

Этот тип рекомендуется для жилых домов, потому что белая тротуарная плитка служит защитой гидроизоляции и утеплителя путем отражения солнечных лучей, и является материалом, который комфортно служит как покрытие террасы.

Рис. (4.4)



**4.4.3 Анализ теплоустойчивости типичных конструкций покрытий, рекомендуемых для современного строительства и запаздывания амплитуды колебаний температуры на внутренней поверхности.**

Таблица 4.5

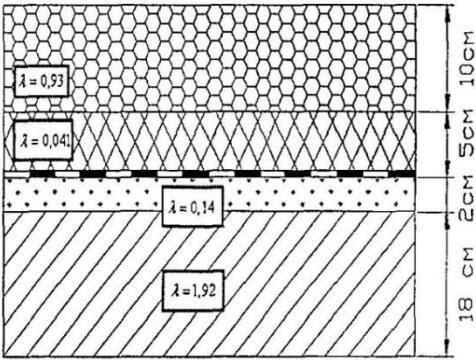
№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$		
1	0,09375	17,98	1,685		
2	0,1428	2,19	0,3127		
3	1,2195	0,65	0,7926		
4	0,1075	10,85	1,1663		
$\sum R = 1,5635$		$\sum D = 3,956$			
<b>Схема конструкции</b>					
I					
<p>The diagram illustrates a roof construction cross-section labeled 'I'. It consists of several layers: a top layer with a hexagonal pattern (labeled <math>\lambda = 0,93</math>), a thin layer (labeled <math>\lambda = 0,041</math>), a layer with diagonal hatching (labeled <math>\lambda = 0,14</math>), and a bottom layer with horizontal hatching (labeled <math>\lambda = 1,92</math>). To the right of the diagram, vertical dimensions are indicated: 18 cm at the bottom, followed by 2 cm, 5 cm, and 10 cm at the top, totaling 35 cm.</p>					

Как было показано в пункте (4.3.2), для обеспечения времени задержки  $\varepsilon = 26 - 16 = 10$  часов необходимо, чтобы показатель тепловой инерции покрытия  $D$  был бы больше или равен 3,85. Предварительные результаты расчета (Таб. 4.5, 4.6) показали, что все варианты превышают требования, предъявляемые КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника». Кроме того, предварительные результаты расчета крыш, показали недостаточную требуемую массивность конструкции второго варианта, которая могла бы обеспечить требуемое время задержки амплитуды колебания температуры наружного воздуха в летнеепериод.

Таблица 4.6

№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$		
1	0,09375	17,98	1,685		
2	0,833	0,64	0,533		
3	0,1428	2,19	0,3127		
4	0,0263	9,6	0,2524		
5	0,0156	17,98	0,2804		
$\sum R = 1,11$ $R_o^\phi = 1,27$		$\sum D = 3,06$			
<b>Схема конструкции</b>					
<b>II</b>					

Таблица 4.17

Схема конструкции и значение $\nu$	№ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
I	1	0,09375	17,98	1,685
	2	0,1428	2,19	0,3127
	3	1,2195	0,65	0,7926
	4	0,1075	10,85	1,1663
		$\sum R = 1,5635$ $R_o^\phi = 1,72$ $A_{\tau, B}^{TP} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_{\tau, B} = 0,338 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum D = 3,956$ Время задержки амплитуды колебаний =10,68 часов	
				
		$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = 17,98 \quad D > 1$		
		$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = \frac{0,3571 \cdot (2,19)^2 + 17,98}{1 + 0,3571 \cdot 17,98} = 2,6537$		
		$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = 0,65 \quad D > 1$		
		$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = 10,85 \quad D > 1$		
$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\alpha_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n}}$ $0,9 e^{\frac{3,956}{\sqrt{2}} \left[ \frac{(17,98 + 8,7)(2,19 + 17,98)(0,65 + 2,6537)(10,85 + 0,65)(10,85 + 18,50)}{(17,98 + 17,98)(2,19 + 2,6537)(0,65 + 0,65)(10,85 + 10,85) \cdot 18,50} \right]} = 97,44$				

Показатель тепловой инерции конструкции может быть увеличен за счет повышения массивности некоторых слоев и увеличения толщины (или массивности) утеплителя, поэтому внесем в конструкцию следующие изменения:

Для варианта (II):

1- Толщину утеплителя доведем до 8 см.

2- Толщину пенобетона в наиболее тонкой части доведем до 5 см.

Промежуточные данные и результаты расчета теплоустойчивости и запаздывания амплитуды для этих крыш приведены в таблице (4.19). В этой же таблице приведены значения общего сопротивления теплопередаче для анализа теплотехнических качеств этих покрытий в зимних условиях.

Расчетная амплитуда колебаний наружного воздуха равна для вариант (I):

$$A_{t.H}^{\text{расч}} = 0,5A_{t.H} + \frac{\rho(I_{max} - I_{cp})}{\alpha_H} = 0,5 \times 24,1 + \frac{0,65(947 - 352)}{18,50} = 32,95 {}^{\circ}\text{C}$$

( $\rho=0,65$  т.к. наружный слой из светлого гравия, таблица (3.3). Расчетная амплитуда колебаний наружного воздуха равна для вариант (II):

$$A_{t.H}^{\text{расч}} = 0,5A_{t.H} + \frac{\rho(I_{max} - I_{cp})}{\alpha_H} = 0,5 \times 24,1 + \frac{0,45(947 - 352)}{18,50} = 26,52 {}^{\circ}\text{C}$$

( $\rho=0,45$  т.к. наружный слой из белых тротуарных плит, таблица (3.3)).

Схема конструкции и значение $\nu$	$\#$ слоя	$R_i, M^2 \cdot C^\circ / BT$	$S_i, BT / M^2 \cdot C^\circ$	$D_i$
II	1	0,09375	17,98	1,685
	2	1,3333	0,64	0,853
	3	0,3571	2,19	0,782
	4	0,0263	9,60	0,2524
	5	0,0156	17,98	0,2804
		$\sum R = 1,82$ $R_o^\phi = 1,985$ $A_{r,B}^{TP} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_{rB} = 0,266 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum D = 3,853$ Время задержки амплитуды колебаний $= 10,40 \text{ часов}$	
$Y_1 = \frac{R_1 \times S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \times \alpha_B} = 17,98 \quad D > 1$				
$Y_2 = \frac{R_2 \times S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 \times Y_1} = \frac{1,3333 \cdot (0,64)^2 + 17,98}{1 + 1,3333 \cdot 17,98} = 0,744$				
$Y_3 = \frac{R_3 \times S_3^2 + Y_2}{1 + R_3 \times Y_2} = \frac{0,3571 \cdot (2,19)^2 + 0,744}{1 + 0,3571 \cdot 0,744} = 1,94$				
$Y_4 = \frac{R_4 \times S_4^2 + Y_3}{1 + R_4 \times Y_3} = \frac{0,0263 \cdot (9,60)^2 + 1,94}{1 + 0,0263 \cdot 1,94} = 4,15$				
$Y_5 = \frac{R_5 \times S_5^2 + Y_4}{1 + R_5 \times Y_4} = \frac{0,0156 \cdot (17,98)^2 + 4,15}{1 + 0,0156 \cdot 4,15} = 8,63$				

$$\nu = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1})(\alpha_n + y_n)}{(S_1 + y_1)(S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \bar{\alpha}_n}$$

$$0,9 e^{\frac{3,853}{\sqrt{2}}} \left[ \frac{(17,98 + 8,7)(0,64 + 17,98)(2,19 + 0,744)(9,6 + 1,94)(17,98 + 4,15)(8,634 + 18,50)}{(17,98 + 17,98)(0,65 + 0,744)(2,19 + 1,94)(9,60 + 4,15)(17,98 + 8,634) \cdot 18,50} \right] = 99,60$$

Таблица 4.19

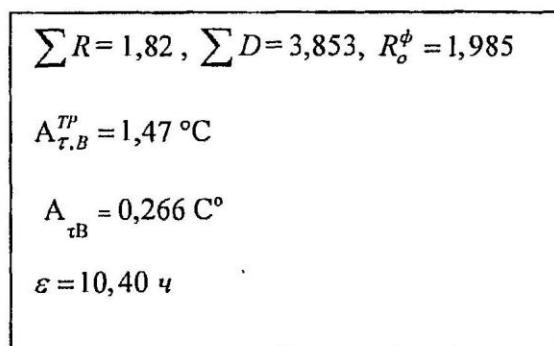
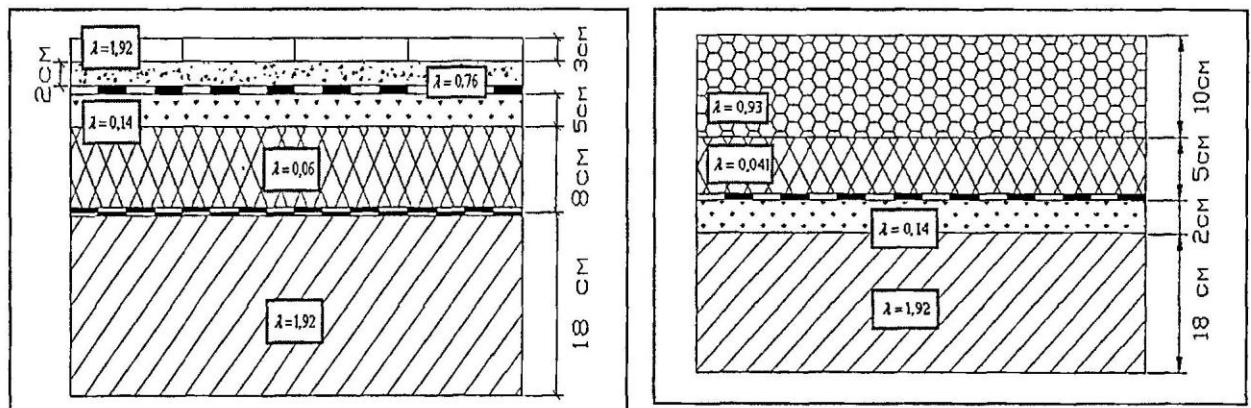
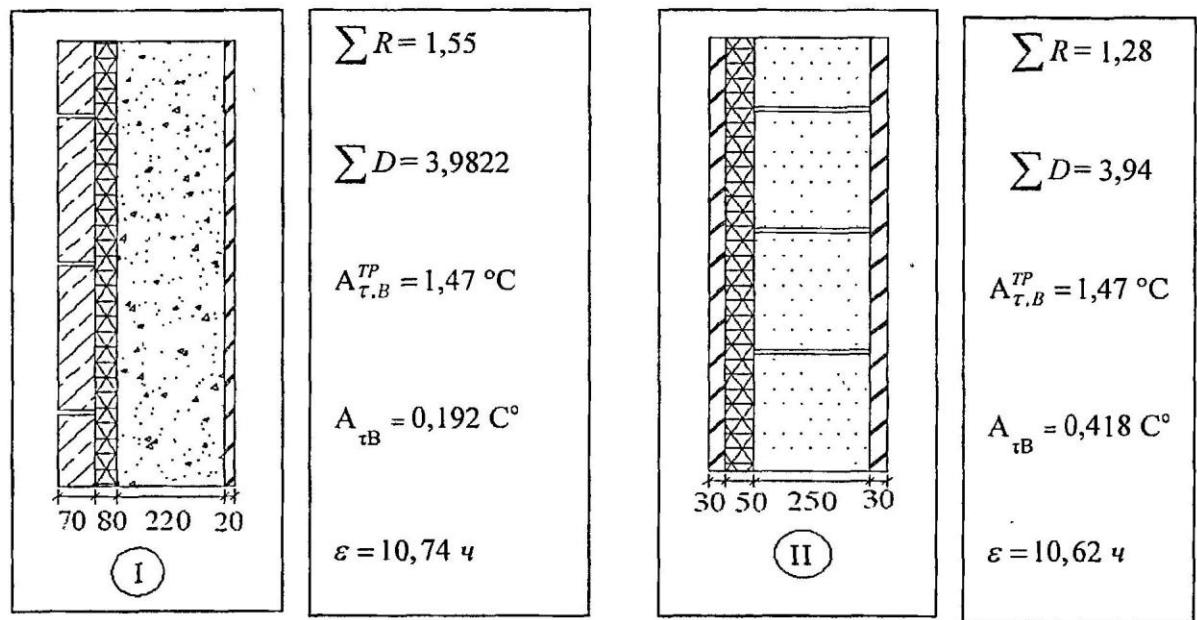
№ слоя	Параметры	№ варианта		
		I	II	Примечания
железобетон	$\delta_1$	0,18	0,18	
	$\lambda_1$	1,92	1,92	
	$S_1$	17,98	17,98	
	$R_1$	0,09375	0,09375	
	$D_1$	1,685	1,685	
	$y_1$	17,98	17,98	
Утеплитель	$\delta_2$	0,05	0,08	
	$\lambda_2$	0,041	0,06	
	$S_2$	0,65	0,64	
	$R_2$	1,2195	0,833	
	$D_2$	0,7926	0,533	
	$y_2$	0,65	0,744	
пенобетон	$\delta_3$	0,02	0,05	
	$\lambda_3$	0,14	0,14	
	$S_3$	2,19	2,19	
	$R_3$	0,1428	0,3571	
	$D_3$	0,3128	0,7820	
	$y_3$	2,6537	1,94	
цементно-песчаная стяжка	$\delta_4$		0,02	
	$\lambda_4$		0,76	
	$S_4$		9,60	
	$R_4$		0,0263	
	$D_4$		0,2524	
	$y_4$		4,15	
белая тротуарная плита	$\delta_5$		0,03	
	$\lambda_5$		1,92	
	$S_5$		17,98	
	$R_5$		0,0156	
	$D_5$		0,2804	
	$y_5$		8,634	
гравий светлый	$\delta_6$	0,10		
	$\lambda_6$	0,93		
	$S_6$	10,85		
	$R_6$	0,1075		

	$D_6$	1,1663		
	$y_6$	10,85		
	$\sum D$	3,956	3,85	
	$R^o$	1,72	1,985	
	$\nu$	97,44	99,6	
<b>Результаты расчета</b>	$A_{\tau_B}$	0,338	0,266	
	$\frac{S_{B,p}}{S_{H,p}}$	26,40 10,85	29,00 8,634	
	$\varepsilon_{vac}$	10,68	10,40	
	$T_{min}$	26,68	26,40	

Таким образом, все варианты предлагаемых конструкций крыш (I, II) превышают требования, предъявляемые КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника» и на ограничение амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности покрытия. Как видно из таблицы (4.19), все конструкции крыш, рекомендуемые для современного строительства зданий обеспечивают требуемое запаздывание амплитуды колебаний температуры на внутренней поверхности конструкции, что связано с увеличением толщины слоя пенобетона и утеплителя, которое позволило довести время сдвига фаз колебаний до требуемого. В итоге, все варианты ограждающих конструкций стен и покрытий, рекомендуемые для современного строительства приведены на рис. 4.5.

**Ограждающие конструкции стен и покрытий,  
рекомендуемые  
для современного строительства**

Рис. 4.5



## 4.6 Расход энергии на отопление и на охлаждение

Для более точной оценки применения предлагаемых ограждающих конструкций с использованием эффективного утеплителя в условиях жаркого климата Палестины, проведем теплотехнический расчет для определения расхода энергии на отопление и на охлаждение до и после применения новых ограждающих конструкций, расчет будем вести для части жилого здания (угловая комната), (Рис 4.6).

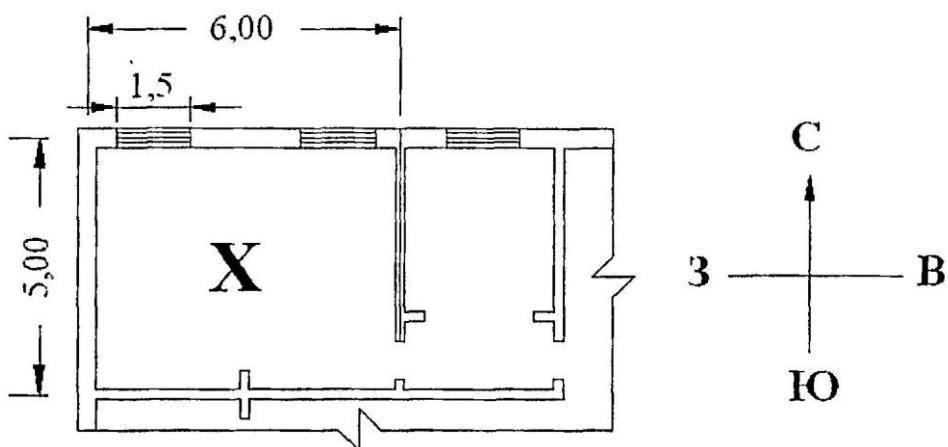


Рис. 4.6: Фрагмент плана типового этажа для расчета расхода энергии для помещения .

**Для проведения расчета мы будем использовать традиционные и рекомендуемые конструкции стен и покрытия (Рис. 4.7).**

$$t_B = +25^{\circ}\text{C}$$

$$t_H = -3^{\circ}\text{C}$$

$$A_{окна} = (1,5 * 1,5) * 2 = 4,5 \text{ м}^2 \text{ (площадь окон)}$$

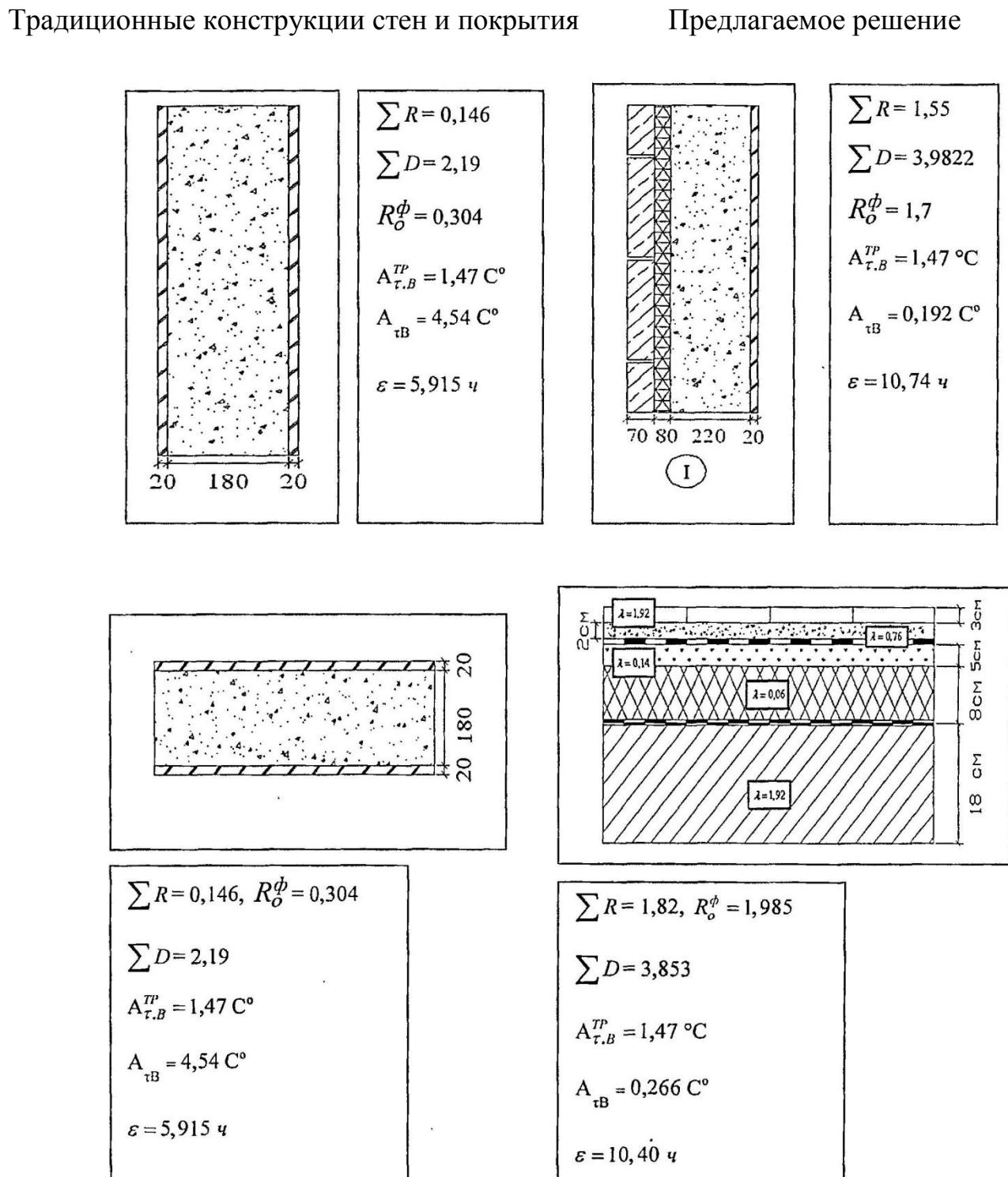
$$A_{северная.стена} = (6 * 3) - (4,5) = 13,5 \text{ м}^2 \text{ (площадь северной стены)}$$

$$A_{западная.стена} = (5 * 3) = 15 \text{ м}^2 \text{ (площадь западной стены)}$$

$$A_{покрытия} = (6 * 5) = 30 \text{ м}^2 \text{ (площадь покрытия)}$$

## Традиционные и предлагаемые конструкций стен и покрытия для расчета экономия энергии

**Рис. 4.7**



## **Параметры традиционных ограждающих конструкций для помещений [X]**

Таблица 4.20

**Параметры предлагаемых ограждающих конструкций с  
использованием эффективного утеплителя для помещения**

Таблица 4.21

Помещение X						
№	Конструкция и материал	Толщина $\delta, \text{м}^2$	Теплопроводность $\lambda, \text{Вт}/\text{м}\cdot\text{с}^\circ$	Теплоусвоение $S, \text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{с}^\circ$	Термическое сопротивление $R, \text{м}^2\cdot\text{с}^\circ / \text{Вт}$	Тепловая инерция $D$
1	Однослойное окно, площадь =2. (1,5·1,5 = 4,5) в северной стене $R = 0,17$					
2	Наружная стена площадью 13,5 м <sup>2</sup> ориентирована на север					
	Внутренняя штукатурка	0,02	0,76	9,6	0,0263	0,2524
	бетон	0,22	1,92	17,98	0,1145	2,06
	утеплитель	0,08	0,06	0,64	1,3333	0,8533
	Природный камень	0,07	0,93	10,85	0,07526	0,8165
						$\sum R = 1,55$
						$R_0^\phi = 1,7$
3	Наружная стена площадью 15 м <sup>2</sup> ориентирована на запад					
	Внутренняя штукатурка	0,02	0,76	9,6	0,0263	0,2524
	бетон	0,22	1,92	17,98	0,1145	2,06
	утеплитель	0,08	0,06	0,64	1,3333	0,8533
	Природный камень	0,07	0,93	10,85	0,07526	0,8165
						$\sum R = 1,55$
						$R_0^\phi = 1,7$
4	Покрытие площадью 30 м <sup>2</sup>					
	бетон	0,18	1,92	17,98	0,09375	1,6856
	утеплитель	0,8	0,06	0,64	1,3333	0,8533
	пенобетон	0,05	0,14	2,19	0,35714	0,782
	Цементно-песчаная стяжка	0,02	0,76	9,60	0,0263	0,2524
	Белая тротуарная плита	0,03	1,92	17,98	0,0156	0,2804
						$\sum R = 1,826$
						$R_0^\phi = 1,985$
						$\sum D = 3,85$

## **Основные выводы**

1. Климатическое районирование и анализ климатических параметров различных районах позволили составить таблицы климатических данных, необходимых для расчета ограждающих конструкций по требуемому сопротивлению теплопередачи в зимних условиях, на теплоустойчивость. Эти таблицы могут быть положены в основу теплотехнического нормирования.
2. Анализ традиционного опыта строительства жилья в Средней Азии показал, что при современном многоэтажном строительстве, целесообразном в подемографическим, экономическим и другим условиям, наиболее перспективными являются планировки с большими открытymi помещениями и со сквозным проветриванием. Целесообразна замкнутая система планировок с проветриванием через внутренние шахты и атриумы.
3. Проведенные исследования показали, что конструкции стен и покрытий, используемых в практике строительства, практически не удовлетворяют требованиям, предъявляемым КМК 2.01.04-97\* «Строительная теплотехника»
4. Рекомендуемые решения ограждающих конструкций для условий жаркого климата удовлетворяют требованиям.
5. Анализ уравнений для определения времени задержки амплитуды колебаний показал, что основное значение для такой задержки имеет показатель тепловой инерции или степень массивности конструкции  $D$ . Для обеспечения требуемой задержки, равной 10 часам, величина  $D$  должна быть не менее 3,85.
6. Увеличение показателя тепловой инерции предлагаемых конструкций стен и крыш, позволил довести время сдвига фаз колебаний до требуемого.
7. Конструкции, предлагаемые для условий, основаны на материалах, имеющих широкое распространение в регионе. Предлагаемое решение

улучшает традиционные конструкции, обеспечивает отсутствие конденсата на внутренних поверхностях даже в самые холодные дни при максимальной влажности внутри помещений (кухни, санитарные узлы), и отсутствие впечатления сквозняка при нахождении вблизи этих конструкций.

8. Предложение использовать многослойные конструкции с применением современных теплоизоляционных материалов, является решением, основанным не только на физических качествах ограждающих конструкций, но и является отражением экономических и технологических требований современного строительства.

9. Расчеты для оценки расхода энергии показали, что предлагаемое конструктивное решение для современного строительства экономит расход на 70% и более на отопление и 80% и более на охлаждение. Применение утепленных конструкций окупается за счет снижения затрат энергии на отопление и кондиционирование в течение 4 лет. Это значит, что после 4 лет для жителей будет чистая экономия в денежном выражении. Подсчитать ее трудно из-за нестабильных цен. Однако в среднем она составит 75%.

## **Список литературы диссертационного исследования**

1. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2014 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2015 год. Газета «Народное слово» 17.01.2015г.
- 2.Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том II, основы проектирования,- М. 1976.
3. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том III, жилые здания.- М. Стройиздат,1983.
4. Аш-Шаер М.И. Природно-географические условия Узбекистан. Лига арабских стран (институт по исследованию и изучению проблем арабского мира, отделение Узбекистан). Москва, 1983.
5. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2004.
6. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений. Москва, Стройиздат, 1983.
- 7 Богословский В.Н. Строительная теплофизика. Москва, Высшая школа, 1982.
8. Богословский В.Н. Тепловой режим зданий. Москва. Стройиздат, 1977г. 1982.
9. Бушнак И.О. Функциональная структура жилищ в Узбекистан. Архитектура, №2, 1984.
10. Внутренние санитарно-технические устройства. В3ч. 4.1., Ч.3. Отопление / В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави и др., под ред. И. Г. Староверова, Ю. И. Шиллера. 4-е изд., перераб. И доп. -М.: Стройиздат, 1990. - (Справочник проектировщика).
11. Ю.Воронина В. Л. Климат и народное жилище в странах Востока.

12. Жилищное строительство, №7, 1975. П.Воронина В. Л. Народное жилище арабских стран. М.: Стройиздат, 1972.
13. Воронина В. Л. Народные традиции архитектуры Узбекистана. М.: Стройиздат, 1951.
14. Воронина В. Л. Опыт проектирования зданий в странах тропического климата. Москва, Стройиздат, 1966.
15. Высоцкий Е.М. Микроклимат жилых домов в Ашхабаде. Жилищное строительство, №11, 1971.
16. Гусев Н.Н. Основы строительной физики. М. Стройиздат, 1973.
17. Дмитриев В.М. Вопросы использования архитектуры узбекского народного жилища в современной практике. Ташкент, Фан, 1980.
18. Дунаев Б.А. Инсоляция жилища. М., 1979.
19. Ершов А. В., Садиков А. Планировочная структура и микроклимат. Жилищное строительство, №6, 1970.
20. Ильинский В.М. Строительная теплофизика: ограждающие конструкции и микроклимат зданий. Москва, Высшая школа, 1974.
21. Карамышев В.А. Жилища для районов с жарким сухим климатом и сильными ветрами. Жилищное строительство, №1, 1982.
22. Ким Н.Н., Маклакова Т. Г., Архитектура гражданских и промышленных зданий. -М.: Стройиздат, 1987.
23. Кларк Н.Г. Свет и здоровье. Светотехника №5, 1999.
24. Круглова А. И. Климат и ограждающие конструкции. М. Стройиздат, 1970.
25. Кореньков В. Е. Основные природно-климатической типологии жилищ. М. Госстройиздат, 1963.
26. Кувшинов Ю. Я. Теоретические основы обеспечения микроклимата помещения.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007.
27. Липсмайер Г. Строительство в условиях жаркого климата. Москва, Стройиздат, 1984. (Перевод с английского).
28. Лисициан М.В., Пронин Е.С. Архитектурное проектирование зданий. -М. Стройиздат, 1990.

29. Лицкевич В.К. Жилище и климат. -М. Стройиздат, 1990.
30. Лицкевич В.К. Учет климатических условий при проектировании жилых зданий в различных районах СНГ. М. Стройиздат, 1975.
31. Лицкевич Н.К. Основы климатической типологии жилища. Автореф. Дис. канд. М., 1988, 15с.
32. Львовский И.Б, Баркалов Б.В., Расчет поступление теплоты солнечной радиации в помещения, пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91, Москва 1993г.
33. Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. -М. 1981.
34. Малый атлас мира.главное управление геодезии и картографии при СМ РФ. М., 1980.
35. Малявина Е. Г. Теплопотери здания. -М.: АВОК-ПРЕСС,2007.
36. Научные исследования в области архитектурно-строительных решений предприятий легкой и пищевой промышленности,- Труды ЦНИИП ромзданий, вып. 60.,М. 1977.
37. НИИСФ Госстроя РФ. Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения (к СНиП II-4-79). -М. Стройиздат, 1985.42.Оболенский Н.В. Архитектура и Солнце. 1988.
38. Оболенский Н.В. Проектирование и расчет солнцезащитных устройств. Архитектура №12, 1964.
39. Проектирование и строительство жилых домов в условиях жаркого сухого климата. (Особенности объемно-планировочных решений). Обзор. Москва, ЦНИИС Госстроя РФ, 1974.
40. Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения, пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91, И. Б Львовский, Б. В. Баркалов. Москва, 1993.
41. Рубаненко Б. Р. Жилищное строительство. ЦНИИЭП жилища. -М.: Стройиздат, 1976.
42. Саини Б. Строительство и окружающая среда. Москва, Стройиздат, 1980.
43. Самойлов С.И., Соловьев А.К. Проектирование светопроемов в офисах и экономия энергии. Светотехника №1, 2000.

44. Санки Б. Строительство и окружающая среда. М. Стройиздат, 1980.
45. Свод правил по проектированию и строительству. " Естественное освещение жилых и общественных зданий ", СП 23-102-2003, М: 2005.
46. Сканави А. Н., Махов Л. М. Отопление: учеб. Для вузов. М.: Изд-во АСВ, 2004.
47. СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция, кондиционирование. М.: Стройиздат, 2000.
48. СНиП II-3-79 (1998), Строительная теплотехника.
49. СНиП 23-02-2003, Тепловая защита зданий.
50. Справочник проектировщика. Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под редакцией И.Г. Староверова. Стройиздат, 1978г.
51. Справочник проектировщика. Часть III. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под редакцией Н.Н. Павлова. Стройиздат, 1992г.
52. Твараевский М. Солнце в архитектуре. М. Стройиздат, 1977.
53. Уманский Н.Г. Солнцезащитные устройства в зданиях. М., 1962.
54. Фархан, АломарОбайд. Наружные ограждающие конструкции, дисс. 1984.
55. Фирсанов В. М. Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата. М.: Высшая школа, 1982.
56. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий.- М.: АВСЖ-ПРЕСС,2006.
57. Халид Дауд. Климат городов и озеленение территории. Журнал «Арабский инженер» №71, 1983 (на арабском языке).
58. Харкнесс Е., Мехта М. Регулирование солнечной радиации в зданиях. -М. Стройиздат, 1984.
59. Холщевников В.В., Луков А.В. Климат местности и микроклимат помещений. -М.: Изд-во АСВ, 2001.
60. Шевцов К. К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями. -М.: Высшая школа 1984.
61. Шевцов К.К. Особенности проектирования жилых зданий для районов с жарким климатом. М. Учебное пособие, 1980.

62. Штоль Т.М., Евстратов Г.Н. Строительство зданий и сооружений в условиях жаркого климата. М., 1987.
63. Architectural styles survey in Palestinian Territories, ECB project, 2002.
64. Climatic zoning for energy efficient buildings in the Palestinian Territories, the West Bank and Gaza strip. (Applied Research Institute-Jerusalem, 2003 .(ARIJ).
65. Construction materials and local market survey in Palestinian Territories ECB project, 2002.
66. Construction techniques survey in Palestinian Territories, ECB project 2002.
67. Dabbagh M.M, Our country Palestine, 1972.
68. Diffic I.A. and Beckman W.A. Solar energy thermal Processes, Wiley and Sons, 1974.
-