

Государственная акционерная железнодорожная компания
«Ўзбекистон темир йўллари»

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

На правах рукописи
УДК 725:699.85

Шарипова Д.

**Современное состояние вопроса повышения энергоэффективности
зданий**

Специальность: 5А580204
«Проектирование, строительство зданий и сооружений»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра

Научный руководитель:
д.т.н., доцент Щипачева Е.В.

Ташкент 2010

Государственная акционерная железнодорожная компания
«Ўзбекистон темир йўллари»

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

На правах рукописи

Шарипова Д.

**Современное состояние вопроса повышения энергоэффективности
зданий**

Специальность: 5А580204
«Проектирование, строительство зданий и сооружений»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра

Научный руководитель:
д.т.н., доцент Щипачева Е.В.

Ташкент 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	
1. Современное состояние вопроса повышения энергоэффективности зданий.....	
1.1. Формирование микроклимата помещений в климатических условиях Республики Узбекистан.....	
1.2. Пути повышения энергоэффективности гражданских зданий.....	
1.3. Мировой опыт проектирования энергоэффективных зданий.....	
1.4. Энергосберегающие объемно-планировочные решения в историческом наследии национальной узбекской архитектуры.....	
1.5. Цели и задачи исследования.....	
1.6. Выводы по главе.....	
2. Объекты и методы исследований.....	
2.1. Характеристика исходного проектного решения административного здания.....	
2.2. Принятые материалы и методы исследований.....	
3. Разработка проектного решения энергоэффективного административного здания	
3.1. Разработка объемно-планировочного решения административного здания, снижающего негативное влияние климата на параметры внутренней среды помещений.....	
3.2. Разработка конструктивных решений наружных ограждающих конструкций.....	
3.3. Рекомендации по проектированию энергоэффективного административного здания в условиях сухого жаркого климата.....	
3.4. Выводы по главе	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
Библиографический список.....	

Введение

Актуальность работы.

Дефицитность и рост стоимости энергоресурсов определяют необходимость создания проектных решений зданий с экономным расходованием энергии на системы отопления, вентиляции и кондиционирования при обеспечении комфортных для людей условий внутренней среды помещений.

Одними из путей создания энергоэффективных строительных объектов в климатических условиях Республики Узбекистан являются совершенствование объемно-планировочного решения здания и повышение уровня тепловой защиты его наружных ограждающих конструкций. В своем докладе «Наша главная задача – дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа» Президент РУз подчеркнул: «Необходимо совершенствовать систему разработки документации, связанной с применением современных строительных материалов и технологий с учетом природно-климатических условий и рельефа местности...» [1].

В связи с этим актуальной является задача разработки проектного решения гражданского здания, включая планировочную структуру и конструктивное решение наружных ограждений, позволяющего снизить расход энергии в процессе эксплуатации зданий на их системы климатизации.

Степень изученности проблемы.

В настоящее время разрабатывается множество проектных решений общественных зданий для местных условий строительства. Однако в основном все нововведения связаны с усовершенствованием архитектурного облика зданий, повышения теплозащиты наружных ограждений и не затрагивают их объемно-планировочного решений, с точки зрения улучшения микроклимата помещений естественным образом.

Большие возможности в этом направлении содержатся в национальной

архитектуре Узбекистана.

Цель настоящей работы – разработка проектного решения энергоэффективного офисного здания, отвечающего климатическим и экономическим условиям Республики Узбекистан.

Методы исследований. В качестве основного метода исследований был принят теоретический расчетный.

Научная новизна работы состоит в установлении возможности разработки проектного решения общественного здания, отвечающего современным требованиям экономии энергии при их эксплуатации, основанного на использовании приемов национальной узбекской архитектуры и мирового опыта проектирования энергоэффективных объектов и применении отечественных теплоизоляционных материалов, способных обеспечить повышенную теплозащиту наружной оболочки здания.

Практическая значимость работы заключается в разработке экономически целесообразного проектного решения офисного здания, позволяющего значительно повысить его энергоэффективность.

Объект и предмет исследования: разработка и оптимизация объемно-планировочного решения офисного здания, а также конструктивное решение его ограждающих конструкций, исходя из требований создания комфортных условий для людей при экономном расходовании энергии с учетом климатических особенностей Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, библиографического списка из ... наименований, изложена на ...стр. печатного текста, содержит ...таблиц и ...рис.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Дефицитность и рост стоимости энергоресурсов определяют необходимость создания зданий с экономным расходом энергии на системы отопления, вентиляции и кондиционирования для обеспечения комфортных условий жизнедеятельности для людей [1].

«Энергоэффективные здания», как новое направление в экспериментальном строительстве, появились после мирового энергетического кризиса 1974 года. Они явились ответом на критику специалистов Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН о том, что современные здания обладают огромными резервами повышения их тепловой эффективности, но исследователями недостаточно изучены особенности формирования их теплового режима, а проектировщики не умеют оптимизировать потоки тепла в ограждениях зданий. В том же докладе специалистами МИРЭК была сформулирована главная идея экономии энергии: энергоресурсы могут быть использованы более эффективно путем применения мер, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения, то есть вызывают минимум изменений привычного образа жизни [4].

Важно отметить, что уже 30 лет назад предусматривалось использование тепла солнечной радиации и возможностей компьютерной техники для управления инженерным оборудованием. Первая тенденция продолжает успешно развиваться, даже в такой северной стране, как Финляндия, например, в экспериментальном строительстве жилого района V11KKI (Хельсинки, Финляндия) , а вторая выросла в крупное направление в инженерии зданий, получившей название «Интеллектуальные здания»[5].

С течением времени изменялся и расширялся объект изучения - эффективность использования энергии в энергоэффективном здании. Если в самом начале строительства энергоэффективных зданий, вплоть до начала 90-х годов прошлого столетия, основной интерес представляло изучение

мероприятий по экономии энергии, то уже в середине 90-х приоритет отдается изучению и разработке таких энергосберегающих решений, которые одновременно способствуют улучшению качества микроклимата. Впрочем, качество микроклимата в этот период являлось более важным, чем энергосбережение.

В связи с этим в первом разделе рассмотрим особенности формирования микроклимата помещений в условиях сухого жаркого климата Республики Узбекистан.

1. Формирование микроклимата помещений в климатических условиях Республики Узбекистан

Микроклимат помещений – совокупность метеорологических процессов, создающих определенные условия теплообмена человека со средой. Данное определение связывает две стороны микроклимата: метеорологическую, представляющую собой объективную характеристику среды, окружающей человека в доме, и физиологическую, то есть действие данной среды на организм человека. Основные метеорологические элементы микроклимата – температура, влажность и скорость движения воздуха, температура поверхностей ограждений и окружающих человека предметов. Физиологические же качества микроклимата могут быть охарактеризованы уровнем физиологических реакций организма человека.

Зимний период года на территории Республики Узбекистан сравнительно короткий, довольно неустойчивый, но достаточно холодный, особенно в северных областях. Температура наружного воздуха, принимаемая для расчёта систем отопления (параметры Б), колеблется от минус 8⁰С в Сурхандарьинской области до минус 20...26⁰С в Республике Каракалпакстан [6]. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^0\text{C}$ (продолжительность отопительного периода) колеблется в тех же областях от 80...90 до 163...174 дней. При этом средняя

температура воздуха составляет от 4,5...5,4⁰С до минус 2,4⁰С...минус 0,6⁰С соответственно.

Одним из факторов формирования микроклимата помещений, с точки зрения гигиенистов, является температурный перепад между температурой воздуха помещения и температурой внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций. Согласно [7], например, для стен жилых и общественных зданий эта величина должна быть не более 6...7⁰С.

В целом, тепловая защита помещений от воздействий наружной среды обеспечивается за счет применения соответствующих наружных ограждающих конструкций, имеющих нормируемые значения сопротивлений теплопередаче. В последние годы эти величины принято указывать в зависимости от параметра ГСОП. Это произведение расчетной продолжительности отопительного периода на разность температур внутреннего воздуха (20⁰С) и средней температуры отопительного периода [7]. Вся территория Республики Узбекистан охватывается диапазоном значений ГСОП от 1100 до 3900⁰С сут. [8]. С октября 2004 года в Узбекистане для обеспечения наибольшей энергоэффективности должны принимать следующие значения приведенных сопротивлений теплопередаче для наружных стен жилых и общественных зданий:

Таблица 1.1

Расчетные температуры наружного воздуха, ⁰ С	ГСОП, ⁰ С сут.	Приведенное сопротивление теплопередаче, (м ² · ⁰ С)/Вт
– 10	до 2000	2,1
– 15; – 20	от 2000 до 3000	2,4
– 25	свыше 3000	2,8

Необходимо также отметить, что для этой категории зданий температурный перепад между температурой воздуха и температурой на внутренней поверхности наружной стены будет равен или меньше 4,5⁰С. При

такой разности температур, согласно исследованиям гигиенистов, происходит нормальная потеря тепла человеческим организмом [9].

В климатических условиях Узбекистана летний микроклимат помещений имеет характерные особенности. Если зимой отопительная система нейтрализует внешние воздействия, то летом микроклимат помещений во многом зависит от внешних климатологических факторов (при отсутствии кондиционирования).

Положительные стороны климата Республики - большая продолжительность теплого периода года и низкая относительная влажность воздуха; отрицательные – высокий уровень солнечной радиации, маловетрие или повышенные скорости ветра в ряде районов, высокие температуры в летний период, приводящие к перегреву территорий и помещений.

Низкая относительная влажность наружного воздуха обусловлена незначительным количеством осадков в течение года. Летом очагом формирования сухого воздуха являются разогретые пустынные территории. Например, в Ташкенте среднегодовая относительная влажность воздуха 58—60%, в летние месяцы 40—50% ночью и 25—30% днем. Этот фактор играет немаловажную роль в теплоощущениях человека. При таком уровне относительной влажности легче переносятся высокие температуры воздуха.

В Ташкенте наиболее вероятен дискомфорт с 12—13 до 19—20 час, а в южных городах, например, Термезе практически весь световой день. В это время территория застройки используется очень ограниченно: только для деловых передвижений [10].

При современном строительстве возросла этажность. Помещения верхних этажей лишились благоприятного влияния грунта, озеленения и обводнения и попали под прямое воздействие солнечной радиации. Указанные факторы значительно ухудшили микроклимат среды жизнедеятельности человека в современных городских образованиях.

Температура воздуха внутри общественных зданий на территории

Республики Узбекистан летом достигает иногда 33-36⁰С, что на 2 - 3,5 ⁰С выше среднесуточной наружной. В зданиях, сооруженных с отступлениями от требований строительных норм и правил возможно повышение внутренней температуры до 38 - 40⁰С.

Летний микроклимат зданий формируется при непосредственном воздействии внешней среды и зависит от различных планировочных, конструктивных и градостроительных факторов. При типичных условиях эксплуатации жилища в Узбекистане относительная влажность воздуха днем при режиме ночного проветривания квартир равна 30—45%, а скорость движения воздуха не превышает 0,30 м/сек. В этих условиях верхняя граница комфорта находится в пределах 24—26⁰С. При круглосуточном проветривании помещений когда относительная влажность составляет 20—36%, а скорость движения воздуха в двухсторонних квартирах 0,30—0,50 м/сек верхняя граница зоны комфорта поднимается до 29—30⁰С.

Благодаря значительной изоляции жилых помещений, их микроклимат может отличаться от наружных условий на 8 - 10⁰С при наружной температуре воздуха 34 - 40⁰С. В Ташкенте в приквартирных летних помещениях, которые в меньшей степени изолированы от внешней среды, чем жилые комнаты, дневная температура воздуха веранд ниже наружной всего на 3⁰С или даже меньше.

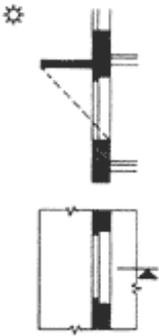
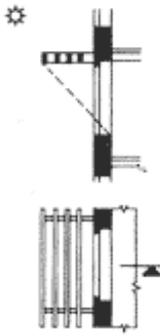
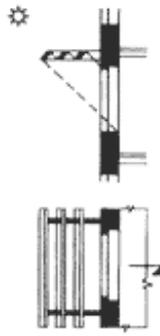
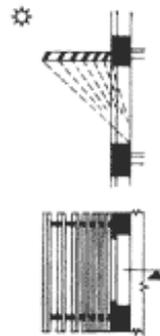
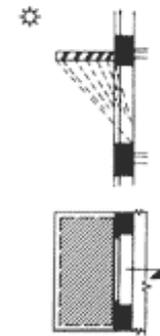
Для снижения перегрева жилых и общественных зданий в Узбекистане необходим комплекс мероприятий по регулированию радиационного, аэрационного и температурно-влажностного режимов. Важнейший принцип улучшения микроклимата жилой среды - это комплексная солнцезащита, включающая ориентацию зданий по сторонам горизонта, использование отражающих свойств отделочных материалов наружных поверхностей ограждений и зеленых насаждений, применение солнцезащитных средств для светопроемов, несветопрзрачных конструкций и элементов территории [11].

Летние помещения, ориентированные на запад, во второй половине дня, по сравнению с ориентированными на север и юг, перегреваются соответственно на 10 и 6°C. Солнцезащита способствует значительному улучшению микроклимата летних помещений западной ориентации, и они могут быть использованы в вечерние и ночные часы. Однако ориентация летних помещений на запад недопустима даже при солнцезащите, если, они расположены: перед жилыми комнатами, так как при этом замедляется вечернее охлаждение последних.

Выбор типов солнцезащитных устройств по геометрической схеме (табл.1.2) зависит от степени регулировки солнцезащитного устройства, ориентации светопроема и положения солнцезащиты по отношению к остеклению. В Узбекистане рекомендуется применять лишь наружные солнцезащитные конструкции, обладающие наибольшей эффективностью по сравнению с внутренними и межстекольными.

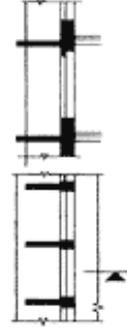
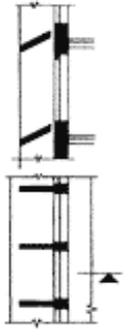
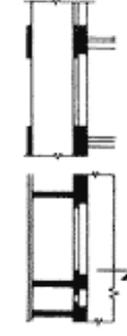
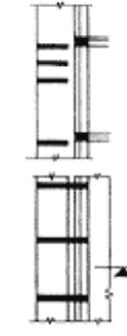
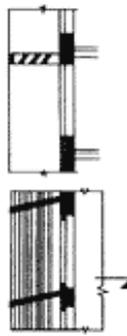
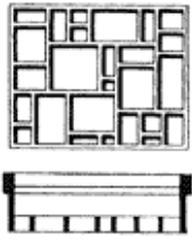
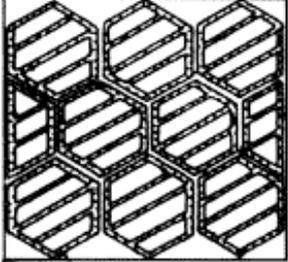
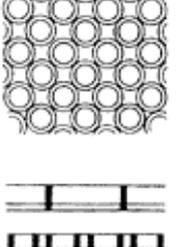
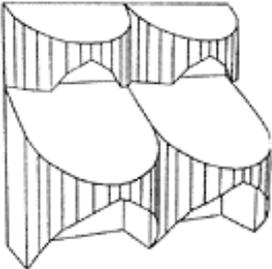
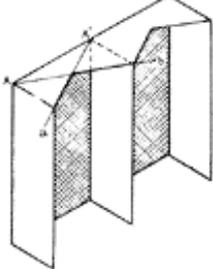
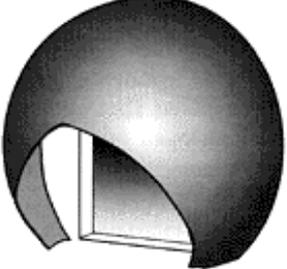
Таблица 1.2

Стационарные солнцезащитные устройства для окон

Тип СЗУ	Схема устройства				
	Горизонтальные козырьки				
	Сплошные	Решетчатые с ламелями, расположенными параллельно фасаду			под углом к фасаду
		вертикальными	наклонными		
			равномерно распределенными	неравномерно распределенными	
					

Горизонтальные стационарные	Козырьки					
	Наклонные	Многоярусные		С жалюзийной подвеской	С экраном на откосе	
		сплошные	решетчатые			
Вертикальные стационарные	Горизонтальные жалюзи					
	С горизонтальными ламелями	С наклонными ламелями	С ламелями из отражательных призм	С ламелями из зеркальных профилей		
	Вертикальные экраны				Вертикальные жалюзи с перьями, расположенными	
	Сплошные		Решетчатые с ламелями, расположенными		параллельно фасаду	под углом к фасаду
	Перпендикулярные к фасаду	Не перпендикулярные к фасаду	параллельно фасаду	под углом к фасаду		

продолжение табл.

Комбинированные стационарные	Горизонтальные козырьки и вертикальные экраны 	Наклонные козырьки и вертикальные экраны 	Вертикальные козырьки и вертикальные экраны 	Многоярусные козырьки и вертикальные экраны 	Решетчатые козырьки и вертикальные экраны 	Решетчатые козырьки и решетчатые экраны 
	Сотообразные	Из элементов прямоугольной формы 	Из элементов с наклонными экранами 	Из элементов произвольной формы 		
	Солнцезащитные кожухи	На основе цилиндра 	На основе призмы 	На основе сферы 		

Правильная оценка микроклиматических условий в жилище, натурная проверка эффективности мероприятий, направленных на улучшение летнего микроклимата, неразрывно связаны с гигиеническим нормированием, которое позволяет выявить наиболее благоприятные комфортные условия в жилище и установить допустимые пределы изменений отдельных элементов микроклимата. Так верхняя граница благоприятных температурных условий без проветривания помещения днем колеблется в пределах 24 - 26⁰С. Снижение относительной влажности и повышение скорости движения воздуха в дневное время, наблюдающиеся в условиях

круглосуточного проветривания помещений, создают комфортные условия при более высоких температурах (до 30 - 31⁰С).

Большое влияние на формирование микроклимата помещений оказывает массивность ограждающих конструкций. В условиях периодических жарких дней, когда значительная доля солнечной радиации разогревает большую поверхность здания, как бы пропитывая ее теплом, температура достигает максимума и тепло начинает проникать внутрь помещения. Накапливаемое в течение дня тепло в массивных конструкциях здания резко ухудшает внутренний температурный режим ночью. Следовательно, в таких помещениях колебания будут менее значительными (более заглушенными), чем в легковесных конструкциях. И чем интенсивнее колебания наружной температуры и солнечной радиации, тем более заметна эта специфическая инертность тяжелых конструкций. Легковесные же материалы, обладая малой теплоемкостью, почти мгновенно пропускают тепло в помещение.

Таким образом, в формировании микроклимата помещений участвуют не только параметры наружного климата, но и целый ряд других факторов, которые и будут рассмотрены следующем разделе.

1.2. Пути повышения энергоэффективности гражданских зданий

Повышение энергоэффективности зданий в последние десятилетия стало одним из основных направлений развития строительной индустрии. За рубежом начало разработок по улучшению теплозащиты эксплуатируемых зданий явилось следствием энергетического кризиса 70-х годов, и с 1976 года в большинстве зарубежных стран уровень теплозащиты зданий увеличился в 2 - 3,5 раза. Постоянно повышаются требования к используемым теплоизоляционным материалам, ужесточаются нормативы по теплопроводности наружных ограждающих конструкций [8].

Энергия в зданиях расходуется на отопление, вентиляцию, горячее

водоснабжение, газоснабжение, на освещение и другие нужды и запросы человека. Сопоставление затрат целесообразно выполнять с использованием понятия «первичной энергии» [2]. Так, затраты первичной энергии на единицу энергии, поставляемой потребителю составляют:

- уголь – 1,02...1,03;
- природный газ – 1,06...1,15;
- электроэнергия – 3,45...3,75.

Основываясь на этих коэффициентах, долевые энергетические затраты, например, в многоэтажных жилых домах Узбекистана составляют:

- отопление и вентиляция – 33,5%;
- горячее водоснабжение – 40,3%;
- газоснабжение – 12,2%;
- электропотребление – 14,0%
- Итого – 100,0%

Как видно, на долю отопления и вентиляции приходится треть всего энергопотребления. Это обстоятельство подчеркивает важность поиска путей повышения энергоэффективности гражданских зданий в совершенствовании систем отопления.

Представляет интерес и распределение потерь тепла через наружные ограждения. Для условий Узбекистана, согласно отчету ГЭФ ПРООН, имеет место следующее процентное распределение трансмиссионных тепловых потерь по видам наружных ограждений (для многоэтажных жилых домов):

- стены – 45%;
- окна – 35%;
- наружные двери – 4%;
- крыша – 8%;
- перекрытие над подпольем – 8%;
- Итого – 100%

Очевидно, что структура тепловых потерь зданиями должна приниматься во внимание при выборе путей повышения

энергоэффективности зданий. Представляется целесообразным уделять основное внимание улучшению теплозащитных свойств наружных стен и окон, а также разумному ограничению инфильтрации наружного воздуха. Последнее обусловлено тем, что в общем расходе тепла на отопление и вентиляцию расход тепла на вентиляцию достигает 29%.

В Узбекистане энергоэффективность проектных решений с 2001 года должна оцениваться по степени их соответствия нормативным удельным показателям расхода тепла на единицу общей площади здания [13]. Однако эти показатели были рассчитаны на реализацию минимально допустимого первого уровня теплозащиты зданий, отвечающего всего лишь санитарно-гигиеническим требованиям [7]. Сравнение нормируемых значений сопротивлений теплопередаче наружных ограждений, принятых в европейских странах, с аналогичными, принятыми в Узбекистане до октября 2004 года, указывало на значительное занижение последних. В 2010 году предполагается переработка строительных норм [7], направленная на дальнейшее ужесточение требований к уровню теплозащиты зданий.

Энергосбережение – это комплексная задача. Поэтому в концепцию энергоэффективного дома должны входить не только изоляция конструкций, но и специфические инженерные решения системы вентиляции и теплоснабжения. Снизить теплопотребление зданием возможно только при комплексном подходе к энергосбережению.

Кроме влияния теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций на энергопотребление зданий имеет место взаимосвязь объемно-планировочных решений зданий и расходов тепловой энергии на цели отопления и вентиляции. В частности, на потребление энергии оказывают влияние этажность, ширина корпуса, высота этажа, конфигурация здания, наличие цокольного этажа (технического подполья) и чердака [3, 12].

Энергоэффективность здания может быть повышена за счёт:

- сокращения площади застройки;
- совершенствования объёмно-планировочных решений зданий;

- совершенствования ограждающих конструкций.

Существенное влияние на удельные теплотери в жилых и общественных зданиях оказывают их объемно-планировочные решения и, в частности, соотношение площади ограждающих конструкций к общей площади зданий, соотношение площади оконных проемов к площади наружных стен, конфигурация зданий в плане, размещение их на рельефе и относительно сторон света.

В условиях зимы при выборе формы и размеров здания целесообразно стремиться к минимизации площади наружных ограждений здания. Существенно сократить площадь наружных стен можно за счет блокирования зданий. В результате таких мероприятий удастся сократить энергетические затраты на (5 – 10)%.

Рекомендуемые ЦНИИЭП (Москва, Россия) мероприятия, направленные на совершенствование объемно-планировочных решений зданий заключаются в следующем:

- увеличение протяженности здания (с четырех до десяти секций даёт 5...7% экономии топлива);
- повышение этажности (с пяти до девяти этажей экономит 3...5% топлива);
- увеличение ширины корпуса (с 12 до 16 м даёт снижения расхода тепла на 8...9%).

Для жилых домов в условиях Республики Узбекистан в связи с жарким летом обязательно устройство сквозного или углового проветривания, что невозможно осуществить в ширококорпусных зданиях с двухрядным расположением квартир. Но и при однорядном расположении квартир необходимо стремиться к максимальному увеличению ширины корпуса дома.

Остекление лоджий, согласно литературным данным, увеличивает тепловую эффективность здания на 8%. Выполненные в научно-исследовательском проектном институте «УзЛИТТИ» расчёты показали, что

тепловые потери фасада здания, образованного застеклёнными лоджиями меньше тепловых потерь фасада без лоджий в 1,4 раза. Экономия теплоты, затрачиваемой на отопление дома с лоджиями, доходит до 22%. Однако при этом значительно ухудшается естественное проветривание помещений и возникает необходимость в искусственной вентиляции.

Целесообразно проектирование зданий с мансардными этажами, исключая тем самым сверхнормативные потери тепла через покрытие.

С точки зрения сбережения энергии в последние десятилетия проявляется большой интерес к проектированию зданий, которые хорошо улавливают, сохраняют и используют солнечную энергию и энергию от других естественных энергетических источников. Например, в зданиях широтной ориентации с отношением длины к ширине более 4-х общее поступление солнечной радиации в отопительный период на 5...11% больше, чем при меридиональной ориентации.

В целом поиск зданий энергетически эффективной формы, степени остеклённости и ориентации, при которых энергозатраты минимальны, является важнейшей задачей архитектурно-строительного проектирования.

Степень остеклённости фасадов с энергетической точки зрения должна быть строго дифференцирована в зависимости от их ориентации. Так, например, весьма полезно увеличивать площадь окон на южных фасадах, а на северных румбах следует стремиться к минимальной площади световых проёмов. Однако следует иметь виду, что, например, австрийские нормы теплозащиты жилых зданий требуют при остеклённости выше 30% увеличивать сопротивление теплопередаче стен на 100% и перекрытий верхнего этажа на 50% по сравнению со зданием, остеклённость которого не превышает 30% [14].

Следует также учитывать, что тепловые потери через наружные световые проёмы, выполненные из современных стеклопакетов с теплозащитным стеклом, значительно ниже, чем через бетонные стены [15].

Как было показано выше, на наружные стены зданий приходится 45%

тепловых потерь в отопительных период. Поэтому повышение теплозащитных свойств стен - важная задача.

В настоящее время в Республике широкое распространение получили однослойные наружные стены, совмещающие несущие и теплоизолирующие функции.

Однослойные стены из кирпича следует возводить только толщиной в 2 и 2,5 кирпича, что повысит их термическое сопротивление соответственно в 1,24 и 1,5 раза по сравнению со стеной в 1,5 кирпича [16].

Желательно применение глиняного обыкновенного кирпича, имеющего меньший коэффициент теплопроводности, или керамического пустотного кирпича (в тех случаях, когда его применение допустимо по сейсмическим нормам). По сравнению с обыкновенным глиняным кирпичом теплоизоляционные свойства стен из пустотного кирпича возрастают на 15...17%.

Для более существенного увеличения теплозащитных свойств наружных стен необходимо применение двухслойных стен с несущей конструкционной частью и наружным слоем эффективной теплоизоляции. Такое решения в настоящее время широко применяется во многих странах мира. Этот способ находит применение и на отдельных объектах, возводимых в Узбекистане, например, его использовали при строительстве гостиницы "DEDEMAN" в г.Ташкенте.

В двухслойных стенах несущей конструкцией может служить кирпичная кладка, бетонные панели и блоки. В качестве теплоизоляции используются пенопласты на основе органических полимеров и материалы на основе минеральных, стеклянных или базальтовых волокон. Обе группы обладают низкой плотностью и малой теплопроводностью. Каждой из этих групп присущи свои преимущества и недостатки.

На сегодня практически любая задача по энергосбережению разрешима инженерными средствами. Однако стоимость материалов и затраты труда на строительство и последующую эксплуатацию требуют оптимизации. При

этом оптимизация приносит не только экономический эффект, но и обеспечивает повышение уровня теплового комфорта в помещениях [9].

Для разработки новых архитектурно-строительных решений энергоэффективных зданий необходимо учитывать уже имеющийся мировой опыт. Его анализу посвящен следующий раздел диссертации.

1.3. Мировой опыт проектирования энергоэффективных зданий

В основе концепции проектирования современных зданий лежит идея, что качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни как дома, так и на рабочем месте или в местах общего пользования. Такое выделение социальных аспектов является признанием того, что архитектура и строительство развиваются на основе духовных и материальных потребностей людей.

Проект первого энергоэффективного здания начал осуществляться в 1972 году в Манчестере (штат Нью-Хэмпшир, США). Энергопотребление, которое не было определяющим показателем в прошлом, стало в этом проекте доминирующим критерием.

Второе здание, которое было запроектировано и построено как энергоэффективное, это здание «EKONO-house» в г. Отаниеми (Финляндия). По сути это был эксперимент, в котором предстояло оценить эффективность архитектурных, инженерных и технологических мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов, потребляемых зданием [4].

Особенностью проекта «EKONO-house» было строительство двух внешне одинаковых секций здания. Одна из них была построена по существующим на тот момент строительным нормам и не содержала инновационных решений по энергосбережению. Энергосберегающие инновационные решения были использованы при строительстве второй секции здания. В результате проектировщики получили уникальную возможность сравнить энергопотребление обеих секций и оценить эффективность выбранных

решений.

Первая секция здания площадью 8 090 м² и объемом 28 900 м³ была закончена в 1973 году, еще до энергетического кризиса. Вторая секция площадью 4 700 м² и объемом 14 800 м³ была построена в 1979 году.

Основными инновационными энергосберегающими решениями здания «EKONO-house» были приняты:

- эффективное использование внутреннего объема здания для минимизации площади ограждающих конструкций и уменьшения через них теплопотерь;
- эффективная теплоизоляция ограждающих конструкций для уменьшения теплопотерь;
- высокая теплоемкость ограждающих конструкций для накопления тепла и повышения теплоустойчивости здания;
- аккумулирование тепла солнечной радиации в основании здания для снижения нагрузки на систему отопления;
- применение вентилируемых окон для уменьшения теплопоступлений в летнее время и уменьшения теплопотерь в зимнее время;
- минимальные утечки воздуха (герметичность здания) и низкий расход наружного воздуха в системе вентиляции для снижения затрат энергии на отопление здания;
- эффективное освещение для снижения затрат электрической энергии;
- система автоматического управления оборудованием климатизации и освещением для оптимизации и учета потребления энергии.

Для выбора оптимальных энергосберегающих решений и расчета их параметров создатели здания «EKONO-house» использовали компьютерное моделирование, выполненное посредством программного пакета «DOE», разработанного американским министерством энергетики.

Проект энергоэффективного самого высокого в Европе (250 м) здания «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне, (Германия) является не только новым достижением в архитектуре и инженерии высотных зданий, но открывает новое

направление в общей истории мирового строительства [17]. В здании имеется атриум, проходящий от уровня земли до самого верхнего этажа. Атриум является каналом естественной вентиляции для смежных отдельных помещений. По всему зданию спирально расположены зимние сады высотой в 4 этажа, также являющиеся частью сложной системы естественной вентиляции. Естественное проветривание осуществляется посредством двухслойного вентилируемого фасада. Принятые технические решения улучшают микроклимат, создают благоприятную рабочую обстановку, обеспечивают помещения достаточным количеством дневного света.

В январе 2000 г. сдано в эксплуатацию 2-х этажное энергоэффективное здание учебного центра [18]. Здание общей площадью 1263 м² имеет 2-х этажный атриум. При проектировании использованы следующие энергоэффективные мероприятия:

- ориентация здания позволяет максимально использовать солнечную радиацию и естественное освещение (здание вытянуто в направлении восток-запад, стена на юг имеет большую площадь остекления);
- применены массивные бетонные перекрытия и внутренние стены для накапливания тепла и повышения теплоустойчивости здания;
- выработка электроэнергии в солнечных фотоэлектрических панелях в количестве, покрывающем потребление;
- использование тепла земли для отопления и охлаждения с помощью тепловых насосов;
- максимальное использование естественного освещения и энергосберегающего искусственного освещения с датчиком наличия людей в помещениях (для снижения расхода электроэнергии на освещение);
- покрытие крыши выполнено с повышенными теплозащитными свойствами (для уменьшения теплопоступлений от солнечной радиации);
- наружные ограждающие конструкции имеют высокое сопротивление теплопередаче;
- использование тепла и холода удаляемого воздуха для подогрева или охлаждения приточного воздуха;

- применение солнцезащитных элементов в конструкции окон для снижения теплопоступлений от солнечной радиации через световые проемы в летнее время.

Для отопления (охлаждения) используются 24 геотермальные скважины глубиной 73 м и 21 тепловой насос.

В Москве в 2002 г. был построен энергоэффективный многоэтажный жилой дом в микрорайоне «Никулино-2» [19], в котором были применены следующие мероприятия:

- наружные ограждающие конструкции с повышенной теплозащитой;
- система отопления - двухтрубная горизонтальная поквартирная с теплосчетчиком, установленным на кухне, с термостатическими вентилями на каждом отопительном приборе (обеспечивает возможность поквартирного учета и регулирования расхода тепловой энергии и индивидуальное регулирование температуры воздуха в помещениях);
- система вентиляции с механической вытяжкой и естественным притоком через авторегулируемые воздухозаборные устройства в оконных переплетах и утилизацией тепла удаляемого вентиляционного воздуха посредством тепловых насосов;
- теплонасосная установка для горячего водоснабжения (ГВС), использующая тепло грунта и удаляемого вентиляционного воздуха;

Следует отметить, что в условиях Узбекистана применение солнечных фотоэлектрических панелей практически неприемлемо из-за пока еще очень их высокой стоимости. Нецелесообразным можно считать и использование тепловых насосов, не нашедших широкого применения. Тем более при практическом отсутствии геотермальных вод в республике.

Все рассмотренные энергоэффективные здания построены и ориентированы на эксплуатацию в районах с холодным и умеренным климатом, значительно отличающихся от сухого жаркого климата Узбекистана. В связи с этим, целесообразно в следующем разделе диссертации рассмотреть вопросы улучшения микроклимата помещений,

особенно в летнее время, в историческом наследии узбекской архитектуры.

1.4. Энергосберегающие объемно-планировочные решения в историческом наследии национальной узбекской архитектуры

Традиционное народное жилище создавалось под влиянием экономических, религиозных и природно-климатических условий и одновременно отвечало запросам, материальным возможностям и вкусам каждой семьи. Общий архитектурно-планировочный принцип, это расположение открытых и закрытых помещений вокруг замкнутого двора.

При строительстве жилища главное внимание уделялось предохранению его от перегрева и максимальному использованию пространства двора, включаемого в планировочную структуру дома.

Целый ряд достаточно эффективных национальных планировочных приемов был учтен при разработке типовых проектов гражданских зданий.

Ташкентский тип народного жилища.

Особенности этих домов - обширные крытые дворовые пространства на вторых этажах и фонарные устройства, предназначенные для освещения и вентиляции.

Летнее помещение имеет интенсивное вертикальное проветривание, что обеспечивает ему комфортность даже при температуре наружного воздуха плюс 40⁰С. Интенсивность проветривания летнего помещения по вертикали обеспечивалось за счёт подключения через лестничный проем к общей системе проветривания пространства длинного крытого прохода на первом этаже, глинобитный пол которого постоянно поддерживался в увлажненном состоянии.

Бухарский тип народного жилища.

Приспособлен к природно-климатическим особенностям этого района - соблюдалась строгая ориентация жилых помещений: зимних – на юг, летних – на север. Для этого региона характерен ступенчатый характер объемной

организации внутренних предельно - раскрытых по верху дворовых пространств, включая и ярусное построение самих дворовых площадок. Это позволяло использовать выступы крыш первых этажей в качестве дополнительных площадок для различных бытовых нужд в летние периоды года. Основные парадные жилые помещения имели увеличенную высоту и были обращены на север, в сторону прохладных летних ветров, часто дующих в первой половине дня перегревного периода с севера и северо-востока.

В климатических условиях Узбекистана представляется наиболее рациональным, полноценное использование естественных средств борьбы с летним перегревом жилища:

- активное внедрение в жилые структуры элементов озеленения и обводнения с применением испарительного охлаждения;
- соблюдение благоприятной ориентации помещений;
- обеспечение жилых комнат, летних помещений и придомовых пространств естественной аэрацией, с учётом конкретных особенностей ветрового режима района, строительства.

Применяемые в республике типовые секционные структуры этажных жилых домов практически мало что имеют общего с приемами организации народного жилища. В последние 20...30 лет многие недостатки типовых структур были частично или полностью ликвидированы. Так, были заметно увеличены пропорции встроенных или пристроенных веранд (лоджий); обязательное остекление лоджий позволяет более полно использовать их в холодных период года; проходы на лоджии осуществляются, как правило, как через кухню, так и из жилых помещений.

Достаточно сравнить дома 50-х (рис.1.1) и 70-х (рис.1.2 и 1.3) годов [20].

основных и подсобных помещений. Тем не менее, вопросы борьбы с летним перегревом, аэрации помещений, повышения энергоэффективности зданий в целом требуют своего дальнейшего разрешения.

1.5. Цель и задачи исследований

Цель исследования – разработка проектного решения энергоэффективного офисного здания, отвечающего климатическим и экономическим условиям Республики Узбекистан.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- переработать планировочную структуру существующего офисного задания таким образом, чтобы она в наибольшей степени обеспечивала благоприятный микроклимат помещений естественным образом;
- запроектировать ограждающие конструкции здания, соответствующие современным требованиям по теплозащите;
- обосновать принятие энергоэффективных систем инженерного оборудования зданий;
- разработать рекомендации по проектированию энергоэффективного здания в климатических условиях Республики Узбекистан.

1.6. Выводы по главе

1. При проектировании зданий необходимо одновременно учитывать климатические параметры зимнего и летнего периодов, а также их положительные и отрицательные стороны.

2. Выявлено, что наибольшее внимание при проектировании теплозащиты зданий следует уделять повышению термических сопротивлений наружных стен и окон.

3. В планировочной структуре здания следует использовать: фонарные устройства для обеспечения дополнительного вертикального проветривания здания, на уровне первого этажа целесообразно предусматривать емкости для

охлаждения и увлажнения воздуха в летнее время, для равномерного распределения воздушных масс по высоте преимущественно использовать открытую планировку помещений.

4. Установлено что для снижения тепловых потерь через покрытие эффективно применение мансардного этажа.

5. Целесообразно использовать солнечную энергию в качестве дополнительного источника тепла в зимнее время.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИСЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика исходного проектного решения административного здания

Участок строительства «Центр бытового обслуживания с офисом» расположен в Чиланзарском районе г. Ташкента. Характеристика района строительства представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Характеристика района строительства

N	Наименование	Характеристика	Нормативные источники
1	2	3	4
1	Пункт строительства	Ташкент	
2	Климатический район	II	[]
3	Грунт основания	суглинки	по проекту
4	Нормативная глубина сезонного промерзания грунта	0,7м	[]
5	Уровень и степень агрессивности грунтовых вод	Не агрессивные, ниже отметки подошвы фундамента	По проекту
6	Снеговое давление	50 кг/м ²	[]
7	Ветровое давление	45 кг/ м ²	[]
8	Сейсмичность района строительства	8б	[]
9	Расчетные температуры наружного воздуха : - средняя температура наиболее холодного периода - средняя температура наиболее жаркого месяца	-14°С 37,5°С	[]

Здание в плане имеет габаритные размеры 24,4 х 12,4 м, трёхэтажное, высота этажей 3,6 м.

Прием композиции здания симметричный, организация входного узла

централизованная. Торговые залы и служебные помещения группируются вокруг вестибюля на 1 этаже. На втором и третьем этажах размещаются торговые залы, служебные и административные помещения, которые сосредоточены вокруг холлов с парадной открытой лестницей (рис.2.1, 2.2 и 2.3).

В правом крыле 1-го этажа административного здания находится торговый зал, кабинет директора и кладовая для товаров. В левом крыле здания размещаются пункт бытового обслуживания и кабинет персонала.

На втором этаже в правом крыле здания находится мастерская по пошиву занавесок и портьер, кабинеты и кладовые. В левом крыле здания располагаются помещения для обслуживания населения – салоны красоты и салон “свадебные наряды” с подсобными помещениями.

На третьем этаже в правом крыле здания располагаются: кабинет директора, кабинет зам.директора и кабинеты персонала.

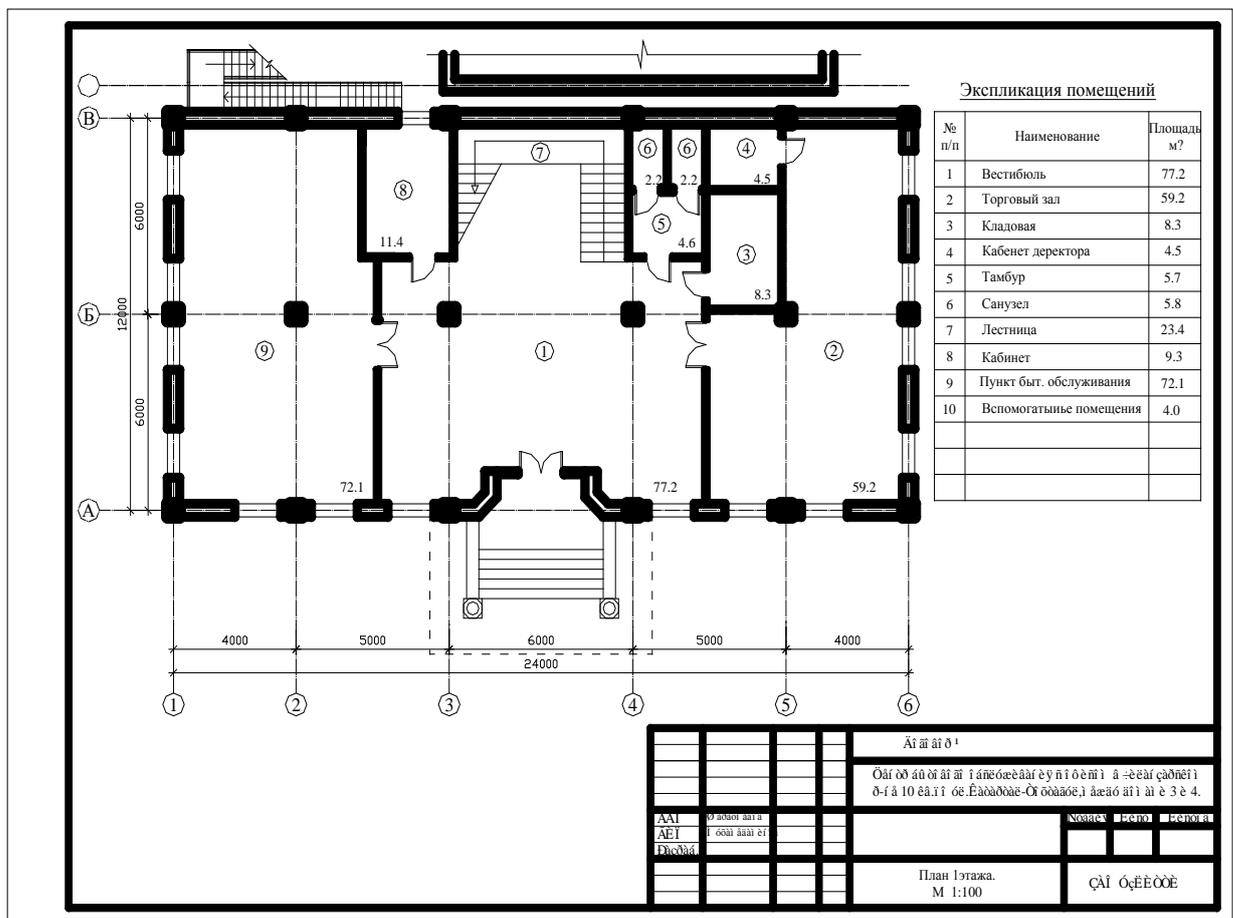


Рис.2.1. План первого этажа существующего административного здания

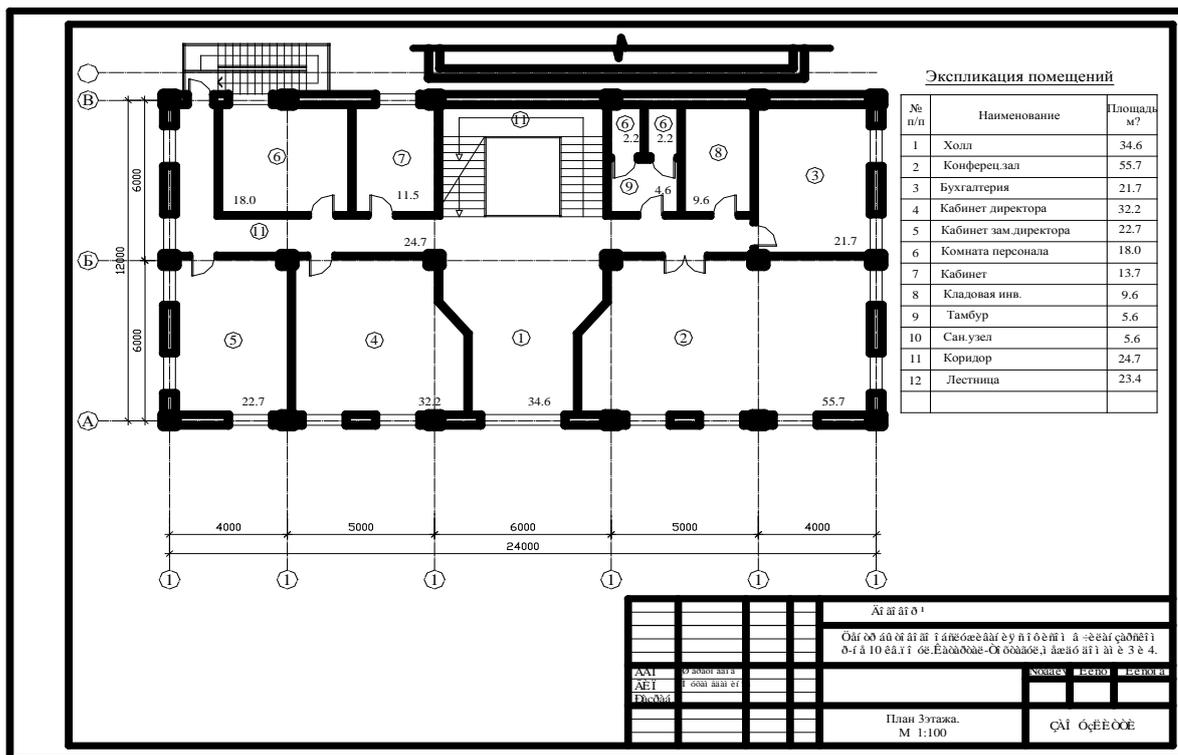


Рис.2.2. План второго этажа существующего административного здания

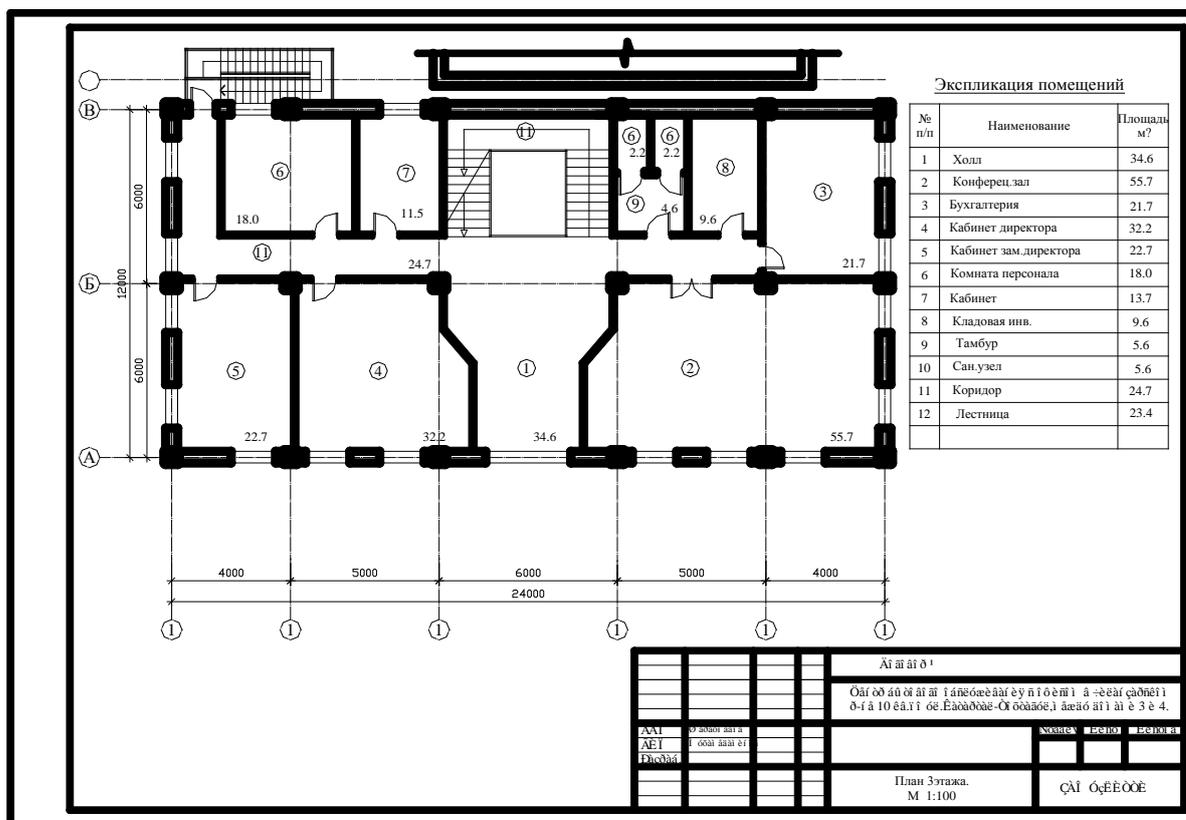


Рис.2.3. План третьего этажа существующего административного здания

Здание выполнено в полном монолитном железобетонном каркасе по серии ИИС-04.

Перекрытие – железобетонные многопустотные панели толщиной 220 мм, уложенные по железобетонным ригелям.

Стены – навесные из легкобетонных панелей. Площадь поверхности наружных стен равна 423,3 м². Расчетное сопротивление теплопередаче составляет $R_{стен} = 0,75 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Покрытие совмещенное неветилируемое с площадью 273,76 м². Кровля рулонная. Расчетное сопротивление теплопередаче составляет $R_{покp} = 1,51 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Оконное заполнение – деревянные спаренные переплеты с двойным остеклением. Площадь окон составляет 365,25 м². Расчетное сопротивление теплопередаче составляет $R_{окон} = 0,39 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Двери деревянные одно и двупольные. Расчетное сопротивление теплопередаче составляет $R_{дверн} = 0,31 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

$$R_{об} = 0,8 \text{ м}^2\text{°C /Вт}$$

Поверхность пола выполнена из ламината.

2.2.Принятые материалы и методы исследований

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$, определяемого по формуле (1), и экономически целесообразного сопротивления теплопередаче $R_o^{эк}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче внутренних ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий) между помещениями с нормируемой температурой воздуха определяли при разности расчетных температур воздуха в этих помещениях более 3°С.

Требуемое сопротивление теплопередаче R_o^{TP} , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) определяли по формуле:

$$R = n(t_b - t_n) / \Delta t^H \alpha_B, \quad (2.1)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ C$, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-76 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

t_n – расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^\circ C$;

Δt^H – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности ограждения, $^\circ C$.

Расчетную зимнюю температуру наружного воздуха t_n , $^\circ C$, принимали в соответствии с КМК 2.01.01.- 94 с учетом тепловой инерции D ограждающих конструкций (за исключением заполнений проемов).

Тепловую инерцию D ограждающей конструкции определяли по формуле:

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + \dots + R_n s_n, \quad (2.2)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$.

s_1, s_2, \dots, s_n – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$.

Термическое сопротивление R , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции определялось по формуле:

$$R = \delta / \lambda, \quad (2.3)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$.

Требуемое сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения определялось в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГОСП) по следующей зависимости:

$$R_0 = 1/S_a^{1/2}, \quad \text{м}^{2.0}\text{C/Вт}, \quad (2.4)$$

где S_a – безразмерный критерий, имеющий глубокий теплофизический и экономический смысл. Он показывает, насколько теплотери 1 м^2 ограждающей конструкции, сопротивление теплопередаче которой R_0^* , больше или меньше тепловой энергии, затраченной на ее создание и монтаж за срок службы ограждения.

$$S_a = Q_k^* \cdot R_0^* / (24 \cdot \text{ГОСП} \cdot Z), \quad (2.5)$$

где Q_k^* – энергоемкость, Вт·ч 1 м^2 элемента наружного ограждения, сопротивление теплопередаче которого $R_0^* = 1 \text{ м}^{2.0}\text{C/Вт}$;

ГОСП определялось по формуле:

$$\text{ГОСП} = (t_b - t_{\text{от.пер}}) Z_{\text{от.пер}}, \quad (2.6)$$

где t_b – температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{от.пер}}$ – температура отопительного периода, определяемая по КМК [];

$Z_{\text{от.пер}}$ – продолжительность отопительного периода, определяемая по КМК [];

Z – безразмерная величина, численно равная сроку службы ограждения.

Для удовлетворения требований к повышенной теплозащите наружной оболочки здания, когда разность температур внутреннего воздуха и внутренней поверхности непрозрачного ограждения составляет не более 3°C , тем самым, создавая ощущение комфорта в помещениях, расчетное сопротивление оболочки должно быть не менее определенного по формуле требуемого []:

$$R_{\text{об}}^{\text{тп}} = ((\tau_b - t_n) / (t_b - \tau_b)) \cdot 1/\alpha_b - 1/\alpha_n, \quad (2.7)$$

где τ_b – требуемая температура внутренней поверхности ограждения (оболочки), меньшая температуры внутреннего воздуха на 3°C ;

t_n – температура наружного воздуха, равная температуре наиболее

холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92;

t_b – температура внутреннего воздуха (для комфортных условий принимаемая равной 22⁰С);

α_b и α_n – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждения (оболочки).

Для приблизительной оценки фактического сопротивления теплопередаче наружной оболочки здания $R_{об}$ была использована формула:

$$R_{об}=(R_{ст} S_{ст}+R_{ок} S_{ок}+0,8 R_{кр} S_{кр}+ 0,5R_{осн} S_{осн}+ 0,5R_{аб} S_{аб})/S_{об}, \quad (2.8)$$

где $R_{ст}$, $R_{ок}$, $R_{кр}$, $R_{осн}$, $R_{аб}$ – соответственно расчетные сопротивления теплопередаче наружных стен, окон, утепленной крыши или покрытия, основания (подвального перекрытия или полов на грунте) и внутренних стен, соприкасающихся с помещениями с пониженными температурами, м²·⁰С/Вт;

$S_{ст}$, $S_{ок}$, $S_{кр}$, $S_{осн}$, $S_{аб}$ – соответственно площади тех же ограждающих конструкций, м²;

$S_{об}=(S_{ст}+S_{ок}+S_{кр}+S_{осн}+S_{аб})$ – сумма всех указанных площадей, принадлежащих к проектируемому зданию, м².

Теплоустойчивость ограждающих конструкций.

Для расчета на теплоустойчивость определяли:

- требуемую амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции $A_{тв}^{тп}$:

$$A_{тв}^{тп} = 2.5 - 0,1 \cdot (\bar{t}_n - 21), \quad (2.9)$$

где \bar{t}_n - среднемесячная температура наружного воздуха за июль, ⁰С;

- величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха ν в ограждающей конструкции. Для ограждения, состоящего из однородных слоев, ν определяется по формуле:

$$\nu = 0,9 \cdot e^{D/\sqrt{2}} = \frac{(s_1 + a_{\hat{a}})(s_2 + Y_1) \cdots (S_n + Y_{n-1})(a_i + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) \cdots (S_n + Y_n) a_i}, \quad (2.10)$$

где $D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + \cdots + R_i s_i$ – тепловая инерция;

R_i – термическое сопротивление i -го слоя, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$,

s_i – коэффициент теплоусвоения материала i -го слоя, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

$a_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

$a_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

Y_i – коэффициент теплоусвоения наружной поверхности i -го слоя, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

- расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха в июле $A_{тн}^{расч}$:

$$A_{тн}^{расч} = 0.5A_{тн} + \frac{\rho(I_{\max} - \bar{I})}{a_{н}}, \quad (2.11)$$

где $A_{тн}$ – максимальная амплитуда суточных колебаний наружного воздуха в июле, °C ;

I_{\max} – максимальное значение суммарной прямой солнечной радиации (западная ориентации вертикальной стены), $\text{Вт} / \text{м}^2$;

\bar{I} – среднее значение рассеянной солнечной радиации, $\text{Вт} / \text{м}^2$;

$a_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

- амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждения $A_{тв}$, °C :

$$A_{тв} = \frac{A_{тн}^{расч}}{\nu}, \quad (2.12)$$

Проверяли: если $A_{тв} \leq A_{тв}^{тр}$, то ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям норм по теплоустойчивости.

Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса «BASE» (версия 7.3).

Теплотехнические характеристики используемых в расчетах материалов представлены в табл.2.2.

Таблица 2.2

Теплотехнические характеристики строительных материалов

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации А)		
	плотность γ_0 , кг/м ³	удельная теплоемкость C_0 , кДж/(кг \times х ⁰ С)	коэфф. теплопроводности λ_0 , Вт/(мх ⁰ С)	теплопроводности λ , Вт/(мх ⁰ С)	теплоусвоения S , Вт/(м ² х ⁰ С)	паропроницаемости μ , мг/(м х ч х Па)
1. кирпич глиняный обыкновенный на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	0,7	9,20	0,11
2. цементно-песчаный раствор	1800	0,84	0,58	0,76	9,60	0,9
3. экструдированный пенополистирол 4000 ⁰ С	35	1,34	0,030	0,031	0,34	0,005
4. дерево поперек волокон	500	2,30	0,09	0,14	3,87	0,06
5. пергамин	600	1,68	0,17	0,17	3,53	0,33
6. ипсокартон	800	0,84	0,15	0,19	3,34	0,075
7. минераловатные жесткие плиты	200	0,84	0,064	0,07	0,94	0.45

3. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

3.1. Разработка объемно-планировочного решения энергоэффективного административного здания, снижающего негативное влияние климата на параметры внутренней среды помещений

В основу разработки проектного решения административного здания, соответствующего требованиям к энергоэффективным зданиям, положена идея создания объекта путем применения планировочных и конструктивных мероприятий, которые предназначены для использования в зданиях массовой застройки. В связи с этим, исходя из анализа мирового опыта проектирования энергосберегающих объектов, основной акцент сделан на переработку объемно-планировочного решения существующего административного здания в энергоэффективный объект таким образом, чтобы он в наибольшей мере отвечал представлениям как современных ученых и проектировщиков по этому вопросу, так и богатому историческому архитектурному наследию Республики Узбекистан. При этом состав помещений, величина рабочих площадей, район строительства (г. Ташкент) принимались близкими к тем, что имеются в существующем (исходном) проектном решении.

Известно, что здание компактной планировки имеет меньшую площадь наружных ограждающих конструкций, а следовательно, и меньшую теплопередачу через ограждения как в зимний период, так и летом. Поэтому был предложен план разрабатываемого административного здания квадратной формы (рис. 3.2, 3.3, 3.4 *планы этажей*).

Принимая во внимание, что в ташкентском типе народного жилища для снижения отрицательного воздействия перегретого периода на

микроклимат помещений применялись на верхнем этаже фонарные устройства, предназначенные для освещения и вентиляции и обеспечивающие интенсивное вертикальное проветривание объема здания, то аналогичный прием был использован и в разрабатываемом нами проектом предложении (рис.3.5 *разрез*).

Также в ташкентском типе жилища использовался прием, позволяющий снизить температуру внутреннего воздуха (за счет испарительного охлаждения) и повысить степень его увлажнения – устройство глинобитного пола на первом этаже, находящегося в увлажненном состоянии. Перерабатывая этот прием на современные условия, было принято решение устроить на первом этаже в холле пол из мраморной плитки и водоем с фонтаном (рис.3.2).

Из опыта проектирования энергоэффективных зданий за рубежом известно, что равномерность распределения температуры в объеме здания способствует «открытая» планировка, однако этот прием может быть применен далеко не для всех типов зданий. В нашем случае, для большинства помещений эта система может быть применена. В связи с этим, было принято решение устройства холла в средней части здания высотой на весь объем, а все помещения запроектировать выходящими раздвижными дверьми в это образующееся пространство (рис.3.5).

Для повышения энергоэффективности покрытия здания зарубежные ученые рекомендуют применение мансардных крыш. В связи с тем, что опыт возведения чердачных крыш становится широко распространенным в новом строительстве на территории Республики Узбекистан, а также имеется положительный опыт термообновления объектов с переустройством плоского совмещенного покрытия в чердачное скатное, было принято решение устройства третьего этажа административного здания в виде мансарды (рис.3.6 *фасад*).

Для повышения энергоэффективности зданий рекомендуется использовать дополнительные системы отопления, ориентированные на

использование нетрадиционных видов энергии. Так как территория Республики Узбекистан имеет значительные поступления солнечной энергии, то представлялось целесообразным применить для получения дополнительного тепла в зимнее время гелиоприёмник в виде оранжереи, примыкающей к зданию и имеющей в своем составе аккумуляторы солнечного тепла – массивные внутренние ограждения (рис.3.1).

Применяя в проектном предложении все выше сказанное, было разработано следующее объемно-планировочное решение административного здания.

Административное здание имеет квадратную форму в плане с размерами 18,4 м x 18,4 м. Выполнено в три этажа. Высота этажа составляет 3,6 м.

Прием композиции здания симметричный, организация входного узла централизованная. Вход в здание осуществляется с южной стороны через оранжерею, которая одновременно служит входным тамбуром и гелиоприемником (рис.3.2). Оранжерея переходит в трехсветный холл, в центре которого размещен водоем. Между основными помещениями и оранжереей размещается массивная стена – аккумулятор, состоящая из двух слоев кирпичной кладки с заполнением между ними щебенкой (рис.3.1).

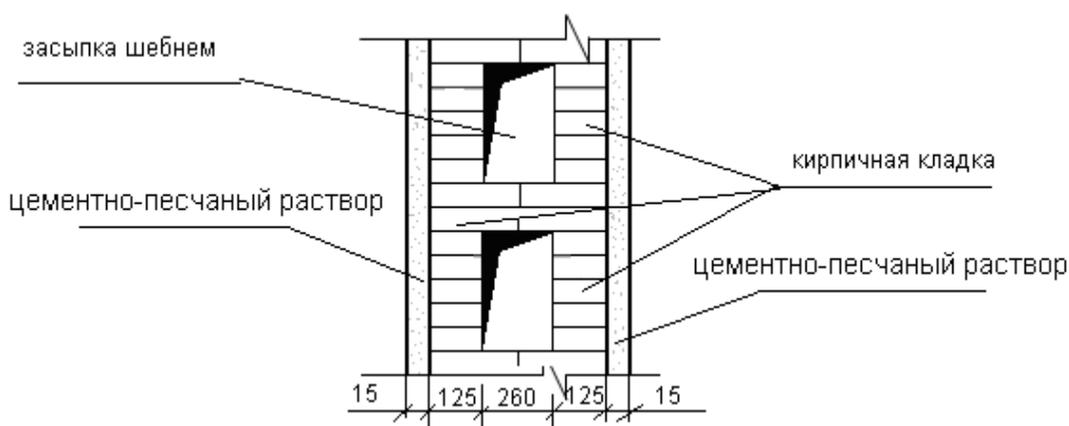


Рис. 3.1. Конструктивное решение стены-аккумулятора

На первом этаже здания, со входом их холла, расположены

административные помещения: приемная, из которой осуществляется вход в кабинеты директора и его заместителя; бухгалтерия и кабинет главного бухгалтера, а также отдел реализации продукции. Предусмотрен санузел. Из холла запроектирован дополнительный эвакуационный выход на улицу, размещенный под третьим маршем открытой лестницы, служащей для связи между этажами.

Планировка второго и третьего (мансардного) этажа аналогична: вокруг объема холла предусмотрена галерея, из которой осуществляется вход в торговые залы, служебные и административные помещения (рис.3.3, 3.4). На уровне второго этажа расположен второй свет оранжереи, связанный с объемом холла, вследствие чего поступающее тепло из оранжереи в зимнее время распространяется на весь объем здания, как с уровня первого, так и второго этажей. Между оранжереей и рабочими помещениями второго этажа также предусмотрена массивная стена – аккумулятор солнечной энергии (рис.3.1).

Над мансардным этажом над холлом размещен свето-аэрационный фонарь. Вследствие чего в жаркое время года происходит следующее движение воздушных масс внутри здания: наружный воздух поступает с уровня первого этажа через входной узел в холл → протекает по холодному мраморному полу холла, остывает, охлаждается и увлажняется около внутреннего водоёма → за счет открытых окон фонаря, в результате возникающей вертикальной тяги, воздух поднимается вверх → распространяется по всему объему здания → нагревается и вытягивается через окна фонарного устройства.

Для эффективности гелиоприемника, пол в оранжерее, кроме прохода в холл, выполнен из галечника, толщиной 100 мм. Оранжерея ориентирована оконным заполнением на южную сторону горизонта. Растения высажены в специальных ёмкостях с грунтом.

Энергоэффективность здания повышается и за счет того, что над оранжереей располагаются помещения мансардного этажа. В этом случае

тепло от воздуха поступает через перекрытие, повышая температуру на поверхности пола.

Для предотвращения перегрева оранжереи и ухудшения микроклимата помещений в летнее время, используются специальные солнцезащитные устройства - роллеты. Кроме того, территория рядом с остеклением оранжереи должна быть лишена асфальтового покрытия (за исключением отмостки), засажена травой, кустарниками, снабжена водоразбрызгивающими фонтанчиками и водоемами.

Конструкция пола холла, имеющая целью, с одной стороны, охладить внутренний воздух здания в летнее время, а с другой стороны, служить аккумулятором солнечного тепла в зимнее время, представлена на рис. 3.7.

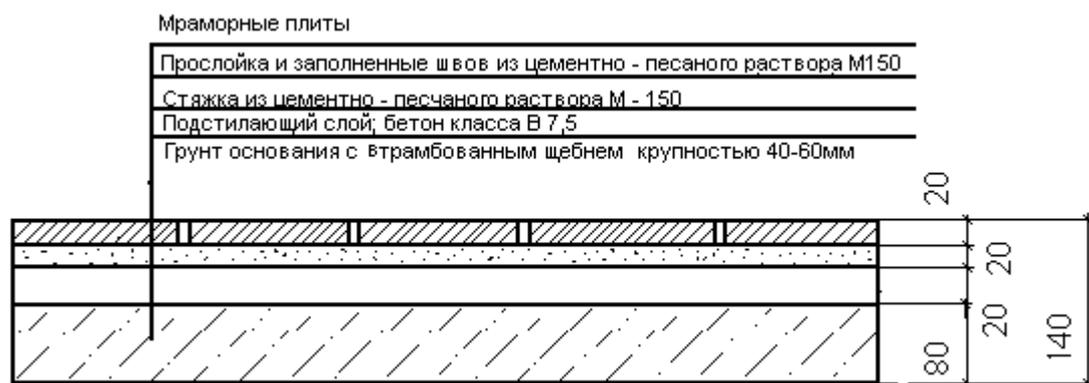


Рис. 3.7. Конструктивное решение пола холла

Помимо объемно-планировочного решения в магистерской диссертации были разработаны интерьеры (рис. 3.8, 3.9, 3.10, 3.11) и фасад офисного здания (рис.3.5).

Одним из обязательных атрибутов энергоэффективных объектов являются повышенные теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций. В связи с этим, в следующем разделе диссертации произведены расчеты теплозащиты как для отдельных конструктивных элементов, так и для всей наружной оболочки административного здания.

3.2. Разработка конструктивных решений наружных ограждающих конструкций

Известно, что однослойные ограждающие конструкции из известных на сегодняшний день строительных материалов не могут обеспечить требуемую по современным энергосберегающим нормам тепловую защиту здания, в связи с этим, необходимо изначально предусматривать многослойное ограждение, имеющее в своем составе эффективный утеплитель, а в ряде случаев – воздушную вентилируемую прослойку.

При разработке конструктивного решения стен и покрытия исходили из требований к расчетным сопротивлениям ограждающих конструкций по III уровню теплозащиты [КМК].

В соответствие с этим нормативным документом предписано расчетные сопротивления теплопередаче принимать в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода (ГСОП), определяемого по формуле (2.6).

Для города Ташкента необходимые для расчета параметры, определенные по КМК 2.01.01-94 [], составили:

- температура наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92 и пятидневки с обеспеченностью 0,98 равна $t_n = -16^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура отопительного периода $t_{\text{от.пер}} = +2,7^{\circ}\text{C}$;
- продолжительность отопительного периода $Z_{\text{от.пер}} = 129$ суток.

Температура воздуха внутри помещений для обеспечения достаточного уровня комфортности принималась равной $t_v = +20^{\circ}\text{C}$.

Тогда $\text{ГСОП} = (20 - 2,7) \times 129 = 2232$ град x сут.

При таком значении ГСОП по изменению 1 к КМК 2.01.04-07 принимаем:

- для стен зданий расчетное сопротивление теплопередаче по зимним условиям эксплуатации $R^{tr}_0 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

- для покрытий $R_{\text{тп}0} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Теплотехнические расчеты выполнялись с использованием программного комплекса «BASE» (версия 7.3).

Наружные стены для расчета были приняты следующего конструктивного решения (рис.3.12):

- цементно-песчаный раствор М50, толщиной 20 мм;
- кирпич глиняный обыкновенный М75 на цементно-песчаном растворе марки М-50 толщиной 380 мм;
- утеплитель из пенополистирола;
- цементно-песчаный раствор М50, толщиной 20 мм.

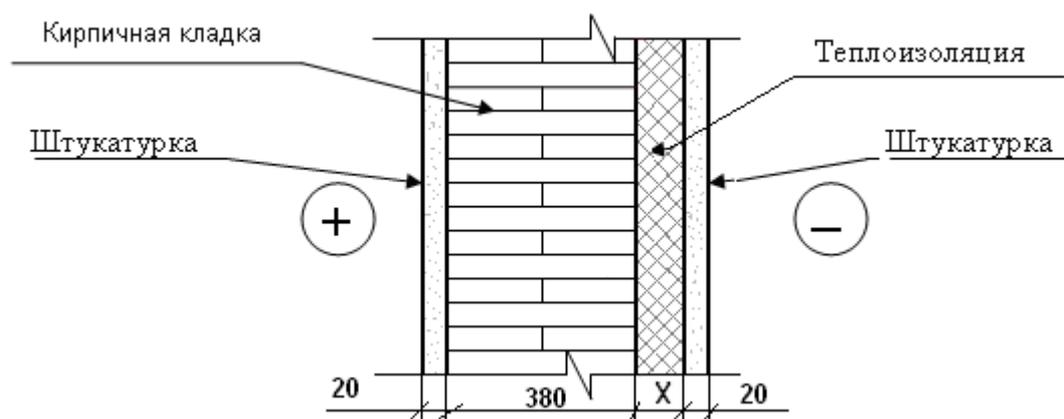


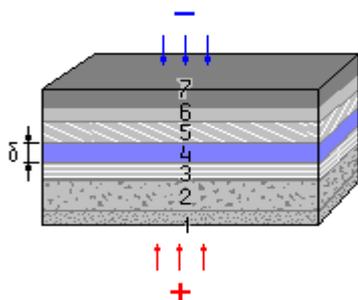
Рис. 3.12. Конструкция стенового ограждения

Вставить распечатку расчета на теплопередачу

В результате расчета была принята толщина утеплителя 80 мм. Затем принятая конструкция была проверена на теплоустойчивость по летним условиям эксплуатации.

Результаты расчета

1. - Исходные данные:



Тип здания - Административные.

Тип конструкции - СТЕНА

Условия эксплуатации ограждения:

Температура наружного воздуха -16 град.

Температура внутреннего воздуха 20 град.

Средняя температура отопительного периода -2,7 град.

Продолжительность отопительного периода 129 дней

Таблица 3.1

Характеристика ограждения:

Номер слоя	Толщина, м	Наименование	Величина	Ед. измерения	Материал слоя
1 слой:	0,02	Теплопроводность	0.87	Вт/(м*град)	- Штукатурка сложным раствором
2 слой:	Нулевой				
3 слой:	0,38	Теплопроводность	0.81	Вт/(м*град)	- Кладка из обычн. кирпича
4 слой:	0,08	Теплопроводность	0.052	Вт/(м*град)	- Пенополистирол G=100кг/м3
5 слой:	Нулевой				
6 слой:	Нулевой				
7 слой:	0,02	Теплопроводность	0.87	Вт/(м*град)	- Штукатурка сложным раствором

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности 8,7 Вт/(м²*град)

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 23 Вт/(м²*град)

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче 2,1 м²*град/Вт

Режим работы ограждающей конструкции:

Эксплуатация; режим помещений - Нормальный (55%); зона влажности
- Нормальный

Требуется произвести:

Проверку ограждения на сопротивление теплопередаче
Расчет ограждающей конструкции на теплоустойчивость
Расчет ограждающей конструкции на воздухопроницаемость

Среднемесячная температура за июль 27,1 град.
Амплитуда суточных колебаний воздуха в июле месяце 23,7 град.
Минимальная скорость ветра за июль 1,4 м/с
Значение суммарной солнечной радиации, для стен - как для вертикальных поверхностей, для покрытий - как для горизонтальных:
максимальное 744 Вт/м²
среднее 275 Вт/м²

Отделка наружной поверхности: Штукатурка цементная кремовая
Коэффициент поглощения солнечной радиации 0.4

Высота здания до верха вытяжной шахты 11,7 м
Максимальная скорость ветра за январь месяц 2,1 м/с

2. - Выводы:



Сопротивление ограждения теплопередаче ДОСТАТОЧНО

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче 2,1 м²*град/Вт
Фактическое (приведенное) сопротивление ограждения теплопередаче 2,21 м²*град/Вт

Таблица 3.2

Температура на контакте слоев ограждения:

Точка измерения температуры	Величина	Ед. измерения
На внутренней поверхности стены	18.1	град.
Между 1 и 2 слоями	16.0	град.
Между 2 и 3 слоями	16.0	град.
Между 3 и 4 слоями	7.2	град.
Между 4 и 5 слоями	-15.3	град.
Между 5 и 6 слоями	-15.3	град.
Между 6 и 7 слоями	-15.3	град.
На наружной поверхности стены	-16.0	град.

Фактическое сопротивление воздухопроницанию 656,45 м²*ч*Па/кг
 Нормируемое сопротивление воздухопроницанию 24,87 м²*ч*Па/кг
 Сопротивления паропроницаемости ДОСТАТОЧНО.

Амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности 0,04 град.С
 Нормируемая амплитуда колебаний температуры поверхности 1,89 град.С

Теплоустойчивости ограждающей конструкции ДОСТАТОЧНО.

Вставить распечатку расчета на теплоустойчивость

Заполнение оконных проемов и остекление оранжерей приняты без расчета, исходя из имеющейся в Узбекистане номенклатуры изделий такого назначения, – однокамерные стеклопакеты в пластмассовых переплетах из обычного стекла с приведенным сопротивлением теплопередаче равном 0,36 м²·°С/Вт.

Конструктивное решение покрытия мансардного этажа для расчета было принято следующее (рис.3.13):

- гипсокартон толщиной 10 мм;
- деревянный сплошной настил толщиной 20 мм;
- пароизоляционный слой из пергамина кровельного толщиной 0,4 мм;
- утеплитель из экструдированного пенополистирола 4000°С;
- пароизоляционный слой из пергамина кровельного толщиной 0,4 мм;
- воздушное пространство толщиной 40 мм;

- металлочерепица.

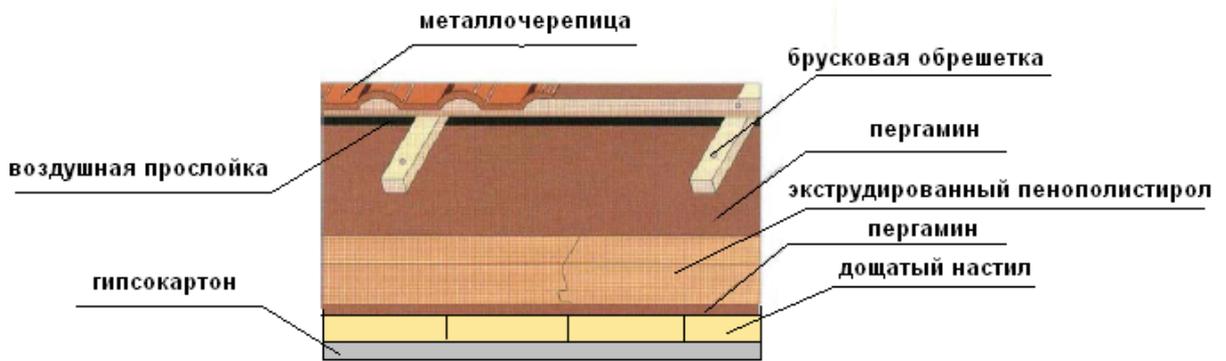


Рис. 3.13. Конструктивное решение покрытия мансарды

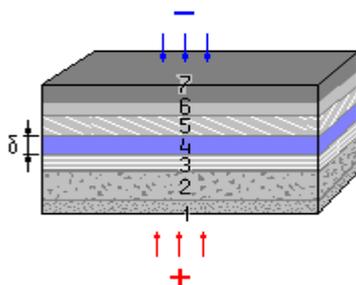
Вставить распечатку расчета на теплопередачу

В результате расчета была принята толщина утеплителя 140 мм. Затем принятая конструкция была проверена на теплоустойчивость по летним условиям эксплуатации.

Результаты расчета

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

1. - Исходные данные:



Тип здания - Общественные, административные, бытовые
Тип конструкции - ПОКРЫТИЕ

Условия эксплуатации ограждения:

Температура наружного воздуха -16 град.

Температура внутреннего воздуха 20 град.

Средняя температура отопительного периода -2,7 град.

Продолжительность отопительного периода 129 дней

Таблица 3.3

Характеристика ограждения:

Номер слоя	Толщина, м	Наименование	Величина	Ед. измерения	Материал слоя
1 слой:	0,010	Теплопроводность	0.21	Вт/(м*град)	- Гипсокартон
2 слой:	Нулевой				
3 слой:	0,004	Теплопроводность	0.17	Вт/(м*град)	- Пергамин
4 слой:	0,14	Теплопроводность	0.052	Вт/(м*град)	- Пенополистирол G=100кг/м3
5 слой:	0,004	Теплопроводность	0.17	Вт/(м*град)	- Пергамин
6 слой:	Нулевой				
7 слой:	0,005	Теплопроводность	58	Вт/(м*град)	- Сталь

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности 8,7 Вт/(м²*град)

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 23 Вт/(м²*град)

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче 2,8 м²*град/Вт

Режим работы ограждающей конструкции:

Эксплуатация; режим помещений - Нормальный (55%); зона влажности
- Нормальный

Требуется произвести:

Проверку ограждения на сопротивление теплопередаче

Расчет ограждающей конструкции на теплоустойчивость

Расчет ограждающей конструкции на воздухопроницаемость

Среднемесячная температура за июль 27,1 град.

Амплитуда суточных колебаний воздуха в июле месяце 23,7 град.

Минимальная скорость ветра за июль 1,4 м/с

Значение суммарной солнечной радиации, для стен - как для вертикальных поверхностей, для покрытий - как для горизонтальных:

максимальное 1022 Вт/м²

среднее 497 Вт/м²

Отделка наружной поверхности: Сталь кровельная оцинкованная

Коэффициент поглощения солнечной радиации 0.65

Высота здания до верха вытяжной шахты 11,7 м

Максимальная скорость ветра за январь месяц 2,1 м/с

2. - Выводы:



Сопротивление ограждения теплопередаче **ДОСТАТОЧНО**

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$
 Фактическое (приведенное) сопротивление ограждения теплопередаче $2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$

Таблица 3.4

Температура на контакте слоев ограждения:

Точка измерения температуры	Величина	Ед. измерения
На внутренней поверхности стены	18.6	град.
Между 1 и 2 слоями	16.7	град.
Между 2 и 3 слоями	16.7	град.
Между 3 и 4 слоями	14.6	град.
Между 4 и 5 слоями	-15.3	град.
Между 5 и 6 слоями	-16.0	град.
Между 6 и 7 слоями	-16.0	град.
На наружной поверхности стены	-16.0	град.

Фактическое сопротивление воздухопроницанию $13000160 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$
 Нормируемое сопротивление воздухопроницанию $24,87 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$
 Сопротивления паропроницаемости **ДОСТАТОЧНО**.

Амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности 0,96 град.С
 Нормируемая амплитуда колебаний температуры поверхности 1,89 град.С
 Теплоустойчивости ограждающей конструкции **ДОСТАТОЧНО**.

Вставить распечатку расчета на теплоустойчивость

Не меньшее значение придается в практике проектирования и утеплению полов первого этажа здания, так как через полы, устроенные без теплоизоляции, проходят большие потери тепла. Помимо уменьшения потерь тепла, теплоизоляция пола позволяет более эффективно использовать их теплоемкость. Температура же поверхности пола является основным фактором, определяющим степень комфортности помещений. В нашем случае для утепления пола всех помещений первого этажа, за исключением холла, принято конструктивное решение, представленное на рис. 3.14.

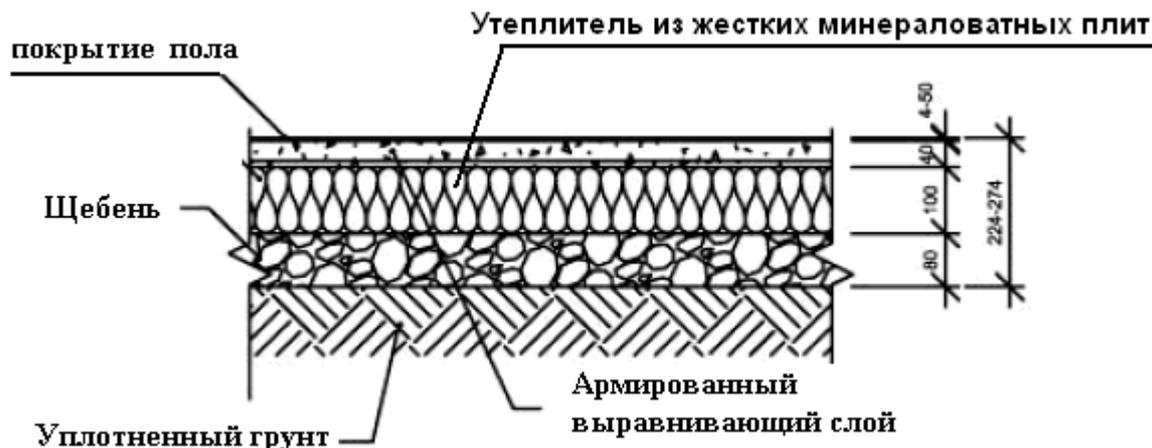


Рис. 3.14. Конструктивное решение утепления пола первого этажа

Был произведен расчет по определению термического сопротивления утепленного пола и неутепленного пола холла.

Вставить расчеты

Таким образом, расчетное сопротивление утепленного пола составило $R_{o_{ут.п.}} = 0,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$; а «холодного» пола холла $R_{o_{холл.п.}} = 0,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

В завершении была выполнена проверка запроектированной оболочки здания на повышенную теплозащиту по формуле (2.8).

В запроектированном здании были определены площади ограждающих конструкций, которые составили:

- площадь стен - 652 м²;
- площадь кровли - 357 м²;
- площадь утепленного пола - 139 м²;
- площадь холодного пола - 104 м²;
- площадь остекления - 166 м²;

Тогда расчетное сопротивление наружной оболочки здания составит:

$$R_{об}=(R_{ст} S_{ст}+R_{ок}S_{ок}+0,8 R_{кр}S_{кр}+ 0,5R_{очн}S_{очн}+ 0,5R_{аб} S_{аб})/S_{об} = 2,21*485+ +0,36*166+0,8*357*2,95+0,5(0,57*139+104*0,39)=1,62 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Так как полученное значение на 45% превышает требуемую величину, то можно уменьшить толщину теплоизоляционного слоя на стеновых панелях и покрытии мансардного этажа, а также нет необходимости утеплять пола 1^{го} этажа.

Уменьшаем толщину утеплителя на стенах с 80 мм до 60 мм, при этом $R_{ст} = 1,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$; уменьшаем толщину утеплителя в покрытии с 140 мм до 100 мм при этом $R_{кр} = 2,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Расчетное сопротивление всей поверхности пола 1^{го} этажа принимаем $R_{очн} = 0,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Для этого решения теплозащиты:

$$R_{об}=(R_{ст} S_{ст}+R_{ок}S_{ок}+0,8 R_{кр}S_{кр}+ 0,5R_{очн}S_{очн}+ 0,5R_{аб} S_{аб})/S_{об} = 1,82*485+ +0,36*166+0,8*357*2,15+0,5(243*0,39)=1,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

$R_{об} = 1,23 > 1,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ полученные решения является наиболее экономичным, соответствует европейским требованиям к повышенной теплозащите зданий.

3.3.Рекомендации по проектированию энергоэффективного административного здания в условиях сухого жаркого климата

В климатических условиях республики Узбекистан при проектировании административных зданий необходимо разрабатывать объемно-планировочные и конструктивные решения, отвечающие современным требованиям по обеспечению рационального расходования энергии на эксплуатационные нужды при обеспечении комфортного микроклимата помещений. Причем энергосберегающие мероприятия должны быть ориентированы и на зимний период, и на летний.

Для уменьшения площади наружных ограждающих конструкций следует стремиться к компактным планам, близким к квадрату или кругу.

В зданиях со сходными параметрами внутренней среды помещений целесообразно использовать «открытую» планировку, позволяющую воздушным массам наиболее равномерно распространяться по объему здания.

Для организации вертикального движения воздуха внутри объема здания, необходимого для его равномерного распределения по этажам, целесообразно устраивать в центральной части здания светоаэрационный фонарь, при этом необходимо устройство холла-атриума (многоцветного пространства, охватывающего все этажи здания).

Для снижения нагрузки на системы отопления целесообразно устройство гелиоприемника в виде оранжереи, ориентированной на южную сторону горизонта. Такие оранжереи позволяют без особых усилий аккумулировать солнечное тепло. Ограждение оранжереи, выполненное из стекла является в такой гелиосистеме тепловой защитой, препятствующей выходу тепла наружу. Благодаря ему в оранжерее поддерживается сравнительно высокая температура. Через оконное заполнение тепло из солнечной ловушки поступает в помещение и обогревает его. Ограждающая теплицу наружная стена здания выполняет функцию коллектора и аккумулятора солнечного тепла, позволяющего увеличить теплопоступления в помещение в солнечную холодную погоду, повысить температуру на внутренней поверхности стены и уменьшить затраты на отопление.

Аккумулятор тепла в энергоактивном ограждении предназначен для накопления и сохранения тепла, которое может быть использовано в вечерне-ночное время и по время несолнечной (пасмурной) погоды. В связи с его назначением конструкция аккумулятора должна быть теплоемкой. В общественных зданиях аккумулятор следует выполнять вместе с энергоактивным ограждением или в виде отдельной теплоизолированной системы, совмещенной частично или полностью с другими частями здания.

Аккумуляторы улавливают прямую и рассеянную коротковолновую солнечную радиацию и превращают ее в полезную теплоту, необходимую для отопления здания или получения горячей воды. Их можно совместить с элементами панелей, стен, покрытий, балконов и т.п. Принцип действия солнечного коллектора состоит в "парниковом эффекте" — способности стекла пропускать коротковолновые солнечные лучи и задерживать длинноволновую радиацию нагретых поверхностей. В результате такого селективного пропускания солнечные лучи, проходя через стекло, нагревают теплоприемную панель, которая, в свою очередь, начинает излучать длинноволновую радиацию. А благодаря способности стекла не пропускать длинноволновую энергию происходит значительное повышение температуры внутри ограниченного стеклом пространства.

В качестве аккумулятора тепла в здании можно использовать массивную плоскую панель, например железобетонную, или специально сконструированные для этих целей панели, разделенные на секции, заполненные каменной щебенкой, гравием, грунтом, панели с контейнерами (например, в виде бочек), заполненными водой или другой жидкостью, а также панели со специальными герметизированными контейнерами с перенасыщенным раствором хлористого кальция, сульфата натрия, углекислого натрия. В качестве аккумулятора можно использовать внутренний водоем, где в качестве теплоаккумулирующего вещества применяется вода, обладающая большой теплоемкостью и малой вязкостью.

Устроить оранжерею можно под балконом, лоджией или выступающим

верхним этажом. В этом случае тепло от воздуха, поступает через окно в комнату первого этажа, а также через перекрытие, повышая температуру на поверхности пола. Эффективность такого решения состоит в том, что, благодаря расположенной под выступающей частью вышележащего этажа оранжерее с теплым воздухом, нет необходимости сильно утеплять пол помещения.

Для обеспечения повышенной теплозащиты наружной оболочки здания следует применять многослойные конструкции с использованием эффективных теплоизоляционных материалов. Для стен наиболее целесообразно использование системы наружного утепления «мокрого типа». Рационально применение в составе здания мансардных этажей. Для утепления мансардного покрытия также следует применять материалы типа экструдированного пенополистирола с повышенной огнестойкостью или минераловатных плит на основе базальтового волокна. Минераловатные плиты повышенной жесткости на основе базальтового волокна целесообразны и для утепления пола помещений первого этажа.

Конструктивное решение окон и дверей должно обеспечивать надежную изоляцию стыков с глухими частями стен, тем самым снижая уровень инфильтрационных воздушных потоков.

Для защиты здания от перегрева и улучшения внутреннего микроклимата помещений естественными средствами целесообразно устраивать массивные «холодные» полы в холле, непосредственно связанном с оранжереей, чтобы одновременно исключить обратный эффект в зимнее время за счет нагрева этого пола солнечными лучами. В холле следует проектировать водоем с разбрызгивающими установками для дополнительного охлаждения и увлажнения воздуха за счет испарительного охлаждения.

Над холлом следует устраивать светоаэрационный фонарь, для организации вертикального проветривания объема здания и равномерного распределения охлажденного и увлажненного воздуха между этажами и

помещениями, расположенными на них.

Для улучшения микроклимата в летнее время целесообразно внедрение в структуру общественного здания элементов озеленения, в том числе оранжерей.

Для снижения отрицательного воздействия солнечной энергии на оранжерею, ориентированную на южную сторону горизонта, следует предусматривать внутренние солнцезащитные устройства, а также озеленять и обводнять прилегающую к оранжерее территорию.

На окнах всех ориентаций, за исключением северной, целесообразно устройство наружных солнцезащитных устройств с воздухоовлекающей формой [].

3.4. Выводы по главе

1. Разработано объемно-планировочное решение административного здания, в наибольшей степени отвечающего принципам проектирования энергоэффективных объектов для условий сухого жаркого климата.

2. Разработаны конструктивные решения наружных ограждающих конструкций здания, обеспечивающие повышенную теплозащиту его наружной оболочки.

3. Разработаны практические рекомендации по проектированию энергоэффективного офисного здания для климатических условий Республики Узбекистан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа литературных источников и теоретических исследований установлена возможность разработки проектного решения

общественного здания, отвечающего современным требованиям экономии энергии при их эксплуатации, основанная на использовании приемов национальной узбекской архитектуры и мирового опыта проектирования энергоэффективных объектов.

2. Доказана возможность использования существующих на отечественном рынке теплоизоляционных материалов для обеспечения повышенной теплозащиты наружной оболочки здания.

3. Разработано проектное предложение для энергоэффективного офисного здания, включая объемно-планировочное решение, конструктивное решение наружных ограждений, фасад и интерьеры.

4. Разработаны практические рекомендации по проектированию энергоэффективного офисного здания для климатических условий Республики Узбекистан.

Библиографический список

1. Каримов И.А. Наша главная задача – дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа. – Т.: «Узбекистан», 2010. – 72 с.
2. Экономия энергии при застройке городов. /Под ред. Кортни Р. – М.:Стройиздат, 1983.
2. Отчеты о НИР «Разработка архитектурно-планировочных энергосберегающих решений многоэтажных жилых домов» по теме ГНТП 3.7.3.4. – Ташкент. АО «УзЛИТТИ», 2000-2002.

3. Насонов Е.А., Кадыров Р.Р., Бубнов А.В. Энергосберегающие архитектурно-планировочные решения жилых домов. – «Архитектура и строительство Узбекистана», №1, 2004.
4. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоактивное здание. – М: АВОК-ПРЕСС, 2003.
5. Табунщиков Ю.А. Интеллектуальные здания. – «АВОК», №3, 2001.
7. ҚМҚ 2.01.01-94 Климатические и физико-геологические данные для проектирования. - Ташкент: Госкомархитектстрой, 1994. – 27 с.
- 6.
7. Исаакович Г.А., Слуцкий Ю.Б. Экономия топливно-энергетических ресурсов в строительстве. – М.: Стройиздат, 1988г.;
8. Устранение барьеров к энергетической эффективности в коммунальном отоплении и горячем водоснабжении. Проект ГЭФ ПРООН /98/42/А/1/99. Промежуточный отчет. – Ташкент, 2000г.;
9. Табунщиков Ю.А., Шилкин Н.В., Бродин М.М. Энергоэффективное высотное здание. – «АВОК», №3, 2003г.;
- 10.Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоэффективных гражданских зданий. – М.: «Высшая школа», 1991г.;
- 11.Шаповалов И.С. Пути повышения тепловой эффективности жилых зданий. В сб. «Тепловая эффективность крупнопанельных зданий». – М.: ЦНИИЭП жилища, 1978г.;
- 12.Энергоактивные здания. /Под ред. Сарнацкого Э.В. и Селиванова Н.П. – М.: Стройиздат, 1988г.;
- 13.Ботупавский Л.Д. Экономия тепла в жилых зданиях. – М.: Стройиздат, 1990г.;
- 14.Теплоизоляция зданий. – «Строительная газета» №№ 43 и 44, 2001г.;
- 15.Насонов Е.А., Кадыров Р.Р., Бубнов А.В. Тепловая защита зданий – основа энергосбережения в коммунальном хозяйстве Узбекистана. – «Архитектура и строительство Узбекистана», №1, 2004г.;

16. Васильев Г.П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2. – «АВОК», №4, 2002г.;

17. Табунщиков Ю.А., Бродин М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективное здание учебного центра. – «АВОК», №5, 2002г.;

19

20. ҚМҚ 2.01.04-97 Строительная теплотехника. - Ташкент:

Госкомархитектстрой, 1997. – 74 с.

21. www.baucolor.ru

22. www.klax.tula.ru

23. www.paroc.comhermomax.ru

24. www.qasell.ru

25. www.rockwool.ru