**Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации**

**Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и оценки соответствия в строительстве»**

Методическое пособие

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАЗДЕЛА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, СОДЕРЖАЩЕГО МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОБЛЮДЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ К ПРОЕКТИРУЕМЫМ И ПОСТРОЕННЫМ ЖИЛЫМ И ОБЩЕСТВЕННЫМ ЗДАНИЯМ

Москва 2017 г.

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Введение ……3
1 Область применения ……..5
2 Общие положения ……..6
3 Уточнение исходных данных для теплотехнического проектирования отапливаемых зданий для обеспечения качественной оценки мероприятий по обеспечению требований энергетической эффективности различных типов гражданских зданий ……..8
4 Совершенствование процедур теплотехнических расчетов характеристик теплозащиты здания на базе требований СП 50.13330.2012 ……17
5 Уточнение методологии оценки энергоэффективности отапливаемых зданий с учетом методических подходов, регламентированных требованиями СП 50.13330.2012 к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий ……28
6 Особенности составления энергетического паспорта здания на базе СП 50.13330.2012 с учетом особенностей требований раздела проектной документации строительного объекта, предъявляемых к энергоэффективности различных типов гражданских зданий ……30
Приложение А. Основные понятия, термины и определения ……33
Приложение Б. Нормативные ссылки ……..35
Приложение В. Нормируемые (в числителе) и минимально допустимые (в знаменателе) значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций многоэтажных гражданских зданий (СП 50.13330.2012, СП 267.1325800.2016) 36
Приложение Г. Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр}$, коэффициент затенения непрозрачными элементами τ, коэффициент относительного пропускания солнечной радиации k окон, балконных дверей и фонарей ……38
Приложение Д. Примеры расчета теплотехнических и энергетических характеристик жилых и общественных зданий ……..40
Д.1 Пример расчета теплотехнических и энергетических характеристик жилого здания ……..40
Д.2 Пример расчета теплотехнических и энергетических характеристик общественного здания ……..……111
Литература ……..179

Введение

В рамках перспективного развития мероприятий по совершенствованию технического регулирования в строительной сфере и повышения нормативной и технической базы строительного комплекса на основе Государственной программы по обеспечению доступным и комфортным жильем граждан РФ намечены пути по повышению уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях в соответствии с требованиями Федерального закона №324-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30 декабря 2009 г. Относительно отапливаемых объектов, сооружаемых на территории РФ, на основе требований этого закона (статья 6 часть 1) согласно Постановления Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 разработан с учетом требований ГОСТ Р 31607, утвержден и вступил в силу с 1 июля 2015 г. Свод правил СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

По параметрам комфортности, теплотехническим и энергосберегающи параметрам к зданиям применительно к СП 50.13330.2012 законом № 324-ФЗ предъявляются следующие требования:

- для обеспечения энергетической эффективности зданий в проектной документации должны быть предусмотрены решения по строительным конструкциям и их свойствам, а также по используемым в зданиях устройствам, технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов в процессе эксплуатации зданий. Помимо этого, должно быть предусмотрено оснащение зданий приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- в проектной документации здания должны быть предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие недопущение образования конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций, за исключением светопропускающих заполнений окон и витрин. Кроме того, в проекте должны быть предусмотрены меры по предотвращению переувлажнения ограждающих конструкций, накопления влаги на их поверхности и по

обеспечению долговечности этих конструкций;

- в помещениях с пребыванием людей должны быть предусмотрены меры по обеспечению воздухообмена, достаточного для своевременного удаления вредных веществ из воздуха и поддержания химического состава воздуха в пропорциях, благоприятных для жизнедеятельности человека;
- в надземных этажах зданий в помещениях с постоянным пребыванием людей должно быть обеспечено естественное или совмещенное, а также искусственное освещение, достаточное для предотвращения угрозы причинения вреда здоровью людей. Количество и ориентация светопроемов должны обеспечивать должную продолжительность инсоляции или солнцезащиты в целях создания безопасных условий проживания;
- системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха здания должны обеспечивать соответствие расчетных значений таких параметров микроклимата, как температура воздуха внутри здания, скорость движения воздуха, относительная влажность воздуха, требуемым значениям, установленным исходя из необходимости создания блогоприятных санитарно-гигиенических условий;
- удовлетворение зданий этим требованиям должно обеспечиваться путем выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений.

Настоящее Пособие разработал авторский коллектив: Д.С. Богатырев, д. т. н. Ю.Ф. Медведев, к.и.н. И.Ю. Яцковская, В.Е. Зыкина, при участии федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (к.т.н. Е.В. Веселовацкая).

1 Область применения

Настоящие методические указания распространяются на проектирование тепловой защиты ограждающих конструкций вновь возводимых и реконструируемых гражданских зданий с нормируемыми параметрами микроклимата помещений (температурой, влажностью и подвижностью внутреннего воздуха) при обеспечении требований энергетической эффективности к различным типам отапливаемых зданий.

Уровень тепловой защиты указанных зданий устанавливается соответствующими нормами, а при их отсутствии – по решению собственника (заказчика) при соблюдении санитарно-гигиенических норм. Для строящихся и реконструируемых зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, теплотехническое проектирование с учетом доступных мероприятий по энергосбережению осуществляется в каждом конкретном случае с учетом их исторической ценности на основании решений органов власти и согласования с органами государственного контроля в области охраны памятников истории и культуры.

2 Общие положения

При теплотехническом проектировании энергоэффективных гражданских зданий последовательно решаются следующие задачи:

- согласно функциональному назначению намеченного к проектированию типа здания осуществляют выбор объемно-планировочного решения и конструктивные решения основных элементов несущего каркаса, наружных и внутренних ограждений;
- определяют расчетные параметры наружной и внутренней среды проектируемого объекта: расчетную температуру наружного воздуха, продолжительность и среднюю температуру наружного вохдуха в течение отопительного периода, влажностный режим помещений, расчетную температуру и относительную влажность внутри помещений;
- определяют уровень тепловой защиты здания, рассчитываемый согласно требований СП 50.13330, сопоставляя с учетом требований ГОСТ Р 51380 с нормируемыми показателями (поэлементными требованиями, в том числе, и для высотных зданий) (подраздел 5.2 СП 50.13330 и раздел 11 СП 267.13258000, см. Приложение В) приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций, с комплексным требованием (подраздел 5.5 СП 50.13330) – удельную теплозащитную характеристику здания, с санитарно-гигиеническими требованиями (подраздел 5.7 СП 50.13330) – температуру на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций;
- определяют удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания (Приложение Г СП 50.13330), сопоставляя с нормируемыми значениями (таблицы 13 и 14 СП 50.13330);
- устанвливают класс энергосбережения проектируемого здания на основе определения значений расчетной $q_{от}^{р}$ и нормируемой $q_{от}^{тр}$ характеристик расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания и величины отклонения Δq расчетного значения $q_{от}^{р}$ от нормативного значения по формуле

$$\Delta q = \left[(q_{от}^{р} - q_{от}^{тр})/q_{от}^{тр}\right] \cdot 100\%.$$

Полученное значение Δq сопоставляют со значениями $\Delta q_{тр}$ (таблица 15

СП 50.13330), устанавливая класс энергосбережения рассматриваемого объекта;

- при достижении класса энергосбережения А, В, С (таблица 15 СП 50.13330) проектируемое здание удовлетворяет нормируемым показателям и может быть рекомендовано для строительства и реконстркуции;

- данные проведенного теплотехнического проектирования разрабатываемого проекта здания (назначение, объемно-планировочное и конструктивное решение, размещение в застройке, максимальное количество людей, одновременно находящихся в здании, расчетные температурно-влажностные характеристики внутренней и наружной среды, геометрические характеристики проектируемого объекта, теплотехнические показатели внутренних объемов и ограждающих конструкций, удельные теплозащитные и теплоэнергетические характеристики здания, класс энергосбережения) заносятся в энергетический паспорт здания, форма которого приведена в Приложении Р СП 50.13330;

- в случае, если значения расчетных теплотехнических и энергетических характеристик, полученные в результате проектирования, не удовлетворяют намеченным показателям, в проект следует внести изменения по усовершенствованию теплозащиты и инженерного оборудования здания и провести повторное теплотехническое проектирование до получения расчетных показателей, удовлетворяющих намеченным требованиям.

Оценка мероприятий по обеспечению требований энергетической эффективности отапливаемых зданий осуществляется в процессе теплотехнического проектирования применительно к гражданским зданиям с учетом требований действующих на территории Российской Федерации Сводов правил для следующих видов жилых и общественных зданий:

- СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»;
- СП 55.13330.2011 «СНиП 31-02-2001 Дома жилые одноквартирные»;
- СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2003 Общественные здания и сооружения»;
- СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания»;
- СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования».

3 Уточнение исходных данных для теплотехнического проектирования отапливаемых зданий для обеспечения качественной оценки мероприятий по обеспечению требований энергетической эффективности различных типов гражданских зданий

Исходя из функциональных требований по обеспечению нормируемых параметров внутренней среды помещений гражданских зданий, в состав основных элементов ограждающей оболочки проектируемого объекта входят конструкции стен, покрытий, конструкции светопропускающих заполнений (окон, витрин, витражей, фонарей), наружных дверей, тамбуров, перекрытий чердачных, над проездами, неотапливаемыми подпольями и подвалами, при наличии отапливаемых подвалов – ограждений, контактирующих с грунтом, при наличии отапливаемых и теплых чердаков – ограждений, контактирующих с наружным воздухом[1].

При оценке энергоэффективности отапливаемого гражданского здания в ходе теплотехнического проектирования конкретного вида жилого и общественного здания последовательно рассматриваются требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям и системам поддержания микроклимата эксплуатируемых помещений.

При проведении соответствующих теплотехнических и теплоэнергетических расчетов в первую очередь учитывают:

- требуемые параметры микроклимата, обеспечивающие комфортные условия для пребывания в помещениях людей и функционирования установленного оборудования;
- необходимый уровень теплозащиты ограждающей оболочки здания, обеспечиваемый:
- теплотехнической однородностью примененных видов наружных ограждающих конструкций;

[1] В.С.Беляев, Ю.Г.Граник, Ю.А.Матросов. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Издательство АСВ, М., 2014.

- объемно-планировочными решениями проектируемого здания;
- соотношением непрозрачных и светопрозрачных ограждений в оболочке объекта;
- наличием ограждений, контактирующих с грунтом;
- разновидностями конструктивных решений верхних горизонтальных ограждений объекта (совмещенных, в том числе вентилируемых покрытий, холодных чердаков с утепленным чердачным перекрытием, теплых чердаков, утилизирующих теплоту вентилируемого воздуха, отапливаемых эксплуатируемых чердаков).

Исходные данные, устанавливаемые при выборе конструктивных решений энергоэффективных отапливаемых зданий, обеспечивающих поддержание благоприятных санитарно-гигиенических условий в помещениях, должны быть направлены на поиск конструктивных решений, способствующих дальнейшему снижению энергозатрат в условиях круглогодичной экслуатации строительных объектов. Расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания может быть снижена за счет:
- изменения объемно-планировочных решений, обеспечивающих наименьшую площадь ограждающей оболочки здания, уменьшения числа наружных углов, увеличения ширины здания, а также за счет использования оптимальной для конкретного региона строительства ориентации и рациональной компоновки многосекционных зданий;
- снижения площади световых проемов зданий до минимально необходимой требованиям естественной освещенности;
- блокирования зданий с обеспечением надежного примыкания стыкуемых зданий;
- использования эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях, обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений;
- повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся

элементов наружных ограждений;

- повышения эффективности авторегулирования систем обеспечения микроклимата, применения эффективных отопительных приборов и более рационального их расположения;
- размещения отопительных приборов преимущественно под светопроемами и теплоотражательной теплоизоляции между ними и наружной стеной;
- утилизации теплоты удаляемого внутреннего воздуха и поступающей в помещение солнечной радиации.

Жилые здания могут полностью состоять из жилых квартир или включать в себя нежилые этажи или помещения (чаще всего это первые этажи многоэтажных зданий). В качестве нежилых помещений могут быть магазины, предприятия бытового обслуживания, офисные помещения, а также технические помещения для эксплуатационного обслуживания инженерных систем отапливаемого здания. В жилых зданиях большой этажности могут быть предусмотрены технические этажи с определенным интервалом по высоте, устраиваемые в средней по высоте части здания и на чердаках, и в подвалах. Наличие нежилых помещений (отапливаемых и не отапливаемых) требует комплексного подхода к теплотехническому проектированию здания в целом.

Здания дошкольных детских учреждений допускается проектировать не более 3 этажей, школ, профессионально-технических училищ – не более 4 этажей, учебные корпуса средних специальных и высших учебных заведений – не более 9 этажей, здания лечебных и амбулаторно-поликлинических учреждений, санаториев – не выше 9 этажей.

Нормативные значения параметров воздуха внутри жилых и общественных зданий устанавливают в соответствии с требованиями согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 30494. Нормы температуры $t_в$, °С, для помещений жилых зданий для холодного периода принимаются по таблице 1 ГОСТ 30494 по минимальным значениям оптимальной температуры: для жилых комнат – плюс 20°С, для жилых комнат в районах с наиболее холодной пятидневкой обеспеченностью 0,92 минус 31 °С и ниже – плюс 21 °С, кухонь и

туалетов – плюс 19 °С, ванной, совмещенного санузла – плюс 24 °С. В общественных зданиях значения $t_в$, °С, принимаются для жилых помещений, номеров гостиниц, помещений для отдыха и учебных занятий – плюс 20 °С, для межквартирных и других внутренних коридоров – плюс 18 °С, вестибюлей, лестничных клеток, кладовых – плюс 16 °С. В детских дошкольных учреждениях нормы температуры $t_в$, °С, для холодного периода принимаются для групповых раздевалок и туалетов для ясельных и младших групп – плюс 22 °С, для средних и дошкольных групп – плюс 20 °С, спален для ясельных и младших групп – плюс 21 °С, для средних и дошкольных групп – плюс 20 °С, для вестибюлей и лестничных клеток – плюс 19 °С.

Относительную влажновсть внутреннего воздуха жилых и общественных зданий $\varphi_в$,% для выявления проверки условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности наружных ограждений следует принимать для помещений жилых зданий, больничных, поликлинических учреждений, дошкольных учреждений, общеобразовательных школ, домов-интернатов, детских домов – 55%, для других помещений общественных зданий – 50%, кухонь – 60%, ванных комнат – 65%, теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75%, теплых чердаков – 55% (СП 50.13330).

Расчетную температуру наружного воздуха $t_н$, °С, следует принимать по средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 согласно значений колонки 5 таблицы 3.1 СП 131.13330. Продолжительность отопительного периода $z_{от}$, сут, и среднюю температуру наружного воздуха в течение отопительного периода $t_{от}$, °С, следует принимать согласно таблице 3.1 СП 131.13330 со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С (колонки 11, 12), а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых – не более 10 °С (колонки 13, 14).

Градусо-сутки отопительного периода определяют по формуле (5.2) СП 50.13330.

Обеспеченность условий эксплуатации ограждающих конструкций

устанавливают в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности следующим образом:

- определяют по карте (приложения В СП 50.13330) в зависимости от климатического пункта строительства зону влажности (влажная, нормальная, сухая), при этом в случае попадания пункта за границу зон влажности следует выбирать более влажную зону;
- опреляют влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый) в зависимости от расчетной относительной влажности и температуры внутреннего воздуха в соответствии с таблицей 1 СП 50.13330;
- устанавливают согласно таблице 2 СП 50.13330 условия эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б) в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности;
- на основе принятых в соответствии с пунктом строительства условий эксплуатации (А или Б) ограждающих конструкций выбирают по приложению Т СП 50.13330 расчетные значения теплотехнических характеристик материалов (теплопроводность λ, Вт/(м· ºС)), теплоусвоение (при периоде 24 ч) s, Вт/(м^2· ºС), паропроницаемость μ, мг/(м·ч·Па)) для проведения теплотехнических расчетов проектируемых ограждающих конструкций.

При наличии в наружных ограждающих конструкциях невентилируемых воздушных прослоек их теплозащитные характеристики (термическое сопротивление $R_{в.п.}$, (м^2· ºС)/Вт) определяют по таблице Е.1 СП 50.13330 в зависимости от направления потока теплоты, проходящего через толщу прослойки. При наличии на поверхности вертикальной воздушной прослойки теплоотражающей поверхности, выполненной из алюминиевой фольги, ее термическое сопротивление не должно превышать: 0,4 (м^2· ºС)/Вт при $\delta_{в.п.}$= 0,02 м, 0,45 (м^2· ºС)/Вт при $\delta_{в.п.}$= 0,03 м, 0,5 (м^2· ºС)/Вт при $\delta_{в.п.}$= 0,05 м.

При определении теплотехнических и энергетических характеристик здания определяют численные значения отапливаемых площадей и объемов помещений здания.

В жилых зданиях отапливаемую площадь определяют как площадь

этажей (в том числе отапливаемого подвального, цокольного, мансардного), измеряемую в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь, занимаемую перегородками и внутренними стенами. При этом площадь лестничных клеток и лифтовых шахт включается в площадь этажа.

В отапливаемую площадь здания не включаются площади гаражей, теплых чердаков и подвалов, неотапливаемых технических этажей, подвала (подполья), холодных неотапливаемых веранд, неотапливаемых лестничных клеток, а также холодного чердака или его части, не занятой под мансарду.

При определении площади мансардного этажа учитывается площадь с высотой до наклонного потолка 1,2 м при наклоне 30° к горизонту; 0,8 м – при 45–60°; при 60° и более – площадь измеряется до плинтуса.

Площадь жилых помещений здания $A_ж$, м^2, подсчитывается как сумма площадей всех общих комнат (гостиных) и спален.

Отапливаемый объем здания $V_от$, м^3, определяется как произведение отапливаемой площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

При сложных формах внутреннего объема здания отапливаемый объем определяется как объем пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных ограждений (стен, покрыия или чердачного перекрытия, цокольного перекрытия).

Для определения объема воздуха, заполняющего здание, отапливаемый объем умножается на коэффициент 0,85.

Площадь наружных ограждающих конструкций $A_н^{сум}$, м^2, определяется по внутренним размерам здания. Общая площадь наружных стен $A_{фас}$, м^2, (с учетом оконных и дверных проемов) определяется как произведение периметра наружных стен по внутренней поверхности на внутреннюю высоту здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа с учетом площади оконных и дверных откосов глубиной от внутренней поверхности стены до внутренней поверхности оконного или дверного блока. Суммарная площадь окон $A_{ок}$, м^2, определяется по размерам

проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) $А_{ст}$, $м^2$, определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон $А_{ок}$, $м^2$, и наружных дверей $А_{дв}$, $м^2$.

Площадь горизонтальных наружных ограждений (покрытия, чердачного $А_{кр}$, $м^2$, и цокольного $А_{цок}$, $м^2$, перекрытия) определяется как площадь этажа здания (в пределах поверхностей наружных стен).

При наклонных поверхностях потолков последнего этажа площадь покрытия, чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка.

Общая площадь общественного здания определяется как сумма площадей всех этажей (включая технические, мансардный, цокольный и подвальные).

Площадь антресолей, переходов в другие здания, остекленных веранд, галерей и балконов зрительных и других залов следует включать в общую площадь здания. Площадь многосветных помещений следует включать в общую площадь здания в пределах только одного этажа.

При наклонных наружных стенах площадь этажа измеряется на уровне пола.

Полезная площадь общественного здания определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т.п., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов.

Расчетная площадь $А_р$, $м^2$, общественных зданий определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей.

Площадь коридоров, используемых в качестве рекреационных помещений в зданиях учебных заведений, а в зданиях больниц, санаториев, домов отдыха, кинотеатров, клубов и других учреждений, предназначенных для отдыха или ожидания обслуживаемых, включается в нормируемую площадь.

Площади радиоузлов, коммутационных, подсобных помещений при эстрадах и сценах, киноаппаратных, ниш шириной не менее 1 и высотой 1,8 м и более (за исключением ниш инженерного назначения), а также встроенных шкафов (за исключением встроенных шкафов инженерного назначения) включаются в нормируемую площадь здания.

Площадь подполья для проветривания здания, проектируемого для строительства на вечномерзлых грунтах, чердака, технического подполья (технического чердака) при высоте от пола до низа выступающих конструкций не менее 1,8 м, а также лоджий, тамбуров, наружных балконов, портиков, крылец, наружных открытых лестниц в общую, полезную и расчетную площади зданий не включается.

Площадь помещений зданий следует определять по их размерам, измеряемым между отделанными поверхностями стен и перегородок на уровне пола (без учета плинтусов). При определении площади мансардного помещения учитывается площадь этого помещения с высотой наклонного потолка не менее 1,6 м.

Отапливаемый объем здания определяется как сумма отапливаемого объема выше отметки ± 0,00 (надземная часть) и ниже этой отметки (подземная часть).

Отапливаемый объем надземной и подземной частей здания определяется в пределах ограничивающих внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, световых фонарей, куполов и др., начиная с отметки чистого пола каждой из частей здания, без учета выступающих архитектурных деталей и конструктивных элементов, подпольных каналов, портиков, террас, балконов, объема проездов пространства под зданием на опорах (в чистоте), а также проветриваемых подполий под зданиями, проектируемыми для строительства на вечномерзлых грунтах.

Площадь застройки здания определяется как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя, включая выступающие части. Площадь под зданием, расположенным на столбах, а также проезды под

зданием включаются в площадь застройки.

При определении этажности здания в число этажей включаются все надземные этажи, в том числе технический этаж, мансардный, а также цокольный этаж, если верх его перекрытия находится выше средней планировочной отметки земли не менее чем на 2 м.

Подполье для проветривания под зданиями, проектируемыми для строительства на вечномерзлых грунтах, независимо от его высоты, в число надземных этажей не включается.

При различном числе этажей в разных частях здания, а также при размещении здания на участке с уклоном, когда за счет уклона увеличивается число этажей, этажность определяется отдельно для каждой части здания.

Технический этаж, расположенный над верхним этажом, при определении этажности здания не учитывается.

Торговая площадь магазина определяется как сумма площадей торговых залов, помещений приема и выдачи заказов, зала кафетерия, площадей для дополнительных услуг покупателям.

4 Совершенствование процедур теплотехнических расчетов характеристик теплозащиты здания на базе требований СП 50.13330.2012

При оценке энергоэффективности разрабатываемых проектов отапливаемых зданий гражданского назначения осуществляется комплекс теплотехнических и энергетических расчетов, теплозащитной оболочки здания и ее основных ограждающих элементов в направлении достижения минимального потребления энергетических ресурсов на поддержание требуемых параметров микроклимата при существующем уровне развития конструктивных решений зданий, строительных материалов и ограждающих конструкций, технологий изготовления строительных изделий, способов возведения несущего каркаса и элементов защиты внутреннего объема от неблагоприятных воздействий наружной среды.

С точки зрения энергопотребления согласно требованиям действующего СП 50.13330 к теплозащите отапливаемых зданий следует при проектировании зданий обеспечить удовлетворение нормам таких характеристик ограждающих конструкций, как сопротивление теплопередаче проектируемых конструктивных решений, воздухопроницаемость, их теплоустойчивость в теплый период года, температура на внутренней поверхности, влажностное состояние в условиях круглогодичной эксплуатации, удельные характеристики теплозащиты оболочки здания и тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Процедура выполнения теплотехнических исследований при разработке проекта отапливаемого здания включает определение расчетных теплотехнических характеристик наружных ограждений и сопоставление их с нормативными требованиями, установленными согласно СП 50.13330.

В качестве основных расчетных теплоэнергетических показателей ограждающей оболочки здания при анализе теплозащиты отапливаемого объема приняты:

- теплозащитная характеристика наружного ограждения, численно выражаемая значениями приведенного сопротивления теплопередаче $R_{o,i}^{пр}$, ($м^2 \cdot °C$)/Вт,

конкретных видов ограждающих элементов оболочки здания;

- обобщенная теплозащитная характеристика здания, численно выражаемая удельной (на 1 м^3 отапливаемого объема) теплозащитной характеристикой здания $k_{об}$, Вт/(м^3·°С);

- минимальная температура внутренней поверхности наружного ограждения (в том числе в зонах теплотехнических неоднородностей) $\tau_в$, °С, которая должна быть не ниже температуры точки росы $t_р$, °С, при расчетных значениях температуры и относительной влажности внутреннего воздуха;

- теплоэнергетическая характеристика здания, численно выражаемая удельной характеристикой расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}$, Вт/(м^3·°С).

Основным этапом теплотехнического проектирования наружной оболочки современных зданий является расчет приведенного сопротивления теплопередаче теплотехнически неоднородных наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной неоднородной ограждающей конструкции здания $R_0^{пр}$, (м^2·°С)/Вт, представляет собой основную теплозащитную характеристику наружного ограждения, в основу расчета которого положена усредненная по площади плотность теплового потока, проходящего через ограждения в расчетных условиях эксплуатации. Экспериментально эта характеристика определяется согласно ГОСТ 54853.

При проектировании наружных ограждающих конструкций здания вследствие особенностей оболочки здания и видов наружных ограждений возникают различного рода теплотехнические неоднородности: они в силу конструктивных особенностей примыкания наружных и внутренних ограждений имеют преимущественно линейный характер (наружные и внутренние углы наружных стен, примыкания наружных стен к внутренним стенам и перекрытиям, примыкания наружных стен к покрытиям и перекрытиям первого этажа над холодным подвалом или уложенным по грунту, стыки между соседними панелями, откосы проемов). Теплопотери через эти виды

теплотехнических неоднородностей определяют расчетом на ЭВМ двухмерных стационарных температурных полей фрагментов наружных ограждений при расчетных значениях температур разделяемых воздушных сред и условиях теплообмена на поверхностях расчетного фрагмента.

В многослойных ограждающих конструкциях для обеспечения конструктивной целостности и устойчивости в эксплуатационных условиях вводят различные типы связей между облицовочными слоями (соединительные ребра, в том числе перфорированные, гибкие стержневые связи, шпонки). К этой категории неоднородностей относятся угловые примыкания откосов, проемов, примыкания угла наружных стен к покрытию или перекрытию первого этажа. Теплопотери через эти виды теплопроводных включений или примыканий определяют расчетом на ЭВМ двухмерных (в цилиндрических координатах) или трехмерных стационарных температурных полей фрагментов при расчетных значениях температур и условиях теплообмена.

В помощь проектировщикам, осуществляющим теплотехнические расчеты наружных ограждающих конструкций различных конструктивных решений в 2012 году разработан и введен в действие ГОСТ Р 54851, который устанавливает методы расчета приведенного сопротивления теплопередаче неоднородных ограждающих конструкций отапливаемых зданий, а также совокупность ограждающих конструкций, отделяющих внутренний объем здания от наружной среды. Конструктивные решения таких ограждений включают в себя такие виды теплотехнических неоднородностей, как линейные (сопряжения протяженных конструктивных элементов), точечные (сопряжения стержневых и шпоночных соединительных элементов с конструктивными и теплоизоляционными слоями, выполняющими защитные функции плоскостных ограждающих конструкций), пространственные (теплотехнические неоднородности, занимающие определенную площадь наружного ограждении). Суммарной характеристикой уровня снижения общей теплозащиты наружного ограждения является коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий влияние всей совокупности неоднородностей, входящих в

конструктивное решение наружного ограждения и численно выражаемый отношением приведенного сопротивления теплопередаче к сопротивлению теплопередаче его зоны, удаленной от теплопроводных включений (т.е. сопротивлению теплопередаче по глади ограждения).

На основе расчета на ЭВМ температурных полей ограждающей конструкции определяют также температуры на их поверхностях $\tau_в$ и $\tau_н$, °С, для выявления соответствия нормам расчетного перепада температур между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции и требования не превышать температуру точки росы на внутренней поверхности ограждения при расчетных условиях внутри помещения.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче конструктивных решений наружных ограждений, содержащих преимущественно участки с линейными и точечными теплотехническими неоднородностями осуществляется в соответствии с методологией приложения Е СП 50.13330. Для обеспечения процесса определения приведенного сопротивления теплопередаче элементов наружных ограждений со сложным конструкционно – теплоизоляционным решением теплозащиты оболочки отапливаемого объекта в 2015 году введен в действие Свод Правил СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (далее СП 230.1325800).

Согласно этого документа алгоритм расчета приведенного сопротивления теплопередаче неоднородного фрагмента теплозащитной оболочки здания $R_0^{пр}$, (м^2 ·°С)/Вт, имеет следующую структуру:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s}; \quad (1)$$

$$R_{o,i}^{усл} = (1/\alpha_в + \sum_s R_s + 1/\alpha_н); \quad (2)$$

$$R_o^{усл} = \sum A_i / \sum (A_i / R_{o,i}^{усл}); \quad (3)$$

$$R_o^{пр} = 1/(1/R_o^{усл} + \sum (l_j \psi_j) + \sum (n_k \chi_k)); \quad (4)$$

$$r = R_o^{пр} / R_o^{усл}; \quad (5)$$

где

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, (м^2 ·°С)/Вт, для материальных слоев определяемое по формуле (1), для невентилируемых воздушных прослоек – по таблице Е1 СП 50.13330;

δ_s – толщина слоя, м, принимаемая согласно выбранного проектного решения ограждения;

λ_s – теплопроводность материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемая по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории или по приложению Т СП 50.13330;

$R_{o,i}^{усл}$ – условное сопротивление теплопередаче однородной части фрагмента оболочки здания *i*-го вида, (м^2·°С)/Вт, определяемое по формуле (2);

$\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м^2· °С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330;

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м^2· °С), принимаемый по таблице 6 СП 50.13330;

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции, (м^2·°С)/Вт, определяемое по формуле (3);

A_i – площадь *i*-й части фрагмента, м^2;

l_j – длина линейной неоднородности *j*-го вида (например, линии продольного примыкания соседних элементов ограждении), приходящаяся на 1 м^2 фрагмента оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м/м^2;

ψ_j – дополнительные удельные (сверх теплопотерь по глади ограждения) потери теплоты через линейную неоднородность *j*-го вида, Вт/(м·°С);

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

χ_k – дополнительные удельные (сверх теплопотерь по глади ограждения)

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

r – коэффициент теплотехнической однородности, характеризующий степень утепленности ограждающей конструкции.

Последовательность процедуры расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции изложена в пункте Е.6 приложения Е СП 50.13330. Методика определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкций оболочки здания, контактирующих с грунтом (полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли) изложена в пункте Е.7 приложения Е СП 50.13330.

Удельные дополнительные потери теплоты через линейные (ψ_j) и точечные (χ_k) теплотехнические неоднородности фрагмента наружного ограждения определяются по результатам расчета двухмерного или трехмерного температурного поля зоны фрагмента, включающего соответствующую теплотехническую неоднородность, в соответствии с методикой, изложенной в пунктах Е.3 и Е.4 приложения Е СП 50.13330. Для упрощения расчетов приведенного сопротивления теплопередаче теплотехнически неоднородных ограждающих конструкций по формуле (3) разработан СП 230.1325800, содержащий значения таких характеристик теплотехнических неоднородностей, как удельные дополнительные потери теплоты через линейные (ψ_j) и точечные (χ_k) теплотехнические неоднородности различных типов наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий.

С точки зрения конструктивного решения ограждающей оболочки здания наиболее значимыми зонами теплотехнических неоднородностей совокупности наружных ограждающих конструкций, образующих теплозащиту отапливаемого объема здания, являются:

- сопряжения стеновых конструкций с внутренними ограждениями (междуэтажными перекрытиями, внутренними стенами и перегородками);

- примыкание стен к цокольному ограждению;

- примыкание стен к совмещенному покрытию или чердачному перекрытию;

- стыки откосов проемов с оконными или дверными блоками;

- стыки стеновых панелей (в сборном домостроении);

- вертикальные углы наружных стеновых конструкций, расположенных в результате установленного объемно-планировочного решения под углом друг к другу.

В силу конструктивного решения каркаса отапливаемого здания наиболее теплотехнически неоднородными являются наружные стеновые ограждения. Для обеспечения эксплуатационной надежности стены выполняются многослойными, содержащими тепло-, воздухо-, звуко-, паро- и водоизоляционные слои, которые должны быть надежно скреплены в долговечную несущую конструкцию, выполняющую присущие функциональные свойства в течение длительного периода эксплуатации в выбранном климатическом районе строительства. В связи с этим в многослойных стенах присутствуют такие теплотехнически неоднородные элементы, как перемычки между продольными слоями стеновой конструкции, шпонки, стержневые связи, в частности, тарельчатые анкеры, а для стеновых кладок – швы между блоками, крупноформатными камнями и кирпичами.

В СП 230.1325800 подробно рассмотрены с точки зрения теплопотерь узлы сопряжения железобетонных плит перекрытия с конструкциями самонесущих наружных стен. Эти сопряжения имеют место при наличии внутреннего железобетонного каркаса здания, перекрытия которого обеспечивают возведение самонесущих (в пределах этажа) стен с опиранием на нижерасположенное перекрытие. В этом случае перекрытие пересекает стену по толщине, образуя теплопроводное включение в наружном ограждении. Для снижения тепловых потерь через этот узел в железобетонном перекрытии в зоне опирания стены устраивается перфорация – последовательно расположенные прямоугольные отверстия, заполняемые утеплителем. Расположение утепленных отверстий в плане совпадает с теплоизоляционным слоем в стеновом ограждении, обеспечивая наибольший теплоизоляционный эффект всего наружного ограждения.

В СП 230.1325800 рассмотрены продольные (вдоль стены) размеры отверстий перфорации и железобетонных перемычек между ними в соотношениях 1/1, 3/1 и 5/1. Что касается самонесущих стен, которые применены в зданиях с железобетонным каркасом, то в Своде правил рассмотрены:

- кладки из блоков легкого и ячеистого бетонов или крупноформатных камней с облицовкой кирпичом;

- трехслойные стены с внутренним слоем из легкобетонных блоков, средним слоем из эффективного утеплителя и облицовкой из кирпича;

- стены с внутренним слоем из легкобетонных блоков, наружным утеплением и тонкой облицовкой; железобетонное перекрытие выступает наружу в виде балконной плиты, как вариант – тонкая облицовка заменена облицовкой из кирпича;

- стены из тонкостенных панелей; вариант – облицовка кирпичом;

- кладка из легкобетонных блоков с внутренним утеплением, вариант – замкнутая воздушная прослойка с внутренней стороны утепления.

Для данных видов стен определены удельные потери теплоты узлов примыкания оконного блока к откосу проема в стене при различных толщинах оконной коробки и расположении ее относительно теплоизоляционного слоя стены.

Кроме того, в СП 230.1325800 приведены результаты определения расчетных значений удельных потерь теплоты (ψ_j или χ_k) через швы кладок из легкобетонных блоков, тарельчатый анкер для крепления наружной теплоизоляции, углы стен, примыкания стен к цокольному ограждению, сопряжения стен с совмещенным кровельным покрытием.

Эти значения тепловых характеристик теплотехнических неоднородностей вышеупомянутых ограждающих конструкций стен могут быть использованы при расчетах приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий с аналогичными конструктивными решениями теплозащитной оболочки, что упрощает процедуру

теплотехнических расчетов.

Методы расчета приведенного сопротивления теплопередаче различных видов неоднородных ограждающих конструкций зданий приведены в ГОСТ Р 54851. Для однослойных и трехслойных ограждающих конструкций со сквозными и несквозными теплопроводными включениями (рис. Б.1 приложения Б ГОСТ Р 54851) предложены формулы определения коэффициентов теплотехнической однородности для ограждений с неметаллическими (формула 4.16), металлическими (формула 4.17) теплопроводными включениями, для трехслойных железобетонных
ограждающих конструкций с эффективным утеплителем на гибких металлических связях, железобетонных шпонках (формула 4.18).

Процедуры расчета коэффициентов теплотехнической однородности и приведенного сопротивления теплопередаче изложены в приложении Б ГОСТ Р 54851 – для металлических сэндвич-панелей с эффективным утеплителем и в приложении В ГОСТ Р 54851 – для трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем на гибких связях.

Заполнение светопроемов зданий выполняется в зависимости от градусо-суток отопительного периода в виде двухслойного, трехслойного или четырехслойного остекления (стеклопакетов или отдельных стекол), закрепляемого в переплетах из малотеплопроводных материалов. Для повышения теплозащиты окон с заполнением стеклопакетами и отдельными стеклами рекомендуется применение стекол с селективным покрытием и заполнение межстекольного пространства стеклопакетов малотеплопроводными газами. Теплотехнические характеристики светопрозрачных конструкций со светопропускающими заполнениями в виде отдельных стекол и стеклопакетов приведены в Приложении Г.

Оконные блоки и балконные двери следует размещать в оконном проеме на глубину обрамляющей «четверти» (50–120 мм) от плоскости фасада теплотехнически однородной стены или посередине теплоизоляционного слоя в многослойных конструкциях стен. Размещение оконного блока и балконной

двери по толщине стены рекомендуется проверять по расчету температурных полей из условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности откосов проема.

При выборе окон и балконных дверей следует отдавать предпочтение конструкциям, имеющим по ширине не менее 90 мм коробки. Рекомендуемая ширина коробки 100–120 мм.

Заполнение зазоров в примыканиях окон и балконных дверей к конструкциям наружных стен рекомендуется проектировать с применением вспенивающихся синтетических материалов. Все притворы окон и балконных дверей должны содержать уплотнительные прокладки (не менее двух) из силиконовых материалов
или морозостойкой резины. Установку стекол следует производить с применением силиконовых мастик.

При разработке объемно-планировочных решений проектов зданий следует избегать одновременного размещения окон по обеим наружным стенам угловых комнат. В помещениях глубиной более 6 м необходимо предусматривать двухстороннее (на противоположных стенах) или угловое расположение окон.

При устройстве мансардных окон следует предусматривать надежную в эксплуатации гидроизоляцию примыкания кровли к оконному блоку. Плоскости откосов наклонных светопроемов в мансардных этажах следует проектировать под углом 135° к поверхности остекления.

В зависимости от назначения зенитные фонари выполняют глухими и открывающимися. В глухих фонарях надежнее выполняется примыкание светопропускающего заполнения к опорному стакану. Открывающиеся зенитные фонари предназначены для вентиляции помещений, а также для дымоудаления во время пожара.

Общими элементами зенитных фонарей, применяемых в общественных зданиях, являются светопропускающее заполнение, опорный стакан, механизмы открывания. Светопропускающее заполнение может быть выполнено в виде

многослойных куполов и оболочек из органического и силикатного стекла, стеклопакетов. Опорные стаканы изготовляют из листовой стали, холодногнутых и стальных профилей, а также из железобетона, керамзитобетона, асбестоцемента и других материалов и утепляют эффективными теплоизоляционными материалами. Стакан устанавливают по периметру светопроемов в покрытиях зданий.

Элементы светопропускающего заполнения закрепляют в конструкции фонаря через упругие прокладки из листовой резины, резиновых профилей пороизола, гернита, а места примыкания герметизируют герметиками.

5 Уточнение методологии оценки энергоэффективности отапливаемых зданий с учетом методических подходов, регламентированных требованиями СП 50.13330.2012 к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий

Согласно требованиям СП 50.13330, показателем оценки энергоэффективности отапливаемого здания является величина расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого строительного объекта, определяемая на стадии разработки проектной документации в процессе осуществления теплотехнического проектирования крнкретного здания, предназначенного для реализации в климатических условиях намеченного района строительства. Такой оценочной величиной для разрабатываемого проекта жилого или общественного здания является удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объема, численно равная расходу тепловой энергии на 1 $м^3$ отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в наружном ограждении в 1 °С $q_{от}$, Вт/($м^3 \cdot$ °С).

Условием положительной оценки энергоэффективности разрабатываемого проекта жилого или общественного здания является более низкое по сравнению с нормируемым $q_{от}^{тр}$, принимаемым согласно таблиц 13 или 14 СП 50.13330, значение расчетной удельной характеристики $q_{от}^{р}$, определяемой по методике Г СП 50.13330 с учетом выбранных наружных ограждающих конструкций, объемно-планировочного решения проектируемого объекта, принятой системы вентиляции и использования различных энергосберегающих мероприятий в системах поддержания микроклимата помещений на заданном уровне. Чем больше отклонение значения $q_{от}^{р}$ от значения $q_{от}^{тр}$, тем выше энергоэффективность проектируемого объекта. Уровень энергоэффективности принятого проектного решения устанавливается согласно принятых классов энергосбережения жилых и общественных зданий (таблица 15 СП 50.13330).

Установление класса энергосбережения позволяет принять решение о завершении работы над проектом (при удовлетворении нормируемым значениям $q_{от}^{тр}$) или ее продолжении (при завышении значений $q_{от}^{р}$ по сравнению с нормируемыми значениями $q_{от}^{тр}$) с переработкой проекта с учетом дополнительных мероприятий по энергосбережению, обеспечивающих достижение нормального или более высокого класса энергосбережения, устанавливаемого согласно таблицы 15 СП 50.13330.

6 Особенности составления энергетического паспорта здания на базе СП 50.13330.2012 с учетом особенностей требований раздела проектной документации строительного объекта, предъявляемых к энергоэффективности различных типов гражданских зданий

Энергетический паспорт отапливаемого здания предназначен для установления соответствия установленных в результате проектирования и после ввода в эксплуатацию теплотехнических и энергетических показателей здания нормируемым показателям, установленным в СП 50.13330.

Энергетический паспорт заполняет проектная организация при разработке проектов новых, реконструируемых зданий, при приемке их в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

Для построенных зданий учитываются:

- данные технической документации (исполнительные чертежи, акты на скрытые работы, паспорта, материалы для приемочных комиссий);

- изменения, вносившиеся в проект, и согласованные отступления от проекта в период строительства и эксплуатации;

- при проверке соблюдения теплотехнических характеристик объекта и инженерных систем техническим и авторским надзором.

Энергетический паспорт должен содержать общую информацию и сведения о функциональном назначении и типе здания, расчетные климатические условия объекта строительства, объемно-планировочные и компоновочные показатели здания, расчетные технические и энергетические показатели, нормируемые показатели (для согласования с расчетными), класс энергосбережения, рекомендации по повышению энергетической эффективности здания, результаты измерения теплоэнергетических характеристик в течение годичного периода его эксплутации, скорректированный класс энергосбережения на основе натурных исследований.

Теплотехнический контроль состояния эксплуатируемых зданий на соответствие нормативным требованиям осуществляется путем

экспериментального определения основных показателей теплозащиты и энергоэффективности в соответствии с требованиями нормативных документов, утвержденных в установленном порядке на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объектов в целом.

Энергетический паспорт является обосновывающим документом для экономического стимулирования энергосбережения (льготное налогообложение, кредитование, дотации и др.) и объективной оценки реальной стоимости жилья и различных типов общественных зданий. Энергетический паспорт здания обеспечивает экспертным органам реальный механизм контроля за соблюдением действующих энергосберегающих норм и стандартов.

Для вновь возводимых и реконструируемых зданий достижение класса А (очень высокий), В (высокий) и С (нормальный) означает завершение разработки проекта на стадии разработки проектной документации. Для проектов, достигнувших классов энергосбережения А, В, целесообразно предусматривать мероприятия по экономическому стимулированию проектировщиков, организаторов строительного процесса и эксплуатирующих организаций с целью поощрения проектных и строительных организаций к повышению уровня энергосбережения различных типов отапливаемых зданий.

Если в результате разработки проекта здания расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию не позволит достичь значения $q_{от}^{p}$ ниже нормативной $q_{от}^{тр}$, то в соответствии с требованиями таблицы 15 СП 50.13330 присваивается класс Д (пониженный) или Е (низкий), что требует доработки проекта здания до достижения класса энергоэффективности до нормального (С), высокого (В) или очень высокого (А). Доработка проекта включает в себя такие мероприятия, как повышение теплозащитных характеристик различных видов ограждающих конструкций ограждающей оболочки здания, оптимизация объемно-планировочных решений, применение систем поддержания требуемого микроклимата в помещениях с более эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов и авторегулированием подачи теплоты в здание.

Если в результате определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого здания окажется, что его расчетное значение $q_{от}^{р}$ меньше нормируемого, то допускается снижение приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений до уровней регламентируемых требованиями пункта 5.2 СП 50.13330 при условии, что при расчете новых вариантов $q_{от}^{р}$ не превысит нормируемого значения $q_{от}^{тр}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные понятия, термины и определения

Энергосбережение: по ГОСТ 31607

Тепловая защита здания: по СП 50.13330

Энергетический паспорт здания: документ, содержащий геометрические, теплотехнические, энергетические характеристики здания и проектов здания, ограждающих конструкций, расчетные температурно-влажностные условия внутренней (помещений здания) и наружной (климатические параметры района строительства) среды и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов.

Класс энергосбережения: по ГОСТ Р 51380.

Микроклимат помещения: состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха по ГОСТ 30494.

Отапливаемый объем здания: объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания – стен, покрытий (чердачных перекрытий, перекрытий пола первого этажа при не отапливаемом подвале или стен и пола отапливаемого подвала).

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции R_o^{np}, (м^2·°С)/Вт: физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур внутреннего и наружного воздуха у поверхностей фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент.

Удельная теплозащитная характеристика здания $k_{об}$, Вт/(м^3·°С): обобщенная теплотехническая характеристика теплозащитной оболочки здания, численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1 °С через защитную оболочку

здания.

Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию $q_{от}$, Вт/(м^3·°С): физическая величина, численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема здания в единицу времени, отнесенная к перепаду температуры, с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Нормативные ссылки

В настоящем методическом пособии использованы нормативные ссылки на следующие документы:

СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания»

СП 54.1333.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»

СП 55.13330.2011 «СНиП 31-02-2001 Здания жилые одноквартирные»

СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей»

СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования»

Межгосударственный стандарт ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

Межгосударственный стандарт ГОСТ 31167-2009 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натурных условиях

ГОСТ Р 31607-2012 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения

ГОСТ Р 51380-99 Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования

ГОСТ Р 54851-2011 Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

ГОСТ Р 54853-2011 Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера

СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Нормируемые (в числителе) и минимально допустимые (в знаменателе) значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций многоэтажных гражданских зданий (СП 50.13330.2012, СП 267.1325800.2016)

Функциональный тип помещений	Высота здания, м	Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), °С·сут (год)	Нормируемые $R_o^{норм}$ и минимально допустимые R_o^{min}, ($м^2 \cdot °С$)/Вт		
			Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных над неотапливаемыми подпольями и подвалами
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	до 76	2000	2,1/1,32	3,2/2,56	2,8/2,24
		4000	2,8/1,76	4,2/3,36	3,7/2,96
		6000	3,5/2,21	5,2/4,16	4,6/3,68
		8000	4,2/2,65	6,2/4,96	5,5/4,4
		10000	4,9/3,09	7,2/5,76	6,4/5,12
		12000	5,6/3,53	8,2/6,56	7,3/5,84
	от 76 до 150	2000	2,16/1.36	3,3/2,64	2,88/2,3
		4000	2,88/1,81	4,33/3,46	3,81/3,05
		6000	3,61/2,27	5,36/4,29	4,74/3,79
		8000	4,33/2,73	6,39/5,11	5,67/4,54
		10000	5,0/3,15	7,42/5,94	6,59/5,27
		12000	5,77/3,64	8,45/6,74	7,52/6,02
	свыше 150	2000	2,37/1,49	3,62/2,9	3,16/2,53
		4000	3,16/1,99	4,75/3,8	4,18/3,34
		6000	3,96/2,49	5,88/4,7	5,2/4,16
		8000	4,75/2,99	7,0/5,6	6,22/4,98
		10000	5,54/3,49	8,14/6,51	7,23/5,78
		12000	6,33/3,99	9,27/7,42	8,25/6,6
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	до 76	2000	1,8/1,1	2,4/1,92	2,0/1,6
		4000	2,4/1,51	3,2/2,56	2,7/2,16
		6000	3,0/1,89	4,0/3,2	3,4/2,72
		8000	3,6/2,27	4,8/3,84	4,1/3,28
		10000	4,2/2,65	5,6/4,48	4,8/3,84
		12000	4,8/3,02	6,4/5,12	5,5/4,4
	от 76 до 150	2000	1,85/1,17	2,47/1,98	2,06/1,65
		4000	2,47/1,56	3,3/2,64	2,78/2,22
		6000	3,09/1,95	4,12/3,3	3,5/2,8

		8000	3,71/2,34	4,94/3,95	4,22/3,38
		10000	4,33/2,73	5,77/4,62	4,94/3,95
		12000	4,94/3,11	6,59/5,27	5,67/4,54
	свыше 150	2000	2,03/1,28	2,71/2,17	2,26/1,81
		4000	2,71/1,71	3,62/2,9	3,05/2,44
		6000	3,39/2,16	4,52/3,62	3,84/3,07
		8000	4,07/2,56	5,42/4,34	4,63/3,7
		10000	4,75/2,99	6,33/5,06	5,42/4,34
		12000	5,42/3,41	7,23/5,78	6,22/4,98

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр}$, коэффициент затенения непрозрачными элементами τ, коэффициент относительного пропускания солнечной радиации *k* окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	в деревянных или ПВХ переплетах			в алюминиевых переплетах		
	$R_o^{пр}$, (м^2·°С)/Вт	τ	*k*	$R_o^{пр}$, (м^2·°С)/Вт	τ	*k*
Двойное остекление с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4 $М_1$+К4 в спаренных переплетах	0,55	0,75	0,76	0,44	0,70	0,76
То же, в раздельных переплетах	0,57	0,65	0,76	0,45	0,60	0,76
Однокамерный стеклопакет СПО 4$М_1$-16-И*4 в одинарном переплете из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,80	0,51	0,47	0,80	0,51
Тройное остекление из обычного стекла 4$М_1$+4$М_1$+4$М_1$ в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,50	0,74	0,46	0,50	0,74
Тройное остекление с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4$М_1$+4$М_1$+К4 в раздельно-спаренных переплетах	0,60	0,50	0,72	0,50	0,50	0,72
Двухкамерный стеклопакет (с межстекольным расстоянием 12 мм) в одинарном переплете из стекла:						
- обычного СПД 4$М_1$-12-4$М_1$-12-4$М_1$	0,54	0,80	0,74	0,45	0,80	0,74
- с твердым селективным покрытием (К-стекло) СПД 4$М_1$-12-4$М_1$-12-К4	0,58	0,80	0,72	0,52	0,80	0,72
- то же, с заполнением аргоном СПД 4$М_1$-12Ar-4$М_1$-12Ar-К4	0,65	0,80	0,72	0,55	0,80	0,72
- с мягким селективным покрытием (I-стекло*) СПД 4$М_1$-12-4$М_1$-12-И*4	0,68	0,80	0,50	0,55	0,80	0,50
- то же, с заполнением аргоном СПД 4$М_1$-12Ar-4$М_1$-12Ar-И*4	0,75	0,80	0,50	0,59	0,80	0,50
- с мягким селективным покрытием (I-стекло**) СПД 4$М_1$-12-4$М_1$-12-И**4	0,75	0,80	0,55	0,62	0,80	0,55
- то же, с заполнением аргоном СПД 4$М_1$-12Ar-4$М_1$-12Ar-И**4	0,81	0,80	0,55	0,68	0,80	0,55
- то же, с заполнением аргоном и криптоном пополам СПД 4$М_1$-12(Ar50%, Kr50%)-4$М_1$-12 (Ar50%, Kr50%)-И**4	0,91	0,80	0,55	0,78	0,80	0,55
- то же, с заполнением криптоном СПД 4$М_1$-12Kr-4$М_1$-12Kr-И**4	1,00	0,80	0,55	0,87	0,80	0,55
Стекло и однокамерный стеклопакет (с межстекольным расстоянием 12 мм) в раздельных переплетах из стекла:						
- обычного 4$М_1$+СПО 4$М_1$-12-4$М_1$	0,56	0,60	0,74	0,50	0,60	0,74
- с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4$М_1$+СПО 4$М_1$-12-К4	0,65	0,60	0,72	0,56	0,60	0,72
- то же, с заполнением аргоном 4$М_1$+СПО 4$М_1$-12Ar-К4	0,69	0,60	0,72	0,60	0,60	0,72

- с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4M_1+СПО 4M_1-12-И*4	0,72	0,60	0,50	0,60	0,60	0,50
Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет раздельных переплетах из стекла:						
- обычного 4М1+СПД 4M_1-10-4M_1-10-4M_1	0,65	0,60	0,60	0,59	0,60	0,60
- с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М1+СПД 4M_1-10-4M_1-10-К4	0,72	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56
- то же, с заполнением аргоном 4М1+СПД 4M_1-10Ar-4M_1-10Ar-К4	0,80	0,60	0,56	0,73	0,60	0,56
- с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М1+СПД 4M_1-10-4M_1-10-И*4	0,80	0,60	0,36	0,68	0,60	0,36
- с мягким селективным покрытием (I-стекло**) 4М1+СПД 4M_1-10-4M_1-10-И**4	0,87	0,60	0,40	0,75	0,60	0,40
- то же, с заполнением аргоном 4М1+СПД 4M_1-10Ar-4M_1-10Ar-И**4	0,94	0,60	0,40	0,82	0,60	0,40
- то же, с заполнением аргоном и криптоном пополам 4М1+СПД 4M_1-12(Ar50%, Kr50%)-4M_1-12(Ar50%, Kr50%)-И**4	1,03	0,60	0,40	-	-	-
- то же, с заполнением криптоном 4М1+СПД 4M_1-12Kr-4M_1-12Kr-И**4	1,12	0,60	0,40	-	-	-
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах СПО 4M_1-16-4M_1+СПО 4M_1-16-4M_1	0,70	0,70	0,59	0,59	0,70	0,59
Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах СПО 4M_1-16-4M_1+СПО 4M_1-16-4M_1	0,75	0,60	0,54	0,69	0,60	0,54
Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах 4M_1+4M_1+4M_1+4M_1	0,80	0,50	0,59	0,74	0,50	0,59
Деревоалюминиевый профиль с термовставкой и стеклопакетом СПД 4M_1-10Ar-4M_1-10Ar-И**4	1,15	0,8	0,55	-	-	-

Примечания:

1 Значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в государственных стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.

2 К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15 (I-стекло* – не меньше 0,1; I-стекло**– меньше 0,1), к твердым (К-стекло) – 0,15 и более.

3 Значения приведенного сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75, при этом относительная площадь остекления установлена по размерам наружной створки.

Значения для окон со стеклопакетами приведены:

- для деревянных окон при толщине переплета не менее 78 мм;

-для конструкций окон в ПВХ переплетах толщиной 60 мм с тремя воздушными камерами и с металлическим армирующим профилем внутри. При применении ПВХ переплетов толщиной 70 мм и с пятью воздушными камерами приведенное сопротивление теплопередаче увеличивается на 0,03 ($м^2 \cdot °С$)/Вт, *за исключением окон с селективным покрытием стекла тепловой эмиссией менее 0,1, переплеты которых выполняются с пятью воздушными камерами*;

- для алюминиевых окон значения приведены для переплетов с термоизоляционными вставками.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Примеры расчета теплотехнических и энергетических характеристик жилых и общественных зданий

Д.1 Пример расчета теплотехнических и энергетических характеристик жилого здания

Раздел проектной документации «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности проекта здания» «Бутик-Отель» (гостиница + апартаменты) по адресу:
г. Москва, Зубовская ул., д. 7

На стр. 100 – 110 представлена архитектурно-строительная часть проекта «Бутик-Отель» (гостиница + апартаменты), расположенного по адресу: г. Москва, Зубовская ул., д. 7

Д.1.1 Общая часть

Представленный к теплотехническому проектированию Проект реконструкции здания под гостиничный комплекс с апартаментами и подземной парковкой, по адресу: ул. Зубовская, д. 7 и ул. Россолимо, д. 4, выполнен на основании следующих документов:

- градостроительный план земельного участка № RU77-210000-014496 утвержден приказом Комитета по архитектуре и градостроительству города Москвы № 642 от 16.02.2016;
- задание на проектирование, согласованное в Департаменте труда и социальной защиты населения;
- техническое заключение о состоянии конструкций здания.

Проект разработан на основании технического задания на проектирование, спец. тех условий, архитектурно-планировочных решений и технологических заданий смежных разделов, а также в соответствии с постановлением от 18.02.2016 г. № 87 и на основании следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;

СП 230. 1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических однородностей»

СП 60.13130.2013 «СНиП 41-01-2003 « Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»;

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»;

СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;

ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Участок прямоугольной формы площадью 0,7182 га расположен на юго-западе Москвы, в ЦАО, в районе Хамовники. Участок ограничен с севера улицей Зубовская, с востока улицей Тимура Фрунзе, с юга улицей Россолимо и с запада улицей Льва Толстого.

На участке расположены:

- 4-этажное здание сложной в плане формы, чердаком и скатной кровлей постройки 1929 года, по адресу ул. Зубовская, д. 7;
- пристроенный к нему одноэтажный ресторан более позднего периода;
- 6-этажное здание прямоугольной в плане формы с чердаком и скатной кровлей постройки 1914 года, по адресу ул. Россолимо, д. 4;
- трансформаторная подстанция, расположенная во внутреннем дворе.

Проектом предусмотрена реконструкция здания с пристройкой под гостиничный комплекс.

Гостиничный комплекс имеет два подземных этажа, расположенных под всей территорией участка, в котором размещается парковка легковых автомобилей и трансформаторная подстанция.

В реконструируемом здании по адресу: ул. Зубовская. д. 7, размещается гостиница с рестораном, оздоровительным комплексом и магазинами. Существующее 4-этажное здание надстраивается 5-м этажом и расширяется в сторону внутреннего двора.

К существующему зданию пристроен 6-этажный флигель. На минус

первом этаже на отметках –4,070 и –4,850 размещаются:

- автостоянка гостиницы на 12 машиномест, зона кухни ресторана с загрузкой, зона доставки и разгрузки гостиницы, зона оздоровительного комплекса и технические помещения.

На минус первом этаже расположен нижний уровень оздоровительного комплекса, где расположены тренажерный зал, процедурные кабинеты и помещения персонала.

На первом этаже на отметке +/–0,000 размещаются:

- зона вестибюля и рецепции, лобби-бар, зона оздоровительного комплекса, магазины розничной торговли, ресторан, коридоры, холлы, лестницы.

На втором этаже гостиницы на отм. +4,500 располагаются гостиничные номера с коридорной системой расположения номеров, холлы, помещения персонала. Также на втором этаже расположены номера для маломобильных групп населения.

На третьем – пятом этажах гостиницы располагаются гостиничные номера с коридорной системой расположения номеров, холлы, помещения персонала.

Кровля здания плоская совмещенная неэксплуатируемая. В подземной части здания комплекса апартаментов:

на минус втором этаже на отметке –8,000 предусмотрена подземная автостоянка на 99 машиномест, технические помещения автостоянки, помещения хранения велосипедов и мотоциклов, кладовые жильцов;

на минус первом этаже на отметке –4,850 расположены лестничные клетки и лифтовые холлы.

На первом этаже на отметке +/–0,000 комплекса апартаментов размещаются вестибюль и рецепция, колясочные, помещения персонала, санузлы и диспетчерская, лестничные клетки и лифтовые холлы. На втором – шестом этажах располагаются три секции с апартаментами, две из которых сблокированы, а одна расположена обособлено, все три секции объединяются подземной частью здания.

Д.1.2 Исходные данные

Д.1.2.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха

Климатические параметры	Обозначение	Величина
Средняя температура наиболее холодной пятидневки	$t_н$	- 25 °С
Средняя температура отопительного периода	$t_{от}$	-2,2 °С
Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	205 сут.
Температура внутреннего воздуха Жилые и встроенные помещения Подземная автостоянка	$t_в$	 +20 °С +5 °С
Относительная влажность внутреннего воздуха (для проектирования теплозащиты)	$\varphi_в$	55%
Градусо-сутки отопительного периода	**ГСОП**	4551 °С сут.
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период $\rho = 353 /(273 + t_{от})$	ρ	1,3 кг/м^3
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь (повторяемость более 16%)	v	2 м/с

Д.1.2.2 Конструктивные решения ограждений здания

Наружные стены 4 типов:

тип 1, тип 2 (старое здание) – внутренняя ц.-п. штукатурка, кирпичная стена, минераловатный утеплитель, штукатурка по сетке (рисунок Д.1);

тип 3 (новое здание) – внутренняя ц.-п. штукатурка, ж.-б. стена, минераловатный утеплитель, вентилируемая воздушная прослойка, фибробетон на подконструкции (рисунок Д.2);

тип 4 (новое здание – две рампы, разгрузочная и лестница между рампами) – затирка, ж.-б. стена, минераловатный утеплитель, штукатурка по сетке (рисунок Д.3).

Утеплитель крепят к основанию стены анкерами. Наружную облицовку – кронштейнами.

Окна и витражи – блоки оконные из алюминиевого профиля Schuco AWS 70.Н1 с двухкамерным стеклопакетом СПД 63-12Ar-4М1-14Ar-6И. Сопротивление теплопередаче равно 0,76 м^2·°С/Вт (протокол № 67/330-1, испытательный центр «Фасады-СПК», действителен до 08.10.2016 г.)

Толщина оконной рамы 70 мм; рама выдвинута в плоскость утеплителя на 100 мм.

Наружные входные двери: остекленные и металлические глухие, утепленные.

Приведенное сопротивление теплопередаче дверей глухих утепленных $R_o^{пр} = 1{,}14$ м$^2\cdot$°С/Вт ($R_o^{пр} = 0{,}9(1/8{,}7 + 0{,}05/0{,}045 + 1/23) = 1{,}14$ м$^2\cdot$°С/Вт).

Наружные двери: верхняя часть остекленная (1/3 площади двери $R_o^{пр} =$ 0,76 м$^2\cdot$°С/Вт), ниже – глухая металлическая утепленная часть $R_o^{пр} = 1{,}11$ м$^2\cdot$°С/Вт .

Размеры $2{,}1\times1{,}5 = 3{,}15$ м^2. $R_o^{пр} = 3{,}15\ (1{,}05/0{,}76 + 2{,}1/1{,}11) = 0{,}96$ м$^2\cdot$°С/Вт .

Покрытия четырех типов:

Тип 1 (кровля над фитнесом и ресторанами – над первым этажом) – подвесной потолок, ж.-б. плита покрытия; пароизоляция; утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс»; ц.-п. стяжка с разуклонкой, гидроизоляция, гравийная засыпка в горизонт (рисунок Д.4).

Тип 2 (кровля террас пятого этажа) – штукатурка, ж.-б. плита; пароизоляция; утеплитель экструзионный пенополистирол «пеноплекс»; ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке, керамогранит на ц.-п. растворе (рисунок Д.5).

Тип 3 (кровля пятого и шестого этажей неэксплуатируемая) – затирка бетонной плиты, ж.-б. плита покрытия, пароизоляция, ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке, гидроизоляция, утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс», гравийная засыпка в горизонт (рисунок Д.6).

Тип 4 (кровля пятого и шестого этажей эксплуатируемая) – затирка бетонной плиты, ж.-б. плита покрытия, пароизоляция, ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке, гидроизоляция, утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс», стяжка из армированного керамзитобетона в горизонт, керамогранит на ц.-п. растворе (рисунок Д.7).

Перекрытие над проездом и нависающие консоли над проходами – паркетная доска, подложка пробковая, фанера ФСФ, стяжка ц.-п., керамзитобетон, ж.-б. плита, минераловатный утеплитель, штукатурка по сетке (рисунок Д.8).

Перекрытие над рампой – ц.-п. стяжка, армированная сеткой, гидроизоляция, ж.-б. плита, минераловатный утеплитель, штукатурка по сетке

(рисунок Д.9).

Перекрытие над подземной автостоянкой – конструкция пола, ц.-п. стяжка, минераловатный утеплитель, ж.-б. плита (рисунок Д.10).

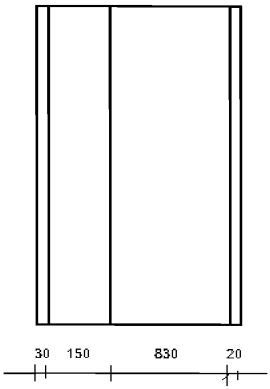


Рисунок Д.1 – Наружные стены старого здания – тип 1 (первый этаж), тип 2 (со второго по пятый этажи)

С внутренней стороны:

- ц.-п. штукатурка (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,93 (Вт/(м ·°С)), – 20 мм;

- кирпичная стена (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,81 (Вт/(м ·°С)) – тип 1: 830 мм (тип 2: 510–570 мм);

- утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool» Фасад Баттс (γ_o = 130 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,042 Вт/(м ·°С), ЗАО «Минеральная вата», Моск. обл. (ТС № 4588-15 выдано 01 июля 2015 г.) – 150 мм;

- штукатурка по сетке (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 (Вт/(м ·°С)), – 30 мм;

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания, м^2·°С/Вт :

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,83/0,81 + 0,15/0,042 + 0,03/1,02 + 1/23 =$$

$$= 4,8 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт} \quad \text{– тип 1;}$$

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,54/0,81 + 0,15/0,042 + 0,03/1,02 + 1/23 =$$

$$= 4,44 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт} \quad \text{– тип 2.}$$

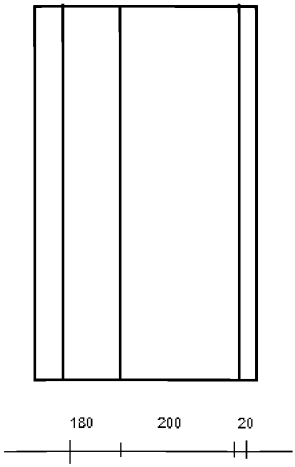


Рисунок Д.2 – Наружные стены нового здания – тип 3 (с первого по шестой этажи)

С внутренней стороны:

- ц.-п. штукатурка (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,93 (Вт/(м ·°С)) , – 20 мм;

- ж.-б. стена (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 Вт/(м ·°С)) – 200 мм;

- утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool» Венти Баттс (γ_o = 90кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,04 Вт/(м ·°С), ЗАО «Минеральная вата», Моск. обл. (ТС № 4588-15 выдано 01.07.2015 г.) – 180 мм;

- вентилируемая воздушная прослойка;

- фибробетон на подконструкции.

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,2/2,04 + 0,18/0,04 + 1/12 = 4,81 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт} .$$

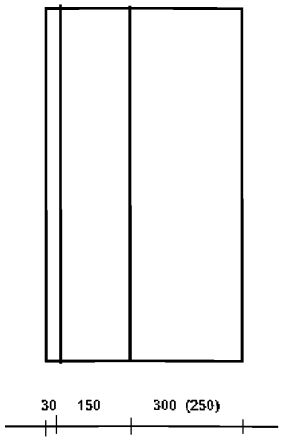


Рисунок Д.3 – Наружные стены здания – тип 4 (2 рампы и разгрузочная), тип 5 (лестница между рампами)

С внутренней стороны:

- затирка;

- ж.-б. стена (γ_o = 2400 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 (Вт/(м ·°С)), – 300 мм (4-й тип); 250 мм (5-й тип);

- утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool» Фасад Баттс (γ_o = 130 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,042 Вт/(м ·°С), ЗАО «Минеральная вата», Моск. обл. (ТС №4588-15 выдано 01.07.2015 г.) – 150 мм;

- ц.-п. штукатурка по сетке (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 (Вт/(м ·°С)) , – 30 мм;

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,3/2,04 + 0,15/0,042 + 0,03/1,02 + 1/23 = 3,91 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт};$$

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,15/0,042 + 0,03/1,02 + 1/23 = 3,88 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}.$$

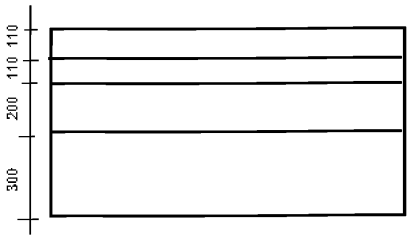


Рисунок Д.4 – Покрытие здания – тип 1 (кровля над фитнесом и ресторанами над первым этажом)

С внутренней стороны:

- подвесной потолок;

- затирка бетонной плиты;

- ж.-б. плита покрытия (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 (Вт/(м ·° С)), – 300 мм;

- пароизоляция;

- утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс» (γ_o = 45 кг/м^3, $\lambda_б$ = = 0,032 (Вт/(м ·° С)), – 200 мм;

- ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке с яч. 100×100 мм (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 (Вт/(м ·° С)), – 50–175 мм;

- гидроизоляция (тип «технониколь») 2 слоя;

- гравийная засыпка в горизонт (γ_o = 500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,165 (Вт/(м ·° С)), – 50 –175 мм.

$R_o^{усл}$ - усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$R_o^{усл}$ = 1/8,7 + 0,3/2,04 + 0,2/0,032 + 0,11/1,02 + 0,11 /0,165 + 1/23 = 7,33 м^2·° С/Вт .

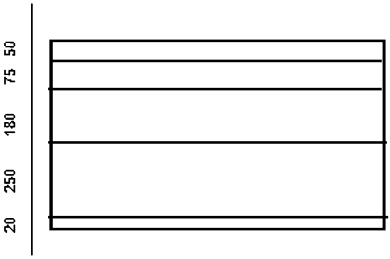


Рисунок Д.5 – Покрытие – тип 2 (кровля террас пятого этажа)

С внутренней стороны:

- ц.-п. штукатурка; (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,93 (Вт/(м ·°С)), – 20 мм;

- ж-б плита (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 (Вт/(м ·°С)), – 250 мм;

- пароизоляция;

- утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс» (γ_o = 45 кг/м^3, $\lambda_б$ =0,032 (Вт/(м ·°С)), СП 50.13330 2012 Т1 – 180 мм;

- ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке с ячейкой 100×100 (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ =1,02 (Вт/(м ·°С)), – 50–100 мм;

- гидроизоляция (тип «технониколь») 2 слоя;

- ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке с ячейкой 100×100 мм (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ =1,02 (Вт/(м ·°С)), – 50 мм;

- керамогранит на растворе;

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,18/0,032 + 0,075/1,02 + 0,05/1,02 + 1/23 =$$

$$= 6,05 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт} .$$

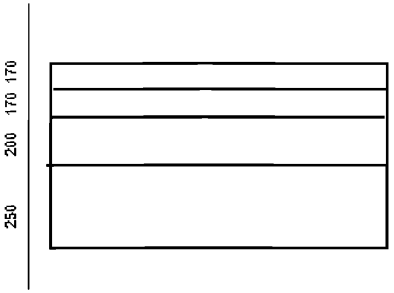


Рисунок Д.6 – Покрытие – тип 3 (кровля пятого и шестого этажей неэксплуатируемая)

С внутренней стороны:

- затирка бетонной плиты;
- ж/б плита покрытия (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 Вт/(м ·°С)), – 250 мм;
- пароизоляция;
- ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке с ячейкой 100х100 мм (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ =1,02 Вт/(м ·°С)) – 50–290 мм;
- гидроизоляция (тип «технониколь») 2 слоя;
- дренажный слой – мембрана;
- утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс» (γ_o = 45 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,032 Вт/(м ·°С), СП 50.13330 2012, приложение Т1 – 200 мм;
- гравийная засыпка в горизонт (γ_o = 500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,165 Вт/(м ·°С)) – 50–290мм.

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$R_o^{усл}$ = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,17/1,02 + 0,2/0,032 + 0,17/0,165 + 1/23 = 7,73 м^2·°С/Вт .

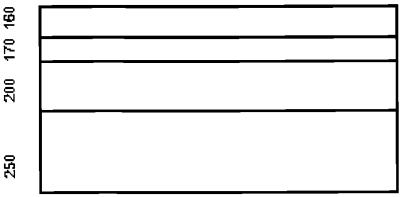


Рисунок Д.7 – Покрытие – тип 4 (кровля пятого и шестого этажей эксплуатируемая)

С внутренней стороны:

- затирка бетонной плиты;

- ж.-б. плита покрытия (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 Вт/(м ·°С)), 250 мм;

- пароизоляция;

- ц.-п. стяжка с разуклонкой по сетке с ячейкой 100×100 мм (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 Вт/(м ·°С)) – 50–290 мм;

- гидроизоляция (тип «технониколь») 2 слоя;

- дренажный слой – мембрана;

- утеплитель – экструзионный пенополистирол «пеноплекс» (γ_o = 45 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,032 Вт/(м ·°С), СП 50.13330 2012 Т1 – 200 мм;

- дренажный слой – мембрана;

- геотекстиль;

- стяжка из армированного керамзитобетона в горизонт (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,97 Вт/(м ·°С), – 40–280 мм;

- керамогранит на ц.-п. растворе.

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$R_o^{усл}$ = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,17/1,02 + 0,2/0,032 + 0,16/0,97 + 1/23 = 6,7 м^2·°С/Вт .

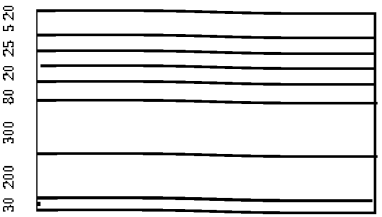


Рисунок Д.8 – Перекрытие над проездом и нависающие консоли над проходами

С внутренней стороны:

- паркетная доска (γ_o = 700 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,23 Вт/(м ·°С), – 20 мм;
- подложка пробковая (γ_o = 160 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,047 Вт/(м ·°С), – 5 мм;
- фанера ФСФ (γ_o = 800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,18 Вт/(м ·°С), – 25 мм;
- стяжка ц.-п. М200 (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,93 Вт/(м ·°С), – 20 мм;
- керамзитобетон (γ_o = 1400 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,65 Вт/(м ·°С), – 80 мм;
- ж.-б. плита (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 Вт/(м ·°С), – 300 мм;
- пленка ПВХ на клею;
- утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool» Фасад Баттс (γ_o = 130 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,042 Вт/(м ·°С), ЗАО «Минеральная вата», Моск. обл. (ТС № 4588-15 выдано 01 июля 2015 г.) – 200 мм;
- штукатурка по сетке (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 Вт/(м ·°С), 30 мм;

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,005/0,047 + 0,025/0,18 + 0,02/0,93 + 0,08/0,65 +$$
$$+ 0,3/2,04 + 0,2/0,042 + 0,03/1,02 + 1/23 = 5,51 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт} .$$

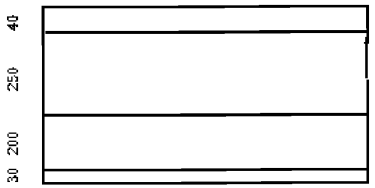


Рисунок Д.9 – Перекрытие над рампой

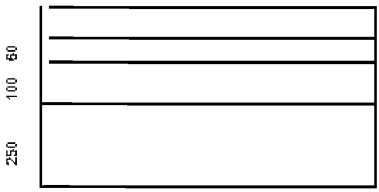
С внутренней стороны:

- ц.-п. стяжка армированная сеткой с ячейкой 100×100 мм (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 (Вт/(м ·°С)), – 40 мм;
- гидроизоляция (тип «технониколь») 2 слоя;
- ж.-б. плита (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 (Вт/(м ·°С)), – 250 мм;
- утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool Фасад Баттс» (γ_o = 130 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,042 (Вт/(м ·°С)), ЗАО «Минеральная вата», Моск. обл. (ТС № 4588-15 выдано 01 июля 2015 г.) – 200 мм;
- штукатурка по сетке (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 (Вт/(м ·°С)), 30 мм.

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,04/1,02 + 0,25/2,04 + 0,2/0,042 + 1/23 = 5,08 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}.$$

+20 °С



- 5 °С

Рисунок Д.10 – Перекрытие над подземной автостоянкой

С внутренней стороны:

- конструкция пола;

- ц.-п. стяжка армированная сеткой с ячейкой 100×100 мм (γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_б$ = 1,02 (Вт/(м ·°С)), – 60 мм;

- гидроизоляция (тип «технониколь») 2 слоя;

- утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool Руф Баттс» (γ_o = 135 кг/м^3, $\lambda_б$ = 0,042 (Вт/(м ·°С)), ЗАО «Минеральная вата», Моск. обл. (ТС № 4588-15 выдано 01 июля 2015 г.) – 100 мм;

- ж.-б. плита (γ_o = 2500 кг/м^3, $\lambda_б$ = 2,04 (Вт/(м ·°С)), – 250 мм;

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,06/1,02 + 0,1/0,042 + 0,25/2,04 + 1/23 = 2,69 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт};$$

$$n = (20 - 5)/(20 - (-2,2)) = 0,67;$$

$$R_{жел.} = 2,69/0,67 = 4,01 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт}.$$

Д.1.3 Инженерные системы здания

Д.1.3.1 Теплоснабжение

Источником тепла для систем отопления, теплоснабжения, обогрева территорий и теплого пола террас является индивидуальный тепловой пункт (ИТП) от ТЭЦ 21 ПАО Мосэнерго, расположенный на минус первом этаже.

Параметры теплоносителя:

отопление	90–70 °С;
теплоснабжение	90–65 °С;
теплый пол (обогрев пола бассейна)	45–35 °С;
обогрев (террас, двор, рампы)	55–40 °С.

Проектом предусмотрены самостоятельные ветви отопления и теплоснабжения для следующих функциональных групп:

- автостоянка;
- гостиница (номера гостиницы, СПА и бассейн, ресторан, магазины);
- апартаменты (жилая часть, магазины);
- теплый пол (обогрев пола бассейна).

Распределительный и сборный коллектора для различных ветвей отопления и теплоснабжения, приборы учета тепловой энергии по потребителям функциональных групп установлены в ИТП.

В помещении приточных венткамер, предусматриваются счетчики тепла на каждом узле регулирования приточной установки.

Д.1.3.2 Водоснабжение

Водоснабжение всего комплекса осуществляется согласно Техническим Условиям, выданным АО «Мосводоканал».

Фактический напор в городской сети составляет: максимальный 50 м, минимальный 45 м.

Проектом наружных сетей предусматривается устройство двойного ввода водопровода 2D200 мм в помещение водомерного узла, расположенного в подвале, при этом скорость на вводе, при пропуске максимального расхода 69,35

л/сек, составит 2,17 м/сек. Ввод рассчитан на пропуск пожарного расхода и хозяйственно-бытового расхода комплекса.

На вводе, за первой стеной здания со стороны городского водопровода, устанавливается типовой водомерный узел с обводной линией и водосчетчиком с импульсным выходом марки ВМХ-50 с фильтром ФМФ-50 и обратные клапаны, см. раздел «НВ».

Внутренняя сеть хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода раздельная. Врезка противопожарного водопровода осуществляется после приборов учета потребления воды.

В здании многофункционального комплекса запроектирована система горячего водоснабжения с побудительной циркуляцией по магистралям и стоякам. Горячая вода готовится в ИТП, расположенном на -1 подземном уровне.

Расход горячей воды для водоснабжения комплекса составляет V = 361,2 $м^3$/сут.

Д.1.3.3 Отопление

В здании предусмотрены самостоятельные водяные системы отопления для различных групп помещений:

- автостоянка;
- ресторан;
- общественные зоны, административные помещения;
- зона спа;
- номера гостиницы;
- апартаменты;
- апартаменты квартирного типа;
- магазины.

Теплоноситель требуемых параметров приготавливается в индивидуальном тепловом пункте. Магистральные от ИТП прокладываются под потолком минус первого этажа до помещений узлов учета тепла. Система

отопления апартаментов квартирного типа и номеров гостиницы – горизонтальная 2-трубная коллекторно-лучевая с горизонтальной разводкой трубопроводов от этажного шкафа управления в каждый апартамент с подключением к распределительной гребенке апартамента. На поэтажных коллекторах установлены автоматические балансировочные пары для поддержания перепада давления в системе отопления этажа, теплосчетчики и фильтры перед данной арматурой.

Система отопления СПА, ресторана, магазинов – водяная 2-трубная, с по фасадной горизонтальной разводкой трубопроводов к приборам от вертикальных стояков. В качестве нагревательных приборов систем отопления приняты импортные, сертифицированные в РФ радиаторы и конвекторы современного дизайна.

Приборы отопления: встроенные в пол конвекторы вдоль фасадов с сплошным остеклением; для помещений с подоконным пространством жилой части гостиницы – напольные радиаторы/конвекторы без вентиляторные, размещаемые скрыто в подоконных нишах; во вспомогательных помещениях, складах, в технических зонах, лестничных клетках напольные и настенные конвекторы/радиаторы.

Отопительные приборы, обслуживающие зоны гостиницы, вестибюлей, ресторанов и баров, оборудуются местными автоматическими терморегуляторами с электроприводом, связанными через комнатные термостаты.

Отопительные приборы всех остальных помещений за исключением приборов, расположенных в общественных санузлах, технических помещениях и лестничных клетках оборудуются термостатическими регуляторами (термостатами) и запорными вентилями.

Отопление автостоянки водяное с установкой в ней тепловентиляторов, технические помещения автостоянки отапливаются с помощью регистров из гладких труб.

Теплый пол предусмотрен:

- в душевых и с/у номеров закладывается в разделе ЭОМ;
- в помещении бассейна.

Воздухоудаление из систем отопления осуществляется с помощью автоматических воздухоотводчиков, установленных в узлах и верхних точках системы, а также с помощью ручных воздушных кранов на каждом отопительном приборе.

Д.1.3.4 Вентиляция

Проектом предусмотрены самостоятельные системы общеобменной вентиляции для следующих групп помещений:
- автостоянка;
- ресторан;
- общественные зоны, административные помещения;
- помещения СПА;
- помещение бассейна
- номера гостиницы;
- апартаменты;
- апартаменты квартирного типа;
- магазины;
- ИТП;
- электрощитовых, диспетчерских;
- технических помещений.

В апартаментах квартирного типа и номерах гостиницы предусмотрена механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Удаление воздуха предусматривается через санузлы, ванные, зоны кухонь.

Присоединение поэтажных ответвлений к вертикальному воздуховоду вытяжных систем предусмотрена через воздушный затвор. Выброс вытяжного воздуха осуществляется на высоту 0,7 м от уровня кровли.

Вытяжные системы вентиляции выполняются с общим вертикальным транзитным воздуховодом, с подключением поэтажных ответвлений через

воздушные затворы, с учетом функциональных групп помещений – душевые, санузлы и зоны кухонь.

Вентиляторы для вытяжных систем приняты в крышном исполнении.

Приточный воздух подается от вертикального приточного воздуховода в выделенной шахте, расположенной в общем коридоре. От шахты до номера или апартамента по общему коридору через металлические воздуховоды приток доводится до стенки с установкой противопожарного клапана на отводе, с обслуживанием со стороны общего коридора.

В централизованных приточных установках общеобменной вентиляции в апартаментах квартирного типа, номерах гостиницы и общественных зон, предусмотрены следующие функциональные схемы обработки наружного воздуха:

- двухступенчатая очистка наружного воздуха фильтром класса G4 и F7;
- шумоглушение;
- регулируемый нагрев в холодный период года (1-й подогрев);
- увлажнение – холодный период года;
- регулируемый нагрев в холодный период года (2-й подогрев) после увлажнения;
- подача воздуха от вентиляторной секции в сеть воздуховодов;
- шумоглушение после вентиляторной секции.

Для магазинов предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Для каждого магазина предусмотрена самостоятельная система. В централизованных приточных установках предусмотрены следующие функциональные схемы обработки наружного воздуха:

- двухступенчатая очистка наружного воздуха фильтром класса G4 и F7;
- шумоглушение воздухозаборного тракта;
- регулируемый нагрев в холодный период года;
- подача воздуха от вентиляторной секции в сеть воздуховодов;
- шумоглушение после вентиляторной секции.

Для помещений залов ресторана, СПА и административных помещений предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Приточные установки расположены в самостоятельных приточных венткамерах на минус первом этаже.

Для технических помещений на минус первом этаже предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.

Для технических помещений: серверной, диспетчерской, электрощитовых, предусматриваются самостоятельные системы вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Вытяжная вентиляция предусматривается с двумя канальными вентиляторами – основным и резервным. Все теплопоступления из помещений электрощитовых, снимаются общеобменной вентиляцией. Вентиляторы для вытяжных систем приняты в крышном исполнении.

В проекте применено оборудование фирмы Sistemair с возможностью замены на аналогичное оборудование.

Д.1.3.5 Электроснабжение

Электроснабжение комплекса выполнено в соответствии с техническими условиями на технологическое присоединение к электрическим сетям ОАО «МГСК» электропринимающих устройств от ГРЩ №1.

Установленная мощность пускового комплекса составляет 4038,0 кВт.

Электроснабжение комплекса выполняется от трансформаторной подстанции (ТП), расположенной на минус первом этаже здания.

Коммерческий учет электроэнергии предусматривается на подстанции. Контрольный учет потребляемой активной электроэнергии предусматривается во всех ВРУ трехфазными счетчиками, установленными в электрощитовых комплекса.

Система напряжения 380/230В с глухо заземленной нейтралью трансформатора. На вводных панелях ГРЩ и ВРУ устанавливается контроль за параметрами потребления электроэнергии (амперметры и вольтметр).

Основными потребителями электроэнергии в апартаментах и гостинице

являются:

- нагрузки внутреннего электроосвещения лестничных клеток, поэтажных коридоров, лифтовых холлов и шахт, и т.д.;
- нагрузки апартаментов и номеров;
- нагрузки лифтового оборудования;
- нагрузки общеобменной вентиляции и кондиционирования;
- системы противопожарной защиты;
- системы автоматики и связи.

Электроснабжение жилой части осуществляется по магистральной схеме. Для питания щитов предусмотрены учетно-распределительные этажные панели, расположенные на каждом этаже в электротехнических помещениях или нишах.

Нормы освещенности в помещениях комплекса приняты в соответствии с СП 52.13330.2010 «Естественное и искусственное освещение».

Проектом предусматриваются следующие виды освещения:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение;
- эвакуационное освещение;
- ремонтное освещение в технических помещениях;
- освещение входов в здание;
- наружное и фасадное освещение.

В апартаментах и гостиничных номерах применяются светильники с лампами накаливания до 60 Вт или светодиодные энергоэкономичные светильники.

Д.1.3.6 Мероприятия по энергосбережению

Отопление и вентиляция

Мероприятия по экономии энергетических ресурсов:

- применение эффективных наружных ограждающих конструкций здания и заполнения световых проемов;
- применение ручных балансировочных клапанов на гребенках;
- применение смесительных узлов для калориферов приточных установок;

- применение эффективной теплоизоляции в системах отопления и вентиляции.

Электроснабжение

В целях экономии электроэнергии а проекте предусмотрено следующее:

- установка силовых распределительных щитов в центрах электрических нагрузок;
- в электрической сети 380–220 В применены кабели и провода с медными жилами, обеспечивающими минимум потерь электроэнергии;
- сечения жил кабелей распределительных сетей выбраны с учетом максимальных коэффициентов использования и одновременности;
- все электрические линии 380–220 В предусматриваются работающими, т.е. находятся постоянно под напряжением (без холодного резерва);
- равномерное распределение однофазных нагрузок по фазам;
- для освещения здания принимаются экономичные светильники с компенсирующими устройствами и применением источников света с повышенной светоотдачей, а также возможностью замены люминесцентных ламп мощностью 20 Вт на люминесцентные лампы мощностью 18 Вт. Светильники располагаются на высоте не более 3 м;
- автоматизированное централизованное управление осветительной установкой АСУ ТП, рациональное управление освещением с помощью установки выключателей на меньшее количество светильников;
- применение двигателей в сантехсистемах с автоматическим ступенчатым регулированием включения необходимой мощности;
- централизованное отключение отопительных агрегатов в не отапливаемый период;
- схема управления освещением предусматривает возможность как полного, так и частичного включения осветительных установок с учетом режимов работы в помещениях (применены экономичные схемы управления освещением в помещениях, позволяющие включать светильники рядами, параллельно световым проемам).

Д.1.4 Теоретическое обоснование оценки теплоэнергетических характеристик проектов

Д.1.4.1 Тепловая защита зданий

В соответствии с требованиями СП 50.133300.2012 «Тепловая защита зданий» Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, далее (СП. 50.133300), теплозащитная оболочка зданий должна отвечать следующим требованиям:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций, $R_o^{пр}$, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, должно быть не меньше нормируемых значений, $R_o^{норм}$, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, (поэлементные требования) (п. 5.1а);
- удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, $Вт/(м^3 \cdot ^\circ C)$, должна быть не больше нормируемого значения $k_{об}^{тр}$, $Вт/(м^3 \cdot ^\circ C)$ (комплексное требование) (п. 5.1б);
- температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование) (п. 5.1в).

Д.1.4.2 Поэлементные требования

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $R_o^{норм}$, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, определяется по формуле

$$R_o^{норм} = R_o^{тр} m_p, \qquad (4.1)$$

где

$R_o^{тр}$, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$ – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, определяется в зависимости от градусо-суток отопительного периода,

ГСОП = $(t_в - t_{от}) z_{от}$, °С сут./год по таблице 3 СП 50.13330;

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства; в расчете по вышеприведенной формуле принимается равным 1.

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания, $R_o^{пр}$, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, рассчитывается в соответствии с приложением Е СП 50.13330 с использованием результатов расчетов температурных полей,

приведенных в СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей» (далее СП 230.13258000).

Д.1.4.3 Комплексное требование

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания, $k_{об}^{тр}$, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C), принимают в зависимости от отапливаемого объема здания и градусо-суток отопительного периода района строительства по таблице 7 СП 50.13330. Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C), рассчитывается по приложению Ж СП 50.13330.

Д.1.4.4 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий

Показателем расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания на стадии проектной документации является удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания численно равная расходу тепловой энергии на 1 м^3 отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1 $^{\circ}$C.

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C), определяется по методике приложения Г СП 50.13330.

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания должно быть меньше или равно нормируемому значению

$$q_{от}^{тр}, \text{Вт/(м}^{3}\cdot^{\circ}\text{C)} : q_{от}^{р} \le q_{от}^{тр}, \qquad (4.2)$$

где $q_{от}^{тр}$ – нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C), определяемая для различных типов зданий по таблице 14 СП 50.13330.

Д.1.4.5 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче теплозащитной оболочки здания (по приложению Е СП 50.13330)

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания, $R_{o}^{тр}$ (м$^{2}\cdot^{\circ}$C)/Вт, определяется по формуле:

$$R_o^{пр} = 1/(1/R_o^{усл} + \sum l_j\psi_j + \sum n_k\chi_k) = 1/(\sum a_iU_i + \sum l_j\psi_j + \sum n_k\chi_k) \quad (4.3)$$

где

$R_o^{усл}$ – усредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м^2·°С)/Вт ;

l_j – протяженность линейной неоднородности j-го вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, м/м^2;

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

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

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

a_i – площадь плоского элемента конструкции *i*-го вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, м^2/м^2:

$$a_i = A_i / \sum A_i ; \quad (4.4)$$

U_i – коэффициент теплопередачи однородной *i*-й части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент *i*-го вида), Вт/(м^2·°С) :

$$U_i = 1/R_{o,i}^{усл} . \quad (4.5)$$

Д.1.4.6 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания (по приложению Ж СП 50. 13330)

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м^3·°С), рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = (1/V_{от})\sum (n_{т,i}A_{ф,i}/R_{o,i}^{пр}) = K_{комп}K_{об\,щ} , \quad (4.6)$$

где

$R_{oi}^{пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче i-го фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м^2·°С)/Вт ;

$A_{ф,i}$ – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки

здания, м^2;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, м^3;

$n_{t,i}$ – коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры в помещении от принятой в расчете ГСОП; определяется по формуле (5.3) СП 50.13330;

$K_{общ}$ – общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С), определяемый по формуле:

$$K_{общ} = (1 / A_н^{сум}) \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр}); \quad (4.7)$$

$K_{комп}$ – коэффициент компактности здания, м$^{-1}$, определяемый по формуле

$$K_{комп} = A_н^{сум} / V_{от}; \quad (4.8)$$

$A_н^{сум}$ – сумма площадей (по внутреннему обмеру) всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания, м^2.

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания должна полностью замыкать оболочку отапливаемой части здания.

Д.1.4.7 Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания (по приложению Г СП 50.13330)

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м^3·°С), определяют по формуле

$$q_{от}^{р} = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \nu \zeta](1 - \xi) \beta_h, \quad (4.9)$$

где

$k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м^3·°С), определяется по приложению Ж СП 50.13330;

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м^3·°С);

$k_{быт}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м^3·°С);

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м^3·°С);

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через не отапливаемые помещения; для зданий с отапливаемыми подвалами $\beta_h = 1{,}07$;

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; определяется по формуле:

$$\nu = 0{,}7 + 0{,}000025(\text{ГСОП}-1000); \qquad (4.10)$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения в Приложении Г СП 50.13330.

Удельную вентиляционную характеристику здания, $k_{вент}$, Вт/(м$^3\cdot$°С), определяют по СП 50.13330.

$$k_{вент} = 0{,}28\, c n_в \beta_\nu \rho_в^{вент} (1 - k_{эф}), \qquad (4.11)$$

где

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

β_ν – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций; принимается равным $\beta_\nu = 0{,}85$;

$\rho_в^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3;

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + t_{от}]; \qquad (4.12)$$

$n_в$ – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч$^{-1}$;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, для рассматриваемого здания равен нулю.

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $n_в$, ч$^{-1}$,

рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по СП 50.13330.

$$n_в = [(L_{вент}\, n_{вент})/168 + (G_{инф}\, n_{инф})/(168\ \rho_в^{вент})]/(\beta_v V_{от}), \qquad (4.13)$$

где

$L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое при механической вентиляции, м^3/ч, принимаемое по Приложению Г СП 50.13330;

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели; 168 – число часов в неделе;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в помещения общественного здания через неплотности заполнений проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, определяется по СП 50.13330:

$$G_{инф} = (A_{ок}/R^{тр}_{и,ок})(\Delta p_{ок}/10)^{2/3} + (A_{дв}/R^{тр}_{и,дв})(\Delta p_{дв}/10)^{1/2}, \qquad (4.14)$$

где

$A_{ок}$ и $A_{дв}$ – соответственно суммарная площадь окон, витражей и входных наружных дверей, м^2;

$R^{тр}_{и.ок}$ и $R^{тр}_{и.дв}$ – соответственно сопротивление воздухопроницанию окон, витражей и входных наружных дверей, (м$^2 \cdot$ ч)/кг ;

$\Delta p_{ок}$ и $\Delta p_{дв}$ - соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон, витражей и входных наружных дверей;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, равное 168 – $n_{вент}$ для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м^3.

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, $k_{быт}$, Вт/(м$^3 \cdot$°С) определяется по СП 50.13330

$$k_{быт} = (q_{быт} A_р) / V_{от} (t_в - t_{от}), \quad (4.15)$$

где

$q_{быт}$, Вт/м^2, – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 расчетной площади общественного здания ($A_р$), принимаемая по приложению Г СП 50.13330;

$A_р$ – расчетная площадь общественного здания, м^2.

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, $k_{рад}$, Вт/(м^3·°С), определяется по СП 50.13330

$$k_{рад} = 11,6 Q_{рад}^{год} / (V_{от} ГСОП), \quad (4.16)$$

где

$Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления через окна и витражи от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год,

$$Q_{рад}^{год} = \tau_{1ок} \tau_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1.фон} \tau_{2.фон} A_{фон} I_{гор}, \quad (4.17)$$

$\tau_{1ок} \tau_{1фон}$ – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей;

$\tau_{2ок} \tau_{2фон}$ – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения;

$(A_{ок1}, A_{ок2}, A_{ок3}, A_{ок4})$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м^2;

$A_{фон}$ – площадь светопроемов зенитных фонарей здания, м^2;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/(м^{2}год).

$I_{гор}$ – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/(м^{2}год);

$V_{от}$ – то же, что и в (4.6).

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, $q_{от}^{тр}$, $Вт/(м^3 \cdot ^oC)$, определяется по таблице 14 СП 50. 13330.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, $Q_{от}^{год}$ $кВт/год$, определяется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \; ГСОПV_{от} q_{от}^{р}. \quad (4.18)$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{общ}^{год}$, $кВт \cdot ч/год$ определяется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \; ГСОПV_{от} (k_{об} + k_{вент}). \quad (4.19)$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $q, кВт/(м^2 \cdot год)$, определяется по формуле:

$$q = Q_{от}^{год} / A_{от}. \quad (4.20)$$

Оценка уровня теплозащиты рассматриваемого объекта и его энергоэффективности проводится на основе расчетов, выполненных по:

- СП 50. 13330.2012 «Тепловая защита зданий» актуализированная редакция СНиП -23-02-2003»;

- СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей».

Д.1.5 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания «Бутик-Отеля», расположенного по адресу: г. Москва, ул. Зубовская, д. 7

Д.5.1 Технико-экономические показатели здания

Показатель	Обозначение	Величина, размерность, м^2
Полезная (отапливаемая) площадь здания, в том числе:	$A_{от}$	20618,5
- площадь жилой части	$A_{от1}$	14019,2
- площадь нежилой части	$A_{от2}$	6599,3
Расчетная площадь здания	$A_{р}$	17399,2
Площадь жилых помещений	$A_{р.ж}$	12118,0
Расчетная площадь нежилой части здания	$A_{р.н.ж.}$	4158,0
Отапливаемый объем здания, в том числе:	$V_{от}$	97772,0 м^3
- объем жилой части здания	$V_{от1}$	66756,0 м^3
- объем нежилой части здания	$V_{от2}$	31016,0 м^3
Верхняя отметка здания	H	25,5 м
Этажность		1-5-6 этажей
Количество жильцов		326 чел.
Количество номеров и апартаментов		Номеров – 91 Апартаментов – 120
8-часовой рабочий день 5-дневная рабочая		

Таблица Д.1.5.1 – Площади фрагментов ограждающих конструкций здания и значения их сопротивлений теплопередаче, $R_o^{усл}$

Фрагменты ограждения	Площадь А, м^2	$R_o^{усл}$ м^2.° С/Вт
Наружные стены всего здания без проемов – тип 1 (старое здание – кирпичная стена)	580,6	4,8
Наружные стены всего здания без проемов – тип 2 (старое здание – кирпичная стена)	1694,0	4,44
Наружные стены всего здания без проемов – тип 3 (новое здание – ж/б стена)	5026,1	4,81
Наружные стены всего здания без	727,2	3,91

проемов – тип 4 (новое здание -2 рампы и разгрузочная – ж/б стена)		
Наружные стены всего здания без проемов – тип 5 (новое здание – лестница между рампами - ж/б стена)	172,8	3,88
Наружные стены всего здания без проемов	8200,7	4,63
Окна фасада (в осях 1-25) по оси А - Северо-Запад	829,0	0,76
Окна фасада (в осях А-Р) по оси 25 - Юго-Запад	496,0	0,76
Окна фасада (в осях 25-1) по оси Р - Юго-Восток	733,0	0,76
Окна фасада (в осях Р-А) по оси 1 - Северо-Восток	560,7	0,76
Окна фасада в осях А-Р по оси 6 (внутренний двор)	331,8	0,76
Окна фасада в осях Р-А по оси 11 (внутренний двор)	409,8	0,76
Окна фасада в осях 4-21 по оси М (внутренний двор)	392,5	0,76
Окна фасада в осях 21-4 по оси Д (внутренний двор)	209,9	0,76
Окна всего здания	3962,7	0,76
Витражи – Северо-Запад	254,0	0,76
Витражи – Юго - Запад	23,0	0,76
Витражи (внутренний двор)	418,6	0,76
Витражи – Северо-Восток	102,0	0,76
Витражи 1-го этажа всего здания (ленточное остекление с стеклянными дверными блоками	987,0	0,76
Витражи всего здания	1784,0	0,76
Окна и витражи ЛЛУ	101,8	0,76
Остекление всего здания	5848,5	0,76
Наружные двери 1-го этажа всего здания алюминиевые утепленные глухие	10,5	1,14
Наружные двери 1-го этажа всего здания с остеклением	69,4	0,96
Фасады всего здания	14129,1	-
Покрытие – тип 1 (кровля над «фитнесом» и ресторанами над 1-м этажом)	1035,5	7,33

Покрытие – тип 2 (кровля террас 5-го этажа)	470,7	6,05
Покрытие – тип 3 (кровля 5-го и 6-го этажей неэксплуатируемая)	3449,8	7,73
Покрытие – тип 4 (кровля 5-го и 6-го этажей эксплуатируемая)	727,8	6,7
Покрытие всего здания	5683,8	7,4
Перекрытие над автостоянкой	3900,6	$R_{жв.}$ = 4,01
Перекрытие над проездом и нависающие консоли над проходами	388,1	5,51
Перекрытие над рампой	220,1	5,08
Ограждающие конструкции всего здания	24521,7	-
Отапливаемый объем всего здания	97772,0	

Показатель компактности здания

$$A_{ост} / A_{ф} = 5848,5/14129,1 = 0,41$$

$$A_{огр.} / V_{от} = 24521,7/97772,0 = 0,25 \text{ м}^{-1}$$

Д.1.5.2 Элементы, составляющие стеновые конструкции

Система наружной теплоизоляции с вентилируемой воздушной прослойкой

включает следующие стыковочные расчетные элементы:

- стыки стены с оконными блоками, витражами и наружными входными;
- дверями;
- наружные и внутренние углы стен;
- сопряжение стены с покрытием;
- примыкание стены к перекрытию над подземной автостоянкой;
- крепеж утеплителя к стене тарельчатыми анкерами;
- крепеж наружного слоя стены к ее основанию кронштейнами

Плоский элемент – стена по глади (зона, удаленная от элементов теплотехнических неоднородностей).

Для расчета приведенного сопротивления теплопередаче стен рассмотрены следующие элементы:

- стены тип 1 и 2 – плоский элемент 1: кирпичная стена, утепленная снаружи минераловатным утеплителем с штукатуркой по сетке;

- стены тип 3 – плоский элемент 2 – ж.-б. стена, утепленная снаружи минераловатным утеплителем с вентилируемой воздушной прослойкой;
- стены тип 4 и 5 – плоский элемент 2 – ж.-б. стена, утепленная снаружи минераловатным утеплителем с штукатуркой по сетке;
- линейный элемент 1 – примыкание оконных блоков, витражей и наружных входных дверей к стене;
- линейный элемент 2 – угловое соединение стен;
- линейный элемент 3 – примыкание покрытия к стене;
- линейный элемент 4 – примыкание перекрытия над подземной автостоянкой к стене;
- точечный элемент 1 – тарельчатые анкеры, прикрепляющие утеплитель к стене;
- точечный элемент 2 – кронштейны, прикрепляющие наружный слой стены к ее основанию.

Д.1.5.3 Геометрические характеристики элементов

Все фасады здания, включая проемы, имеет общую площадь 14129,1 м^2.

Проемы фасадов заполнены следующими конструкциями: окнами, витражами и наружными входными дверями. Общая площадь окон 3962,7 м^2. Витражи площадью 1784,0 м^2. Окна и витражи ЛЛУ площадью 101,8. Наружные двери всего здания общей площадью 79,9 м^2.

Площадь стен без проемов для расчета R_o^{mp} составляет:

$$A = 14129,1 – (3962,7 + 1784,0 + 101,8 + 79,9) = 8200,7 \text{ м}^2.$$

Линейный элемент 1 – примыкание окон, витражей и дверей к стене.

Общая длина откосов окон, витражей и наружных дверей определяется по экспликации этих проемов и равна $L_1 = 8000,9$ м.

Длина откосов, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента, равна:

$$l_1 = 8000,9/8200,7 = 0,976 \text{ м}^{-1}$$

Линейный элемент 2 – угловое соединение стен: $L_2 = 25,5 \times 28 = 714,0$ м (17 наружных, 11 внутренних) – высота здания в месте расположения угла, умноженная на количество углов:

$$l_2 = 714,0/8200,7 = 0,087 \text{ м}^{-1}.$$

Линейный элемент 3 – примыкание покрытия к стене; длина сопряжения покрытия со стеной L_3 = 803,3 м):

$$l_3 = 803,3/8200,7 = 0,098 \text{ м}^{-1}.$$

Линейный элемент 6 – примыкание перекрытия над подземной автостоянкой к стене; длина сопряжения перекрытия со стеной L_6 = 338,4,0 м:

$$l_6 = 338,4/8200,7 = 0,041 \text{ м}^{-1}.$$

Точечный элемент 1: среднее число тарельчатых анкеров – 6 шт. на 1 м^2 площади стены.

Точечный элемент 2: среднее число кронштейнов – 2 шт. на 1 м^2 площади стены.

Д.1.5.4 Расчет удельных потерь теплоты, обусловленных элементами

В проектируемом здании 5 видов стен – (рисунки Д.1 – Д.3, таблица Д.1.5.1).

Определяем средневзвешенное значение сопротивления теплопередаче стен:

$$R_o^{усл} = (580,6\times4,8 + 1684,0\times4,44 + 5026,1\times4,81 + 727,2\times3,91 + 172,8\times3,88):$$

$$:(580,6 + 1684,0 + 5026,1 + 727,2 + 172,8) = 4,63 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{С/Вт};$$

U – коэффициент теплопередачи однородной i-той части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент – i-го вида) – стены: $U = 1/R_{o,1}^{усл} = 1/4,63 = 0,216$ Вт/(м$^2\cdot^\circ$С).

Удельные потери теплоты линейных и точечных элементов определяем по таблицам СП 230.1325800. Описание конструкций см. выше.

Удельные потери теплоты линейного элемента 1 принимаются по таблице Г.34 СП 230.1325800: «Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м$\cdot^\circ$С) для узла примыкания оконного блока к откосу стены с оштукатуренным фасадом. Рама сдвинута от внутренней поверхности утеплителя на 100 мм».

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел (элемент 1):

- термическое сопротивление утеплителя в стенах $R_{ут}$ = 3,57 м$^2\cdot^\circ$С/Вт;

- теплопроводность кирпичной кладки λ_o = 0,81 Вт/(м$\cdot^\circ$С);

- теплопроводность основания ж.-б. стен λ_o = 2,04 Вт/(м ·° С) ;

- толщина оконной рамы 70 мм (принимаем, что оконная рама выдвинута за внутреннюю поверхность утеплителя на 100 мм);

- выступ за нижнюю поверхность рамы $d_н$ = 20 мм.

В таблице Г.34 СП 230.1325800 приведены расчеты, выполненные для $R_{ут}$ = 3,0 и 6,0 м²·° С/Вт (на стене); λ_o = 0,6 и 1,8 Вт/(м ·° С) ;

Удельные потери теплоты, скорректированные интерполяцией на основе данных по проекту, равны ψ_1 = 0,093 Вт/(м ·° С) .

Удельные потери теплоты линейного элемента 2 принимаются по таблице Г.28 СП 230.1325800. «Удельные потери теплоты ψ , Вт /(м ·° С) для угла СФТК».

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел (угол – элемент 2):

- сопротивление теплопередаче утеплителя на стене, равное $R_{ут}$ = 3,57 м²·° С/Вт ;

- теплопроводность основания стены: теплопроводность кирпичной стены λ_o = 0,81 Вт/(м ·° С) ; теплопроводность ж.-б. стены λ_o = 2,04 Вт/(м ·° С) .

В таблице Г.28 СП 230.1325800 приведены расчеты, выполненные для теплопроводности основания λ_o = 0,6 и 1,8 Вт/(м ·° С) ;сопротивление теплопередаче утеплителя на стенах равно $R_{ут}$ = 3,0 и 6,0 м²·° С/Вт .

Удельные потери теплоты, скорректированные интерполяцией на основе исходных данных по проекту, равны для наружного угла ψ_{21} = 0,16 Вт/(м ·° С) , для внутреннего угла ψ_{22} = –0,21 Вт/(м ·° С) .

В проектируемом здании 17 наружных углов и 11 внутренних. Следовательно, удельные потери теплоты для всех углов ψ_2 = 0,16×17 + (–0,21×11) = 0,41 Вт/(м ·° С) .

При наружном утеплении выходы плит перекрытий закрыты утеплителем, и они не являются «мостиками холода».

Удельные потери теплоты в зоне примыкания стены к покрытию (линейный элемент 3) определяем по таблице Г.39 СП 230.1325800.

В таблице приведены удельные потери теплоты ψ , Вт/(м ·° С) , для

следующих значений: основание стены 250 мм теплопроводностью 0,6 и 1,8 Вт/(м ·°С) ; на стене $R_{ут}$ = 3,0 и 6,0 м²·°С/Вт), толщина железобетонной плиты покрытия 210 мм,

В проекте:

- толщина железобетонной плиты покрытия 250 мм;
- термическое сопротивление слоя утеплителя на плите покрытия $R_{ут}$ = 6,25 м²·°С/Вт ;
- стена – кирпичная кладка толщиной 700 мм, теплопроводностью 0,81 Вт/(м ·°С) ,
- стена – ж.-б. толщиной 300 мм, теплопроводностью 2,04 Вт/(м ·°С) .

Соответствующие этим параметрам удельные потери теплоты рассчитываются интерполяцией. Получили ψ_3 = 0,17 Вт/(м ·°С) .

Удельные потери теплоты в зоне примыкания стены к перекрытию над подземной автостоянкой (линейный элемент 4) определяем по таблице Г.39 СП 230.1325800.

В таблице приведены удельные потери теплоты ψ , Вт/(м ·°С) , для следующих значений: основание стены 250 мм теплопроводностью 0,18 и 0,32 Вт/(м ·°С) ; на стене $R_{ут}$ = 3,0 и 6,0 м²·°С/Вт), толщина железобетонной плиты покрытия 210 мм.

В проекте:

- толщина железобетонной плиты перекрытия 250 мм;
- термическое сопротивление слоя утеплителя на плите покрытия $R_{ут}$ = 2,38 м²·°С/Вт ;
- стена – ж.-б. толщиной 300 мм, теплопроводностью 2,04 Вт/(м ·°С) .

Соответствующие этим параметрам удельные потери теплоты рассчитываются интерполяцией. Получили ψ_4 = 0,21 Вт/(м ·°С) .

Удельные потери теплоты χ , Вт/ ·°С , для тарельчатого анкера (элемента 1) принимаются по таблице Г.4. СП 230.1325800.

Рассматриваемому элементу соответствует первая строка таблицы.

Удельные потери теплоты $\chi_1 = 0{,}006$ Вт/ °С .

Удельные потери теплоты для кронштейна (точечного элемента 2) равны $\chi_2 = 0{,}04$ Вт/ °С .

Таким образом, определены удельные потери теплоты, обусловленные всеми элементами в рассматриваемом фрагменте ограждающей конструкции (стене).

Д.1.5.5 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.1.5.2 в соответствии с приложением Е СП 50.13330 (таблица Е.2)

Таблица Д.1.5.2

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты,	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ^{2} · °С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0,216$ Вт/(м ^{2} · °С)	$U_1 a_1 = 0,216$	46,9
Линейный элемент 1	$l_1 = 0,976$ м/м^2	$\psi_1 = 0,093$ Вт/(м ·°С)	$\psi_1 l_1 = 0,091$	11,5
Линейный элемент 2	$l_2 = 0,087$ м/м^2	$\psi_2 = 0,41$ Вт/(м ·°С)	$\psi_2 l_2 = 0,036$	-
Линейный элемент 3	$l_3 = 0,098$ м/м^2	$\psi_3 = 0,17$ Вт/(м ·°С)	$\psi_3 l_3 = 0,017$	2,49
Линейный элемент 6	$l_4 = 0,041$ м/м^2	$\psi_4 = 0,21$ Вт/(м ·°С)	$\psi_4 l_4 = 0,0086$	
Точечный элемент 1	$n_1 = 6$ 1/м^2	$\chi_1 = 0,006$ Вт/ °С	$\chi_1 l_1 = 0,036$	12,9
Точечный элемент 2	$n_2 = 2$ 1/м^2	$\chi_2 = 0,04$ Вт/ °С	$\chi_2 l_2 = 0,08$	17,2
Итого:			$1/R^{пр} = 0,484$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции (стены) рассчитываем по формуле (5.1) СП 230.1325800:

$$R_o^{пр} = 1/(0,216 + 0,091 + 0,036 + 0,017 + 0,0086 + 0,036 + 0,08) =$$

$$= 1/0,484 = 2,07 \text{ Вт/(м}^2 \cdot °\text{С)} .$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по формуле (5.7) СП 230.1325800, равен:

$$r = 0{,}216/0{,}484 = 2{,}07/4{,}63 = 0{,}446.$$

Д.1.5.6 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче покрытия

Конструкции покрытий здания с расчетом сопротивления теплопередачи, $R_o^{усл}$, представлены на рисунках Д.4 – Д.7 и в таблице Д.1.5.1.

Покрытие здания – плоский элемент 2.

В здании пять видов покрытий.

Находим средневзвешенную величину сопротивления теплопередаче:

$$R_o^{усл} = (1035{,}5\times7{,}33 + 470{,}7\times6{,}05 + 3449{,}8\times7{,}73 + 727{,}8\times6{,}7)/(1035{,}5 +$$

$$+ 470{,}7 + 3449{,}8 + 727{,}8) = 7{,}4 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{С/Вт}.$$

Линейный элемент 1 – стык покрытия со стеной.

Площадь покрытия всего здания 5683,8 м^2. Длина сопряжения покрытия со стеной L_1 = 803,3 м.

Удельная геометрическая характеристика:

$$l_1 = 803{,}3/5683{,}8 \text{ м}^2 = 0{,}141 \text{ м}^{-1}.$$

U – коэффициент теплопередачи однородной i-й части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент i-го вида) – покрытие: $U = 1/R_o^{усл} = 1/7{,}4 = 0{,}135$ Вт/(м$^2\cdot^\circ$С)

Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м$\cdot^\circ$С), для узла сопряжения стены с покрытием принимаются по таблице Г.43 СП 230.1325800 (стена с наружным утеплением оштукатуренная). Утепление парапета отсутствует.

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел примыкания покрытия к стене:

- термическое сопротивление утеплителя на стене $R_{ут.1} = 3{,}57$ м$^2\cdot^\circ$С/Вт;
- термическое сопротивление утеплителя на плите покрытия $R_{ут.2} = 5{,}62$ м$^2\cdot^\circ$С/Вт;
- теплопроводность основания стены $\lambda_o = 0{,}81$ или $2{,}04$ Вт/(м$\cdot^\circ$С).

В таблице приведены расчеты для $R_{ут.1} = 3{,}0$ и $6{,}0$ м$^2\cdot^\circ$С/Вт; $R_{ут.2} = 5{,}0$ и $7{,}81$ м$^2\cdot^\circ$С/Вт; $\lambda_o = 1{,}8$ Вт/(м$\cdot^\circ$С).

Данные исследуемой конструкции отличаются от приведенных в таблице. Необходимую величину находим интерполяцией $\psi = 0{,}756$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С).

Результаты сведены в таблицу Д.1.5.3 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Д.1.5.3

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты,	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м $^2\cdot^{\circ}$С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}135$ Вт/(м $^2\cdot^{\circ}$С)	$U_1 a_1 = 0{,}135$	75,9
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}141$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}756$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}106$	24,1
Итого:			$1/R^{пр} = 0{,}241$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции (покрытия) рассчитываем по формуле (5.1) СП 230.1325800:

$$R_o^{пр} = 1/(0{,}135 + 0{,}106) = 1/0{,}241 = 4{,}15 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{С/Вт}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по формуле (5.7), СП 230.1325800 равен:

$$r = 0{,}135/0{,}241 = (4{,}15/7{,}4) = 0{,}56.$$

Д.1.5.7 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче перекрытия

Линейный элемент 2 – стык перекрытия над подземной автостоянкой в пределах здания со стеной.

Площадь перекрытия 3900,6 м^2. Длина сопряжения перекрытия над автостоянкой со стеной $L_1 = 338{,}4$ м.

Удельная геометрическая характеристика:

$$l_1 = 338{,}4/3900{,}6 \text{ м}^2 = 0{,}087 \text{ м}^{-1}.$$

U – коэффициент теплопередачи однородной i-й части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент – i-го вида) – перекрытие над подземной автостоянкой:

$$U = 1/R_o^{усл} = 1/4{,}01 = 0{,}249 \text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{С)}.$$

Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м $\cdot^{\circ}$С), для узла сопряжения стены с перекрытием над подземной автостоянкой принимаются по таблице Г.40 СП 230.1325800 (стена с наружным утеплением оштукатуренная).

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел примыкания покрытия к стене:

- термическое сопротивление утеплителя на стене $R_{ут.1} = 3,57$ м$^2\cdot^{\circ}$С/Вт ;
- термическое сопротивление утеплителя под плитой перекрытия $R_{ут.2} = 2,38$ м$^2\cdot^{\circ}$С/Вт ;
- теплопроводность основания стены $\lambda_o = 0,81$ или $2,04$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С).

В таблице приведены расчеты для $R_{ут.1} = 3,0$ и $6,0$ м$^2\cdot^{\circ}$С/Вт ; $R_{ут.2} = 1,88$ и $3,13$ м$^2\cdot^{\circ}$С/Вт . Данные исследуемой конструкции отличаются от приведенных в таблице. Необходимую величину находим интерполяцией $\psi = 0,715$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С).

Результаты сведены в таблицу Д.1.5.4 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Д.1.5.4

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, Вт/(м$^2\cdot^{\circ}$С)	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м$^2\cdot^{\circ}$С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0,249$ Вт/(м$^2\cdot^{\circ}$С)	$U_1 a_1 = 0,249$	75,9
Линейный элемент 1	$l_1 = 0,087$ м/м^2	$\psi_1 = 0,715$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С)	$\psi_1 l_1 = 0,062$	24,1
Итого:			$1/R^{пр} = 0,311$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции (покрытия) рассчитываем по формуле (5.1) СП 230.1325800:

$$R_o^{пр} = 1/(0,249 + 0,062) = 1/0,311 = 3,21 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{С/Вт}$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по формуле (5.7), СП 230.1325800 равен:

$$r = 0,249/0,311 = (3,21/4,01) = 0,8$$

Д.1.5.8 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания (Приложение Ж СП 50. 13330)

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), рассчитывается по формуле (4.6)

$$k_{об} = (1 / V_{от}) \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R^{пр}_{o,i});$$

$$K_{общ} = (1 / A^{сум}_{н}) \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R^{пр}_{o,i})$$ по формуле (4.7);

$$K_{комп} = A^{сум}_{н} / V_{от}$$ по формуле (4.8),

где $A^{сум}_{н}$ – сумма площадей (по внутреннему обмеру) всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания, м^2.

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формулах (4.6)–(4.8), полностью замыкает оболочку отапливаемой части здания.

Климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для г. Москва.

Средняя температура отопительного периода $t_{от}$ = –2,2 °С.

Продолжительность отопительного периода $z_{от}$ = 205 сут.

Температура внутреннего воздуха $t_в$ = 20 °С.

ГСОП = $(t_в - t_{от}) \cdot z_{от}$ = (20 – (-2,2)) 205 = 4551 °С сут.

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры первого этажа, где находятся входные наружные двери и лестнично-лифтовые узлы (18 °С), от температуры основных помещений, рассчитанный по формуле (5.3) СП 50.13330, составляет:

$$n_1 = (t^*_в - t_{от})/(t_в - t_{от}) = (18 - (-2,2))/(20 - (-2,2)) = 0,91$$

$$n_2 = (t^*_в - t_{от})/(t_в - t_{от}) = (20 - 5))/(20 - (-2,2)) = 0,67$$

для перекрытия над подземной автостоянкой.

Описание ограждающих конструкций здания

Ограждающая конструкция	Площадь, м^2	Приведенное сопротивление теплопередаче, м^2·°С/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности, r
Стены фасадов без проемов	8200,7	2,07	0,446
Окна	3962,7	0,76	-
Витражи	1784	0,76	
Наружные двери остекленные	69,4	0,96	-
Наружные двери глухие	10,5	1,14	-
Окна и витражи ЛЛУ	101,8	0,76	-
Фасады всего здания	13142,1	-	-
Покрытие здания	5683,8	4,15	0,56
Перекрытие над автостоянкой	3900,6	3,21	0,8
Перекрытие над проездом	388,1	5,51	-
Перекрытие над рампой	220,1	5,08	-
Отапливаемый объем здания, м^3	97772,0	-	-

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле (4.6).

$$k_{об} = (1/V_{от})\sum (n_{t,i}A_{ф,i} / R^{пр}_{o,i}) = (1/97772,0)(8200,7/2,07 + 3962,7/0,76 + 1784,0/0,76 +$$

$$69,4/0,96 + 10,5/1,14 + 101,8/0,76 + 5683,8/4,15 + 3900,6/3,21+388,1/5,51 +$$

$$+ 20,1/5,08 = 0,148 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Детали расчета сведены в таблицу Д.1.5.5.

Таблица Д.1.5.5

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{ф,i}$, м^2	$R^{пр}_{o,i}$, м^2·°С/Вт	$n_{t,i}A_{ф,i} / R^{пр}_{o,i}$	%
Стены фасадов без проемов	1	8200,7	2,07	3961,7	29,48
Окна и витражи	1	5746,7	0,76	7561,4	56,26
Окна и витражи ЛЛУ	0,91	101,7	0,76	121,8	0,9
Наружные двери остекленные	0,91	69,4	0,96	65,8	0,49

Наружные двери глухие утепленные	0,91	10,5	1,14	8,38	0,06
Покрытие	1	5683,8	7,4	768,1	5,71
Перекрытие на подземной автостоянкой	0,69	3900,6	3,21	838,4	6,23
Перекрытие над проездом и нависающие консоли над проходами	1	388,1	5,51	70,4	0,52
Перекрытие над рампой	1	220,1	5,08	43,3	0,32
Сумма	-	24321,6	-	13439,3	100

$$K_{общ} = (1 / A_н^{сум}) \sum (n_{т,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр}) = 13439,3/24321,6 = 0,55$$

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания определяется по формуле (5.5) СП 50.13330:

$$k_{об}^{тр} = (0,16 + 10/\sqrt{V_{от}})/(0,00013\ ГСОП + 0,61) =$$

$$= (0,16 + 10/97772,0)/(0,00013x4551 + 0,61) = 0,172\ Вт/(м^3 \cdot °С)$$

Удельная теплозащитная характеристика здания меньше нормируемой величины

$$k_{об} = 0,148 \le k_{об}^{тр} = 0,172 .$$

Наружная оболочка здания удовлетворяет нормативным требованиям.

Д.1.5.9 Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м^3·°С), определяем по формуле (Г.1) СП 50.13330:

$$q_{от}^{р} = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta](1 - \xi)\beta_h ,$$

где

$k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м^3·°С), определяется в соответствии с приложением Ж СП 50.13330;

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м^3·°С);

$k_{быт}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания,

Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C) ;

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C) ;

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, при отсутствии данных ξ равна 0,1;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления; для здания с отапливаемым подвалом β_h=1,07;

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; определяется по формуле:

$$\nu = 0,7 + 0,000025(\text{ГСОП}-1000) = 0,7 + 0,000025(4551-1000) = 0,79;$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; ζ = 0,95 в двухтрубной системе отопления с термостатами и авторегулированием на вводе.

Удельную вентиляционную характеристику здания, $k_{вент}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C), определяем по формуле (Г.2) СП 50.13330:

$$k_{вент} = 0,28\, c n_в \beta_\nu \rho_в^{вент} (1 - k_{эф}),$$

где

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг $\cdot ^\circ$C) ;

$n_в$ – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $ч^{-1}$;

β_ν – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, принимаем равным β_ν = 0,85;

$\rho_в^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3, определяется по формуле (Г.3) СП 50.13330:

$$\rho_в^{вент} = 353/(273 + t_{от}) = 353/(273 + (-2,2) = 1,3 \text{ кг/м}^3$$

$t_{от}$ – то же самое, что и в формуле (5.2) СП 50.13330;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, равен нулю.

$$n = n_{в1} + n_{в2} + n_{в3} + n_{в4}.$$

Средняя кратность воздухообмена в жилой части здания за отопительный период $n_{в1}$, определяется согласно Г.3 СП 50.13330:

$$n_{в1} = L_{вент} / \beta_v V_{от},$$

причем в качестве $L_{вент}$ принимается большее из двух значений.

В проектируемом здании m – количество жильцов – 326 чел.

$$L_{вент} = 30m = 30 \times 326 = 9780 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{вент} = 0{,}35 \times 3{,}1 \times А_Ж = 0{,}35 \times 3{,}1 \times 12118{,}0 = 13148{,}0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В данном случае второе значение больше, поэтому оно используется в расчете.

$$n_{в1} = 13148{,}0/0{,}85 \text{ x } 97772{,}0 = 0{,}158 \text{ ч}^{-1}.$$

Средняя кратность воздухообмена нежилой части здания за отопительный период, $n_в$, ч^{-1}, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (Г.4) СП 50.13330:

$$n_в = [(L_{вент} n_{вент}) / 168 + (G_{инф} n_{инф}) / (168 \rho_в^{вент})] / (\beta_v V_{от}),$$

где

$L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание, нормируемое при механической вентиляции и равное $4 A_р$ для нежилой части здания, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$A_р$ – расчетная площадь нежилой части здания, м^2 ($A_р = 4158{,}0 \text{ м}^2$);

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели (40 час при 8-часовом рабочем дне, 5 дней в неделю);

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч; для зданий от 4 до 9 этажей $G_{инф} = 0{,}15 \beta_v V_{от}$;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, равное 168 – $n_{вент}$ для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м^3;

$V_{общ}$ – отапливаемый объем нежилой части здания, м^3;

$V_{общ}$ = 31016,0 м^3;

$\rho_в^{вент}$ – указывалось ранее.

$$L_{вент} = 4 \times A_р = 4 \times 4158,0 = 16632,0 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n_{вент} = 40 \text{ ч}$$

$$G_{инф} = 0,15 \times 0,85 \, V_{общ}$$

$$G_{инф} = 0,15 \times 0,85 \times 31016,0 = 3954,5 \text{ кг/ч}$$

$$n_{инф} = 168 - 40 = 128 \text{ ч}$$

$n_{в2} = [(16632,0 \times 40)/168 + (3954,5 \times 128)/(168 \times 1,3)]/(0,85 \times 97772,0) = 0,095 \text{ч}^{-1}$.

Средняя кратность воздухообмена окон и витражей ЛЛУ (площадь 101,8 м^2) и входных наружных дверей (79,9 м^2) за отопительный период $n_{в3}$ определяется согласно ГЗ СП 50.13330:

$G_{инф} = \sum A_{ок} / R_{и.ок} (\Delta p_{ок} / 10)^{2/3} + A_{дв} / R_{и.дв} (\Delta P / 10^{1/2})$, где

$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H (\gamma_н - \gamma_в) + 0,03 \gamma_н (v)^2$ для окон и витражей;

$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H (\gamma_н - \gamma_в) + 0,03 \gamma_н (v)^2$ для наружных дверей.

$\Delta p_{ок} = 0,28 \times 25,5 \, (12,78 - 11,9) + 0,03 \times 12,78 \, (2,0)^2 = 7,81$ Па;

$\Delta p_{дв} = 0,55 \times 25,5 \, (12,78 - 11,9) + 0,03 \times 12,78 \, (2,0)^2 = 13,9$ Па;

$G_{инф} = (101,8/0,13) \times (7,81/10)^{2/3} + (79,9/0,13) \times (13,9/10)^{1/2} = 1673,7$ кг/ч;

$n_{в3} = [(1673,7 \times 168)/(168 \times 1,3)]/0,85 \times 97772,0 = 0,015 \text{ ч}^{-1}$.

Площадь помещений СПА равна $A_р$ = 1077,4 м^2; объем V = 4291,4 м^3.

$L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание физкультурно-оздоровительного комплекса, нормируемое при принудительной вентиляции, равно $10 A_р$ м^3/ч (9 часов в день, 5-дневная рабочая неделя).

$L_{вент} = 10 \times 1077,4 = 10774$ м^3/ч;

$n_{вент} = 45$ ч;

$G_{инф} = 0,2 \times 0,85 \times 4291,4 = 729,5$ кг/ч;

$n_{инф} = 168 - 45 = 123$ ч;

n_{a4} =[(10774,0×45)/168 +(729,5×123)/(168×1,3)]/(0,85×97772,0) = 0,04ч$^{-1}$;

$$n = 0,158 + 0,095 + 0,015 + 0,04 = 0,308 \text{ ч}^{-1};$$

$$k_{вент} = 0,28 c n_в \beta_v \rho_в^{вент} (1 - k_{эф}) = 0,28 \times 1 \times 0,308 \times 0,85 \times 1,3 = 0,095 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{С)}.$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, $k_{быт}$, Вт/(м$^3\cdot^\circ$С), определяется по формуле (Г.6) СП 50.13330:

$$k_{быт} = (q_{быт} A_ж) / V_{от} (t_в - t_{от}),$$

где $q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 расчетной площади общественного здания ($A_р$); учитывается расчетное количество людей, находящихся в здании, мощность освещения и оргтехники с учетом рабочих часов в неделю; $t_в, t_{от}, A_ж$ указано ранее.

Расчетная площадь нежилых этажей кроме помещений СПА $A_р$ = 3080,6 м^2; 8-часовой рабочий день, 5-дневная рабочая неделя.

Количество служащих и посетителей около 330 чел.

$$q_{быт\ 1} = [(3080,6 \times 25 \times 0,5 + 10,0 \times 3080,6 \times 0,9 + 90 \times 330) \times 5 \times 8/7] / (24 \times 3080,6) =$$

$$= 7,41 \text{ Вт/м}^2;$$

$$k_{быт\ 1} = (7,41 \times 3080,6) / 97772,0\ (20 - (-2,2)) = 0,0105 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{С)}.$$

В помещении СПА (фитнес-центр) 9-часовой рабочий день, 5-дневная рабочая неделя.

Расчетная площадь 1077,4 м^2. Количество посетителей около 70 чел.

$$q_{быт\ 2} = [(1077,4 \times 25 \times 0,7 + 10,0 \times 1077,4 \times 0,8 + 90 \times 70) \times 5 \times 9/7] / (24 \times 1077,4) =$$

$$= 8,4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$k_{быт\ 2} = (7,4 \times 1077,4) / 97772,0\ (20 \times (\times 2,2)) = 0,0037 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{С)}.$$

В жилой части здания на одного жильца приходится 14019,2/326 =43,0 м^2.

$$q_{быт\ 3} = 17 + (10 - 17)(43,0 - 20)/(45 - 20) = 10,59 \text{ Вт/м}^2.$$

Жилая площадь квартир 66756,0 м^2.

$$k_{быт\ 3} = (10,59 \times 14019,2) / 97772,0\ (20 - (-2,2)) = 0,068 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{С)};$$

$$k_{быт} = k_{быт\ 1} + k_{быт\ 2} + k_{быт\ 3} = 0,0105 + 0,0037 + 0,068 = 0,082 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{С)}.$$

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации $k_{рад}$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), определяется по формуле (Г.7) СП 50.13330:

$$k_{рад} = 11,6 Q_{рад}^{год} / (V_{от} ГСОП),$$

где $Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления через окна и витражи от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год

$$Q_{рад}^{год} = \tau_{1ок} k_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4).$$

Интенсивность суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, I на горизонтальную и вертикальную поверхности при действительных условиях облачности, МДж/м^2 принимается по таблице 3.5 МГСН 2.01-99,окна и витражи ЛЛУ исключены.

Окна и витражи, выходящие на:	А, м^2	I, кВтч/м^2	AI, кВтч
Северо-Запад	1269,0	255,0	323595,0
Юго-Запад	724,0	1544,0	1117856,0
Юго-Восток	929,0	1544,0	1434376,0
Северо-Восток	767,6	255,0	195738,0
		Всего:	3071567,0

Коэффициенты затенения непрозрачными элементами и относительного пропускания солнечной радиации светопрозрачных конструкций принимаются по прил. Л СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»

$$Q_s^y = 0,8 \times 0,68 \times 3071567,0 = 1670932,8 \text{ МДж/м}^2$$

$$k_{рад} = 11,6 \text{ x } 1670932,8/(97772,0 \text{ x } 4551) = 0,043 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Рассчитываем удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), по формуле:

$$q_{от}^{р} = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \nu \zeta] (1 - \xi) \beta_h,$$

$$q_{от}^{р} = [0,148 + 0,095 - (0,082 + 0,043)\ 0,79 \times 0,95](1 - 0,1)\ 1,07 = 0,142 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}.$$

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, $q_{от}^{тр}$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), по таблице 14 СП 50.13330 для жилых зданий 6 этажей равна 0,336 Вт/(м $^3\cdot^\circ$С).

$$q_{от}^{р} = 0{,}142 \leq q_{от}^{тр} = 0{,}336$$

$$[(0{,}142 - 0{,}336)/0{,}336 \times 100] = -57{,}8\ \%$$

Требование соблюдается.

Класс энергосбережения рассматриваемого здания принимаем А (таблица 15 «Классы энергосбережения жилых и общественных зданий» СП 50.13330).

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{от}^{год}$ определяется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{от}^{год} = 0{,}024\ ГСОПУ_{от} q_{от}^{р} = 0{,}024 \times 4551 \times 97772{,}0 \times 0{,}142 = 1516424{,}8\ кВт \cdot ч/год$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{общ}^{год}$ определяется по приложению Г СП 50.13330.

$$Q_{общ}^{год} = 0{,}024\ ГСОПУ_{от} (k_{об} + k_{вент}) = 0{,}024 \times 4551 \times 97772{,}0\ (0{,}146 + 0{,}095) =$$

$$= 2573650{,}7 = 821588{,}7\ кВт \cdot ч/год$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q определяется по формуле:

$$q = Q_{от}^{год} / A_{от} = 1516424{,}8/20618{,}5 = 73{,}55\ кВт \cdot ч/(м^2 \cdot год)$$

Д.1.5.10 Проверка конструкций наружных стен на выполнение санитарно-гигиенических требований

В проектируемом здании три вида стен (рисунки Д1, Д2).

Приведенное сопротивление теплопередаче стен:

- тип 1 $R_{o,i}^{пр} = 0{,}447 \times 4{,}8\ м^2 \cdot {}^\circ С/Вт = 2{,}14\ м^2 \cdot {}^\circ С/Вт$;
- тип 2 $R_{o,i}^{пр} = 0{,}447 \times 4{,}44\ м^2 \cdot {}^\circ С/Вт = 1{,}98\ м^2 \cdot {}^\circ С/Вт$;
- тип 3 $R_{o,i}^{пр} = 0{,}447 \times 4{,}81\ м^2 \cdot {}^\circ С/Вт = 2{,}15\ м^2 \cdot {}^\circ С/Вт$.

Конденсация влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$t_п = t_в - (t_в - t_н) / R_o^{пр} \cdot \alpha_в .$$

Для стены, тип 1 $t_п = 20 - (20 - (-25))/(2{,}14 \times 8{,}7) = 17{,}6\ ^\circ С \geq 10{,}7\ ^\circ С$ (точка росы при $t_в = 20\ ^\circ С$, $\varphi_в = 55\ \%$).

Для стены, тип 2 $t_п = 20 - (20 - (-25))/(2{,}05 \times 8{,}7) = 17{,}4\ С \geq 10{,}7\ ^\circ С$ (точка

росы при $t_В = 20\ ^oC$, $\varphi_в = 55\ \%$).

Для стены, тип 3 $t_п = 20 – (20 – (–25))/(2,15×8,7) = 17,6\ ^oC \geq 10,7\ ^oC$ (точка росы при $t_В = 20\ ^oC$, $\varphi_в = 55\ \%$).

Представленные конструкции стен удовлетворяют требованиям СП 50.13330.2012 по условию не выпадения конденсата на внутренней поверхности.

Температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции.

Нормируемый температурный перепад: $\Delta t^н = 4,0^oC$.

Расчетный температурный перепад определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = n(t_в - t_н) / R_o^{пр} \cdot \alpha_в .$$

Для трех типов стен:

- тип 1 $\Delta t_0 = 1\ (20 – (–25))/2,14×8,7 = 2,4\ ^oC \leq 4,0\ ^oC$;
- тип 2 $\Delta t_0 = 1\ (20 – (–25))/2,05×8,7 = 2,6\ ^oC \leq 4,0\ ^oC$;
- тип 3 $\Delta t_0 = 1\ (20 – (–25))/2,15×8,7 = 2,4\ ^oC \leq 4,0\ ^oC$.

Представленные конструкции стен удовлетворяют требованиям СП 50.13330.2012 по температурному перепаду между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Заключение. Проверка теплозащитных качеств оболочки здания «Бутик-Отель» по адресу: г. Москва, ул. Зубовская, д.7 (раздел 5.1 СП 50.13330)

1. Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования).

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен:

$$R_o^{mp} = A \cdot ГСОП + b = 0{,}00035 \cdot 4551 + 1{,}4 = 2{,}99 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружных стен:

$$R_o^{норм} = R_o^{mp} \cdot 0{,}63 = 2{,}99 \cdot 0{,}63 = 1{,}88 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$$

Приведенные значения сопротивления теплопередаче стен:

В проектируемом здании три вида стен (рисунки Д1, Д2).

Приведенные сопротивления теплопередаче стен:

- тип 1 $R_{o,i}^{пр} = 0{,}447 \times 4{,}8 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт} = 2{,}14 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$;

- тип 2 $R_{o,i}^{пр} = 0{,}447 \times 4{,}44 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт} = 1{,}98 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$;

- тип 3 $R_{o,i}^{пр} = 0{,}447 \times 4{,}81 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт} = 2{,}15 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$

соответствуют требуемым значениям.

2. Таблица соответствия нормируемых значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания рассчетным:

Конструкция	Нормируемое значение, $R_o^{пр}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$	Расчетное значение, $R_o^{пр}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$
Наружные стены	2,99/1,88	2,14; 1,98
Окна и витражи	0,54/0,56	0,76
Наружные двери	0,7	0,96; 1,14
Покрытие	4,67/3,74	4,15
Перекрытия над проездом	4,67/3,74	5,51; 5,08
Перекрытие над автостоянкой	4,12/3,30	3,31

3. Удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование):

$$k_{об}^{тр} = 0{,}172 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)};$$

$$k_{об} = 0{,}146 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Требование соблюдается.

3. Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Проверка конструкций стен на выполнение санитарно-гигиенических требований показала, что предложенные варианты удовлетворяют требованию п.5.1 СП 50.13330.

Энергетический паспорт здания «Бутик-Отеля» по адресу:

г. Москва, ул. Зубовская, д.7

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	23 июня 2017 г.
Адрес здания	Москва, ул. Зубовская, д.7
Разработчик проекта	НИИСФ РААСН
Адрес и телефон разработчика	8-495- 482-37-01
Шифр проекта	№
Назначение здания, серия	Жилой комплекс
Этажность, количество секций	1-5-6-этажное здание
Количество квартир	Номеров – 91, апартаментов – 120
Расчетное количество служащих и посетителей	Около 300 чел.
Расчетное количество жильцов	326 чел.
Размещение в застройке	Отдельно стоящее
Конструктивное решение	Кирпичная кладка или ж.-б. стена, утепленные снаружи

2. Расчетные условия

Расчетный параметр	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_н$	$^\circ C$	–25
2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	$^\circ C$	–2,2
3. Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	*сут / год*	205
4. Градусо-сутки отопительного периода	*ГСОП*	$^\circ C \cdot$ *сут / год*	4551
5. Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_в$	$^\circ C$	20
6. Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	$^\circ C$	-
7. Расчетная температура подземной автостоянки	$t_{подп}$	$^\circ C$	5

3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}$, $м^2$	20618,5	
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}$, $м^2$	12118,0	
10. Расчетная площадь нежилой части здания	$A_{р}$, $м^2$	4158,0	
11. Отапливаемый объем	$V_{от}$, $м^2$	97772,0	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,41	
13. Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,25	
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{н}^{сум}$, $м^2$	22662,5	
- фасадов	$A_{фас}$	13142,1	
- стен	$A_{ст}$	8200,7	
- окон и витражей	$A_{ок\,1}$	4759,7	
- фонарей	$A_{ок\,2}$	-	
- окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок\,3}$	101,7	
- балконных дверей наружных переходов	$A_{ок\,4}$	-	
	$A_{ст\,4}$	-	
- входных дверей остекленных	$A_{дв}$	69,9	
- входных дверей глухих		10,5	
- ворот	$A_{покр}$	-	
- покрытия (кровли)	$A_{черд}$	5683,8	
- чердачных перекрытий		-	
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная)	$A_{черд\,.т}$	-	
- стен ниже уровня земли		-	
- перекрытия над проездом	$A_{цок\,1}$	388,1	
- перекрытие над подземной автостоянкой	$A_{цок\,2}$	3900,6	
- окон и витражей по сторонам Света:			
- Северо –Восток		767,6	
- Юго-Восток		928,0	
- Северо-Запад		1269,0	
- Юго-Запад		724,0	

4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения $м^2 \cdot °C/Вт$	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений в том числе:	$R_o^{пр}$			
- стен	$R_{o,ст}^{пр}$	2,99/1,88	2,07	
- окон	$R_{ок,1}^{пр}$	0,54/0,56	0,76	
- фонарей	$R_{ок,2}^{пр}$	-	-	
- окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{ок,3}^{пр}$	-	-	
- балконных дверей наружных переходов	$R_{ок,4}^{пр}$	-	0,96	
- входных дверей остекленных			1,14	
- входных дверей глухих	$R_{дв1}^{пр}$	0,7	-	
- ворот	$R_{дв2}^{пр}$	0,7	4,15	
- покрытий	$R_{o,покр}^{пр}$	-	-	
- чердачных перекрытий	$R_{o,черд}^{пр}$	4,67/3,74		
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентное)		-	3,31	
- перекрытия над подземной автостоянкой (эквивалентное)	$R_{o,цок.1}^{пр}$	-	5,51	
- перекрытия над проездом	$R_{o,цок.1}^{пр}$	4,12/3,30	5,08	
- перекрытия над рампой		4,67/3,74		
		4,67/3,74		

5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$k_{общ}$, $Вт/(м^2 \cdot °C)$	-	0,55
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	n_a, $ч^{-1}$	-	0,308
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, $Вт/м^2$	-	7,41; 8,4; 10,59
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{от}$, $руб/кВт \cdot ч$	-	-

6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$, $Вт/(м^3 \cdot °C)$	0,172	0,148
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$, $Вт/(м^3 \cdot °C)$	-	0,095
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$, $Вт/(м^3 \cdot °C)$	-	0,082
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$, $Вт/(м^3 \cdot °C)$	-	0,043

7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормативное значение показателя
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,1
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	ξ	-
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,79
28. Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	β_h	1,07

8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{р}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$ С)	0,142
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$ С)	0,336
31. Класс энергосбережения	-	С
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите	-	Да

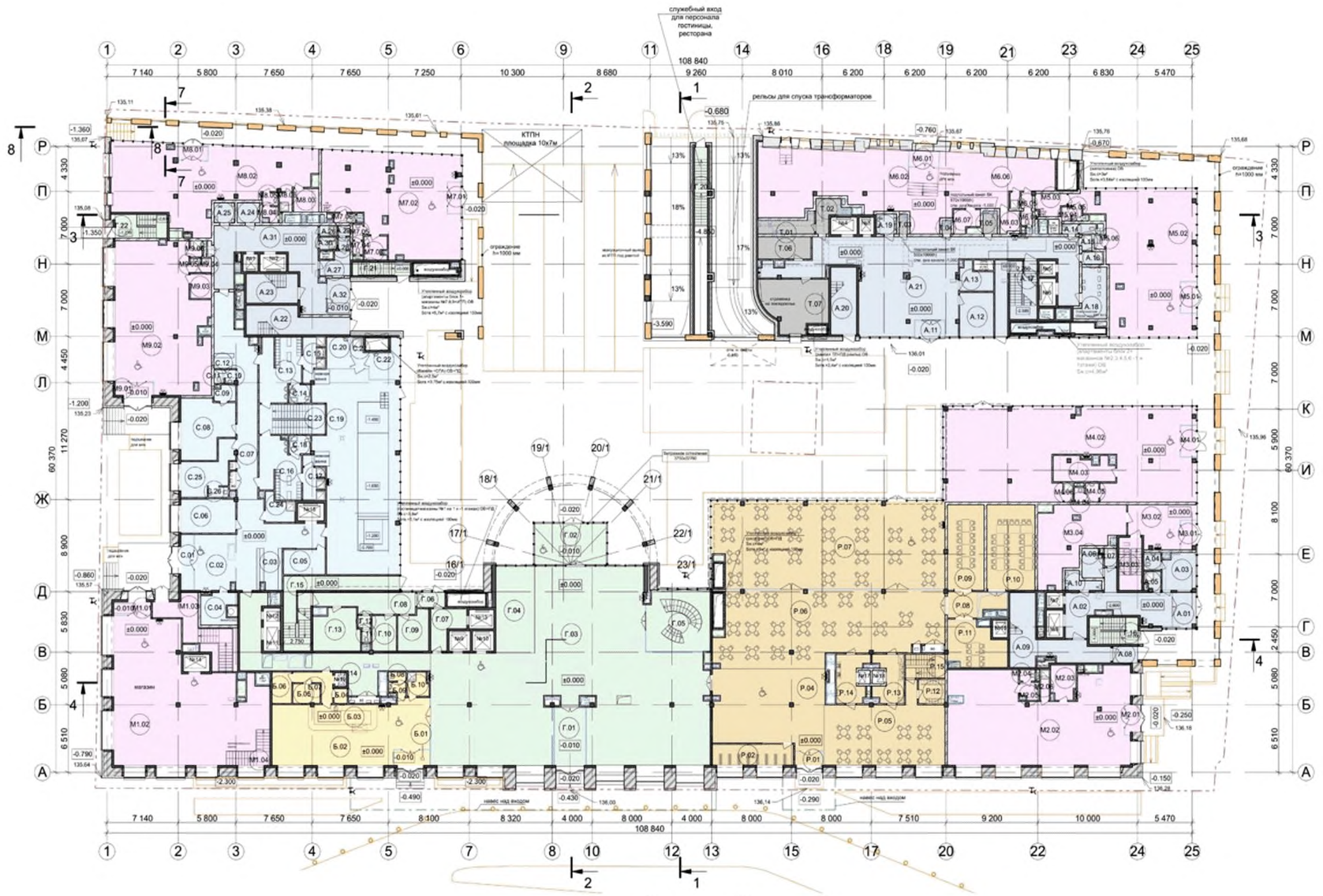
9. Энергетические нагрузки

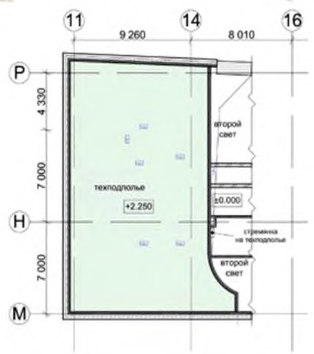
Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт $\cdot$ ч /($м^3 \cdot год$) кВт $\cdot$ ч /($м^2 \cdot год$)	73,55
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт $\cdot$ ч /(год)	1516424,8
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт $\cdot$ ч /(год)	821588,7

Класс энергосбережения рассматриваемого здания принимаем А (таблица 15 «Классы энергосбережения жилых и общественных зданий» СП 50. 13330) .

Срок, в течение которого выполнение требований расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию обеспечивается застройщиком, должен составлять не менее пяти лет с момента ввода их в эксплуатацию.

При этом во всех случаях на застройщике лежит обязанность проведения обязательного расчетно-инструментального контроля нормируемых энергетических показателей дома как при вводе дома в эксплуатацию, так и последующего их подтверждения не реже, чем один раз в пять лет.





Условные обозначения:

- существующие стены
- проектируемые монолитные железобетонные стены, колонны
- проектируемые кирпичные перегородки
- закладываемые проемы в существующих стенах
- пробиваемые проемы в существующих стенах
- пк (пожарный кран)

Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

							Шифр: 17ФСА14		АР
							Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"		
							Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.		
Изм	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата				
Ген. директор		Коростелева					Архитектурные решения	Стадия	Лист	Листов
ГАП		Дарбинян						П	5	
Гл. спец.		Бойко								
							План 1 этажа на отм. ±0,000. План техподполья. М 1:200	ЗАО "МАСТЕРСКАЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"	
Норм.контр.		Дарбинян							



Условные обозначения:

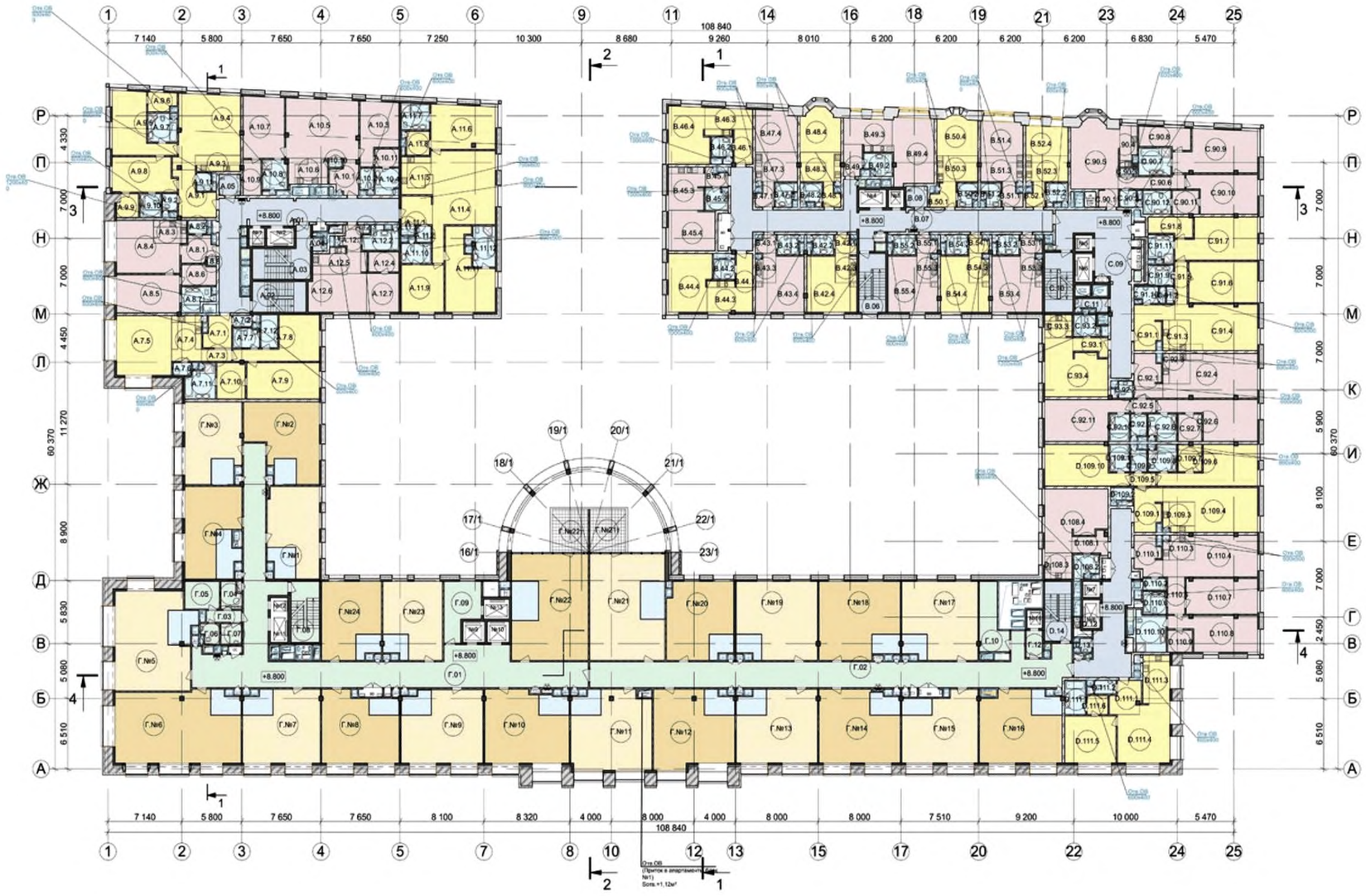
- существующие стены
- проектируемые монолитные железобетонные стены, колонны
- проектируемые кирпичные перегородки
- закладываемые проемы в существующих стенах
- пробиваемые проемы в существующих стенах
- пк (пожарный кран)

Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

							Шифр: 17ФСА14	АР
							Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"	
							Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата			
Ген. директор		Коростелева					Архитектурные решения	Стадия: П; Лист: 7; Листов:
ГАП		Дарбинян						
Гл. спец.		Бойко						
Норм. контр.		Дарбинян					План 2 этажа на отм. 4,500 М 1:200	ЗАО "МАСТЕРСКАЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"



Условные обозначения:

- существующие стены
- проектируемые монолитные железобетонные стены, колонны
- проектируемые кирпичные перегородки
- закладываемые проемы в существующих стенах
- пробиваемые проемы в существующих стенах
- пк (пожарный кран)

Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

Шифр: 17ФСА14								АР
Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"								
Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.								
Изм	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Архитектурные решения	Стадия	Лист	Листов
Ген. директор	Коростелева						П	9	
ГАП	Дарбинян								
Гл. спец.	Бойко								
Норм.контр.	Дарбинян					План 3 этажа на отм. +8,800 М 1:200	ЗАО "МАСТЕРСКАЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"		



Условные обозначения:

- существующие стены
- проектируемые монолитные железобетонные стены, колонны
- проектируемые кирпичные перегородки
- закладываемые проемы в существующих стенах
- пробиваемые проемы в существующих стенах
- пк (пожарный кран)

Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

Изм	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата
Ген. директор	Коростелева				
ГАП	Дарбинян				
Гл. спец.	Бойко				
Норм.контр.	Дарбинян				

Шифр: 17ФСА14
Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"

АР

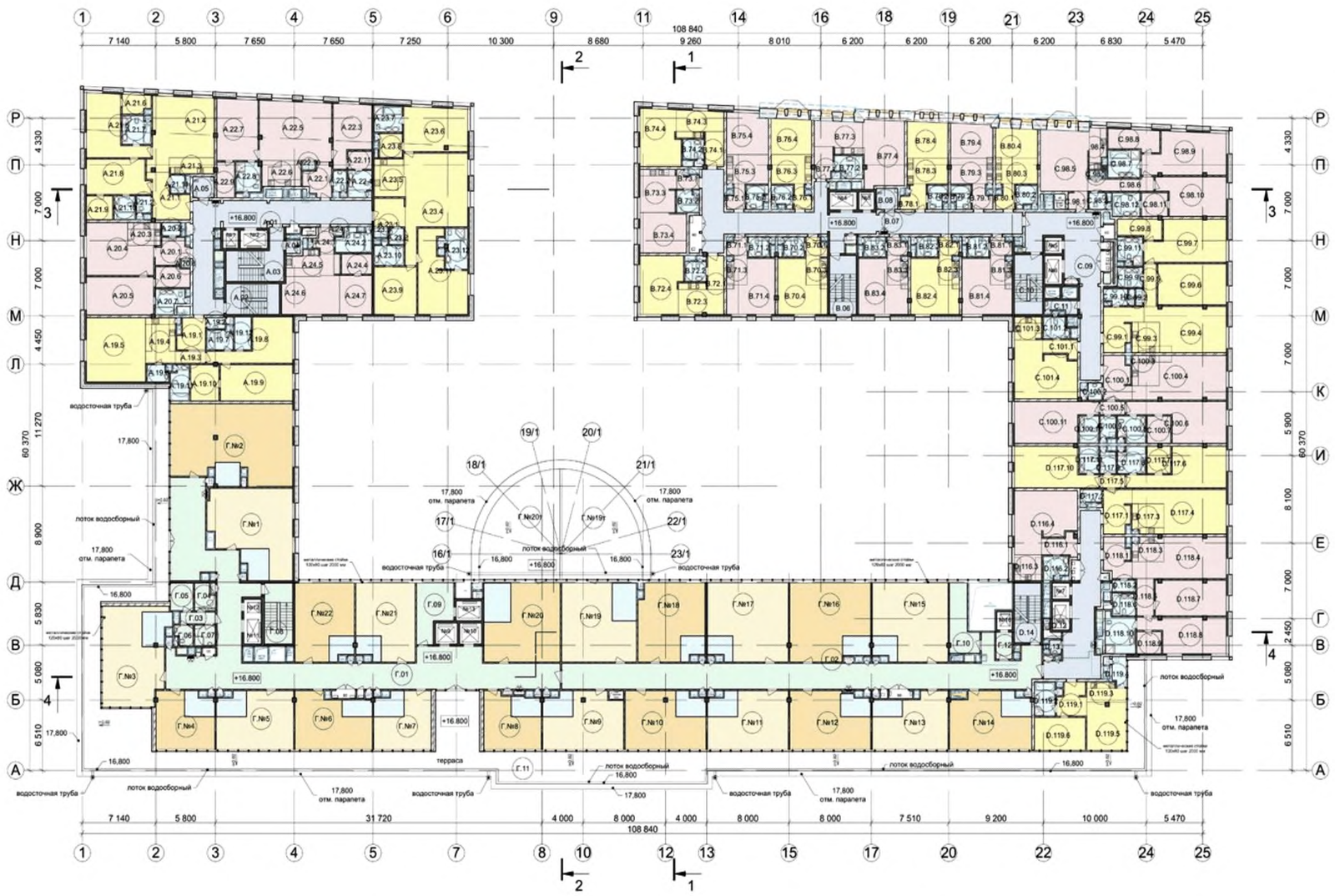
Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.

Архитектурные решения

Стадия	Лист	Листов
П	11	

План 4 этажа
на отм. +12,800
М 1:200

ЗАО "МАСТЕРИКА СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"
№ СДТ-0236-77/0463470-02/0-02



Условные обозначения:

- существующие стены
- проектируемые монолитные железобетонные стены, колонны
- проектируемые кирпичные перегородки
- закладываемые проемы в существующих стенах
- пробиваемые проемы в существующих стенах
- пк (пожарный кран)

Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

						Шифр: 17ФСА14	АР
						Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"	
						Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.	
Изм	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		
Ген. директор		Коростелева				Архитектурные решения	Стадия: П; Лист: 13; Листов:
ГАП		Дорбинин					
Гл. спец.		Бойко				План 5 этажа на отм. +16,800 М 1:200	ЗАО "МАСТЕРСКАЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"
Норм.контр.		Дорбинин					



Условные обозначения:

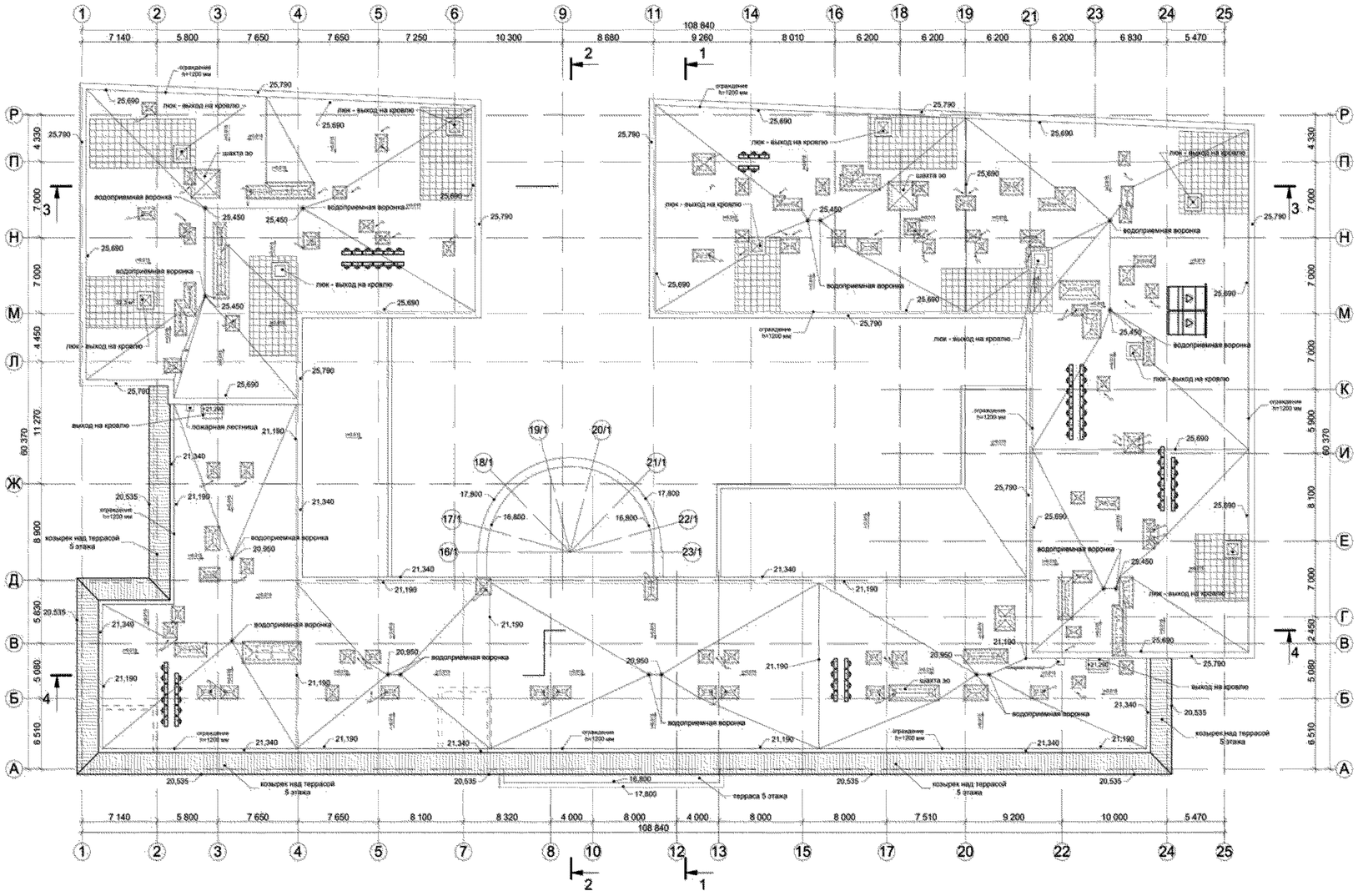
- существующие стены
- проектируемые монолитные железобетонные стены, колонны
- проектируемые кирпичные перегородки
- закладываемые проемы в существующих стенах
- пробиваемые проемы в существующих стенах
- пк (пожарный кран)

Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

						Шифр: 17ФСА14	АР
						Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"	
						Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		
Ген. директор		Коростелева				Архитектурные решения	Стадия: П; Лист: 15; Листов:
ГАП		Дарбинян					
Гл. спец.		Бойко					
Норм. контр.		Дарбинян				План 6 этажа на отм. +20,800 М 1:200	ООО "МАСТЕРСКАЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"



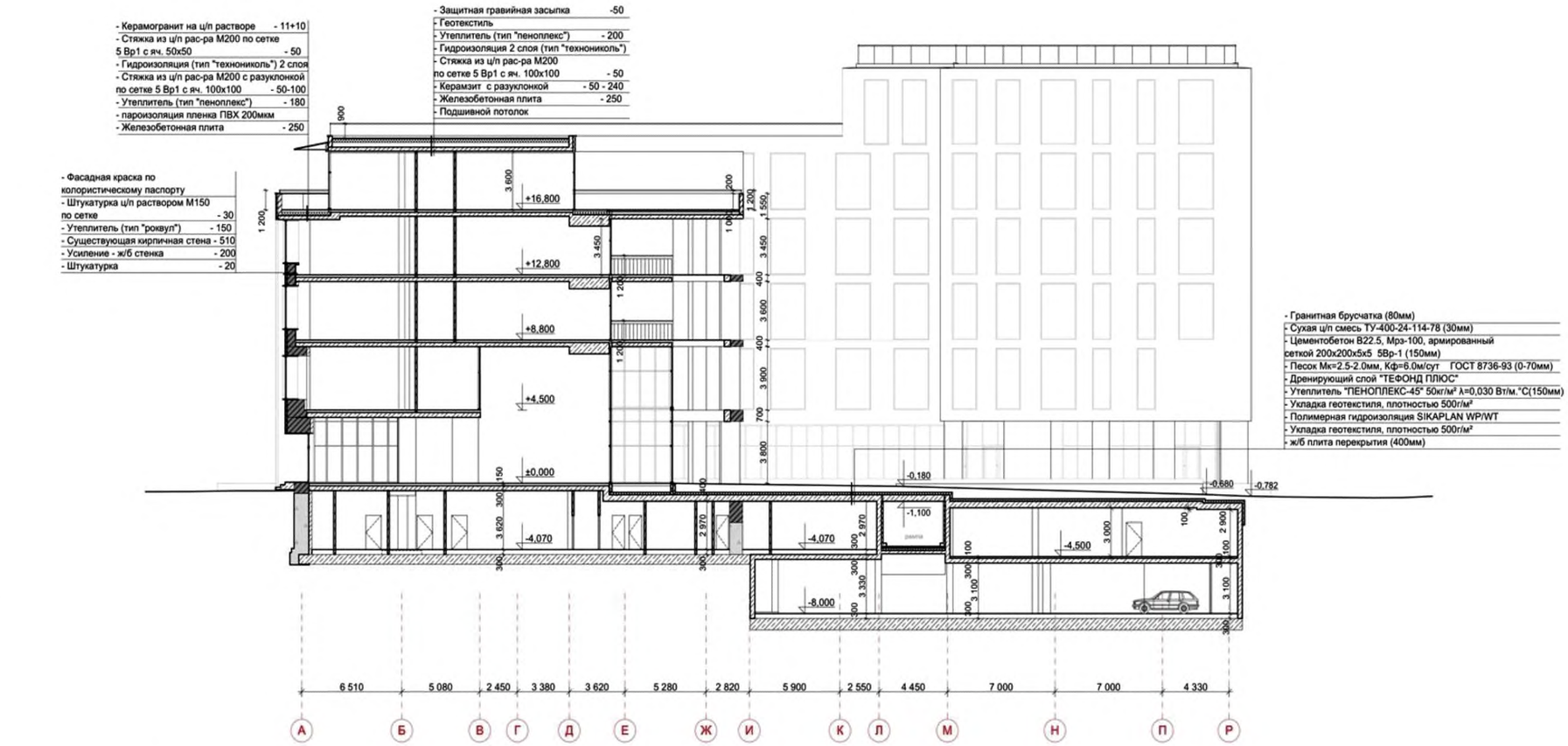
Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

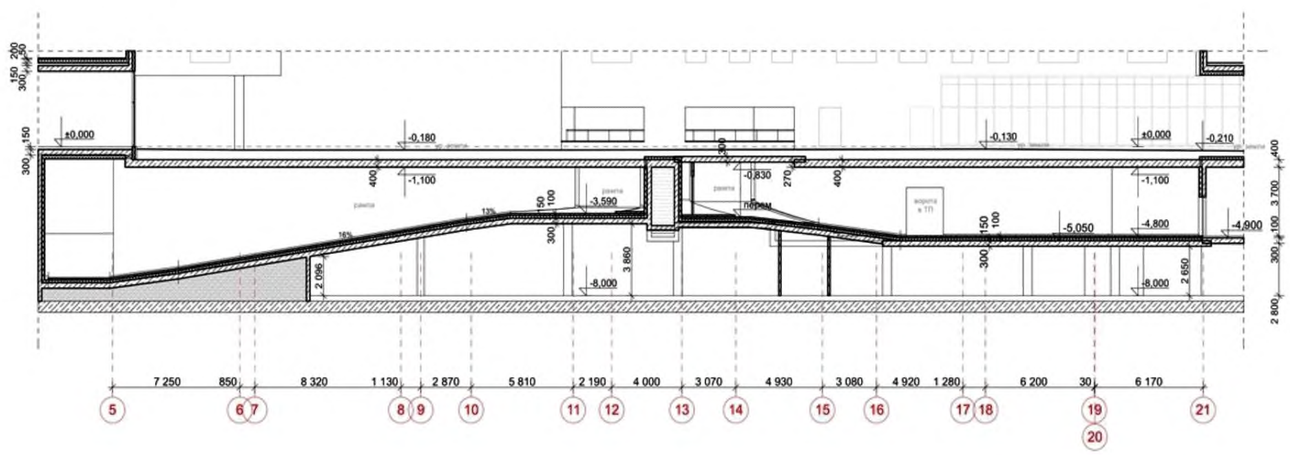
±0,000=136,430

						Шифр: 17ФСА14	АР
						Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"	
						Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		
Ген. директор		Кодостелева				Архитектурные решения	Стадия: П; Лист: 17; Листов:
ГАП		Дарбинян					
Гл. спец.		Бойко				План кровли М 1:200	ООО "МАСТЕРСКАЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"
Норм.контр.		Дарбинян					

Разрез 2-2.
М 1:200



Сечение 6-6.
М 1:200



Примечание:

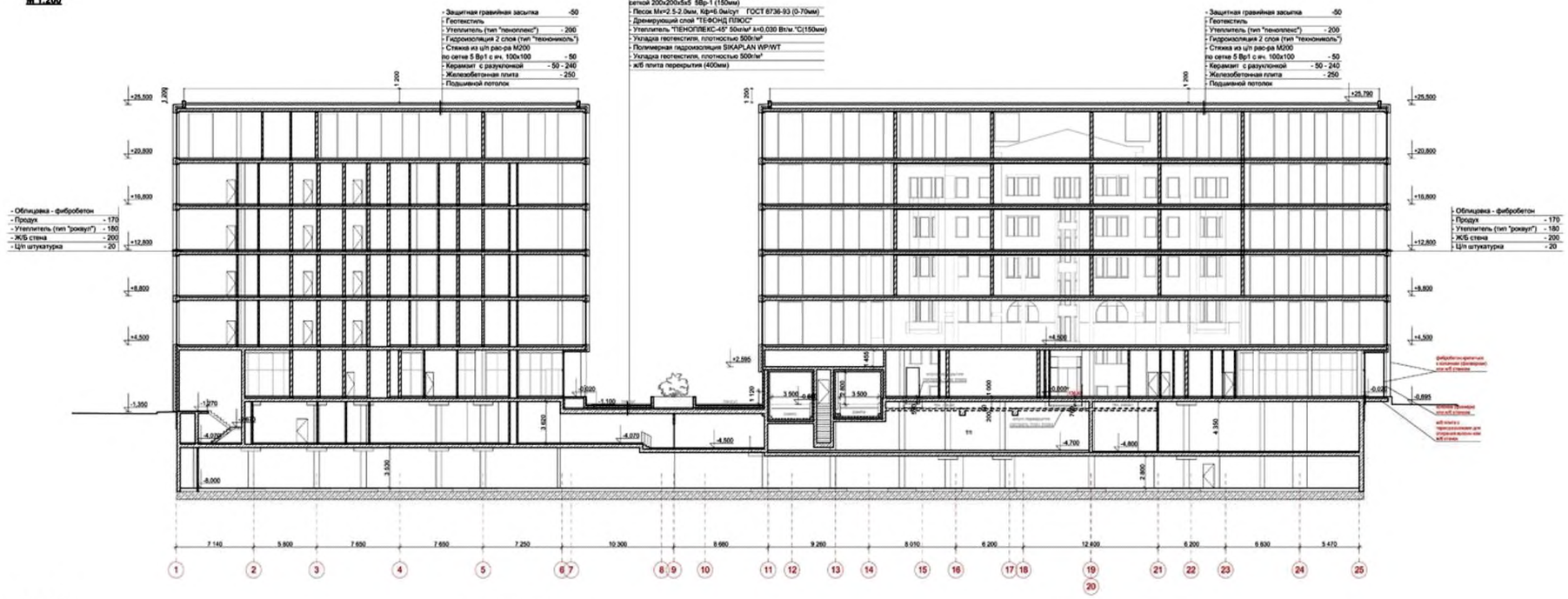
1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

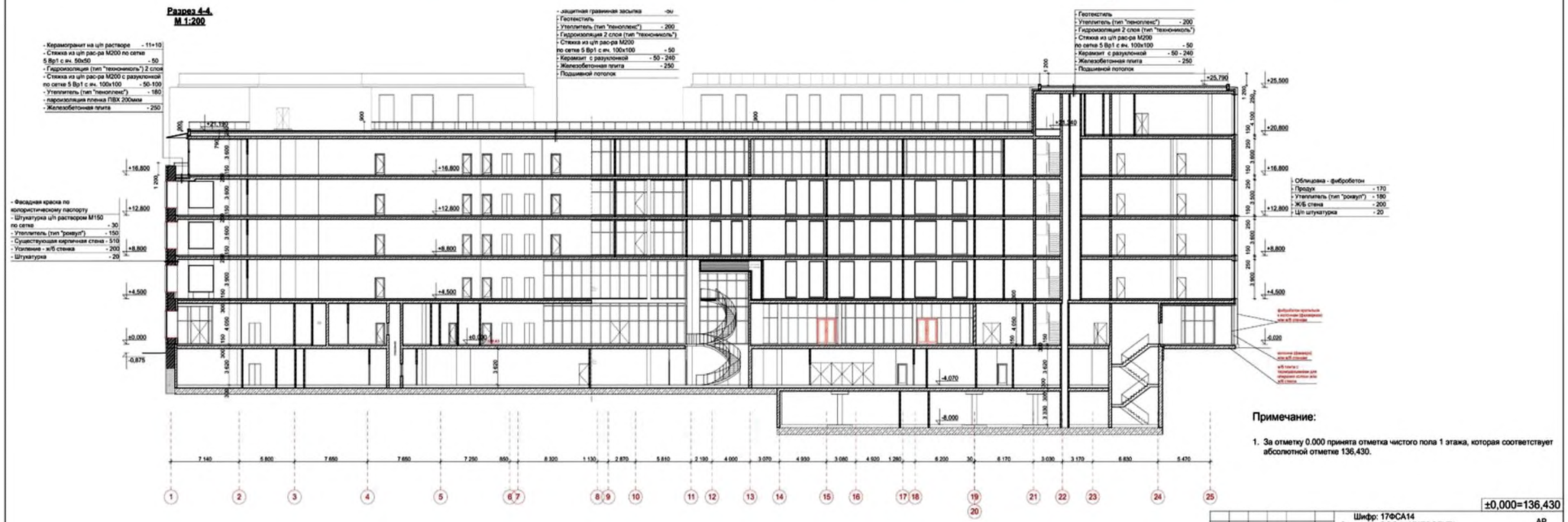
						Шифр: 17ФСА14 Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"		АР
						Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.		
Изм	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата			
Ген. директор		Коростелева				Архитектурные решения	Стадия: П; Лист: 19; Листов:	
ГАП		Дарбинян						
Гл. спец.		Бойко						
						Разрез 2-2. Сечение 6-6. М 1:200	ЗАО "ФАБРИКА СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ" № СДП-0206-7704634052-025-02	
Норм.контр.		Дарбинян						

СОГЛАСОВАНО
ОВ
ЭО
КР
ВК
СС
Взаим. инв.N
Подпись и дата
Инв.N подлин.

Разрез 3-3.
М 1:200



Разрез 4-4.
М 1:200

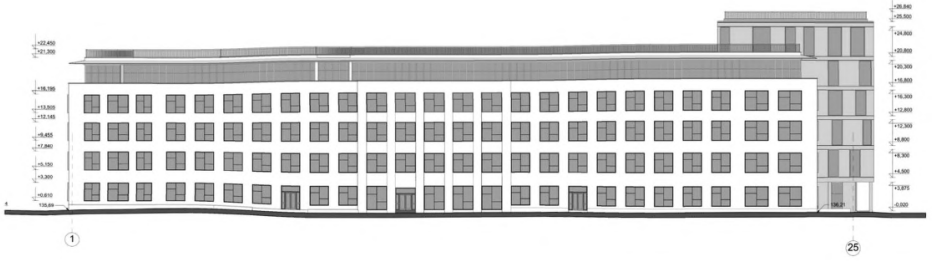


Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

						Шифр: 17ФСА14	АР
						Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"	
						Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4	
Изм	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Архитектурные решения	Стадия: П; Лист: 20; Листов:
Ген. директор		Короплева					
ГАП		Дарбинян					
Гл. спец.		Бойко					
Норм. контр.		Дарбинян				Разрез 3-3. Разрез 4-4. М 1:200	ЗАО "ФАБРИКА СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ" № СДП-0206-7704834092-025-02





Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

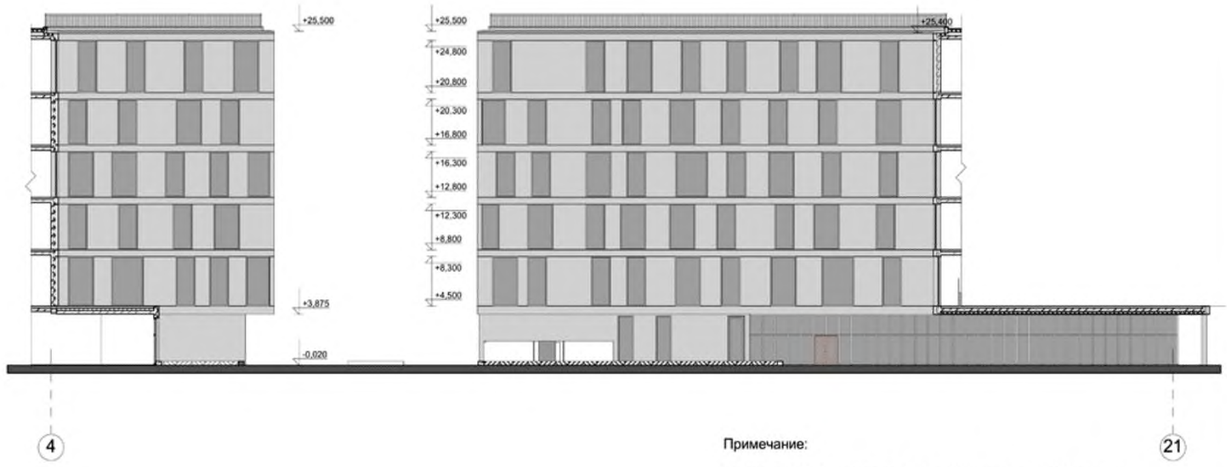
					Шифр: 170СА14 Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"			АР
					Реконструкция под постоянный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 1			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Марк.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Гл. директор		Кондитерская						
ГИП		Дербенев			Архитектурные решения	П		
Архитектор		Карпенко						
					Фасад 1-25 М 1:200, фасад 25-1 М 1:200			
Норм.контр.		Дербенев						

СОГЛАСОВАНО









Примечание:

1. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1 этажа, которая соответствует абсолютной отметке 136,430.

±0,000=136,430

Изм	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	
Ген. директор		Коростелева				
ГАП		Дарбинян				
Архитектор		Кирилин				
Норм.контр.		Дарбинян				

Шифр: 17ФСА14
Заказчик: ООО "ФИНПРОЕКТ"

АР

Реконструкция под гостиничный комплекс с апартаментами с устройством подземной автостоянки по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Хамовники, ул. Зубовская, вл. 7, ул. Россолимо, вл. 4.

Архитектурные решения

Стадия	Лист	Листов
П		

Фасад А-Р М 1:200, фасад Р-А М 1:200, фасад Р-В М 1:200, фасад 4-21 М 1:200.

ЗАО "НАБРАНА СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ"
№ СДП-0206-77049043-02-02

СОГЛАСОВАНО

Инв.N подлин	Подпись и дата	Взаим. инв.N	КР	ВК	СС	ОВ	ЭО

Д.2 Пример расчета теплотехнических и энергетических характеристик для общественного здания

Раздел проектной документации «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности проекта здания»

Характеристика объекта:

Многофункциональный Торговый Комплекс по адресу:

Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4

На стр. 176 – 178 представлена архитектурно-строительная часть проекта Многофункционального Торгового Комплекса (три очереди строительства), расположенного по адресу: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д. 4.

Климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для г. Москва.

Средняя температура отопительного периода $t_{от}$ = –2,2 °С;

Продолжительность отопительного периода $z_{от}$ = 205 сут ;

Температура внутреннего воздуха $t_в$ = 16 °С.

ГСОП = $(t_в - t_{от}).z_{от}$ = (16 – (–2,2)) 205 = 3731 °С сут.

Д.2.1 Инженерные системы здания

Д.2.1.1 Отопление

Теплоснабжение здания осуществляется от собственной котельной. Теплоноситель для нужд отопления и вентиляции – вода с температурой 80–60 °С.

В узле ввода предусматривается контроль, учет и регулирование параметров теплоносителя.

Отопление торгового зала водяными и воздушными отопительными агрегатами. Отопление вспомогательных помещений, входящих во 2-й пожарный отсек – водяное.

В здании проектируется двухтрубная водяная система отопления горизонтальная с попутным движением теплоносителя. Для вспомогательных помещений на первом этаже и антресоли проектируются самостоятельные ответвления.

Местные нагревательные приборы – панельные радиаторы фирмы KERMI.

Для выполнения требований по энергосбережению на подводках к радиаторам установлены регулирующие вентили с термостатирующими головками фирмы Данфос.

Для возможности замены радиаторов на подводках устанавливаются отсечные вентили. Для спуска воздуха в верхней пробке радиатора предусмотрены воздушные краны.

Д.2.1.2 Вентиляция

В здании проектируется приточно-вытяжная механическая вентиляция. Самостоятельные приточно-вытяжные системы предусмотрены раздельные для пожарных отсеков и каждой функциональной зоны здания:

- торгового зала;
- пекарни: производственных помещений магазина;
- подсобных помещений;
- административно-бытовых помещений на антресоли.

Самостоятельные вытяжные установки устанавливаются для:

- санузлов:
- электрощитовой.

ИТП обслуживает самостоятельные приточно-вытяжные установки с 90% рециркуляцией без подогрева.

При разработке проекта приняты централизованные вентиляционные установки фирмы VTS и канальные вытяжные вентиляторы фирмы Остберг.

Расход теплоты:

- на отопление 279 кВтч;
- на вентиляцию 539 кВтч.

Д.2.1.3 Электроснабжение

- Автоматизация вентсистемы;
- установка регулирующей арматуры.

В качестве источника электроэнергии служит комплексная трансформаторная подстанция мощностью 2×2500 кВА , 2КТПБ-2500 полной заводской готовности.

В торговом комплексе выделены следующие потребители электроэнергии:

- технологическое оборудование торгового центра;
- санитарно-техническое оборудование;
- электроосвещение;
- электроприемники систем противопожарных мероприятий.

Для приема и распределения электроэнергии в электрощитовой торгового комплекса предусмотрены два главных распределительных щита – 1ГРЩ, 2ГРЩ.

Установленная мощность систем электроснабжения:

- 1ГРЩ – 1239,4 кВт;
- Ввод 1 – 295,1кВт;
- Ввод 2 – 543,8кВт;
- Ввод 3 – 1239,4 кВт;
- 2ГРЩ – 1570,0 кВт;
- Ввод 4 – 811,0кВт;
- Ввод 5 – 769,03кВт;

Суммарная нагрузка на ТП в аварийном режиме 2777,7 кВт.

Д.2.1.4 Водоснабжение

В здании торгового центра проектом предусматриваются следующие системы внутреннего водоснабжения:

- система хозяйственно-питьевого водоснабжения В1;
- система горячего водоснабжения с циркуляцией – Т3 – Т4;
- система автоматического пожаротушения.

Источником водоснабжения ТЦ является внутриплощадочная кольцевая сеть водопровода, обеспечивающая хозяйственно-питьевые нужды и нужды пожаротушения.

На хозяйственно-питьевые нужды расчетный расход горячей воды 17 $м^3$/сут.

Приготовление горячей воды предусматривается в отдельно стоящей газовой котельной. Температура горячей воды в точках водозабора 65 ^oC.

Д.2.1.5 Энергосберегающие мероприятия

По отоплению и вентиляции:

- на входных дверях и загрузках предусмотрены водяные воздушно-тепловые завесы;
- тепловая изоляция магистральных трубопроводов отопления и теплоснабжения приточных установок.

По электроснабжению:

- применение светодиодных светильников;
- равномерным распределением однофазных нагрузок по всем трем фазам;
- применением средств автоматического управления освещением от щита BMS;
- подключением систем вентиляции через частотные преобразователи;
- установкой распределительных щитов в центре нагрузок и как можно ближе к потребителям;
- выбором сечения жил кабелей с учетом максимальной пропускной способности и минимальных потерь электроэнергии в линии.

По водоснабжению:

- магистрали, трубопроводы и стояки покрываются тепловой изоляцией;
- предусматривается установка водосберегающей арматуры.

1-я очередь строительства Многофункционального Торгового Комплекса по адресу: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4
Реконструкция существующего промышленного здания с функциональной перестройкой объемно-планировочного решения для размещения в нем торгового комплекса

Д.2.2 Расчет приведеного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций реконструируемого здания (1-я очередь строительства)

К теплотехническому расчету представлено существующее промышленное здание, запроектированное для размещения в нем торгового комплекса.

Конфигурация здания остается в существующих параметрах с площадью застройки 10720 м^2, габариты в плане 155,0 м×70,0 м.

Здание одноэтажное.

В здании торгового центра располагаются:

- торговый зал 7430,0 м^2
- детский игровой центр 524,0 м^2
- боулинг на 6 дорожек 875,0 м^2
- зона загрузки 310,0 м^2
- служебные помещения (пристройка №1,№2) 564,0 м^2
- с/узлы 117,0 м^2
- коммуникационная зона (лестничные клетки, коридоры, тамбуры) 770,0 м^2

Итого: 10600,0 м^2

Количество служащих 90 человек, посетителей около 500 человек.

Режим работы 1,5 смены (12-часовой рабочий день), 7-дневная рабочая неделя.

Д.2.2.1 Конструктивная схема реконструируемого здания

- Сборная железобетонная рамно-связевая система;
- наружные стены – керамзитобетонные панели ($\gamma_o = 600\ кг/м^3; \lambda_в = 0,26\ Вт/(м\cdot^\circ C)$) толщиной 300 мм;

- окна и витражи – двухкамерные стеклопакеты в алюминиевых переплетах;
- наружные входные двери двух типов: остекленные и металлические глухие утепленные;
- покрытие – сборные железобетонные ребристые плиты по железобетонным фермам. Частично из профилированного листа по железобетонным и металлическим фермам. Утеплитель – минераловатные плиты Руф Баттс (γ = 115 кг/м^3; $\lambda_б$ = 0,045 Вт/(м°С)) толщиной 120 мм;
- пол по грунту.

Д.2.2.2 Виды элементов, составляющие стеновую конструкцию фасада здания

Наибольший объем тепловых потерь через ограждающие конструкции приходится на стены. По конструктивным соображениям стены – наиболее (теплотехнически) неоднородны.

Для стен из керамзитобетонных панелей характерны следующие элементы, влияющие на теплопередачу:
- углы здания;
- стыки с оконными блоками, витражами, наружными входными дверями и воротами;
- примыкание к цокольному перекрытию;
- сопряжение с покрытием.

Плоский элемент – стена по глади.

Стыки с другими видами стеновых конструкций отсутствуют.

Плоский элемент 1 – керамзитобетонные панели на фасаде с вентилируемой прослойкой. Сэндвич-панели закрывают вентилируемую воздушную прослойку, не влияя на теплозащиту здания.

Линейный элемент 1 – примыкание окон, витражей и наружных входных дверей к стене.

Линейный элемент 2 – углы здания.

Линейный элемент 3 – примыкание стены к цокольному перекрытию.

Линейный элемент 4 – сопряжение стены с покрытием.

Д.2.2.3 Геометрические характеристики элементов

Все фасады здания, включая проемы, имеют общую площадь 3335 м^2.

Фасады содержат проемы следующих размеров:

остекление (5000×1200) мм – 4 шт.; (1200×1500) мм – 43 шт.; (1000×6000) мм – 1 шт.; (2000×1500) мм – 5 шт, (2500×2500) мм – 8 шт.

Суммарная площадь остекления – 340,2 м^2.

Наружные входные двери: остекленные (2000×2500) мм – 10 шт.; (1800×2500) мм – 4 шт.; (2000×2200) мм – 4 шт.; (1500×2100) мм – 2 шт.; глухие утепленные (2000×2500) мм – 3 шт.; (1200×2100) мм – 5 шт.; (900×2100) мм – 1 шт.; ворота (2500×2200) мм – 2 шт.

Суммарная площадь наружных входных дверей и ворот – 131,3 м^2.

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции (стен здания без проемов) составляет

$$A = 3335 – (340,2 + 131,3) = 2863,5 \text{ м}^2.$$

Общую длину проекции откосов окон, витражей, наружных входных дверей и ворот определяют по их экспликации:

$$L_1 = (2×5 + 2×1,2)×4 + (2×1,2 + 2×1,5)×43 + (2×1 + 2×6) + (2×2 + 2×1,2)×5 +$$

$$+ (2×2,5 + 2×2,5)×8 = 257,2 \text{ м (остекление);}$$

$$(2×2 + 2×2,5)×10 + (2×1,8 + 2×2,5)×4 + (2×2 + 2×2,2)×4 + (2×1,5 +2×2,1)×2 +$$

$$(2×2 + 2×2,5)×3 + (2×1,2 + 2×2,1)×5 + (2×0,9 + 2×2,1) + (2×2,5 + 2×2,2)×2 =$$

$$= 407,8 \text{ м (двери и ворота).}$$

Общая длина периметров проемов равна 665 м.

Длина откосов окон, витражей и дверей, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента (стены) равна:

$$l_1 = 665 /2863,5 = 0,232 \text{ м}^{-1}$$

Для наружных и внутренних углов $L_2 = 11,5×8$ м = 92 м - высота здания умноженная на количество углов. Длина угловых стыков, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента (стены) равна:

$$l_2 = (11,5×8) / 2863,5 = 0,032 \text{ м}^{-1}.$$

При сопряжении стен с покрытием L_4 = 328,5 м (периметр покрытия) удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_3 = 328,5/2863,5 = 0,115 \text{ м}^{-1}.$$

Для примыкания стен к цокольному перекрытию L_3 = 328,5 м (периметр пола по грунту) удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_4 = 328,5/2863,5 = 0,115 \text{ м}^{-1}.$$

Д.2.2.4 Расчет удельных потерь теплоты, обусловленных элементами

Для плоского элемента (стена) теплозащитные характеристики определяем по формулам (5.5) и (5.2) СП 230.1325800

Таблица Д.2.2.1

Материал	δ, мм	$\lambda_{,Б}$, Вт/(м $\cdot^\circ$С)
Внутренняя штукатурка	20	0,93
Керамзитобетон	300	0,26
Наружная штукатурка	6	0,93

$$R_{o1}^{усл} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,3/0,26 + 0,006/0,93 + 1/10,8 = 1,38 \text{ (м}^2 \cdot^\circ\text{С)/Вт}$$

$$U_1 = 1 / R_{o,1}^{усл} = 1/1,38 = 0,725 \text{ Вт/(м}^2 \cdot^\circ\text{С)}$$

Удельные потери теплоты линейного элемента 1 (витражи, окна и наружные двери) принимаем по таблице Г.29 СП 230.1325800.

Так как теплопроводность керамзитобетона, из которого выполнены стены здания равная 0,26 Вт/(м $\cdot^\circ$С), не соответствует приведенным в таблице Г.29, значения ψ_1 находим интерполяцией: ψ_1 = 0,089 Вт/(м $\cdot^\circ$С).

Теплозащитный элемент – угол стены, подразумевается как чисто геометрический, т.е. при его рассмотрении учитывают влияние на удельные потери теплоты только от искажения геометрии стены в зоне угла. Возможны два варианта исполнения угла: наружный и внутренний. Геометрия этих вариантов противоположна. В связи с этим удельные потери теплоты для наружного угла положительные, а для внутреннего отрицательные.

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел:

- толщина панели (кладки) $d_{кл}$,мм;

- теплопроводность панели, $\lambda_{кам}$, Вт/(м$^2 \cdot^\circ$С).

Удельные потери теплоты, ψ_2, для наружного и внутреннего углов стен из керамзитобетонных панелей принимаем интерполяцией по таблице Г.27 СП 230.1325800. Для наружного угла $\psi_{21} = 0{,}119$ Вт/(м ·°С); для внутреннего угла $\psi_{22} = -0{,}354$ Вт/(м ·°С).

В проектируемом здании 6 наружных углов и 2 внутренних. Следовательно, удельные потери теплоты для всех углов

$$\psi_2 = 0{,}119 \times 6 + (-0{,}354 \times 2) = 0{,}006 \text{ Вт/(м ·°С)}.$$

Все варианты примыкания стен к цокольному перекрытию разделяют на несколько качественно различных случаев. В основном это: примыкание стен к цокольному перекрытию при отапливаемом подвале, при не отапливаемом подвале и для полов по грунту.

Наибольшее влияние на приведенное сопротивление теплопередаче стены оказывает примыкание стен к цокольному перекрытию в малоэтажных зданиях, каким и является реконструируемый объект. Удельные потери теплоты определяем интерполяцией по таблице Г.39 СП 230.1325800 для случая неотапливаемого подвала (пола по грунту), при котором происходят наибольшие удельные потери теплоты: $\psi_3 = 0{,}167$ Вт/(м ·°С).

При расчете потерь теплоты в зоне примыкания стен к кровельному покрытию рассматриваются два варианта кровельного покрытия: с основанием из железобетона и из стального профилированного листа.

Как показал анализ, в большинстве случаев выбор основания совмещенного кровельного покрытия мало влияет на удельные потери теплоты через рассматриваемый узел.

Отличительной чертой выбранной группы узлов является смешение влияния геометрической неоднородности на подобие наружного угла с разрывом утеплителя. Оба фактора увеличивают удельные потери теплоты.

Наибольшее влияние на приведенное сопротивление теплопередаче оказывает сопряжение стен с совмещенным кровельным покрытием в малоэтажных зданиях, которое и рассматривается в данной работе.

Конструкция сопряжения стены с покрытием по характеру близко к

аналогичному сопряжению плит перекрытия со стеной и соответствующие значения могут быть найдены по таблице Г.5 СП 230.1325800.

Интерполяцией находим удельные теплопотери: $\psi_4 = 0{,}407$ Вт/(м $\cdot^\circ$С) .

Таким образом, определены удельные потери теплоты, обусловленные всеми элементами в рассматриваемом фрагменте ограждающей конструкции.

Д.2.2.5 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены

Результаты расчетов – раздел Д.2.2.4 – сведены в таблицу Д.2.2.2 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Д.2.2.2

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м$^2\cdot^\circ$С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}725$ Вт/(м$^2\cdot^\circ$С)	$U_1 a_1 = 0{,}725$	89,3
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}232$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}089$ Вт/(м $\cdot^\circ$С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}0206$	2,54
Линейный элемент 2	$l_2 = 0{,}032$ м/м^2	$\psi_2 = 0{,}006$ Вт/(м $\cdot^\circ$С)	$\psi_2 l_2 =$ $= 0{,}00019$	0,02
Линейный элемент 3	$l_3 = 0{,}115$ м/м^2	$\psi_3 = 0{,}167$ Вт/(м $\cdot^\circ$С)	$\psi_3 l_3 = 0{,}0192$	2,36
Линейный элемент	$l_4 = 0{,}115$м/м^2	$\psi_4 = 0{,}407$ Вт/(м $\cdot^\circ$С)	$\psi_4 l_4 = 0{,}047$	5,79
		Итого:	$1/R^{пр} = 0{,}812$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – стены – рассчитываем по формуле (4.3):

$$R^{пр} = 1/(0{,}725 + 0{,}0206 + 0{,}00019 + 0{,}0192 + 0{,}047) = 1/0{,}812 = 1{,}23 \ (\text{м}^2\cdot^\circ\text{С})/\text{Вт} .$$

Коэффициент теплотехнической однородности:

$$r = 0{,}725/0{,}812 = 0{,}893$$

Д.2.2.6 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче покрытия

Покрытие – сборные железобетонные ребристые плиты по железобетонным фермам. Частично из профилированного листа по железобетонным и металлическим фермам. Утеплитель – минераловатные плиты Руф Баттс (γ_o = 115 кг/м^3; $\lambda_Б$ = 0,045 Вт/(м·°С)) толщиной 120 мм.

Таблица Д.2.2.3

Материал слоя	δ, мм	λ
Профлист, железобетон	200	2,04
Минераловатные плиты	120	0,045

Плоский элемент – покрытие здания.

Площадь покрытия 10600,0 м^2.

Периметр покрытия L_1 = 328,5 м.

Удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_1 = 328{,}5 \text{ м}/10600 \text{ м}^2 = 0{,}035 \text{ м}^{-1}$$

Для плоского элемента – покрытия – условное сопротивление теплопередаче определяется по формуле (5.5), (5.1) СП 230.1325800:

$$R_o^{усл} = 1/8{,}7 + 0{,}12/0{,}045 + 1/23 = 2{,}83 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{С)/Вт},$$

$$U = 1/R_o^{усл} = 1/2{,}83 = 0{,}353 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}.$$

Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м·°С) для узла сопряжения покрытия со стеной, определенные интерполяцией по таблице Г.5 СП 230.1325800, равны ψ_2 = 0,407 Вт/(м·°С).

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.2.4.

Таблица Д.2.2.4

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м^2·°С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	a_1 = 1 м^2/м^2	U_1 = 0,353 Вт/(м^2·°С)	$U_1 a_1$ = 0,353	96,2
Линейный элемент 1	l_1 = 0,035 м/м^2	ψ_1 = 0,407 Вт/(м·°С)	$\psi_1 l_1$ = 0,0142	3,87
Итого:			$1/R^{пр}$ = 0,367	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – покрытие - рассчитываем по формуле (5.1) СП 230.1325800:

$$R^{пр} = 1/(0,353 + 0,014) = 1/0,367 = 2,72 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности равен:

$$r = 0,353/0,367 = 0,962.$$

Д.2.2.7 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче цокольного перекрытия (пола по грунту)

Площадь пола по грунту 10600 м^2.

Периметр пола по грунту 328,5 м

Удельная геометрическая характеристика пола по грунту равна:

$$l_1 = 328,5 \text{ м}/10600 \text{ м}^2 = 0,035 \text{ м}^{-1}$$

Для плоского элемента – пола по грунту – условное сопротивление теплопередаче определяется исходя из разделения площади пола на зоны со значениями сопротивления теплопередаче, принимаемыми по приложению 9 СНиП 2.04.05-91*.

Пол по грунту по периметру на 1 м утеплен 100 мм слоем экструзионного пенополистирола (30 кг/м^3; 0,032 Вт/(м·°С); $R_к = 0,1/0,032 = 3,12$ (м^2·°С)/Вт. Площадь пола по грунту – 10600,0 м^2.

1 зона $A_1 = 411,8$ м^2 $R_1 = 2,1 + 3,12 = 5,22$ (м^2·°С)/Вт

2 зона $A_1 = 411,8$ м^2 $R_1 = 2,1$ (м^2·°С)/Вт

3 зона $A_2 = 807$ м^2 $R_2 = 4,3$ (м^2·°С)/Вт

4 зона $A_3 = 791$ м^2 $R_3 = 8,6$ (м^2·°С)/Вт

5 зона $A_4 = 8179$ м^2 $R_4 = 14,2$ (м^2·°С)/Вт

$$R_0^r = 10600 /(411,8/5,22 + 411,8/2,1 + 807/4,3 + 791/8,6 + 8179/14,2) =$$

$$= 9,37 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{С)/Вт}$$

$$U = 1 / R_o^{усл} = 1/9,37 = 0,107 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}$$

Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м·°С) для узла сопряжения цокольного перекрытия со стеной, определенные интерполяцией по таблице Г.39 СП

230.1325800, равны $\psi_2 = 0{,}167$ (м·°С)/Вт .

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.2.5.

Таблица Д.2.2.5

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, Вт/(м^2·°С)	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м^2·°С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}107$ Вт/(м^2·°С)	$U_1 a_1 = 0{,}107$	94,12
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}035$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}167$ Вт/(м·°С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}0058$	5,68
Итого:			$1/R^{пр} = 0{,}112$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – пола по грунту – рассчитываем по СП 230.1325800.

$$R_o^{пр} = 1/(0{,}107 + 0{,}0058) = 1/0{,}112 = 8{,}93 \text{ (м}^2\cdot\text{°С)/Вт}$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по СП 230.1325800, равен:

$$r = 0{,}107/0{,}112 = 0{,}955.$$

Д.2.2.8 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м^3·°С) рассчитывается по формуле (4.6).

Общий коэффициент теплопередачи здания, $K_{общ}$, Вт/(м^3·°С) по формуле (4.7).

Коэффициент компактности здания, $K_{комп}$, м$^{-1}$, определяется по формуле (4.8).

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания полностью замыкает оболочку отапливаемой части здания.

Климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для г. Москва.

Описание ограждающих конструкций здания:

Стены – керамзитобетонные панели с вентилируемой воздушной прослойкой, закрытой сэндвич-панелями.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 1{,}23$ $(м^2 \cdot °С)/Вт$ (коэффициент теплотехнической однородности 0,893).

Площадь стен без проемов $A_{ст1} = 2863{,}5$ м^2 .

Витражи и окна здания – двухкамерные стеклопакеты в алюминиевых переплетах.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 0{,}45$ $(м^2 \cdot °С)/Вт$.

Площадь витражей и окон 340,2 м^2.

Наружные входные двери:

- остекленные площадью 90,9 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,18 $(м^2 \cdot °С)/Вт$;
- глухие утепленные площадью 27,6 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,14 $(м^2 \cdot °С)/Вт$.

Ворота – утепленные площадью 12,8 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,16 $(м^2 \cdot °С)/Вт$.

Покрытие здания – эксплуатируемая кровля.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 2{,}72$ $(м^2 \cdot °С)/Вт$.

(коэффициент теплотехнической однородности 0,876).

Площадь покрытия $A_{кр} = 10600$ м^2.

Пол по грунту – цокольное перекрытие.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 9{,}37$ $(м^2 \cdot °С)/Вт$ (коэффициент теплотехнической однородности 0,955).

Площадь цокольного перекрытия $A_{кр} = 10600$ м^2.

Отапливаемый объем здания $V = 86130$ м^3.

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = (1 / V_{от}) \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр})$$

$k_{об}$ = (1/86130) (2863,5/1,23 + 340,2/0,45 + 90,9/1,18 + 27,6/1,14 + 12,8/1,16 +

+10600/2,72 + 10600/9,37) = 0,095 Вт/(м ^{3}·° С)

Детали расчета сведены в таблицу Д.2.2.6.

Таблица Д.2.2.6

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{ф,i}$, м^2	$R^{тр}_{o,i}$, (м^2·° С)/Вт	$n_{t,i}A_{ф,i} / R^{тр}_{o,i}$	%
Фасадная система из керамзитобетонных панелей с вентилируемой воздушной прослойкой без проемов	1	2863,5	1,23	2328	28,5
Витражи и окна	1	340,2	0,45	756	9,25
Входные наружные двери					
- остекленные	1	90,9	1,18	77	0,9
- глухие утепленные	1	27,6	1,14	24,2	0,3
- ворота	1	12,8	1,16	11	0,13
Покрытие здания	1	10600	2,72	3897	47,7
Цокольное перекрытие (пол по грунту)	1	10600	9,8	1081,6	13,2
Сумма	-	24535	-	8174,8	100

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания определяется по формуле (5.5) СП 50.13330;

$$k^{тр}_{об} = (0,16 + 10/\sqrt{V_{от}})/(0,00013\ ГСОП + 0,61);$$

$k^{тр}_{об}$ = (0,16 + 10/$\sqrt{86130}$)/(0,00013х3731 + 0,61) = 0,177 Вт/(м ^{3}·° С)

$$k^{Р}_{об} = 0,095 \le k^{тр}_{об} = 0,177 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Удельная теплозащита характеристика здания, $k^{Р}_{об}$, равная 0,095 Вт/(м ^{3}·° С), меньше нормируемой величины.

Следовательно, оболочка здания удовлетворяет нормативным требованиям по теплозащите.

Д.2.2.9 Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданию

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C), определяем по формуле:

$$q_{от}^{р} = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta](1-\xi)\beta_{h},$$

где $k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C);

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C);

$k_{быт}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C);

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C);

ξ – до получения статистических данных принимаем равным 0,1;

β_{h} – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления: для рассматриваемого здания – протяженного – β_{h}=1,13;

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; определяется по формуле:

ν = 0,7 + 0,000025(ГСОП-1000) = 0,7 + 0,000025(3731-1000) = 0,77;

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; ζ = 0,95 в двухтрубной системе отопления с термостатами и авторегулированием на вводе.

Удельную вентиляционную характеристику здания, $k_{вент}$, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$C), определяем по формуле

$$k_{вент} = 0,28\, c n_{в} \beta_{\nu} \rho_{в}^{вент} (1 - k_{эф}),$$

где

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг $\cdot^{\circ}$C);

$n_{в}$ – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч$^{-1}$;

β_{ν} – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, принимаем равным β_{ν} = 0,85;

$\rho_в^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3;

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + t_{от}]$$

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, для рассматриваемого здания равен нулю.

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $n_в$, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_в = [(L_{вент} n_{вент})/168 + (G_{инф} n_{инф})/(168\ \rho_в^{вент})]/(\beta_v V_{от}),$$

где

$L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание нормируемое при механической вентиляции и равное $4 A_р$ для торговых комплексов, м^3/ч;

$A_р$ – расчетная площадь, м^2;

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели, 168 число часов в неделе;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции кг/ч, для общественных зданий до 3 этажей в нерабочее время – $G_{инф} = 0{,}1 \beta_v V_{от}$;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, равное 168 – $n_{вент}$ для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м^3;

$\rho_в^{вент}$ – указывалось ранее.

$$L_{вент} = 4 \times 9510 = 38040 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$n_{вент} = 84 \text{ ч};$$

$G_{инф} = 0{,}1 \beta_v V_{от}$ для торгового комплекса ниже 3 этажей;

$$G_{инф} = 0{,}1 \times 0{,}85 \times 86130 = 7321 \text{ кг/ч};$$

$$n_{инф} = 168 - 84 = 84 \text{ ч};$$

$$\rho_{в}^{вент} = 353/[273 + (-2,2)] = 1,3 \text{ кг/м}^3;$$

$$n_{в} = [(38940 \text{ x } 84)/168 + (7321,5 \times 84)/(168 \times 1,3)](0,85 \times 86130) = 0,3 \text{ ч}^{-1}.$$

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле

$$k_{вент} = 0,28 \times 1 \times 0,3 \times 0,85 \times 1,3 = 0,093 \text{ Вт/(м}^3 \cdot {}^\circ\text{С)}$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, $k_{быт}$, Вт/(м$^3\cdot{}^\circ$С), определяется по формуле:

$$k_{быт} = (q_{быт} A_{ж}) / V_{от} (t_{в} - t_{от}),$$

где

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 расчетной площади общественного здания (A_p); учитывается расчетное количество людей, находящихся в здании, мощность освещения и оргтехники с учетом рабочих часов в неделю;

$t_{в}, t_{от}, A_{ж}$ указано ранее.

В рассматриваемом здании на расчетной площади 9510 м^2 – 12-часовой рабочий день, 7-дневная рабочая неделя.

Количество служащих и посетителей около 600 чел.

$$q_{int} = 0,7[(25 \times 9510 \times 0,7 + 10,0 \times 9510 \times 0,3 +$$

$$+ 90 \times 600) \times 12 \times 7/7] /(24 \times 9510) = 9,16 \text{ Вт/м}^2$$

$$k_{быт} = (9,16 \times 9510)/86130 (16 - (-2,2)) = 0,055 \text{ Вт/(м}^3 \cdot {}^\circ\text{С)}$$

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, $k_{рад}$, Вт/(м$^3\cdot{}^\circ$С), определяется по формуле

$$k_{рад} = 11,6 Q_{рад}^{год} /(V_{от} ГСОП),$$

где $Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления через окна и витражи от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год по формуле (4.17).

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.2.7.

Таблица Д.2.2.7

Витражи и окна, выходящие на:	А, м^2	I, кВтч/м^2	AI, кВтч
Юго-Восток	206,4	1544	318681,4
Юг	57,5	1984	114080
Запад	47,4	835	39579
Северо-Запад	50,4	255	12852
		Всего:	485192,4

$$Q_s^y = 0{,}8 \times 0{,}74 \times 485192{,}4 = 287233{,}9 \text{ мДж/м}^2;$$

$$k_{рад} = 11{,}6 \text{ x } 287233{,}9/(86130 \text{ x } 3731) = 0{,}014 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Рассчитываем удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^р$, $Вт/(м^3 \cdot ^\circ C)$, по формуле

$$q_{от}^р = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta](1 - \xi)\beta_h;$$

$$q_{от}^р = [\,0{,}095 + 0{,}093 - (0{,}055 + 0{,}01)\,0{,}77 \text{ x } 0{,}95](1 - 0{,}1)\,1{,}13 = 0{,}143 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, $q_{от}^{тр}$, Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$C), по таблице 14 СП 50.13330 для торговых комплексов ниже 3-го этажа рана 0,266 Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$C).

$$q_{от}^р = 0{,}143 \le q_{от}^{тр} = 0{,}266;$$

$$[(0{,}266 - 0{,}143)/0{,}266 \times 100] = -46{,}3\ \%$$

Требование соблюдается.

Класс энергосбережения очень высокий (А) – таблица 15 СП 50.13330.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, $Q_{от}^{год}$, кВт/год, определяется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{от}^{год} = 0{,}024 \text{ ГСОП } V_{от} q_{от}^р = 0{,}024 \times 3731 \times 86130 \times 0{,}143 = 11028767 \text{ кВт/год}.$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{общ}^{год}$, кВт/год опрелеляется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{от}^{год} = 0{,}024 \text{ ГСОП } V_{от}(k_{об} + k_{вент}) = 0{,}024 \times 3731 \times 86130\,(0{,}095 + 0{,}093) =$$

$$= 1449935{,}8 \text{ кВт/год}.$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q, кВт/(м$^2 \cdot$год), определяется по формуле:

$$q = Q_{от}^{год} / A_{от} = 1102876{,}7/10600 = 104 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Энергетический паспорт здания 1-й очереди строительства многофункционального торгового комплекса по адресу: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	11 апреля 2016 г.
Адрес здания	Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д. 4
Разработчик проекта	ОАО «Атриум»
Адрес и телефон разработчика	8-495-689-75-70
Шифр проекта	№ 01-15-126
Назначение здания, серия	Торговый комплекс
Этажность, количество секций	одноэтажное
Количество квартир	-
Расчетное количество жителей или служащих	90 служ., около 500 посетителей
Размещение в застройке	Примыкающее к двум зданиям
Конструктивное решение	Керамзитобетонные панели

2. Расчетные условия

Расчетный параметр	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_н$	°С	минус 25
2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный пеиод	$t_{от}$	°С	минус 2,2
3. Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут / год	205
4. Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С · сут / год	3731
5. Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_в$	°С	16
6. Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°С	-
7. Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°С	-

3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}$, $м^2$	10600	
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}$, $м^2$	-	
10. Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}$, $м^2$	9510	
11. Отапливаемый объем	$V_{от}$, $м^2$	86130	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,1	
13. Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,123	
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{н}^{сум}$, $м^2$	24535	
- фасадов	$A_{фас}$	3335	
- стен (керамзитобетонные панели)		2863,5	
- окон и витражей	$A_{ст}$		
- фонарей		340,2	
- окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок\,1}$	-	
- балконных дверей наружных переходов	$A_{ок\,2}$	-	
- входных дверей	$A_{ок\,3}$	90,9	
- ворот	$A_{ок\,4}$	27,6	
- покрытий (совмещенных)	$A_{ст\,4}$	12,8	
- чердачных перекрытий	$A_{ов}$	10600	
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная)	$A_{покр}$	-	
- перекрытий над техническими подпольями или над не отапливаемыми подвалами (эквивалентная)	$A_{черд}$ $A_{черд\ .т}$	- -	
- перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{цок\,1}$		
- пола по грунту	$A_{цок\,2}$	10600	
- окон по сторонам света			
- СЗ		50,4	
- ЮВ		206,4	
- Ю		57,5	
- З		47,4	

4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений в том числе:	$R_o^{пр}$, $м^2{}^oC\ /\ Вт$			
- стен (керамзитобетонные панели)	$R_{o,ст}^{пр}$	2,43/1,53	1,23	
- окон и витражей	$R_{ok,1}^{пр}$	0,40/0,38		
	$R_{ok,2}^{пр}$		0,45	
- фонарей	$R_{ok,3}^{пр}$	-		
- окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{ok,4}^{пр}$	-		
- балконных дверей наружных переходов				
- входных дверей остекленных	$R_{дв1}^{пр}$	1,18	0,7	
- входных дверей глухих	$R_{дв2}^{пр}$	1,14	-	
- ворот	$R_{o,покр}^{пр}$	1,16	-	
- покрытий (совмещенных)		3,23/2,58	2,72	
- чердачных перекрытий	$R_{o,чрд}^{пр}$			
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентное)		-	-	
- перекрытий над техническими подпольями или над не отапливаемыми подвалами (эквивалентное)	$R_{o,чрд.т}$		-	
	$R_{o,цок.1}^{пр}$	-		
		-		
- перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{o,цок.2}^{пр}$			
- пола по грунту	$R_{o,цок.3}^{пр}$	9,37		

5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$k_{общ}$, Вт/(м^2·°С)	-	0,333
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	n_a, ч$^{-1}$	-	0,3
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, Вт/м^2	-	9,16
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{от}$, руб/кВт·ч	-	-

6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$, Вт/(м^3·°С)	0,177	0,095
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,093
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,055
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,014

7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормативное значение показателя
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,1
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	ξ	-
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,77
28. Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	β_h	1,13

8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{р}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$С)	0,143
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$С)	0,266
31. Класс энергосбережения	-	А
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите	-	Да

9. Энергетические нагрузки

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт $\cdot$ ч /($м^3 \cdot год$) кВт $\cdot$ ч /($м^2 \cdot год$)	104
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт $\cdot$ ч /(год)	1102876,7
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт $\cdot$ ч /(год)	1449935,8

2-я очередь строительства Многофункционального Торгового Комплекса по адресу: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4

Реконструкция существующего промышленного здания с функциональной перестройкой объемно-планировочного решения для размещения в нем торгового комплекса

Д.2.3 Расчет приведеного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций реконструируемого здания (2-я очередь строительства)

Реконструкция здания (2-я очередь строительства) заключается в переоборудовании существующих площадей (освобожденных от производственного оборудования) под торговые и подсобные помещения со всем необходимым инженерным обеспечением.

Рассматриваемая часть существующего здания – одноэтажная, прямоугольной формы, с антресолью. Габариты в плане 99×72 м.

За условную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа, соответствующий абсолютной отметке 162,40. Высота здания от уровня чистого пола первого этажа 10,10м.

В здании на отметке 0,000 располагаются:

- общая входная группа;
- торговый зал, предназначенный для торговли продуктами питания и сопутствующими товарами по методу «самообслуживание»;
- помещения общего пользования, технические;
- подсобные и служебные помещения;
- разгрузочные зоны.

В антресоли на отметке 4,200 расположены бытовые помещения и венткамеры.

Так же со стороны фасада по оси «Ж» имеются пристроенные технические помещения (ТП и ЦХМ), которые располагаются на отметке –1,000.

Вход для посетителей организован через главный вход комплекса с проспекта Кирова. Кроме этого предусмотрены два эвакуационных выхода на территорию комплекса.

В здании 2-й очереди строительства располагаются:

- торговый зал 4135,0 м^2;
- подсобные помещения и загрузка 1733,0 м^2;
- административно-бытовые помещения 435,0 м^2;
- технические помещения 146,0 м^2;
- административно-бытовые помещения в антресоли 455,0 м^2;

технические помещения в антресоли 310,0 м^2;

сан/узлы для посетителей 36,0 м^2;

- за кассовая зона 646,0 м^2/

Отапливаемая площадь: 7896,0 м^2

Расчетная площадь:5707,0 м^2

Режим работы гипермаркета принят следующим:

Продолжительность рабочего дня (продажа товаров) – с 8:00 до 23:00

Продолжительность смены – 8 часов

Количество смен – 1 (плавающий график)

Продолжительность рабочей недели, 40 час

Режим работы административных работников – 350 дней в году, при работе в 1 смену. Продолжительность смены – 8 часов.

Режим работы производственных цехов – 350 дней в году, при работе в 1 смену по 8 часов.

Д.2.3.1 Конструктивная схема реконструируемого здания (2-я очередь строительства)

Реконструкция заключается в переоборудовании существующего промышленного здания под торговое без нарушения основных несущих конструкций.

Конструктивная схема реконструируемого здания – рамно-связевая система. Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается металлическими вертикальными связями портального типа и пространственными металлическими прогонами между металлических ферм.

Вертикальные связи – пространственная металлическая конструкция из уголка равнополочного и пластин.

Наружные стены – из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 120 мм, $R_o^{тр}$, кВт · ч/(м ^{2} · год) .

Покрытие – профилированный лист Н114-750 –1,0. В качестве утеплителя применяются жесткие негорючие минераловатные плиты толщиной 180 мм.

Лестницы – стены, марши и площадки монолитные железобетонные из бетона класса В25.

Покрытие по железобетонным и металлическим фермам. Утеплитель – минераловатные плиты Руф Баттс (γ_o = 115 кг/м ^{3}; $\lambda_б$ = 0,045 Вт/(м · °С)) толщиной 180 мм.

Пол по грунту.

Д.2.3.2 Элементы стеновой конструкции

Наибольший объем тепловых потерь через ограждающие конструкции приходится на стены. По конструктивным соображениям стены – наиболее (теплотехнически) неоднородны.

Для стен из сэндвич-панелей характерны следующие элементы, влияющие на теплопередачу:

- углы здания;
- стыки с оконными блоками, витражами, наружными входными дверями и воротами;
- примыкание к цокольному перекрытию;
- сопряжение с покрытием.

Плоский элемент – стена по глади.

Стыки с другими видами стеновых конструкций отсутствуют.

Плоский элемент 1 – сэндвич-панели на фасаде.

Линейный элемент 1 – примыкание окон, витражей и наружных входных дверей к стене.

Линейный элемент 2 – углы здания.

Линейный элемент 3 – примыкание стены к цокольному перекрытию.

Линейный элемент 4 – сопряжение стены с покрытием.

Д.2.3.3 Геометрические характеристики элементов

Все фасады здания, включая проемы, имеют общую площадь 1680,7 м^2.

Фасады содержат проемы следующих размеров:

остекление 2400×1200 мм – 28 шт.; 2000×1200 мм – 5 шт.; 1200×1200 мм – 4 шт.; 1500×1000 мм – 1 шт, 2000×1200 мм – 3 шт.

Суммарная площадь остекления – 102,3 м^2.

Наружные входные двери и ворота: 1970×2071 мм – 13 шт.; 870×2710 мм – 1 шт.; 980×2011 мм – 1 шт.; 2500×2300 мм – 3 шт.; 2500×2200 мм – 2 шт.

Суммарная площадь наружных входных дверей и ворот – 85,14 м^2.

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции (стен здания без проемов) составляет

$$A = 1680,7 - (102,3 + 85,14) = 1493,2 \text{ м}^2.$$

Общую длину проекции откосов окон, витражей, наружных входных дверей и ворот определяют по их экспликации:

$$L_1 = (2\times2,4 + 2\times1,2)\times28 + (2\times2 + 2\times1,2)\times5 + (2\times1,2 + 2\times1,2)\times4 +$$

$$+ (2\times1,5 + 2\times1,)\times1 + (2\times2 + 2\times1,2)\times3 = 211,2 \text{ м (остекление);}$$

$$(2\times1,97 + 2\times2,071)\times13 + (2\times0,87 + 2\times2,071)\times1 + (2\times0,98 + 2\times2,071)\times1 +$$

$$+ (2\times2,5 + 2\times2,3)\times3 + (2\times2,5 + 2\times2,2)\times2 = 165,0 \text{ м (двери и ворота).}$$

Общая длина периметров проемов равна 376,2 м.

Длина откосов окон, витражей и дверей, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента (стены), равна:

$$l_1 = 376,2 / 1493,2 = 0,252 \text{ м}^{-1}.$$

Для наружного угла L_2 = 10,1×1 м = 10,1 м – высота здания, умноженная на количество углов. Длина угловых стыков, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента (стены) равна:

$$l_2 = 10,1 / 1493,2 = 0,0068 \text{ м}^{-1}.$$

При сопряжении стен с покрытием L_3 = 171,5 м (периметр покрытия)

удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_3 = 171,5/1493,2 = 0,115 \text{ м}^{-1}.$$

Для примыкания стен к цокольному перекрытию L_3 = 171,5 м (периметр пола по грунту) удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_4 = 171,5/1493,2 = 0,115 \text{ м}^{-1}.$$

Д.2.3.4 Расчет удельных потерь теплоты, обусловленных элементами

Для плоского элемента (стена) теплозащитные характеристики определяем по формулам (5.5) и (5.2) СП 230.1325800

Таблица Д.2.3.1

Материал	δ, мм	$\lambda_{.Б}$, Вт/(м $\cdot^{\circ}$С)
Сэндвич-панели с минераловатным утеплителем	120	0,045

$$R_{o1}^{усл} = 1/8,7 + 0,12/0,045 + 1/23 = 2,83 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{С)/Вт}$$

$$U_1 = 1 / R_{o.1}^{усл} = 1/2,83 = 0,353 \text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{С)}$$

Удельные потери теплоты линейного элемента 1 (витражи, окна и наружные двери) принимаем по таблице Г.36 СП 230.1325800.

Толщина оконной рамы 60 мм; $R_{ут}$ = 2,67 Вт/(м$^2\cdot^{\circ}$С), не соответствует приведенным в таблице Г.36 значениям; ψ_1, находим интерполяцией ψ_1 = 0,015 Вт/(м $\cdot^{\circ}$С).

Теплозащитный элемент – угол стены, подразумевается как чисто геометрический, т.е. при его рассмотрении учитывают влияние на удельные потери теплоты только от искажения геометрии стены в зоне угла. Возможны два варианта исполнения угла: наружный и внутренний. Геометрия этих вариантов противоположна. В связи с этим удельные потери теплоты для наружного угла положительные, а для внутреннего отрицательные.

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел:

- толщина панели (кладки) $d_{кл}$,мм;
- теплопроводность панели, $\lambda_{кам}$, Вт/(м $\cdot^{\circ}$С).

Удельные потери теплоты, ψ_2, для наружного угла стен из сэндвич-панелей принимаем интерполяцией по таблице Г.27 СП 230.1325800. Для наружного угла $\psi_{21} = 0{,}078$ Вт/(м $\cdot$°С).

Все варианты примыкания стен к цокольному перекрытию разделяют на несколько качественно различных случаев. В основном это: примыкание стен к цокольному перекрытию при отапливаемом подвале, при не отапливаемом подвале и для полов по грунту.

Наибольшее влияние на приведенное сопротивление теплопередаче стены оказывает примыкание стен к цокольному перекрытию в малоэтажных зданиях, каким и является реконструируемый объект. Удельные потери теплоты определяем интерполяцией по таблице Г.39 СП 230.1325800 для случая не отапливаемого подвала (пола по грунту), при котором происходят наибольшие удельные потери теплоты $\psi_3 = 0{,}0154$ Вт/(м $\cdot$°С).

При расчете потерь теплоты в зоне примыкания стен к кровельному покрытию рассматриваются два варианта кровельного покрытия: с основанием из железобетона и из стального профилированного листа.

Как показал анализ, в большинстве случаев выбор основания совмещенного кровельного покрытия мало влияет на удельные потери теплоты через рассматриваемый узел.

Наибольшее влияние на приведенное сопротивление теплопередаче оказывает сопряжение стен с совмещенным кровельным покрытием в малоэтажных зданиях, которое и рассматривается в данной работе.

Конструкция сопряжения стены с покрытием по характеру близка к аналогичному сопряжению плит перекрытия со стеной и соответствующие значения могут быть найдены по таблице Г.5 СП 230.1325800. Интерполяцией находим удельные теплопотери $\psi_4 = 0{,}60$ Вт/(м $\cdot$°С).

Таким образом, определены удельные потери теплоты, обусловленные всеми элементами в рассматриваемом фрагменте ограждающей конструкции.

Д.2.3.5 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены

Рзультаты расчетов – раздел Д.2.3.4 – сведены в таблицу Д.2.3.2 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Д.2.3.2

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м^2·°С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}353$ Вт/(м^2·°С)	$U_1 a_1 = 0{,}353$	82,5
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}252$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}015$ Вт/(м·°С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}0038$	0,9
Линейный элемент 2	$l_2 = 0{,}0065$ м/м^2	$\psi_2 = 0{,}078$ Вт/(м·°С)	$\psi_2 l_2 =$ $= 0{,}00051$	0,12
Линейный элемент 3	$l_3 = 0{,}115$ м/м^2	$\psi_3 = 0{,}154$ Вт/(м·°С)	$\psi_3 l_3 = 0{,}0018$	2,36
Линейный элемент	$l_4 = 0{,}115$м/м^2	$\psi_4 = 0{,}60$ Вт/(м·°С)	$\psi_4 l_4 = 0{,}069$	16,1
		Итого:	$1/R^{пр} = 0{,}428$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – стены – рассчитываем по формуле (4.3).

$$R^{пр} = 1/(0{,}353 + 0{,}0038 + 0{,}00051 + 0{,}0018 + 0{,}069) = 1/0{,}428 = 2{,}34 \text{ (м}^2\cdot\text{°С)/Вт}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности стен:

$$r = 0{,}353/0{,}428 = 0{,}825.$$

Д.2.3.6 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче покрытия

Покрытие – профилированный лист Н114-750-1,0

Утеплитель – минераловатные плиты Руф Батт ($\gamma_o = 115$ кг/м^3; $\lambda_B = 0{,}045$ Вт/(м·°С)) толщиной 180 мм.

Таблица Д.2.3.3

Материал слоя	δ, мм	λ
Профилированный лист Н114-750-1,0	-	-
Минераловатные плиты	180	0,045

Плоский элемент – покрытие здания.

Площадь покрытия 7128 м^2 .

Удельная геометрическая характеристика покрытия равна:

$$l_1 = 171{,}0 \text{ м}/7128 \text{ м}^2 = 0{,}024 \text{ м}^{-1}$$

Для плоского элемента – покрытия – условное сопротивление теплопередаче определяется по формулам: (5.5), (5.1) СП 230.1325800.

$$R_o^{усл} = 1/8{,}7 + 0{,}18/0{,}045 + 1/23 = 4{,}16 \ (\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

$$U_1 = 1 / R_o^{усл} = 1/4{,}16 = 0{,}240 \ \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C})$$

Удельные потери теплоты ψ_4, Вт/(м $\cdot{}^\circ$C) для узла сопряжения покрытия со стеной, определенные интерполяцией по таблице Г.5 СП 230.1325800, равны $\psi_4 = 0{,}60$ Вт/(м $\cdot{}^\circ$C) .

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.3.4.

Таблица Д.2.3.4

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты,	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м$^2\cdot{}^\circ$C)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}240$ Вт/(м$^2\cdot{}^\circ$C)	$U_1 a_1 = 0{,}240$	94,5
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}024$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}60$ Вт/(м $\cdot{}^\circ$C)	$\psi_1 l_1 = 0{,}0144$	5,7
Итого:			$1/R^{пр} = 0{,}254$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – покрытия – рассчитываем по формуле (5.1) СП 230.1325800.

$$R^{пр} = 1/(0{,}240 + 0{,}0144) = 1/0{,}254 = 3{,}94 \ \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}) .$$

Коэффициент теплотехнической однородности равен:

$$r = 0{,}240/0{,}254 = 0{,}945.$$

Д.2.3.7 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче цокольного перекрытия (пола по грунту)

Площадь пола по грунту 7128,0 м^2.

Периметр пола по грунту 171,0 м

Удельная геометрическая характеристика пола по грунту равна:

$l_1 = 171{,}0$ м/7128,0 м^2 = 0,024 м$^{-1}$.

Для плоского элемента – пола по грунту – условное сопротивление теплопередаче определяется исходя из разделения площади пола на зоны со значениями сопротивления теплопередаче, принимаемыми по приложению 9 СНиП 2.04.05-91*.

Пол по грунту по периметру на 1 м утеплен 100 мм слоем экструзионного пенополистирола (30 кг/м^3; 0,032 Вт/(м $\cdot^\circ$С) ; $R_к$ = 0,1/0,032 = 3,12 (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт . Площадь пола по грунту – 7128,0 м^2.

1 зона A_1 = 337,7 м^2 $R_1 = 2{,}1 + 3{,}12 = 5{,}22$ (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт

2 зона A_1 = 337,7 м^2 $R_1 = 2{,}1$ (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт

3 зона A_2 = 1350,8 м^2 $R_2 = 4{,}3$ (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт

4 зона A_3 = 2701,7 м^2 $R_3 = 8{,}6$ (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт

5 зона A_4 = 2700,9 м^2 $R_4 = 14{,}2$ (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт

R_0^r = 7128,0 /(337,7/5,22 + 337,7/2,1 + 1350,8/4,3 + 2701,7/8,6 + 2700,9/14,2) =

= 6,83 (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт

$U = 1 / R_o^{усл} = 1/6{,}83 = 0{,}146$ Вт/(м$^2\cdot^\circ$С)

Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м $\cdot^\circ$С) для узла сопряжения цокольного перекрытия со стеной, определенные интерполяцией по таблице Г.39 СП230.1325800, равны $\psi_4 = 0{,}0154$ (м$^2\cdot^\circ$С)/Вт .

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.3.5.

Таблица Д.2.3.5

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, единицы изм.	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м$^2\cdot^\circ$С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}146$ Вт/(м$^2\cdot^\circ$С)	$U_1 a_1 = 0{,}146$	99,7
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}024$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}0154$ Вт/(м $\cdot^\circ$С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}00037$	0,25
Итого:			$1/R^{пр} = 0{,}1464$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – пола по грунту - рассчитываем по СП 230.1325800.

$$R^{пр} = 1/(0,146 + 0,00037) = 1/0,1464 = 6,83 \ (м^2 \cdot ^\circ С)/Вт \ .$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по СП 230.1325800, равен:

$$r = 0,146/0,1464 = 0,997.$$

Д.2.3.8 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, $Вт/(м^3 \cdot ^\circ С)$, рассчитывается по формуле (4.6).

Общий коэффициент теплопередачи здания, $K_{общ}$, $Вт/(м^3 \cdot ^\circ С)$, находится по формуле (4.7). Коэффициент компактности здания, $K_{комп}$, $м^{-1}$, определяется по формуле (4.8). Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания полностью замыкает оболочку отапливаемой части здания.

Климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для г. Москвы.

Описание ограждающих конструкций здания.

Стены – сэндвич-панели.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 2,34 \ (м^2 \cdot ^\circ С)/Вт$ (коэффициент теплотехнической однородности 0,825).

Площадь стен без проемов $A_{ст1} = 1493,2 \ м^2$.

Витражи и окна здания – двухкамерные стеклопакеты в алюминиевых переплетах.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 0,45 \ (м^2 \cdot ^\circ С)/Вт$.

Площадь витражей и окон 102,3 $м^2$.

Наружные входные двери:

- остекленные площадью 90,9 $м^2$, приведенное сопротивление теплопередаче 1,18 $(м^2 \cdot ^\circ С)/Вт$;
- глухие утепленные площадью 27,6 $м^2$, приведенное сопротивление теплопередаче 1,14 $(м^2 \cdot ^\circ С)/Вт$.

Ворота – утепленные площадью 12,8 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,16 (м^2·°С)/Вт .

Покрытие здания – эксплуатируемая кровля.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 3{,}94$ (м^2·°С)/Вт (коэффициент теплотехнической однородности 0,945).

Площадь покрытия $A_{кр} = 7128$ м^2.

Пол по грунту – цокольное перекрытие.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 6{,}83$ (м^2·°С)/Вт (коэффициент теплотехнической однородности 0,955).

Площадь цокольного перекрытия $A_{кр} = 7128$ м^2.

Отапливаемый объем здания $V = 58600$ м^3.

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле: $k_{об} = (1/V_{от}) \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр})$,

$k_{об} = (1/ 58600)$ (1493,2/2,34 + 102,3/0,45 + 44,9/1,18 + 12,0/1,14 + 28,2/1,16 +

+7128/3,94 + 7128/6,83) = 0,065 Вт/(м^3·°С)

Детали расчета сведены в таблицу Д.2.3.6.

Таблица Д.2.3.6

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{ф,i}$, м^2	$R_{o,i}^{пр}$, (м^2·°С)/Вт	$n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр}$	%
Фасадная система из сэндвич-панелей	1	1493,2	2,34	638	16,8
Витражи и окна	1	102,3	0,45	227,3	6,0
Входные наружные двери					
- остекленные	1	44,9	1,18	38,05	1,0
- глухие	1	12,0	1,14	10,5	0,27
утепленные					
- ворота	1	28,2	1,16	24,3	0,64
Покрытие здания	1	7128	3,94	1809	47,7
Цокольное перекрытие (пол по грунту)	1	7128	6,83	1044	27,5
Сумма	-	15936,6	-	3790,8	100

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания определяется по формуле (5.5) СП 50.13330:

$$k_{об}^{тр} = (0{,}16 + 10/\sqrt{V_{от}})/(0{,}00013\ ГСОП + 0{,}61);$$

$$k_{об}^{тр} = (0{,}16 + 10/\sqrt{58600})/(0{,}00013 \times 3731 + 0{,}61) = 0{,}184 \text{ Вт/(м}^3 \cdot ^\circ\text{С)}.$$

Удельная теплозащитная характеристика оболочки здания, равная 0,065, удовлетворяет нормативным требованиям по теплозащите.

Д.2.3.9 Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$С), определяем по формуле:

$$q_{от}^{р} = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta](1 - \xi)\beta_h,$$

где

$k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$С);

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$С);

$k_{быт}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$С);

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м$^3 \cdot ^\circ$С);

ξ – до получения статистических данных принимаем равным 0,1;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления: для рассматриваемого здания – протяженного – β_h=1,13;

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; определяется по формуле

$$\nu = 0{,}7 + 0{,}000025(ГСОП\text{-}1000) = 0{,}7 + 0{,}000025(3731\text{-}1000) = 0{,}77;$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; ζ = 0,95 в двухтрубной системе отопления с термостатами и авторегулированием на вводе.

Удельную вентиляционную характеристику здания, $k_{вент}$, Вт/(м $^{3}\cdot^{\circ}$С), определяем по формуле:

$$k_{вент} = 0,28\, c n_в \beta_v \rho_в^{вент} (1 - k_{эф}),$$

где

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг $\cdot^{\circ}$С);

$n_в$ – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч$^{-1}$;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, принимаем равным $\beta_v = 0,85$;

$\rho_в^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3,

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + t_{от}];$$

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, для рассматриваемого здания равен нулю.

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период $n_в$, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_в = [(L_{вент} n_{вент})/168 + (G_{инф} n_{инф})/(168\, \rho_в^{вент})]/(\beta_v V_{от}),$$

где

$L_{вент}$ - количество приточного воздуха в здание нормируемое при механической вентиляции и равное $4 A_p$ для торговых комплексов, м^3/ч;

A_p – расчетная площадь,(5707) м^2;

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели; 168 – число часов в неделе; торговый комплекс работает 15 ч в день, 7 дней в неделю;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции кг/ч, для общественных зданий до 3 этажей в нерабочее время – $G_{инф} = 0,1 \beta_v V_{от}$;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, равное 168 – – $n_{вент}$) для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, 58600 м^3;

$\rho_в^{вент}$ – указывалось ранее.

$$L_{вент} = 4 \times 5707 = 22828 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$n_{вент} = 105 \text{ ч};$$

$G_{инф} = 0{,}1 \beta_v V_{от}$ для торгового комплекса ниже 3 этажей;

$$G_{инф} = 0{,}1 \times 0{,}85 \times 58600 = 4981{,}0 \text{ кг/ч};$$

$$n_{инф} = 168 - 105 = 63 \text{ ч};$$

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + (-2{,}2)] = 1{,}3 \text{ кг/м}^3;$$

$$n_в = [(22828 \times 105)/168 + (4981{,}0 \times 63)/(168 \times 1{,}3)]/(0{,}85 \times 58600) = 0{,}315 \text{ ч}^{-1}.$$

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле

$$k_{вент} = 0{,}28 \times 1 \times 0{,}315 \times 0{,}85 \times 1{,}3 = 0{,}097 \text{ Вт/(м}^3 \cdot {}^\circ\text{С)}.$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, $k_{быт}$, Вт/(м$^3 \cdot {}^\circ$С), определяется по формуле:

$$k_{быт} = (q_{быт} A_ж) / V_{от} (t_в - t_{от}),$$

где

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 расчетной площади общественного здания ($A_р$); учитывается расчетное количество людей, находящихся в здании, мощность освещения и оргтехники с учетом рабочих часов в неделю;

$t_в, t_{от}, A_ж$ указано ранее.

В рассматриваемом здании на расчетной площади 5707 м^2 – 15-часовой рабочий день, 7-дневная рабочая неделя.

Количество служащих и посетителей около 400 чел.

Понижающий коэффициент 0,7 на неодновременность заполнения.

$$q_{int} = 0,7[(25\times5707\times0,7 + 10,0\times5707\times0,3 +$$

$$+ 90\times400)\times15\times7/7] /(24 \text{ x } 5707) = 11,73 \text{ Вт/м}^2$$

$$k_{быт} = (11,73\times5707)/58600\ (16 - (- 2,2)) = 0,063 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, $k_{рад}$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), определяется по формуле

$$k_{рад} = 11,6 Q_{рад}^{год} /(V_{от} ГСОП)$$

где $Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления через окна и витражи от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год по формуле (4.17).

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.3.7.

Таблица Д.2.3.7

№№ п/п	Окна, выходящие на:	A, м^2	I, кВтч/м^2	AI, кВтч
3.	Запад	12,5	855	10687,5
4.	Северо-Запад	89,8	255	22899,0
			Всего:	33586,5

$$Q_s^y = 0,8\times0,74\times33586,5 = 19883,2 \text{ МДж/м}^2$$

$$k_{рад} = 11,6 \text{ x } 19883,2/(58600\times3731) = 0,001 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Рассчитываем удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^p$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), по формуле

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta'](1 - \xi)\beta_h$$

$$q_{от}^p = [0,065 + 0,097 – (0,063 + 0,001)\ 0,77\times0,95](1 – 0,1)\ 1,13 =$$

$$= 0,117 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, $q_{от}^{тр}$, Вт/(м $^3\cdot^\circ$С), по таблице 14 СП 50. 13330 для торговых комплексов ниже 3-го этажа рана 0,266 Вт/(м $^3\cdot^\circ$С).

$$q_{от}^p = 0,117 \le q_{от}^{тр} = 0,266;$$

$$[(0,266 – 0,117)/0,266\times100] = –55,9\%э$$

Требование соблюдается.

Класс энергосбережения очень высокий (А), таблица 15 СП 50.13330.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, $Q_{от}^{год}$ кВт/год , определяется по приложению Г СП 50.13330.

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \; ГСОПУ_{от} q_{от}^{р} = 0,024 \times 3731 \times 58600 \times 0,117 = 613931,6 \text{ кВт/год}$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{общ}^{год}$, кВт/год опрелеляется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \; ГСОПУ_{от} (k_{об} + k_{вент}) = 0,024 \times 3731 \times 58600 \; (0,065 + 0,097) =$$

$$= 850059,1 \text{ кВт/год} .$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q, кВт/(м^2 · год) , определяется по формуле:

$$q = Q_{от}^{год} / A_{от} = 850059,1/7896 = 107,6 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{год)} .$$

Энергетический паспорт здания 2-й очереди строительства Многофункционального Торгового Комплекса по адресу: Московская Область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	15 апреля 2016 г.
Адрес здания	Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д. 4
Разработчик проекта	ОАО «Атриум»
Адрес и телефон разработчика	8-495-689-75-70
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	Торговый комплекс
Этажность, количество секций	1 этаж + антресоль
Количество квартир	-
Расчетное количество жителей или служащих	50 служ., около 350 посетителей
Размещение в застройке	Примыкающее к двум зданиям
Конструктивное решение	Сэндвич-панели

2. Расчетные условия

Расчетный параметр	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_н$	$^{\circ}C$	минус 25
2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный пеиод	$t_{от}$	$^{\circ}C$	минус 2,2
3. Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут / год	205
4. Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	$^{\circ}C \cdot$ сут / год	3731
5. Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_в$	$^{\circ}C$	16
6. Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	$^{\circ}C$	-
7. Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	$^{\circ}C$	-

3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}$, $м^2$	7896	
9. Площадь жилых помещений	$A_{жс}$, $м^2$	-	
10. Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}$, $м^2$	5707	
11. Отапливаемый объем	$V_{от}$, $м^2$	58600	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,1	
13. Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,272	
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{н}^{сум}$, $м^2$	15936	
- фасадов	$A_{фас}$	1680,7	
- стен (сэндвич-панели)	$A_{ст}$	1493,2	
- окон		102,3	
- фонарей	$A_{ок\,1}$	-	
- окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок\,2}$	-	
- балконных дверей наружных переходов	$A_{ок\,3}$	-	
- входных дверей остекленных	$A_{ок\,4}$	44,94	
- входных дверей глухих	$A_{ст\,4}$	12,0	
- ворот	$A_{дв}$	28,2	
- покрытий (совмещенных)	$A_{покр}$	7128	
- чердачных перекрытий	$A_{черд}$	-	
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная)	$A_{черд\ .т}$	-	
- перекрытий над техническими подпольями или над не отапливаемыми подвалами (эквивалентная)	$A_{цок\,1}$	-	
- перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{цок\,2}$		
- пола по грунту		7128	
- окон по сторонам света			
- СЗ		89,8	
- З		12,5	

4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений в том числе:	$R_o^{пр}$, $м^2 {}^oC / Вт$			
- стен (керамзитобетонные панели)	$R_{o,ст}^{пр}$	2,43/1,53	2,34	
- окон и витражей	$R_{ok.1}^{пр}$	0,40/0,38	0,45	
- фонарей	$R_{ok.2}^{пр}$			
- окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{ok.3}^{пр}$	-		
- балконных дверей наружных переходов	$R_{ok.4}^{пр}$	-		
- входных дверей остекленных	$R_{дв1}^{пр}$	0,7	1,18	
- входных дверей глухих		0,7	1,14	
- ворот	$R_{дв2}^{пр}$	1,16	1,16	
- покрытий (совмещенных)	$R_{o,покр}^{пр}$	3,23/2,58	3,94	
- чердачных перекрытий	$R_{o,черд}^{пр}$		-	
- перекрытий «теплых» чердаков		-	-	
(эквивалентное)	$R_{o,черд.т}$		-	
- перекрытий над техническими подпольями или над не отапливаемыми подвалами (эквивалентное)	$R_{o,цок.1}^{пр}$	- -		
- перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{o,цок.2}^{пр}$	-		
- пола по грунту	$R_{o,цок.3}^{пр}$	-	6,83	

5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$k_{общ}$, Вт/(м^2·°С)	-	0,238
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	n_a, ч$^{-1}$	-	0,315
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, Вт/м^2	-	11,73
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{от}$, руб/кВт·ч	-	-

6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$, Вт/(м^3·°С)	0,184	0,065
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,097
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,063
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,001

7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормативное значение показателя
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,1
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	ξ	-
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,77
28. Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	β_h	1,13

8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{р}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C)	0,117
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C)	0,266
31. Класс энергосбережения	-	А
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите	-	Да

9. Энергетические нагрузки

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт · ч/(м ^{3} · год) кВт · ч/(м ^{2} · год)	107,6
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт · ч/(год)	619178,8
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт · ч/(год)	850059,1

3-я очередь строительства Многофункционального Торгового Комплекса по адресу: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4
Реконструкция существующего промышленного здания с функциональной перестройкой объемно-планировочного решения для размещения в нем торгового комплекса

Д.2.4. Расчет приведеного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания 3-й очереди строительства

Основным направлением деятельности здания 3-й очереди строительства является обеспечение населения строительными, отделочными материалами и зелеными насаждениями.

Здание состоит из:

- магазина стройматериалов общей площадью 8530,0 м^2;
- садового центра общей площадью 3095,0 м^2;
- подземной автостоянки на 192 м/м общей площадью 6135,0 м^2.

Здание магазина стройматериалов – одноэтажное, с антресольным этажом и подземной автостоянкой на 192 машиномест.

Рассматриваемая часть существующего здания – одноэтажная, прямоугольной формы, с антресолью.

Часть здания 3-й очереди строительства имеет габариты в плане 153×78 м.

За условную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа, соответствующий абсолютной отметке 162,60.

Высота здания от уровня чистого пола первого этажа 9,10 м.

В здании на отметке 0,000 общей площадью 8530,0 м^2 располагаются:

- общая входная группа;
- торговый зал (теплый $t_в = +16\,^{\circ}C$) – садовый центр площадью 1270,0 м^2;
- торговый зал (холодный $t_в = +5\,^{\circ}C$) – садовый центр площадью 615 м^2;
- зона загрузки и приема товаров;

- зона предпродажной подготовки;
- зона товаров (склад) и зона доставки товаров покупателям;
- офисные помещения;
- небольшой кафетерий.

В антресоли на отметке 4,200 м общей площадью 862,0 м^2 располагаются:
- административно-бытовые помещения – 618,0 м^2;
- технические помещения (венткамеры) – 244,0 м^2.

Отапливаемая площадь всего здания с $t_в = +16\,^{\circ}C$ равна $A_{от}$ = 10662 м^2.

Расчетная площадь всего здания с $t_в = +16\,^{\circ}C$ равна $A_р$ = 9565,0 м.

На отметке –3,600 общей площадью 7195,0 м^2 располагаются:
- гостевая автостоянка на 192 машиномест;
- технические помещения

Садовый центр – одноэтажное, остекленное здание для продажи растений, включает:
- садовый центр (теплый, +16 °С) площадью 1270,0 м^2;
- садовый центр (холодный, +5 °С) площадью 615,0 м^2;
- открытая торговля со складывающейся кровлей площадью 1210,0 м^2.

Режим работы магазина принят следующим:
Продолжительность рабочего дня (продажа товаров) – с 8:00 до 23:00.
Продолжительность смены – 8 часов.
Количество смен – 1 (плавающий график).
Продолжительность рабочей недели, 40 час.
Режим работы административных работников – 350 дней в году, при работе в 1 смену. Продолжительность смены – 8 часов.

Режим работы производственных цехов – 350 дней в году, при работе в 1 смену по 8 часов.

Д.2.4.1 Конструктивная схема реконструируемого здания (3-я очередь строительства)

Конструктивная схема реконструируемого здания: рамно-связевая система. Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается

металлическими вертикальными связями портального типа и пространственными металлическими прогонами между металлических ферм.

Фундаменты – монолитные железобетонные столбчатые. Под зданием имеется подвал, используемый под автомобильную стоянку. Стены подвала железобетонные.

Колонны – металлические из двутавра 40К1. Сетка колонн 12,0х18,0 м и 6,0х12,0 м.

Вертикальные связи – пространственная металлическая конструкция из уголка равнополочного и пластин.

Наружные стены – из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 120 мм, $R_o^{тр} = 2,67$ (м^2·°С)/Вт .

Перекрытие над подвалом – монолитные железобетонные плиты толщиной 150 мм.

Покрытие – профилированный лист Н114-750 –1,0. В качестве утеплителя применяются жесткие негорючие минераловатные плиты толщиной 180 мм.

Лестницы – стены, марши и площадки монолитные железобетонные из бетона класса В25.

Д.2.4.2 Элементы стеновой конструкции

Наибольший объем тепловых потерь через ограждающие конструкции приходится на стены. По конструктивным соображениям стены наиболее (теплотехнически) неоднородны.

Для стен из сэндвич-панелей характерны следующие элементы, влияющие на теплопередачу:

- углы здания;
- стыки с оконными блоками, витражами, наружными входными дверями и воротами;
- примыкание к перекрытию над подвалом;
- сопряжение с покрытием.

Плоский элемент – стена по глади.

Стыки с другими видами стеновых конструкций отсутствуют.

Плоский элемент 1 – сэндвич-панели на фасаде.

Линейный элемент 1 – примыкание окон, витражей и наружных входных дверей к стене.

Линейный элемент 2 – углы здания.

Линейный элемент 3 – примыкание стены к перекрытию над подвалом.

Линейный элемент 4 – сопряжение стены с покрытием.

Д.2.4.3 Геометрические характеристики элементов

Все фасады здания, включая проемы, имеют общую площадь 2995,0 м^2.

Фасады содержат проемы следующих размеров:

остекление 2500×2500 мм – 4 шт.; 2000×2071 мм – 4 шт.; 2400×1200 мм – 30 шт.; 2000×1200 мм – 2 шт, 1000×1200 мм – 18 шт.; 2000×1200 мм – 11 шт, 2000×2400 мм – 2 шт.

Суммарная площадь остекления – 240,4 м^2.

Наружные входные двери и ворота: 1970×2071 мм – 20 шт.; 870×2071 мм – 1 шт.; 2500×2800 мм – 4 шт.; 2500×2300 мм – 1 шт.

Суммарная площадь наружных входных дверей и ворот – 112,8 м^2.

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции (стен здания без проемов) составляет

$$A = 2995,7 - (240,4 + 112,8) = 2642,5 \text{ м}^2.$$

Общую длину проекции откосов окон, витражей, наружных входных дверей и ворот определяют по их экспликации:

$$L_1 = (2\times2,5 + 2\times2,5)\times4 + (2\times2 + 2\times2,071)\times4 + (2\times2,4 + 2\times1,2) \text{ x } 30 +$$
$$+ (2\times2,0 + 2\times1,2)\times2 + (2\times1 + 2\times1,2)\times18 + (2\times2 + 2\times1,2)\times$$
$$\times11 + (2\times2,0 + 2\times2,4)\times2 = 454,6 \text{ м (остекление);}$$
$$(2\times1,97 + 2\times2,071)\times20 + (2\times0,87 + 2\times2,071)\times1 + (2\times2,5 + 2\times2,8)\times4 +$$
$$+ (2\times2,5 + 2\times2,3)\times1 = 219,5 \text{ м (двери и ворота).}$$

Общая длина периметров проемов равна 674,1 м.

Длина откосов окон, витражей и дверей, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента (стены), равна:

$$l_1 = 674{,}1 / 2642{,}5 = 0{,}255 \text{ м}^{-1}.$$

Для наружных углов $L_2 = (7{,}1 \times 2)$ м = 14,2 м – высота здания умноженная на количество углов. В рассматриваемом здании семь наружных углов и пять внутренних. Наружные углы (5 шт.) гасят внутренние. На теплопередачу оказывают влияние два наружных угла. Длина угловых стыков, приходящаяся на 1 м^2 площади фрагмента (стены), равна:

$$l_2 = 14{,}2 / 2642{,}5 = 0{,}0054 \text{ м}^{-1}.$$

При сопряжении стен с покрытием L_3 = 403,0 м (периметр покрытия) удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_3 = 403{,}0/2642{,}5 = 0{,}152 \text{ м}^{-1}.$$

Для примыкания стен к перекрытию над подвалом L_3 = 403,0 м (периметр) удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_4 = 403{,}0/2642{,}5 = 0{,}152 \text{ м}^{-1}.$$

Д.2.4.4 Расчет удельных потерь теплоты, обусловленных элементами

Для плоского элемента (стена) теплозащитные характеристики определяем по формулам (5.5) и (5.2) СП 230.1325800.

Таблица Д.2.4.1

Материал	δ, мм	$\lambda_{,Б}$, Вт/(м $\cdot^\circ$С)
Сэндвич-панели с минераловатным утеплителем	120	0,045

$$R_{o1}^{усл} = 1/8{,}7 + 0{,}12/0{,}045 + 1/23 = 2{,}83 \text{ (м}^2 \cdot^\circ\text{С)/Вт}$$

$$U_1 = 1 / R_{o,1}^{усл} = 1/2{,}83 = 0{,}353 \text{ Вт/(м}^2 \cdot^\circ\text{С)}$$

Удельные потери теплоты линейного элемента 1 (витражи, окна и наружные двери) принимаем по таблице Г.36 СП 230.1325800.

Толщина оконной рамы по проекту 60 мм; $R_{ут} = 2{,}67$ Вт/(м$^2 \cdot^\circ$С). Эти данные не соответствуют расчетам, приведенным в таблице Г.36. Значение ψ_1, найденное интерполяцией, равно $\psi_1 = 0{,}015$ Вт/(м $\cdot^\circ$С).

Теплозащитный элемент – угол стены, подразумевается как чисто геометрический, т.е. при его рассмотрении учитывают влияние на удельные потери теплоты только от искажения геометрии стены в зоне угла. Возможны два варианта исполнения угла: наружный и внутренний. Геометрия этих вариантов противоположна. В связи с этим удельные потери теплоты для наружного угла положительные, а для внутреннего отрицательные.

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел:

- толщина панели (кладки) $d_{кл}$,мм;

- теплопроводность панели, $\lambda_{кам}$, Вт/(м $\cdot^{\circ}$C) .

Удельные потери теплоты ψ_2 для наружного угла стен из сэндвич-панелей принимаем интерполяцией по таблице Г.27 СП 230.1325800. Для наружного угла $\psi_{21} = 0{,}078$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$C) .

Все варианты примыкания стен к перекрытию над подвалом разделяют на несколько качественно различных случаев. В основном это: примыкание стен к перекрытию над подвалом при отапливаемом подвале, при не отапливаемом подвале и для полов по грунту.

Наибольшее влияние на приведенное сопротивление теплопередаче стены оказывает примыкание стен к перекрытию в малоэтажных зданиях, каким и является рассматриваемый объект. Однако для тонкостенных панелей, какими являются сэндвич-панели, при правильной их установке, учет примыкания стен к перекрытию при расчетах не требуется.

При расчете потерь теплоты в зоне примыкания стен к кровельному покрытию рассматриваются два варианта кровельного покрытия: с основанием из железобетона и из стального профилированного листа.

Как показал анализ, в большинстве случаев выбор основания совмещенного кровельного покрытия мало влияет на удельные потери теплоты через рассматриваемый узел.

Наибольшее влияние на приведенное сопротивление теплопередаче оказывает сопряжение стен с совмещенным кровельным покрытием в малоэтажных зданиях, которое и рассматривается в данной работе.

Конструкция сопряжения стены с покрытием по характеру близка к аналогичному сопряжению плит перекрытия со стеной и соответствующие значения могут быть найдены по таблице Г.5 СП 230.1325800. Интерполяцией находим удельные теплопотери: $\psi_4 = 0{,}60$ Вт/(м ·°С) .

Таким образом, определены удельные потери теплоты, обусловленные всеми элементами в рассматриваемом фрагменте ограждающей конструкции.

Д.2.4.5 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены

Результаты расчетов – раздел Д.2.4.4 – сведены в таблицу Д.2.4.2 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Д.2.4.2

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ²·°С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м²/м²	$U_1 = 0{,}353$ Вт/(м ²·°С)	$U_1 a_1 = 0{,}353$	78,8
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}255$ м/м²	$\psi_1 = 0{,}015$ Вт/(м ·°С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}0038$	0,85
Линейный элемент 2	$l_2 = 0{,}0054$ м/м²	$\psi_2 = 0{,}078$ Вт/(м ·°С)	$\psi_2 l_2 =$ $= 0{,}00042$	0,09
Линейный элемент 3	$l_3 = 0{,}152$м/м²	$\psi_3 = 0{,}60$ Вт/(м ·°С)	$\psi_3 l_3 = 0{,}0912$	20,36
		Итого:	$1/R^{пр} = 0{,}448$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – стены Вт/(м ·°С) рассчитываем по формуле (4.3).

$$R_o^{пр} = 1/(0{,}353 + 0{,}0038 + 0{,}00042 + 0{,}0912) = 1/0{,}448 = 2{,}23 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{С)/Вт}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности стен:

$$r = 0{,}353/0{,}448 = 0{,}788.$$

Д.2.4.6 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче покрытия

Покрытие – профилированный лист Н114-750-1,0

Утеплитель – минераловатные плиты Руф Баттс $(\gamma_o = 115 \text{ кг/м}^3; \lambda_Б = 0{,}045 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)})$ толщиной 180 мм.

Таблица Д.2.4.3

Материал слоя	δ, мм	λ, Вт/(м $\cdot^{\circ}$С)
Профилированный лист Н114-750-1,0	-	-
Минераловатные плиты	180	0,045

Плоский элемент – покрытие здания.

Площадь покрытия 12000 м^2.

Периметр покрытия, примыкающего к стенам здания, 403,0 м.

Удельная геометрическая характеристика покрытия равна:

$$l_1 = 403{,}0 \text{ м}/12000 \text{ м}^2 = 0{,}034 \text{ м}^{-1}.$$

Для плоского элемента – покрытия – условное сопротивление теплопередаче определяется по формулам (4.5), (4.1) СП 230.1325800:

$$R_o^{усл} = 1/8{,}7 + 0{,}18/0{,}045 + 1/23 = 4{,}16 \text{ (м}^2 \cdot^{\circ}\text{С)/Вт}$$

$$U_1 = 1/R_o^{усл} = 1/4{,}16 = 0{,}240 \text{ Вт/(м}^2 \cdot^{\circ}\text{С)}$$

Удельные потери теплоты ψ_4, Вт/(м $\cdot^{\circ}$С) для узла сопряжения покрытия со стеной, определенные интерполяцией по таблице Г.5 СП 230.1325800, равны $\psi_4 = 0{,}60$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С).

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.4.4.

Таблица Д.2.4.4

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м$^2 \cdot^{\circ}$С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0{,}240$ Вт/(м$^2 \cdot^{\circ}$С)	$U_1 a_1 = 0{,}240$	92,3
Линейный элемент 1	$l_1 = 0{,}034$ м/м^2	$\psi_1 = 0{,}60$ Вт/(м $\cdot^{\circ}$С)	$\psi_1 l_1 = 0{,}0204$	7,85
Итого:			$1/R^{пр} = 0{,}26$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции – покрытия – рассчитываем по формуле (4.1) СП 230.1325800.

$$R^{пр} = 1/(0{,}240 + 0{,}0204) = 1/0{,}26 = 3{,}85 \text{ Вт/(м}^2 \cdot^{\circ}\text{С)}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности покрытия равен:

$$r = 0{,}240/0{,}26 = 0{,}923.$$

Д.2.4.7 Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия над подвалом

Конструкция перекрытия над подвалом приведена в таблице Д.2.4.5.

Таблица Д.2.4.5

Материал слоя	Толщина слоя, δ, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м $\cdot^{\circ}$С)
Железобетон	250	2,04
Ц.-п. стяжка	40	0,93

$R_o^{пр} = R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,04/0,93 + 1/6) = 0,45$ Вт/(м$^2\cdot^{\circ}$С);

$n = (16 - 5)/(16 - (-25))) = 0,268;$

$R_{o,экв} = 0,45/0,268 = 1,68$ Вт/(м$^2\cdot^{\circ}$С).

Д.2.4.8 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м$^3\cdot^{\circ}$С), рассчитывается по формуле (4.6). Общий коэффициент теплопередачи здания, $K_{общ}$, Вт/(м$^3\cdot^{\circ}$С), по формуле (4.7). Коэффициент компактности здания, $K_{комп}$, м$^{-1}$, определяется по формуле (4.8). Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания полностью замыкает оболочку отапливаемой части здания.

Климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для г. Москвы.

Описание ограждающих конструкций здания:

Стены – сэндвич-панели.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 2,23$ (м$^2\cdot^{\circ}$С)/Вт (коэффициент теплотехнической однородности 0,788).

Площадь стен без проемов $A_{ст1} = 2642,5$ м^2.

Витражи и окна здания – двухкамерные стеклопакеты в алюминиевых переплетах.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 0,45$ (м$^2\cdot^{\circ}$С)/Вт.

Площадь витражей и окон 240,4 м^2.

Наружные входные двери:

- остекленные, площадью 48,71 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,18 (м$^2\cdot^{\circ}$С)/Вт;

- глухие утепленные площадью 30,36 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,14 (м^2·°С)/Вт .

Ворота – утепленные, площадью 33,75 м^2, приведенное сопротивление теплопередаче 1,16 (м^2·°С)/Вт .

Покрытие здания – эксплуатируемая кровля, приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = 3,85$ (м^2·°С)/Вт .

Коэффициент теплотехнической однородности 0,923.

Площадь покрытия $A_{кр} = 12000$ м^2.

Перекрытие над подвалом ($t_{подв} = 5$°С).

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{пр} = R_{озкв}^{усл} = 1,68$ (м^2·°С)/Вт .

Площадь перекрытия $A_{кр} = 12000$ м^2.

Отапливаемый объем здания $V = 85680$ м^3.

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле: $k_{об} = (1/V_{от}) \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр})$;

$$k_{об} = (1/ 85680)\ (2642,5/2,23 + 240,4/0,45 + 48,71/1,18 + 30,36/1,14 + $$
$$+ 33,75/1,16 + \ 12000/3,85 + 12000/1,68) = 0,141 \text{ Вт/(м}^3\text{·°С)} .$$

Детали расчета сведены в таблицу Д.2.4.6.

Таблица Д.2.4.6

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{ф,i}$, м^2	$R_{o,i}^{пр}$, (м^2·°С)/Вт	$n_{t,i} A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр}$	%
Фасадная система из сэндвич-панелей	1	2642,5	2,23	1185	9,8
Витражи и окна	1	240,4	0,45	534,2	4,42
Входные наружные двери					
- остекленные	1	48,71	1,18	41,28	0,34
- глухие утепленные	1	30,36	1,14	26,63	0,22
- ворота	1	33,75	1,16	29,09	0,24
Покрытие здания	1	12000	3,85	3116,9	25,8
Перекрытие над подвалом	0,268	12000	1,68	7142,8	59,1
Сумма	-	26995,72	-	12076	100

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания определяется по формуле (5.5) СП 50.13330:

$$k_{об}^{тр} = (0{,}16 + 10/\sqrt{V_{от}})/(0{,}00013\ ГСОП + 0{,}61);$$

$$k_{об}^{тр} = (0{,}16 + 10/\sqrt{85680})/(0{,}00013 \times 3731 + 0{,}61) = 0{,}177\ Вт/(м^3 \cdot °С)$$

Удельная теплозащитная характеристика оболочки здания, равная 0,141, удовлетворяет нормативным требованиям по теплозащите.

Д.2.4.9 Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{от}^{р}$, Вт/(м $^3 \cdot °С$), определяем по формуле:

$$q_{от}^{р} = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta](1 - \xi)\beta_h,$$

где

$k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м $^3 \cdot °С$);

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м $^3 \cdot °С$);

$k_{быт}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м $^3 \cdot °С$)

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м $^3 \cdot °С$);

ξ – до получения статистических данных принимаем равным 0,1;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления: для рассматриваемого здания – протяженного – β_h=1,13;

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; определяется по формуле:

$$\nu = 0{,}7 + 0{,}000025(ГСОП\text{-}1000) = 0{,}7 + 0{,}000025(3731 - 1000) = 0{,}77;$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; ζ = 0,95 в двухтрубной системе отопления с термостатами и авторегулированием на вводе.

Удельную вентиляционную характеристику здания, $k_{вент}$, Вт/(м ^{3}·°С), определяем по формуле:

$$k_{вент} = 0,28\, c n_в \beta_v \rho_в^{вент} (1 - k_{эф}),$$

где

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг ·°С);

$n_в$ – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч$^{-1}$;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, принимаем равным $\beta_v = 0,85$.

$\rho_в^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3,

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + t_{от}];$$

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, для рассматриваемого здания равен нулю.

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $n_в$, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_в = [(L_{вент} n_{вент})/168 + (G_{инф} n_{инф})/(168\, \rho_в^{вент})]/(\beta_v V_{от}),$$

где

$L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание, нормируемое при механической вентиляции и равное 4 $A_р$ для торговых комплексов, м^3/ч;

$A_р$ – расчетная площадь, 9565 м^2;

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели; 168 число часов в неделе; торговый комплекс работает 15 ч в день,7 дней в неделю;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции кг/ч. Для общественных зданий до 3 этажей в нерабочее время $G_{инф} = 0,1 \beta_v V_{от}$;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, равное 168 –

– $n_{вент}$) для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, 85680 м^3;

$\rho_в^{вент}$ – указывалось ранее.

$$L_{вент} = 4 \times 9565 = 38260 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$n_{вент} = 105 \text{ ч};$$

$G_{инф} = 0{,}1 \beta_v V_{от}$ для торгового комплекса ниже 3 этажей;

$$G_{инф} = 0{,}1 \times 0{,}85 \times 85680 = 7282{,}8 \text{ кг/ч};$$

$$n_{инф} = 168 - 105 = 63 \text{ ч};$$

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + (-2{,}2)] = 1{,}3 \text{ кг/м}^3;$$

$$n_в = [(38260 \times 105)/168 + (7282{,}8 \times 63)/(168 \times 1{,}3)]/(0{,}85 \times 85680) = 0{,}357 \text{ ч}^{-1}.$$

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле

$$k_{вент} = 0{,}28 \text{ x1} \times 0{,}357 \times 0{,}85 \times 1{,}3 = 0{,}11 \text{ Вт/(м}^3 \cdot {}^\circ\text{С)}.$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, $\backslash k_{быт}$, $Вт /(м^3 \cdot {}^\circ C)$, определяется по формуле:

$$k_{быт} = (q_{быт} A_ж) / V_{от} (t_в - t_{от}),$$

где

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 расчетной площади общественного здания ($A_р$); учитывается расчетное количество людей, находящихся в здании, мощность освещения и оргтехники с учетом рабочих часов в неделю;

$t_в, t_{от}, A_ж$ – указано ранее.

В рассматриваемом здании на расчетной площади 9565 м^2 15-часовой рабочий день, 7-дневная рабочая неделя.

Количество служащих и посетителей около 600 чел.

Понижающий коэффициент 0,7 на неодновременность заполнения;

$$q_{int} = 0,7[(25\times9565\times0,7 + 10,0\times9565\times0,3 +$$

$$+ 90\times600)\times15\times7/7] /(24 \text{ x } 9565) = 11,44 \text{ Вт/м}^2;$$

$$k_{быт} = (11,44\times9565)/85680\ (16 - (- 2,2)) = 0,07 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}.$$

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации $k_{рад}$, Вт/(м$^3\cdot^\circ$С), определяется по формуле

$$k_{рад} = 11,6 Q_{рад}^{год} /(V_{от} ГСОП),$$

где $Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления через окна и витражи от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год по формуле (4.17).

Результаты расчетов сведены в таблицу Д.2.4.7.

Таблица Д.2.4.7

№№ п/п	Окна, выходящие на:	А, м^2	I, кВтч/м^2	AI, кВтч
3.	Северо-Восток	91,6	255	23358,0
4.	Восток	86,4	855	73872,0
	Юго-Восток	62,4	1544	96345,6
			Всего:	193575,6

$$Q_s^y = 0,8\times0,74\times193575,6 = 114596,7 \text{ МДж/м}^2;$$

$$k_{рад} = 11,6 \text{ x } 114596,7/(85680 \text{ x } 3731) = 0,0005 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}.$$

Рассчитываем удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}^p$, Вт/(м$^3\cdot^\circ$С), по формуле

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\zeta](1 - \xi)\beta_h;$$

$$q_{от}^p = [0,141 + 0,11 – (0,07 + 0,0005)\ 0,77\times0,95](1 – 0,1)\times1,13 =$$

$$= 0,203 \text{ Вт/(м}^3\cdot^\circ\text{С)}$$

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий $q_{от}^{тр}$, Вт/(м$^3\cdot^\circ$С), по таблице 14 СП 50. 13330 для торговых комплексов ниже 3-го этажа равна 0,266 Вт/(м$^3\cdot^\circ$С):

$$q_{от}^p = 0,118 \le q_{от}^{тр} = 0,266;$$

$$[(0,266 – 0,203)/0,266\times100] = –23,75\ \%.$$

Требование соблюдается.

Класс энергосбережения нормальный (А), таблица 15 СП 50.13330.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{от}^{год}$, кВт/год, определяется по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \; ГСОПV_{от} q_{от}^{р} = 0,024 \times 3731 \times 85680 \times 0,203 = 2206376,5 \text{ кВт/год}.$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{общ}^{год}$, кВт/год опрелеляются по приложению Г СП 50.13330:

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \; ГСОПV_{от} (k_{об} + k_{вент}) = 0,024 \times 3731 \times 85680 \; (0,141 + 0,11) =$$

$$= 1925704,6 \text{ кВт/год}.$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q, кВт/(м^2 · год), определяется по формуле:

$$q = Q_{от}^{год} / A_{от} = 2206376,5/10662 = 206,9 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{год)}.$$

Энергетический паспорт здания 3-й очереди строительства Многофункционального Торгового Комплекса по адресу: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д.4

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	22 апреля 2016 г.
Адрес здания	Московская область, г. Коломна, ул. Астахова, д. 4
Разработчик проекта	ОАО «Атриум»
Адрес и телефон разработчика	8-495-689-75-70
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	Торговый комплекс
Этажность, количество секций	1 этаж + антресоль + подвал
Количество квартир	-
Расчетное количество жителей или служащих	70 служ., около 530 посетителей
Размещение в застройке	Примыкающее к одному зданию
Конструктивное решение	Сэндвич-панели

2. Расчетные условия

Расчетный параметр	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_н$	$^\circ C$	минус 25
2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный пеиод	$t_{от}$	$^\circ C$	минус 2,2
3. Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут / год	205
4. Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	$^\circ C \cdot$ сут / год	3731
5. Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_в$	$^\circ C$	16
6. Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	$^\circ C$	-
7. Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	$^\circ C$	-

3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}$, $м^2$	10662	
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}$, $м^2$	-	
10. Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}$, $м^2$	9565	
11. Отапливаемый объем	$V_{от}$, $м^2$	85680	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,091	
13. Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,315	
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{н}^{сум}$, $м^2$	26995,7	
- фасадов	$A_{фас}$	1680,7	
- стен (сэндвич-панели)	$A_{ст}$	2642,5	
- окон		240,4	
- фонарей	$A_{ок\,1}$	-	
- окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок\,2}$	-	
- балконных дверей наружных переходов	$A_{ок\,3}$	-	
- входных дверей остекленных	$A_{ок\,4}$	44,94	
- входных дверей глухих	$A_{ст\,4}$	12,0	
- ворот	$A_{дв}$	28,2	
- покрытий (совмещенных)		12000	
- чердачных перекрытий	$A_{покр}$		
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная)	$A_{черд}$	-	
- перекрытия над техническим подпольем	$A_{черд\ .т}$	12000	
- перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{цок\,1}$	-	
- пола по грунту			
- окон по сторонам света	$A_{цок\,2}$	-	
- СВ		91,6	
- В		86,4	
- ЮВ		62,4	

4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений в том числе:	$R_o^{пр}$, $м^{2\,o}C\ /\ Вт$			
- стен (керамзитобетонные панели)	$R_{o,ст}^{пр}$	2,43/1,53	2,34	
- окон и витражей	$R_{ok,1}^{пр}$	0,40/0,38	0,45	
- фонарей	$R_{ok,2}^{пр}$			
- окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{ok,3}^{пр}$	-	-	
- балконных дверей наружных переходов	$R_{ok,4}^{пр}$	-	-	
- входных дверей остекленных	$R_{дв1}^{пр}$	0,7	1,18	
- входных дверей глухих		0,7	1,14	
- ворот	$R_{дв2}^{пр}$	1,16	1,16	
- покрытий (совмещенных)	$R_{o,покр}^{пр}$	3,23/2,58	3,94	
- чердачных перекрытий	$R_{o,черд}^{пр}$	-	-	
- перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентное)	$R_{o,черд.т}$	-	-	
- перекрытий над техническими подпольями (эквивалентное)	$R_{o,цок.1}^{пр}$	2,73/2,18	- 1,68	
- перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{o,цок.2}^{пр}$	-	-	
- пола по грунту	$R_{o,цок.3}^{пр}$	-	-	

5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$k_{общ}$, Вт/(м^2·°С)	-	0,447
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	n_a, ч$^{-1}$	-	0,357
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, Вт/м^2	-	11,44
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{от}$, руб/кВт·ч	-	-

6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$, Вт/(м^3·°С)	0,177	0,141
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,11
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,07
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$, Вт/(м^3·°С)	-	0,0005

7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормативное значение показателя
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,1
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	ξ	-
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,77
28. Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	β_h	1,13

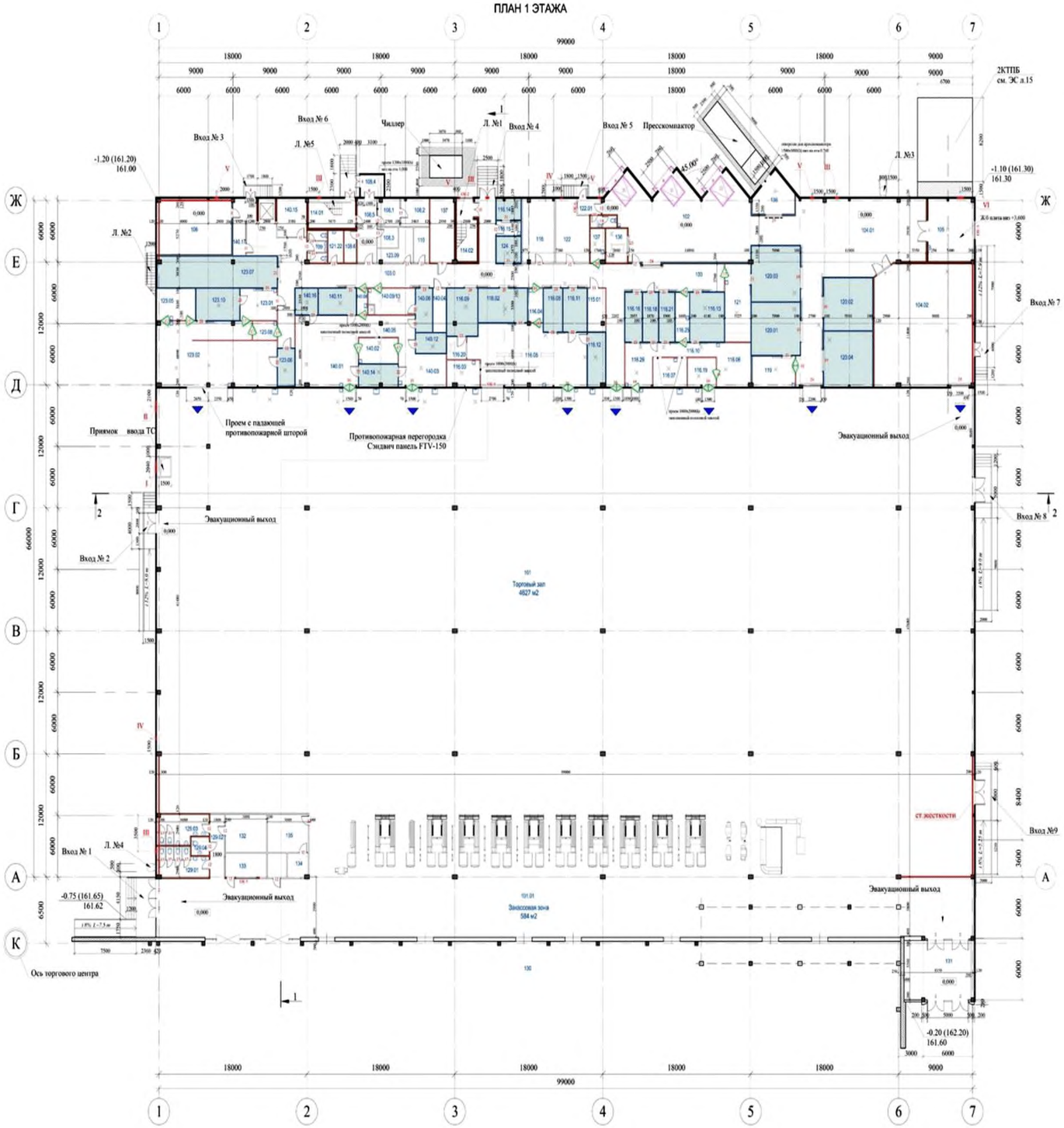
8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{р}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C)	0,203
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$, Вт/(м $^3 \cdot ^\circ$C)	0,266
31. Класс энергосбережения	-	А
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите	-	Да

9. Энергетические нагрузки

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт · ч/(м ^{3} · год) кВт · ч/(м ^{2} · год)	206,9
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт · ч/(год)	2206376,5
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт · ч/(год)	1925704,6

ПЛАН 1 ЭТАЖА



Экспликация помещений на отм. 0,000

№	Наименование	Площадь, м2
101	Торговый зал	4627,0
101.01	Заказсовая зона	584,0
102	Зона приемки	122,0
103	Коридор	204,0
104.01	Зона приемки возрожд. товаров	157,7
104.02	Оконный склад	144,0
105	Зарядная электрокаров	34,2
106	ИТП и насосная	49,5
107	ГРЩ	18,4
108	Пост охраны	
108.01	Помещение дежурного охранника	7,2
108.02	Помещение старшей смены	9,4
108.03	Гардеробная охраны муж.	5,0
108.04	Тамбур	6,2
108.05	Приемный вестибюль	15,0
108.06	Гардеробная охраны жен.	4,6
109	Санузел производственной зоны	
109.01	Тамбур	2,6
109.02	Санузел муж.	2,3
109.03	Санузел жен.	2,2
110	Кладовая чистого белья	6,4
114.01	Лестница №5	16,5
114.02	Лестница №1	14,3
115.01	Сухой склад	9,0
116	Зона производства п-ф из мяса и рыбы	
116.02	Среднетемпературная камера хранения мяса	18,8
116.03	Моечная мясного цеха	30,1
116.04	Тамбур санпропускник	5,9
116.05	Помещ. приготовления п-ф из мяса и птицы	79,0
116.06	Помещ. приготовления п-ф из рыбы	17,6
116.07	Моечная рыбного цеха	11,6
116.08	Низкотемпературная камера хранения мяса	9,5
116.09	Среднетемпературная камера хранения мяса (полутуши)	17,2
116.10	Производственный коридор	10,8
116.11	Среднетемпературная камера хранения птицы	12,1
116.12	Среднетемпературная камера хранения готовой продукции	11,0
116.13	Среднетемпературная камера хранения рыбы	20,0
116.14	Низкотемпературная камера хранения отходов	6,1
116.15	Тамбур камеры отходов	4,3
116.16	Среднетемпературная камера хранения копченой и соленой рыбы	9,8
116.18	Низкотемпературная камера хранения икры	9,0
116.19	Помещение подготовки льда	9,7
116.20	Туалет туш	5,2
116.25	Тамбур-санпропускник	8,1
116.26	Фасовка копченой рыбы	14,2
118	Рукоподписан соседей	24,0
119	Помещение подготовки к продаже фруктов и овощей	15,6
120	Зона холодильных камер	
120.01	Среднетемпературная камера хранения овощей и фруктов	30,2
120.02	Низкотемпературная камера хранения замороженных продуктов	30,2
120.03	Среднетемпературная камера хранения гастрономии	32,0
120.04	Среднетемпературная камера хранения молочной продукции	32,0
121	Помещение фасовки гастрономии	23,8
121.22	Склад упаковки	5,6
122	Операторы АСУ	23,2
122.01	Тамбур (зона почтой приемки)	4,5
122.02	Тамбур-санузел	1,5
122.03	Санузел	2,0
123	Пекарное производство	
123.01	Помещение ресторанного сырья	13,8
123.02	Помещение приготовления хлебобулочных изделий	86,2
123.05	Моечная	14,6
123.06	Среднетемпературная камера хранения готовой выпечки	7,4
123.07	Низкотемпературная камера хранения сырья	43,8
123.08	Сан тамбур	5,3
123.09	Склад упаковки	9,4
123.10	Помещение дефростации	16,3
124	Среднетемпературная камера хранения возврата	7,7
129	Зона покупателей	
129.01	Санузел жен.	17,0
129.02	Тамбур санузла	11,3
129.03	Санузел муж.	16,9
129.04	Санузел для МГН	3,8
130	Гардероб Мозг	
131	Тамбур (вход для покупателей)	49,4
132	Менеджер ОРК, администраторы РКУ	18,4
133	Пункт досмотра	12,0
134	Пункт ТСБ, коммуникационный узел	12,0
135	Пункт видеонаблюдения	18,4
136	Моечная уборочной техники	8,8
137	Мойка возвратной тары	5,4
138	Зона загрузки прессов	15,6
140	Зона производства кулинарии и салатов	
140.01	Помещение приготовления кулинарных изделий	52,6
140.02	Моечная	11,8
140.03	Помещение приготовления салатов	18,5
140.04	Кладовая сухих продуктов	6,7
140.05	Производственный коридор	17,8
140.06	Среднетемпературная камера хранения очищенных овощей и зелени	8,5
140.08	Санпропускник	3,2
140.09 13	Помещение расписания и мойки яиц, обработки овощей	14,4
140.11	Среднетемпературная камера гастрономии	11,5
140.12	Среднетемпературная камера хранения готовой продукции	7,1
140.14	Среднетемпературная камера хранения салатной продукции	10,3
140.15	Зал производством	13,4
140.16	Среднетемпературная камера хранения полуфабрикатов	6,8
140.17	Технолог	5,1
	Итого	7137,5

Спецификация столярных изделий

Марка	Обозначение	Размеры (ширина и высота)	Кол-во Л/П	Примечания
		Дверные блоки наружные		
1	ДНО 24-25	2470x2371	2	остекленная
2	ДНО 21-20	1970x2071	8	остекленная
3	ДНГ 20-15	1470x1971	1	противопожарная , глухая
4	ДНО 21-13	1270x2071	4	остекленная
5	ДНО 21-10	970x2071	1/-	остекленная
6	ВМ 23-25	2500x2300	3	металлические секционные ворота Hormann
		Дверные блоки внутренние		
7	ДПМ 22-21	2070x2171	2	противопожарная, металлическая
8	ДПМ 23-12	1170x2271	1/-	противопожарная, металлическая
9	ДПМ 21-10	970x2071	2/-	противопожарная, металлическая
10	ДГ 21-15	1470x2071	1	глухая
11	ДГ 21-11	1070x2071	3/1	глухая
12	ДГ 21-10	970x2071	10/8	глухая
13	ДГ 21-9	870x2071	4/1	глухая
14	ДГ 20-8	770x1971	2/2	глухая
15	ДГ 19-7	670x1870	4/2	глухая
16	МДО 21-15	1470x2071	6	маятниковая остекленная, защищенная дренчером
17	МДО 21-11	1070x2071	8	маятниковая остекленная
18	МДО 21-10	970x2071	9	маятниковая остекленная
19	ОД 25-20	2000x2500	4	откатная
20	ОД 25-14	1400x2500	1	откатная
21	ОД 21-10	1000x2100	20	откатная
22	СДГ 21-11	1070x2071	7/1	специального исполнения, хк
23	СДГ 21-10	970x2071	4/3	специального исполнения, хк
24	ВР 24-22	2200x2400	3	противопожарные рулонные ворота
25	ВР 24-20	2000x2400	2	рулонные ворота
		Оконные блоки		
26	ОК-1	2400x1200	12	наружное
27	ОК-2	2000x1200	1	наружное
28	ОК-3	1700x1200	1	наружное, низ +1,400
29	ОК-4	2700x2150	1	вутреннее, передаточное
30	ОК-5	2500x1000	1	внутреннее, со сдвигом фрамуги вверх
31	ОК-6	600x800	1	внутреннее, передаточное
32	Ф-1	2000x1200	2	фрамуга

Экспликация отверстий

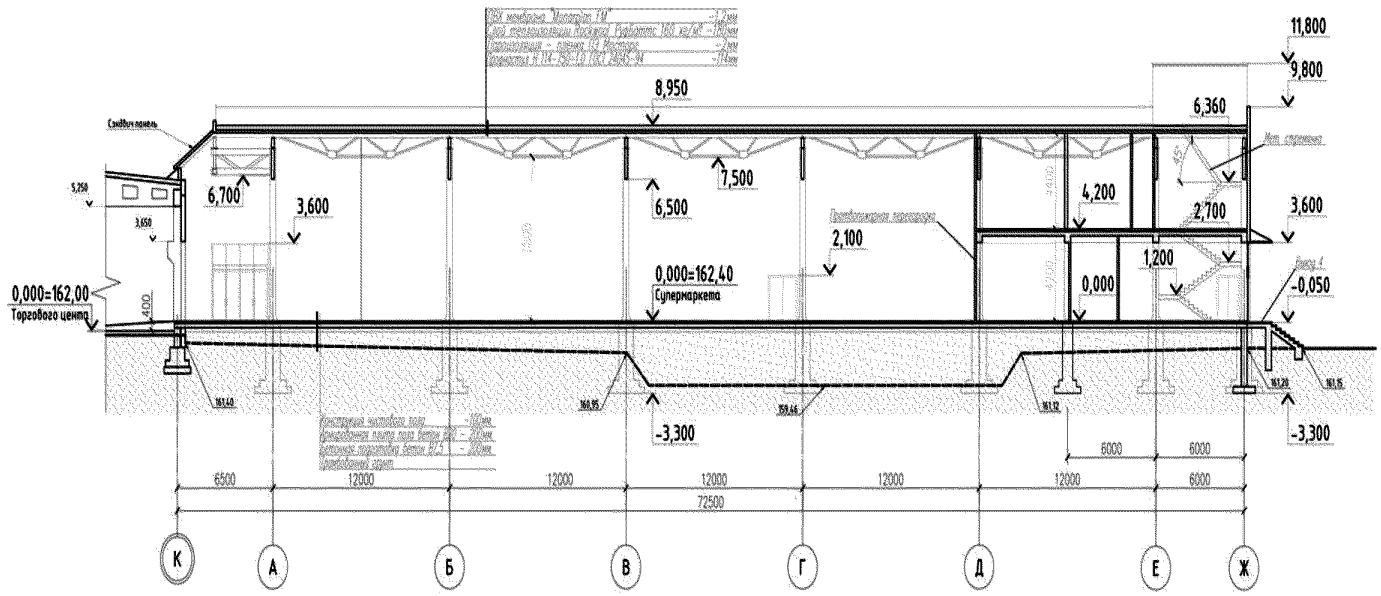
Марка	Назначение отверстий	Размеры LxH	Отметка низа отверстий
I	Теплосеть	800x800	-3,400
II	В	1200x500	-3,500
III	К по оси "1"	400x500	-2,500
	К по оси "Ж"	400x500	-2,900
IV	Полив.кр.	250x250	+0,100
V	Ливнесток	400x500	-2,900
VI	Эл.к.	800x300	-1,000

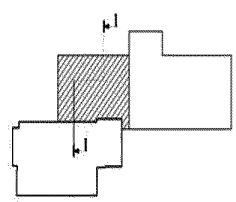
Условные обозначения:

- Сэндвич-панель (противопожарная) 120мм
- Кирпич 250мм
- Кирпич 120мм
- Пеноблоки 200мм
- ГКЛ 100мм
- КНАУФ СИСТЕМА С 132 наружный слой - ГКЛ внутренний слой - ГКЛ внутренний утеплитель - минераловатная плита Rockwool Акустик баттс
- ГКЛВ (влагостойкая) 800мм H=2м
- Сэндвич-панели (перегородки ХК) 100мм
- Ст.жесткости
- Приямок ХК глубина 300 мм
- Трап, d=100 мм
- 101 Нумерация помещений

0,00=162,40

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Заказчик: ЗАО "Коломенский завод ЖБИ" № 01-16-126 АР
						Адрес: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова д.4
Г.арх.		Крстова				Реконструкция существующего здания под торговый комплекс
ГИП		Левченко				Стадия П / Лист 1 / Листов
Арх.		Марцулевич				План 1-го этажа М 1:200
Н.контроль		Крстова				ПСК "Атриум" 2016 г.



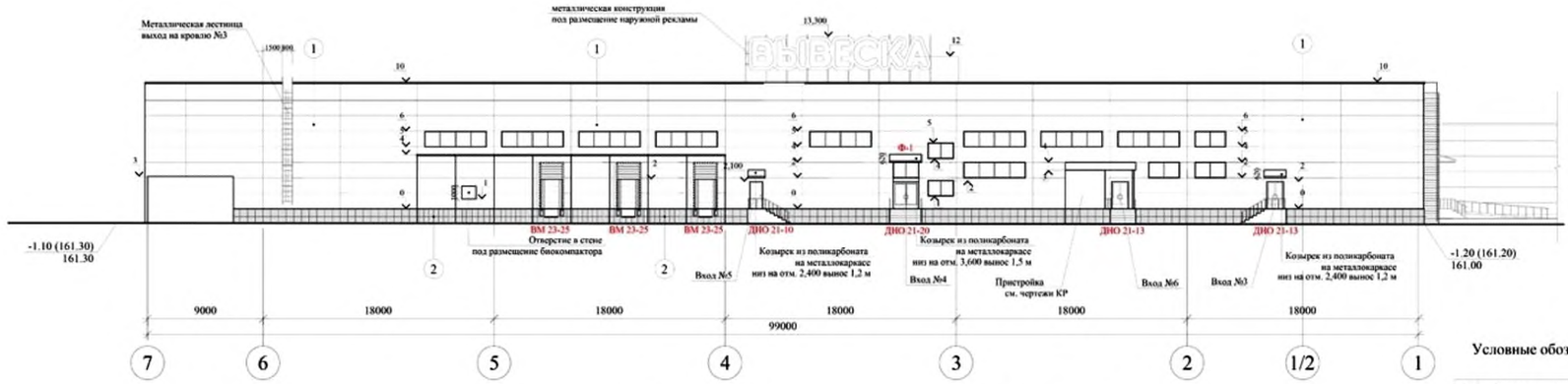


0,000=162,40

							Заказчик: ЗАО "Коломенский завод ЖБИ"	№ 01-16-126 АР
							Адрес: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова д.4	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Гл.арх.		Кретова					Реконструкция существующего здания под торговый комплекс	Стадия: П; Лист: 5; Листов:
ГИП		Левченко						
Арх.		Трифонов						
							Разрез 1-1 М 1:200	ПСК "Атриум" 2016 г.
Н.контроль		Кретова						

Копировал Формат А1

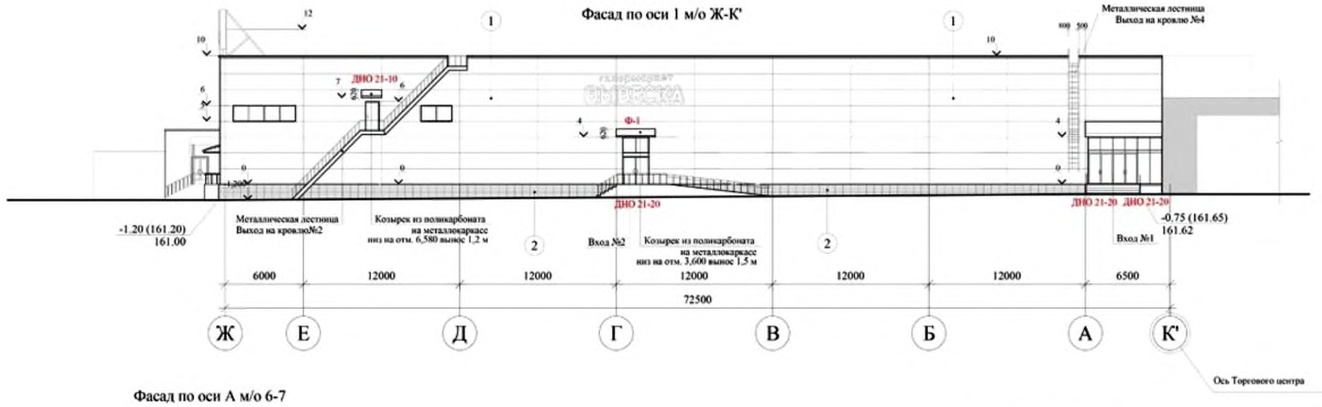
Фасад по оси Ж м/о 7-1



Условные обозначения:

1	- Сэндвич панели (стены)	930 кв.м
2	- Керамогранит (цоколь)	115 кв.м

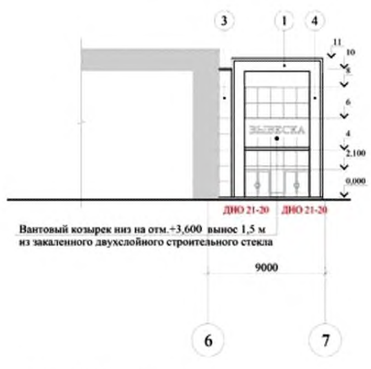
Фасад по оси 1 м/о Ж-К'



Условные обозначения:

1	- Сэндвич панели (стены)	655 кв.м
2	- Керамогранит (цоколь)	60 кв.м

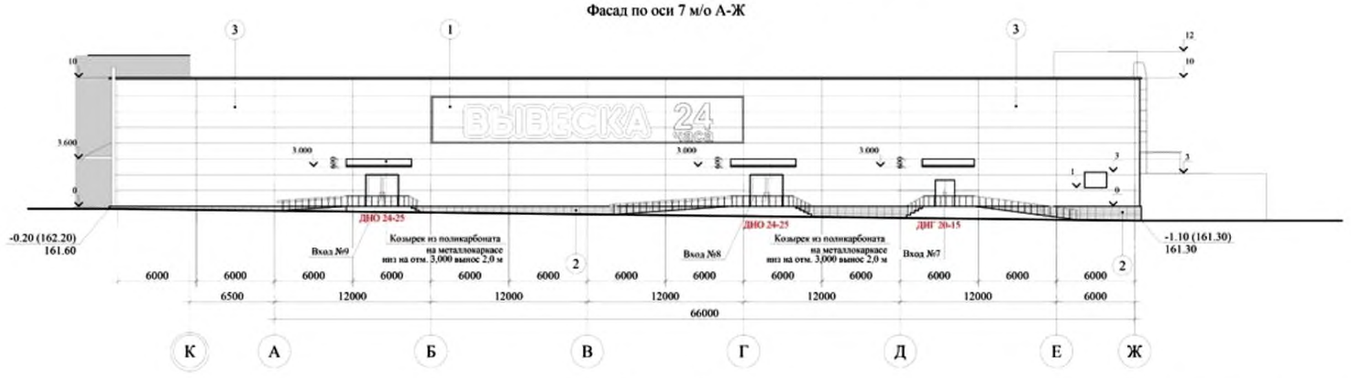
Фасад по оси А м/о 6-7



Условные обозначения:

1	- Сэндвич панели (стены)	17 кв.м
3	- Сэндвич панели (стены)	10 кв.м
4	- Декоративный элемент фасада алюминевые композитные панели по метал. конструкциям	27 кв.м

Фасад по оси 7 м/о А-Ж



Условные обозначения:

1	- Сэндвич панели (стены)	85 кв.м
2	- Керамогранит (цоколь)	35 кв.м
3	- Сэндвич панели (стены)	660 кв.м

0,000=162,40

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Заказчик: ЗАО "Коломенский завод ЖБИ" № 01-16-126 АР
						Адрес: Московская область, г. Коломна, ул. Астахова д.4
Гл.арх.		Кретова				Реконструкция существующего здания под торговый комплекс
ГИП		Левченко				
Арх.		Марцулевич				Фасад по оси Ж м/о 7-1, Фасад по оси 1 м/о Ж-К', Фасад по оси 7 м/о А-Ж М 1:200
Н.контроль		Кретова				

Стадия	Лист	Листов
П	4	

ПСК "Атриум" 2016 г.

Копировал

Формат А1

Литература

В.С.Беляев, Ю.Г.Граник, Ю.А.Матросов. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Издательство АСВ, М., 2014.

gost.e-ecolog.ru