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

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

Методическое пособие

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ ВНОВЬ СТРОЯЩИХСЯ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ОТАПЛИВАЕМЫХ ЗДАНИЙ, НАМЕЧЕННЫХ К ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ, В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СП 50.13330.2012 «СНИП 23-02-2003 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ»

Москва 2015

gost.e-ecolog.ru

Методическое пособие разработано авторским коллективом специалистов НИИСФ РАСН под руководством И.Н. Бутовского.

Содержание

Введение 4

Раздел 1. Область применения 7

Раздел 2. Общие положения . . . . . .
Раздел 3. Исходные данные для теплотехнического проектирования . 8

Раздел 4. Технология процедур теплотехнических расчетов характеристик теплозащиты здания и установление их нормативных значений 17

Раздел 5. Методология оценки энергоэффективности отапливаемых зданий 34

Раздел 6. Особенности составления энергетического паспорта здания 36

Приложение А Основные понятия, термины и определения 38

Приложение Б Нормативные ссылки 40

Приложение В Теплотехнические расчеты теплых чердаков. 42

Приложение Г Теплотехнические расчеты технических подвалов .(с разводкой труб системы отопления и горячего водоснабжения) 52

Приложение Д Температуры точки росы $t_р$, °С для различных значений температур $t_в$, °С относительной влажности $\varphi_в$%, воздуха в помещении. 58

Приложение Е Расчет теплотехнических и энергетических характеристик отапливаемого строительного объекта на примере административного здания. 60

Введение

Согласно Постановлению Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 Свод правил СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» в соответствии с частью 1 статьи 6 Федерального закона « Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30 декабря 2009 года № 384 – ФЗ утвержден и вступил в силу с 1 июля 2015 г. В результате применения СП 50.13330.2012 на обязательной основе должно обеспечиваться соблюдение требований закона № 384-ФЗ.

Применительно к СП 50.13330.2012 Законом № 384-ФЗ предъявляются следующие требования:

1. В зданиях с помещениями с постоянным пребыванием людей для обеспечения санитарно – эпидемиологических требований должно быть предусмотрено устройство систем водоснабжения канализации, отопления, вентиляции, энергоснабжения (статья 19).

2. 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 (статья 20 пункт 1, подпункт 2).

3. Здания должны быть спроектированы с достаточным количеством светопроемов и ориентированы таким образом, чтобы в жилых помещениях была обеспечена достаточная продолжительность инсоляции или солнцезащиты в целях создания безопасных условий проживания независимо от его срока (Статья 22).

4. В расположенных в надземных этажах зданий помещениях с постоянным пребыванием людей должно быть обеспечено естественное или совмещенное, а также искусственное освещение, достаточное для предотвращения угрозы причинения вреда здоровью людей (Статья 23 пункт 1).

5. В проектной документации здания должны быть предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие недопущение образования конденсата на внутренней поверхности ограждающих строительных конструкций, за исключением светопрозрачных частей окон и витрин (Статья 25 пункт 1, подпункт 3).

6. В проектной документации здания должны быть определены значения характеристик ограждающих конструкций и приняты конструктивные решения, обеспечивающие соответствие расчетных значений следующих теплотехнических характеристик требуемым значениям, установленным исходя из необходимости создания благоприятных санитарно – гигиенических условий в помещениях:

- сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания;

- разность температуры на внутренней поверхности ограждающих конструкций и температуры воздуха внутри здания во время отопительного периода;

- теплоустойчивость ограждающих конструкций в теплый период года и помещений в холодный период года;

- сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций ;

- сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций;

- теплоусвоение поверхности полов (Статья 29 пункт 1).

7. Кроме того в процессе должны быть предусмотрены меры по предотвращению переувлажнения ограждающих конструкций, накопления влаги на их поверхности и по обеспечению долговечности этих конструкций (Статья 30 пункт 2).

8. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха здания должны обеспечивать соответствие расчетных значений следующих параметров микроклимата требуемым значениям, установленным исходя из необходимости создания благоприятных санитарно-гигиенических условий:

- температура воздуха внутри здания;

- результирующая температура;

- скорость движения воздуха;

- относительная влажность воздуха (Статья 29 пункт 3).

9. Для обеспечения энергетической эффективности зданий в проектной документации должны быть предусмотрены решения по отдельным элементам, строительным конструкциям зданий, свойствам таких элементов и конструкций, а также по используемым в зданиях устройствам, технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов в процессе эксплуатации зданий. Кроме того должно быть предусмотрено оснащение зданий приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Удовлетворение зданий этим требованиям должно обеспечиваться путем выбора оптимальных архитектурных, функционально – технологических, конструктивных и инженерно – технических решений (Статья 31).

Раздел 1 Область применения.

Настоящее методическое Пособие распространяется на проектирование тепловой защиты ограждающих конструкций вновь возводимых и реконструируемых жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий с нормируемыми параметрами микроклимата помещений (температурой и влажностью).

Уровень тепловой защиты указанных зданий устанавливается соответствующими нормами, а при их отсутствии – по решению собственника (заказчика) при соблюдении санитарно – гигиенических норм.

Раздел 2 Общие положения

При теплотехническом проектировании тепловой защиты зданий последовательно решаются следующие задачи:

- после установления типа здания согласно функционального назначения и выбора его объемно – планировочного решения определяют расчетные параметры наружной и внутренней среды проектируемого объекта : расчетную температуру наружного воздуха, продолжительность и среднюю температуру наружного воздуха в течение отопительного периода согласно таблицы 3.1 СП 131.13330, влажностный режим помещений – согласно таблицы 1 СП 50.13330 для соответствующего объекта строительства, расчетную температуру и относительную влажность воздуха внутри помещений – согласно ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.1.2.2645, СанПиН 2.2.4.548;

- определяют уровень тепловой защиты здания согласно раздела 5 СП 50.13330, сопоставляя с нормируемыми показателями (поэлементными требованиями) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций, с комплексным требованием – удельную теплозащитную характеристику здания, с санитарно – гигиеническими требованиями – температуру на внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

В состав основных элементов ограждающей оболочки проектируемого здания входят конструкции стен, покрытия конструкции светопропускающих заполнений (окон, витрин, витражей, фонарей) проемов стен и покрытий, наружных дверей, 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.

Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха t_p ^oC при расчетной температуре и

относительной влажности воздуха в помещениях, устанавливаемой согласно приложения Д.

Температура внутренней поверхности остекления вертикальных светопрозрачных ограждений гражданских зданий должна быть не ниже 3 °С, производственных зданий - не ниже 0 °С.

- определяют удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания согласно приложения Г СП 50.13330 сопоставляя с нормируемыми значениями, представленными в таблицах 13 и 14 СП 50.13330 с учетом требований ГОСТ Р 31607, ГОСТ Р 51380. Схема проектирования тепловой защиты зданий согласно СП 50.13330 представлена в таблице 1.

Таблица 1 Общая процедура теплотехнического проектирования отапливаемого здания в соответствии с требованиями СП 50.13330

Последовательность выполнения этапов теплотехнического проектирования (в т.ч. при переработке проекта)

I Исходные данные проектируемого здания

1.Определяют тип здания согласно функционального назначения.
2.Определяют район строительства, устанавливают наружные климатические параметры и рассчитывают градусо - сутки отопительного периода (ГСОП).
3.Разрабатывают объемно – планировочные решения здания.
4.Принимают согласно ГОСТ 30494 расчетные температуры внутреннего воздуха помещений здания и согласно таблицы 1 СП 50.13330 – влажностный режим помещений, допустимую скорость движения воздуха в помещениях (ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005)
5.Определяют исходя из принятых согласно проекта объемно-планировочных решений и видов ограждающих конструкций отапливаемые площади и объемы помещений, площади ограждающих конструкций наружной оболочки здания.

II Определение теплотехнических характеристик наружных ограждений и сопоставление их с нормативными требованиями, установленными согласно СП 50.13330

1.Выбирают конструктивные решения наружных ограждений и принимаемые для их реализации конструкционные и теплоизоляционные материалы и изделия.
2.Устанавливают расчетные теплотехнические характеристики принятых для наружных ограждений материалов и изделий в соответствии с условиями эксплуатации района строительства (Таблица 2 СП 50.13330) согласно данных приложения Т СП 50.13330: - теплопроводность λ, Вт/(м· °С), -теплоусвоение (при периоде 24 ч) s , Вт/(м^2· °С), - удельная теплоемкость (в сухом состоянии) c_o, кДж/(кг· °С), - паропроницаемость μ, мг/(м· ч ·Па)
3. В качестве расчетной теплозащитной характеристики наружного ограждения принимают приведенное сопротивление теплопередаче неоднородной ограждающей конструкции наружной оболочки здания, рассчитанной согласно требований СП 50.13330 с использованием результатов расчетов температурных полей. Получено расчетное значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_o^{пр}$ м^2 ·°С/Вт должно быть не менее нормируемого значения $R_o^{норм}$, м^2 ·°С/Вт (поэлементные требования), устанавливаемого по таблице 3 СП 50.13330.
4.В качестве обобщенной теплозащитной характеристики здания, оценивающей совокупный уровень тепловой эффективности отапливаемого объекта, принимают удельную (1 м^3 отапливаемого объема) теплозащитную характеристику здания $k_{об}$, Вт/(м^3 ·°С) рассчитанную в соответствии с методологией приложения Ж СП 50.13330. Полученное расчетное значение $k_{об}$ должно быть не более нормируемого значения удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}^{тр}$, Вт/м3 ·°С, принимаемой в зависимости от отапливаемого объема здания и ГСОП района строительства по таблице СП 50.13330.
5.К внутренней поверхности ограждающей оболочки здания предъявляется такое санитарно-гиеническое требование как наличие на этой поверхности (в зонах теплотехнических неоднородностей) температуры $\tau_в$, °С при расчетной температуре наружного воздуха $t_н$ °С, не ниже температуры точки росы $t_р$ °С при расчетных значениях температуры и относительной влажности внутреннего воздуха.

6.В качестве теплоэнергетической характеристики здания, оценивающей энергоэффективность разрабатываемого проекта отапливаемого строительного объекта, принимают удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}^{p}$, Вт/(м^3 · °С), включающую теплозащитную ($k_{об}$) с учетом требований ГОСТ Р 54851 и вентилиционную ($k_{вент}$) с учетом требований ГОСТ 31167 составляющие за вычетом удельных значений бытовых тепловыделений ($k_{быт}$) и теплопоступлений от солнечной радиации ($k_{рад}$), рассчитанную в соответствии с методологией приложения Р СП 50.13330. Полученное расчетное значение ($q_{от}^{p}$) должно быть меньше или равно нормируемого значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий $q_{от}^{тр}$, Вт/(м^3 · °С), принимаемой в зависимости от типа и этажности здания по таблицам 13 и 14 СП 50.13330.

III Установление класса энергосбережения проектируемого здания

1.В результате определения значений расчетной $q_{от}^{p}$ и нормируемой $q_{от}^{тр}$ характеристик расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определяют величину отклонения расчетного значения $q_{от}^{p}$ от нормативного значения $q_{от}^{тр}$ по формуле $\Delta q = [(q_{от}^{p} - q_{от}^{тр})/ q_{от}^{тр}]\cdot 100$, %

2.По полученной величине Δq согласно значений отклонений $q_{от}^{p}$ от $q_{от}^{тр}$, установленных в таблице 15 СП 50.13330 устанавливают класс энергосбережения запроектированного здания.

IV Энергетический паспорт здания

1.Общая информация (адрес расположения здания, разработчик проекта : наименование организации, адрес и телефон), шифр проекта, назначение здания (этажность, количество секций, квартир, расчетное число жителей, служащих и работников, размещение в застройке, конструктивное решение здания).

2.Расчетные условия (расчетные температуры и градусо-сутки, продолжительность отопительного периода).

3.Геометрические характеристики (расчетные площади и объемы помещений, коэффициент остекленности фасада, показатель компактности здания, расчетные площади наружных ограждений.

4.Теплотехнические показатели (приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, общий коэффициент теплопередачи здания, средняя кратность воздухообмена, удельные бытовые тепловыделения).

5.Удельные характеристики здания (теплозащитная, вентиляционная, бытовых тепловыделений, тепловыделений от солнечной радиации, расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию).

6. Класс энергосбережения.

7.Энергетические нагрузки здания (общие теплопотери, расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период).

V Проверка на соответствие расчетных показателей нормируемым показателям

При достижении класса энергосбережения А, В, С - окончание проектирования

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

Раздел 3 Исходные данные для теплотехнического проектирования

Исходные данные при разработке проекта отапливаемого здания согласно требований СП 50.13330 включают следующие показатели, характеризующие особенности конструктивных решений строительного объекта, параметров внутренней и наружной среды пункта строительства:

- тип и вид проектируемого здания,

- параметры внутренней среды,

- наружные климатические условия,

- расчетные площади проектируемого здания.

Данное методическое пособие затрагивает часть общей задачи энергосбережения в зданиях.

Требования к повышению тепловой защиты зданий и сооружений, основных потребителей энергии, являются важным объектом государственного регулирования в большинстве стран мира. Эти требования рассматриваются также с точки зрения охраны окружающей среды, рационального использования не возобновляемых природных ресурсов и уменьшения влияния «парникового» эффекта и сокращения выделений двуокиси углерода и других вредных веществ в атмосферу.

Одновременно с созданием эффективной тепловой защиты, в соответствии с другими нормативными документами принимаются меры по повышению эффективности инженерного оборудования зданий, снижению потерь энергии при ее выработке и транспортировке, а также по сокращению расхода тепловой и электрической энергии путем автоматического управления и регулирования оборудования и инженерных систем в целом.

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» распространяется на теплотехническое проектирование следующих типов отапливаемых зданий:

- жилые (СП 54.13330, СП 55.13330);
- административные и бытовые (СП 44.13330);
- производственные (СП 56.13330);
- сельскохозяйственные (СП 105.13330, СП 106.13330);
- складские.

Жилые здания разделяются на две группы:

- многоквартирные многоэтажные (многосекционные и башенного типа) СП 54.13330;
- одноквартирные (1-3-х этажные) СП 55.13330.

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.

Общественные здания разнообразны по своему функциональному назначению и в соответствии с этим к ним предъявляются различные требования по температурному, влажностному и воздушному режиму помещений. Эти требования к микроклимату могут также отличаться для различных частей общественного здания. Это также требует комплексного подхода при теплотехническом проектировании.

Общественные здания, к которым предъявляются требования по поддержанию основных параметров микроклимата на требуемом уровне, включают следующие основные виды:

- детские дошкольные учреждения;
- общеобразовательные школы, учебные корпуса профессионально-технических, средних специальных и высших учебных заведений;

- лабораторные и производственные здания научно-исследовательских институтов;
- медицинские учреждения (лечебные, поликлиники, профилактории);
- санатории, учреждения отдыха для взрослых, оздоровительные лагеря для школьников;
- кинотеатры, клубы, театры, концертные и универсальные залы, конферец – залы;
- библиотеки (читальные, лекционные залы, хранилища книг, архивов);
- предприятия общественного питания: рестораны, кафе, столовые;
- спортивные залы;
- крытые помещения с ледяными аренами, катками;
- стадионы с крытой спортивной ареной и подтрибунными помещениями;
- магазины продовольственные и промтоварные;
- бассейны крытые.

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

Параметры воздуха внутри жилых и общественных зданий следует определять согласно таблицы 1-3 ГОСТ 30494 : расчетную температуру внутреннего воздуха здания $t_в$, ^oC – по минимальным значениям оптимальной температуры проектируемого здания , относительную влажность внутреннего воздуха φв ,% , для проверки на условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений: для помещений жилых зданий, больничных и поликлинических учреждений, дошкольных учреждений, общеобразовательных школ, домов – интернатов, детских домов – 55%, для других помещений общественных зданий – 50%, для влажных помещений и пространств жилых зданий: кухонь – 60%, ванных комнат – 65%, тёплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75%, теплых чердаков – 55%. Параметры воздуха внутри зданий производственного назначения следует принимать согласно ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

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 значений таблицы 3.1 СП131.13330 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;
- определяют 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 таблицы 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 · °С), теплоусвоение (при периоде 24 ч) s Вт/(м^2 · °С), паропроницаемость μ, мг/(м · ч · Па)) для проведения теплотехнических расчетов проектируемых ограждающих конструкций.

При теплотехнических расчетах (определение теплопотерь, удельных характеристик теплообмена ограждений) определяют численные значения отапливаемых площадей и объемов помещений здания.

Отапливаемая площадь зданий $A_{от}$ численно представляет собой сумму площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, за исключением технических этажей и гаражей. Отапливаемый объем здания $V_{от}$, $м^3$, равен объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий.

Для установления удельных тепло – и воздухообменных характеристик здания по проекту вычисляют : для жилых зданий – площадь жилых помещений $A_ж$, $м^2$, включающую спальни, детские, гостиные, кабинеты, столовые, для для общественных и административных зданий расчетную площадь $A_р$,$м^2$, включающую все помещения за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей.

Раздел 4 Технология процедур теплотехнических расчетов характеристик теплозащиты здания и установления их нормативных значений

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 $R_0^{пр}$, $м^2 \cdot {}^oС/Вт$, 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 Р 54853.

При проектировании наружных ограждающих конструкций здания в силу 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 т.ч.

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 54851-2011 «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче», 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 определённую площадь наружного ограждения). 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 $\tau_н$, ^oC, 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».

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

$$R_s = \delta_s / \lambda_s \qquad (4.1)$$

$$R_{o,i}^{усл} = (1/\alpha_в + \sum_s R_s + 1/\alpha_н) \qquad (4.2)$$

$$R_o^{усл} = \sum A_i / \sum A_i / R_{o,i}^{усл} \qquad (4.3)$$

$$R_o^{пр} = 1/(1/R_o^{усл} + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k) \qquad (4.4)$$

$$r = R_o^{пр} / R_o^{усл} \qquad (4.5)$$

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, м^{2}·^{o}С/Вт, для материальных слоев, определяемое по формуле (4.1), для невентилируемых воздушных прослоек - по таблице Е1 СП 50.13330;

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

λ_i – 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 (4.2);

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

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

$R_o^{усл}$ – осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт, определяемое по формуле (4.3);

A_I – площадь i- той части фрагмента , м^2;

l_j – длина линейной неоднородности j -го вида (например, линии продольного примыкания соседних элементов ограждения), 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 -того вида, Вт/(м·°С);

$n_к$ – 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 ограждающих 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 (4.3) разработан Свод Правил 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 пересекают 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 вариантов 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.

Для предварительной оценки влияния основных теплопроводных включений на снижение уровня теплозащиты применяемых в отечественной строительной практике видов наружных стен и используемых материалов в таблице 2 приведены осредненные значения коэффициентов теплотехнической однородности наиболее распространенных видов наружных стен.

Таблица 2 Коэффициенты теплотехнической однородности ограждающей конструкции r, учитывающие влияние стыков, обрамляющих ребер и других теплопроводных включений

Вид стен и использованные материалы	Коэффициент
Из однослойных легкобетонных панелей	0,85
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,75
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или ребрами из керамзитобетона	0,70
Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными ребрами	0,50
Из трехслойных панелей на основе древесины, асбестоцемента и других листовых материалов с эффективным утеплителем при полистовой сборке при ширине панелей 6 и 12 м без каркаса	0,90
Из трехслойных металлических панелей с утеплителем из пенопласта без обрамлений в зоне стыка	0,85
Из трехслойных металлических панелей с утеплителем из пенопласта с обрамлением в зоне стыка	0,65
Из трехслойных металлических панелей с утеплителем из минеральной ваты с различным каркасом	0,55
Из трехслойных асбестоцементных с минераловатным утеплителем с различным каркасом	0,50
Фасадные системы с эффективным утеплителем и тонким наружным штукатурным слоем	0,85
Навесные фасадные системы с эффективным утеплителем и облицовочным слоем на относе, образующим вентилируемую прослойку	0,65

При проектировании теплозащиты зданий различного назначения следует применять , как правило , типовые решения и изделия полной заводской готовности, в том числе конструкции комплексной поставки, со стабильными теплоизоляционными свойствами, достигаемыми применением эффективных теплоизоляционных материалов с минимумом теплопроводных включений в сочетании с надежной гидроизоляцией, не допускающей проникновения влаги в жидкой фазе и максимально сокращающей проникновение водяных паров в толщу теплоизоляции.

Взаимное расположение отдельных слоев ограждающих конструкций должно способствовать высыханию конструкций и исключать возможность накопления влаги в ограждении в процессе эксплуатации.

Требуемую степень долговечности ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надежную стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, стойкость против коррозии, высокой температуры, циклических температурных колебаний и других разрушающих воздействий окружающей среды), а также соответствующими конструктивными решениями, предусматривающими в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций, выполняемых из недостаточно стойких материалов.

Для обеспечения лучших эксплуатационных характеристик в многослойных конструкциях зданий с теплой стороны следует располагать слои большой теплопроводности и с большим сопротивлением паропроницанию, чем наружные слои. Ограждающие конструкции, контактирующие с грунтом, следует предохранять от грунтовой влаги путем устройства гидроизоляции.

Стены

С теплотехнической точки зрения различают три вида наружных стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные.

Однослойные стены выполняют из конструкционно – теплоизоляционных материалов и изделий, совмещающих несущие и теплозащитные функции.

В двухслойных стенах предпочтительно расположение утеплителя снаружи. Используются два варианта наружного утеплителя: системы наружным покрывным слоем без зазора и системы с воздушным зазором между наружным облицовочным слоем и утеплителем.

В трехслойных ограждениях с защитными слоями на точечных (гибких, шпоночных) связях рекомендуется применять утеплитель из минеральной ваты, стекловаты или пенополистирола с толщиной, устанавливаемой по расчету с учетом теплопроводных включений от связей. В этих ограждениях соотношение толщин наружных и внутренних слоев должно быть не менее 1:1,25 при минимальной толщине наружного слоя 50 мм.

При применении стен с невентилируемыми воздушными прослойками следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- размер прослойки по высоте должен быть не более высоты этажа и не более 6 м, размер по толщине – не менее 40 мм (10 мм при устройстве отражательной теплоизоляции);

- воздушные прослойки следует разделять глухими диафрагмами из негорючих материалов на участки размером не более 3 м;

- воздушные прослойки рекомендуется располагать ближе к холодной стороне ограждения.

При применении стен с вентилируемой воздушной прослойкой (стены с вентилируемым фасадом) следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- воздушная прослойка должна быть толщиной не менее 60 и не более 150 мм и ее следует размещать между наружным слоем и теплоизоляцией; следует предусматривать рассечки воздушного потока по высоте каждые три этажа и перфорированных перегородок;

- при расчете приведенного сопротивления теплопередаче следует учитывать все теплопроводные включения, включая крепежные элементы облицовки и теплоизоляции;

- наружный слой стены должен иметь вентиляционные отверстия, причем нижние (верхние) вентиляционные отверстия, как правило, следует совмещать с цоколями (карнизами), для нижних отверстий предпочтительно совмещение функций вентиляции и отвода влаги.

При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом:

- слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью, в теплотехническом расчете не учитывают;

- на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, коэффициент теплоотдачи $\alpha_н$ принимают равным 10,8 Вт/ ($м^2 \cdot ^oC$).

Тепловую изоляцию наружных стен следует проектировать непрерывно в плоскости фасада здания. Такие элементы ограждений, как внутренние перегородки, колонны, балки, вентиляционные каналы и другие не должны нарушать целостности слоя теплоизоляции.

При наличии в конструкции теплозащиты теплопроводных включений необходимо учитывать следующее:

- несквозные включения целесообразно располагать ближе к теплой стороне ограждения;

- в сквозных, главным образом, металлических включениях (профилях, стержнях, болтах, оконных рамах) целесообразно предусматривать вставки (разрывы мостиков холода) из материалов с коэффициентом теплопроводности не выше 0,35 Вт/ ($м \cdot ^oC$).

При применении в ограждающих конструкциях горючих утеплителей оконные и другие проемы по периметру следует обрамлять полосами шириной не менее 200 мм из минераловатного негорючего утеплителя плотностью не менее 80-90 $кг/м^3$.

Крыши, чердаки, покрытия, мансарда, технические подвалы

Покрытия жилых и общественных зданий могут быть бесчердачными (совмещенными) и раздельной конструкции, верхние и нижние перекрытия которой образуют чердачное пространство, и в зависимости от способа удаления вентиляционного воздуха оно может быть холодным или теплым.

Крыши с холодным чердаком разрешается применять в жилых зданиях любой этажности. Крыши с теплым чердаком рекомендуется применять в зданиях 6 этажей и более.

При крыше с холодным чердаком теплоизоляция укладывается по чердачному перекрытию. Теплоизоляционный слой по периметру чердака на ширину 1 м рекомендуется защищать от увлажнения. Вентиляционные шахты и вытяжки канализационных стояков при холодном чердаке с выпуском наружу должны быть утеплены выше чердачного перекрытия.

В крыше с теплым чердаком (теплотехнический расчет см. приложение В) чердачное пространство, имеющее утепленные наружные стены и утепленное кровельное покрытие, обогревается теплым воздухом, который поступает из вытяжной вентиляции дома. Для удаления воздуха из чердачного пространства следует предусматривать вытяжные шахты по одной на каждую секцию. Чердачное пространство следует по секционно разделить стенами на изолированные отсеки. Дверные проемы в стенах, обеспечивающие сквозной проход по чердаку, должен иметь уплотненные притворы.

Плиты покрытия теплого чердака при безрулонной кровле должны иметь верхний кровельный слой не менее 40 мм из плотного бетона и бортовые ребра высотой 100 мм. Плиты рекомендуется проектировать двухслойными, в том числе с теплоизоляционными вкладышами.

Плиты покрытия теплого чердака под рулонную кровлю рекомендуется проектировать однослойными из легкого бетона, в том числе с термовкладышами, или трехслойными.

Бесчердачные покрытия (совмещенные крыши) могут устраиваться невентилируемыми и вентилируемыми. Невентилируемые покрытия следует предусматривать в тех случаях, когда в конструкции покрытия путем применения пароизоляции и других мероприятий исключается недопустимое влагонакопление в холодный период года. Вентилируемые покрытия надлежит предусматривать в тех случаях, когда конструктивные меры не обеспечивают нормального влажностного состояния конструкций.

В жилых и общественных зданиях рекомендуется применение вентилируемых совмещенных крыш.

Рекомендуемая конструкция бесчердачного (совмещенного) вентилируемого покрытия крыши может содержать следующие слои, считая от нижней поверхности:

- несущая конструкция;

- пароизолирующий слой;

- теплоизолирующий слой;

- вентилируемая прослойка, служащая для удаления влаги из конструкции покрытия или для его охлаждения;

- основание под гидроизоляцию (стяжка или кровельная плита при щелевых вентилируемых прослойках);

- многослойный гидроизолирующий кровельный ковер.

Волокнистые теплоизоляционные материалы в вентилируемых покрытиях должны быть защищены от воздействия вентилируемого воздуха паропроницаемыми пленочными покрытиями.

Осушающие воздушные прослойки и каналы следует располагать над теплоизоляцией или в верхней зоне последней. Минимальный размер поперечного сечения этих прослоек не должен быть менее 40 мм. Приточные отверстия следует устраивать в карнизной части , а вытяжные – с противоположной стороны здания или в коньке. Суммарное сечение как приточных, так и вытяжных отверстий

рекомендуется назначать в пределах 0,002 – 0,001 от горизонтальной проекции покрытия.

Технические подвалы (техподполья) – это подвалы при наличии в них нижней разводки труб систем отопления, горячего водоснабжения, а также труб системы водоснабжения и канализации. Теплотехнический расчет технического подвала приведен в приложении Г.

Светопрозрачные ограждающие конструкции

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 отдельными стеклами рекомендуется применение стекол с твердым селективным покрытием (К – стекло).

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 слдует проектировать под углом 135^{o} 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 светопропускющее заполнение, опорный стакан, механизмы открывания. Светопропускающее заполнение может быть 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.

Нормируемые требования к тепловой защите зданий согласно СП 50.13330 включает в себя следующие показатели:

- поэлементные требования – нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^{норм}$, м^{2}.^{o}С/Вт, основой которых являются базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей

конструкции, $R_0^{тр}$, $м^2 \cdot {}^oC/Вт$, представляющие собой минимальные значения сопротивления теплопередаче зданий, принятые Госстроем России с 1 января 2000 г. (таблица 3 СП 50.13330).

Допускается снижение значения $R_0^{норм}$ при удовлетворении условия (10.1) по СП 50.13330, согласно которому расчетные значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания окажутся меньше нормируемого значения этой характеристики. При этом согласно пункта 5.2 СП 50.13330 предельное снижение значения $R_0^{норм}$ ограничивается коэффициентом m_p, который для стен составляет 0,63, для светопрозрачных конструкций – 0,95, для остальных ограждающих конструкций – 0,8. Поэтому при разработке проекта здания проектировщику следует учитывать это ограничение.

Если при реконструкции архитектурно – исторических зданий требуется сохранение фасада в неизменном архитектурно – художественном виде, допускается определение $R_0^{норм}$ стен по формуле (5.4) СП 50.13330, значение которого регламентируется нормируемым температурным перепадом между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции. Однако это послабление в уровне теплозащиты наружных стен может сказаться на удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.

- комплексное требование – нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания, $k_{об}^{тр}$, $Вт/(м^3 \cdot {}^oC)$, численно равное потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1 ^oC через теплозащитную оболочку здания.

Нормируемые значения $k_{об}^{тр}$ приведены в таблице 7 СП 50.13330 в зависимости от отапливаемого объема здания и ГСОП района строительства с возможностью расчетной интерполяции промежуточных значений по формулам (5.5) и (5.6) СП 50.13330.

Удельная теплозащитная характеристика $k_{об}$ зависит от конструктивного решения ограждений и объемно-планировочного решения здания и отражает

трансмиссию составляющую теплопотерь теплозащитной оболочки здания. Этот показатель позволяет оценить роль теплозащиты в общем балансе энергосберегающих мероприятий при теплотехническом проектировании отапливаемых зданий и простыми методами варьировать теплозащитными показателями различных видов ограждающих конструкций оболочки здания до достижения уровня удельной теплозащитной характеристики $k_{об}^{тр}$ равным или меньше значения $k_{об}^{тр}$ для проектируемого здания.

- энергетическое требование – нормируемое значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}^{тр}$, Вт/(м^3· ^{o}С), численно равное расходу тепловой энергии на 1 м^3 отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1 ^{o}С и определяемое по таблицам 13 и 14 СП 50.13330.

Раздел 5 Методология оценки энергоэффективности отапливаемых зданий

При теплотехническом проектировании здания осуществляется расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}^{р}$ по формуле (Г.1) приложения Г СП 50.13330 с учетом таких удельных характеристик здания как теплозащитная, вентиляционная, бытовых тепловыделений, теплопоступлений от солнечной радиации. Полученное значение $q_{от}^{р}$ сравнивается со значением $q_{от}^{тр}$ и на основании полученного отклонения значения $q_{от}^{р}$ от $q_{от}^{тр}$ устанавливается класс энергосбережения проектируемого здания согласно требований таблицы 15 СП 50.13330.

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, достигнутых 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 $q_{от}^{р}$ 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 п 5.2 СП 50.13330 при условии , что при расчете новых вариантов $q_{от}^{р}$ не превысит нормируемого значения $q_{от}^{тр}$.

Раздел 6 Особенности составления энергетического паспорта здания

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 эксплуатации, 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.

Для эксплуатируемых зданий, на которые исполнительная документация не сохранилась, энергетические паспорта заполняются на основе материалов бюро технической инвентаризации, натурных технических обследований и измерений, выполняемых организациями и специалистами, имеющими лицензии на выполнение соответствующих работ. Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение.

Приложение А

Основные понятия, термины и определения

1. Энергосбережение: по ГОСТ 31607

2. Тепловая защита здания: по СП 50.13330

3. 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.

4. Класс энергосбережения: по ГОСТ Р 51380.

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

6. 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.

7. Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции $R_o^{пр}$,$м^2 \cdot °C/Вт$: физическая величина, характеризующая усредненную по площади платность 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.

8. Удельная теплозащитная характеристика здания $k_{об}$, $Вт/(м^3 \cdot °C)$: обобщенная теплотехническая характеристика теплозащитной оболочки здания, численно

равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1 ^{o}C через защитную оболочку здания.

9. Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}$,Вт/(м^{3}·^{o}C): 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

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

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

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

СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания»

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

СП 105.13330.2012 « СНиП 2.10.02-84 Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

СП 106.13330.2012 «СНиП 2.10.03-84 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения»

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»

ГОСТ 12.1.005-88* Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

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.

СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Приложение В

Теплотехнические расчеты теплых чердаков

Нормируемое сопротивление теплопередаче перекрытия теплого чердака , $R^{пер}_{т.ч.}$, $м^2 \cdot {}^{o}С/Вт$, определяют по формуле

$$R^{пер}_{т.ч.} = n\ R^{тр}_{o} \qquad (В.1)$$

$R_0^{тр}$ – базовое сопротивление теплопередаче покрытия, определяемое по таблице 3 СП 50.13330 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

n - коэффициент определяемый по формуле

$$n = (t_в - t^{т.ч.}_в)/(t_в - t_н) \qquad (В.2)$$

$t^{т.ч.}_в$ - расчетная температура воздуха в чердаке, °С, устанавливаемая по расчету теплового баланса для 6-8 этажных зданий 14°С, для 9-12 этажных зданий 15-16 °С, для 14-17 этажных зданий 17-18 °С.

Проверяют условия $\Delta t \leq \Delta t_n$ для перекрытия по формуле

$$\Delta t = (t_в - t^{т.ч.}_в)/(R^{пер}_{т.ч.} \cdot \alpha_в) \qquad (В.3)$$

Δt_n – нормируемый температурный перепад, принимаемый согласно СП 50.13330 равным 3°С;

$t_в$ - расчетная температура внутреннего воздуха жилого здания, принимаемая согласно ГОСТ 30494 равной 20 °С;

$t_н$ - расчетная температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 (для Москвы $t_н = -25$ °С) ;

$\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.

Если условие $\Delta t \leq \Delta t_n$ не выполняется, то следует увеличить сопротивление теплопередаче перекрытия $R^{пер}_{т.ч.}$ до значения, обеспечивающего это условие.

Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия $R^{пок}_{т.ч}$, $м^2 \cdot {}^oС/Вт$, определяют по формуле

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

$$R^{пок}_{т.ч} = (t^{т.ч.}_{в} - t_н)/[0{,}28G_{вен} \cdot c\,(t_{вен} - t^{т.ч.}_{в}) + (t_в - t^{т.ч}_{в})/ R^{пер}_{т.ч.} +$$

$$+ (\sum_{i=1}^{n}(q_{т.т} \cdot\ l_{т.т})/A^{пер}_{т.ч} - (t^{т.ч.}_{в} - t_н)\, a^{т.ч}_{ст}] \qquad (В.4)$$

$G_{вен}$ – приведенный (отнесенный к 1 $м^2$ пола чердака) расход воздуха в системе вентиляции, $кг/(м^2 \cdot ч)$, определяемый по таблице В.1;

с – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 $кДж/(кг \cdot {}^oС)$;

$t_{вен}$ - температура воздуха, выходящего из вентиляционных каналов, $^oС$, принимаемая равной $t_в + 1{,}5$;

$R^{пер}_{т.ч.}$ - требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия теплого чердака, $м^2 \cdot {}^oС/Вт$, устанавливаемое по формуле (В.1);

$q_{т.т}$ – линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, приходящаяся на 1 м длины трубопровода i – го диаметра с учетом теплопотерь через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, Вт/м; чердаков и подвалов значения $q_{тт}$ приведены в таблице В.2;

$l_{т.т}$ – длина трубопровода i - го диаметра, м, принимается по проекту ;

$a^{т.ч.}_{ст}$ – приведенная (отнесенная к 1 $м^2$ пола чердака) площадь наружных стен теплого чердака, $м^2/м^2$, определяемая по формуле

$$a^{т.ч}_{ст} = A^{т.ч.}_{ст}/A^{т.ч.}_{пер} \qquad (В.5)$$

$A^{т.ч.}_{ст}$ - площадь наружных стен чердака, $м^2$;

$A^{т.ч.}_{пер}$ - площадь перекрытия теплого чердака, $м^2$;

$R^{т.ч.}_{ст}$ – нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен теплого чердака, $м^2 \cdot {}^oС/Вт$.

Таблица В.1 Приведенный расход воздуха в системе вентиляции

Этажность здания	Приведенный расход воздуха $G_{вен}$ кг/(м^2 · ч), при наличии в квартирах	
	газовых плит	электроплит
5	12	9,6
9	19,5	15,6
12		20,4
16		26,4
22		35,2
25		39,5

Таблица В.2 Нормируемая плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции трубопроводов на чердаках и подвалах

Условный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, ° С				
	60	70	95	105	125
	Линейная плотность теплового потока $q_{тт}$ Вт/м				
10	7,7	9,4	13,6	15,1	18
15	9,1	11	15,8	17,8	21,6
20	10,6	12,7	18,1	20,4	25,2
25	12	14,4	20.4	22,8	27,6
32	13,3	15,8	22,2	24,7	30
40	14,6	17,3	23,9	26,6	32,4
50	14,9	17,7	25	28	34,2
70	17	20,3	28,3	31,7	38,4
80	19,2	22,8	31,8	35,4	42,6
100	20,9	25	35,2	39,2	47,4
125	24,7	29	39,8	44,2	52,8
150	27,6	32,4	44,4	49,1	58,2

Примечание. Плотность теплового потока в таблице определена при средней температуре окружающего воздуха 18 °С. При температуре воздуха плотность теплового потока возрастает с учетом следующей зависимости

$$q_t = q_{18}[t_т - t)/(t_т - 18)]^{1.283} \qquad (В.\ 6)$$

где q_{18} – линейная плотность теплового потока по таблице В.2;

$t_т$- температура теплоносителя, циркулирующего в трубопроводе при расчетных условиях;

t – температура воздуха в помещении, где проложен трубопровод.

Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен теплого чердака $R_{ст}^{т.ч.}$, м^2 ·°С/Вт, определяют согласно СП 50.13330 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства при расчетной температуре воздуха в чердаке $t_в^{т.ч.}$.

Проверяют наружные ограждающие конструкции на не выпадение конденсата на их внутренних поверхностях. Температуру внутренней поверхности стен $\tau_в^{ст}$, перекрытий $\tau_в^{пер}$ и покрытий $\tau_в^{пок}$ чердака следует определять по формуле

$$\tau_{в} = t_{в}^{т.ч.} - [(t_в^{т.ч.} - t_н)/R_0 \propto_в^{тч})] \qquad (В.7)$$

$\propto_в^{тч}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности наружного ограждения теплого чердака, Вт(/ м^2 · °С), принимаемый для стен – 8,7; для покрытий 7-9 этажных домов – 9,9 ; 10-12 этажных – 10,5; 13-16 этажных - 12 Вт/(м^2 · °С).

R_0 – нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен $R_0^{ст}$, перекрытий $R_0^{пер}$ и покрытий $R_0^{пок}$ теплого чердака, м^2 · °С/Вт.

Температура точки росы $t_р$ вычисляется следующим образом:

определяется влагосодержание воздуха чердака $f_{т.ч.}$ по формуле

$$f_{т.ч.} = f_н + \Delta f \qquad (В.\ 8)$$

где $f_н$ - влагосодержание наружного воздуха, г/м^3, при расчетной температуре $t_н$, определяется по формуле

$$f_н = 0{,}794e_н/(1+ t_н/ 273), \qquad (В.9)$$

$e_н$ - среднее за январь парциальное давление водяного пара, гПа, определяемое согласно таблицы 7.1 СП 131.13330 ;

Δf- приращение влагосодержания за счет поступления влаги с воздухом из вентиляционных каналов, г/м^3, принимается : для домов с газовыми плитами – 4,0 г/м^3, для домов с электроплитами – 3,6 г/м^3 ;

рассчитывается парциальное давление водяного пара воздуха в теплом чердаке $e_{т.ч}$, гПа, по формуле:

$$e_{т.ч.}=f_{т.ч.}(1 + t_в^{т.ч.}/273)/0,794 ; \qquad (В.10)$$

По значению Е = $e_{т.ч.}$ по таблице В.3 определяется температура точки росы $t_р$.

Полученное значение $t_р$ сопоставляется с соответствующим значением $\tau_в$ (стен $\tau_в^{ст}$, перекрытий $\tau_в^{пер}$ и покрытий $\tau_в^{пок}$) на удовлетворение условия $t_р < \tau_в$.

Таблица В.3 Значения парциального давления насыщенного водяного пара Е, Па, для температуры t от 0 до 18 °С (над водой)

t, °С	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	611	615	620	624	629	633	639	643	648	652
1	657	661	667	671	676	681	687	691	696	701
2	705	711	716	721	727	732	737	743	748	753
3	759	764	769	775	780	785	791	796	803	808
4	813	819	825	831	836	843	848	855	860	867
5	872	879	885	891	897	904	909	916	923	929
6	935	941	948	956	961	968	975	981	988	995
7	1001	1009	1016	1023	1029	1037	1044	1051	1059	1065
8	1072	1080	1088	1095	1103	1109	1117	1125	1132	1140
9	1148	1156	1164	1172	1180	1188	1196	1204	1212	1220
10	1228	1236	1244	1253	1261	1269	1279	1287	1285	130-4
11	1312	1321	1331	1339	1348	1355	1365	1375	1384	1323
12	1403	1412	1421	1431	1440	1449	1459	1468	1479	1488
13	1497	1508	1517	1527	1537	1547	1557	1568	1577	1588
14	1599	1609	1619	1629	1640	1651	1661	1671	1683	1695
15	1705	1716	1727	1739	1749	1761	1772	1784	1795	1807
16	1817	1829	1841	1853	1865	1877	1889	1901	1913	1925
17	1937	1949	1962	1974	1986	2000	2012	2025	2037	2050
18	2064	2077	2089	2102	2115	2129	2142	2156	2169	2182

Пример расчета.

Теплотехнический расчет теплого чердака

Исходные данные

Место строительства - Москва, $t_н = -25^oC$;

ГСОП = 4551 $^oC \cdot$ сут.

Тип здания – рядовая секция 17- этажного жилого дома.

Кухни в квартирах с электроплитами.

Площади покрытия (кровли) над теплым чердаком $A^{т.ч.}_{пок} = 252{,}8$ м^2, перекрытия теплого чердака, $A^{т.ч.}_{пер} = 252{,}8$ м^2, наружных стен теплого чердака $A^{т.ч.}_{ст} = 109{,}6$ м^2,

Приведенную площадь определяем по формуле

$$a^{т.ч.}_{ст} = 109{,}6/252{,}8 = 0{,}4335$$

Сопротивление теплопередаче стен

$$R^{т.ч.}_{ст.} = 1{,}8 \text{ м}^2 \cdot {}^oC/\text{Вт}$$

В теплом чердаке размещена верхняя разводка труб систем отопления и горячего водоснабжения. Расчетные температуры системы отопления с верхней разводкой 95 ^oC, горячего водоснабжения 60 ^oC. Длина трубопроводов верхней разводки системы отопления составила:

$d_{т.т}$, мм	80	50	32	25	20
$l_{т.т}$, м	15	17	19,3	27,4	6,3

Длина трубопроводов горячего водоснабжения составила:

$d_{т.т}$, мм	80	50	32	25
$l_{т.т}$, м	3,5	16	12,4	6

Температура воздуха в помещениях верхнего этажа $t_в = 20$ ^oC.

Температура воздуха поступающего в теплый чердак из вентиляционных каналов $t_{вен} = 21,5\ ^{o}C$.

Порядок расчета

1.Согласно таблицы 3 СП 50.13330 нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия жилого здания $R_0^{тр}$ для ГСОП = 4551°С,х сут. должно быть не менее 4,48 $м^{2}\cdot^{o}С/Вт$.

Определим величину требуемого сопротивления теплопередаче перекрытия теплого чердака $R_{т.ч.}^{пер}$ по формуле (В.1), предварительно вычислив коэффициент n по формуле (В2), приняв температуру воздуха в теплом чердаке $t_в^{т.ч}$ = 18 °С.

$$n = \frac{t_в - t_в^{т.ч.}}{t_в - t_н} = (20 - 18)/(20+25) = 0,044$$

Тогда $R_{т.ч.}^{пер} = 0,044 \cdot 4,48 = 0,197$

Проверим выполнение условия $\Delta t \leq \Delta t_n$ для потолков помещений последнего этажа при $\Delta t_n = 3\ ^{o}C$.

$$\Delta t = (20 - 18)/(0,197 \cdot 8,7) = 1,17\ ^{o}C < \Delta t_n$$

Так как перекрытие верхнего этажа состоит из железобетонной плиты толщиной 160 мм с затиркой поверхности цементно – песчаным раствором толщиной 20 мм, то сопротивление теплопередаче $R_{т.ч.}^{пер}$ этого перекрытия равно 0,3 $м^{2}\cdot^{o}С/Вт$., что выше минимального значения 0,197 $м^{2}\cdot^{o}С/Вт$. определяемого по формуле (В.1).

2.Вычислим по формуле (В.4) величину сопротивления теплопередаче перекрытия чердака $R_{т.ч.}^{пок}$, предварительно определив следующие величины:

сопротивление теплопередаче наружных стен чердака из условия не выпадения конденсата 1,8 $м^{2}\cdot^{o}С/Вт$;

приведенный расход воздуха в системе вентиляции определяют по таблице В.1 – $G_{вен} = 26,4$ кг/($м^{2}\cdot^{o}С$) для 17- этажного дома с электроплитами.

Приведенные теплопоступления от трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения определяют на основе исходных данных для труб и соответствующих значений $q_{тт}$ по таблице В.2 (при температуре окружающего воздуха 18°С)

$$(\sum_{i=1}^{n} q_{тт} l_{тт}) / A_{пер}^{т.ч} = (31{,}8 \cdot 15 + 25 \cdot 17 + 22{,}2 \cdot 19{,}3 + 20{,}4 \cdot 27{,}4 + 18{,}1 \cdot 6{,}3 + 19{,}2 \cdot 3{,}5 +$$

+ 14,9·16+13,3·12,4+12·6)/252,8 = 10,7 Вт/м^2

Тогда сопротивление теплопередаче покрытия чердака $R_{т.ч.}^{пок}$ равно:

$R_{т.ч.}^{пок}$ = (18+25)/[0,28·26,4(21,5 – 18) + (20-18)/0,3+10,07-(18+25) 0,4335/1,8] =

= 43/32,25 = 1,33

3.Проверим наружные ограждения конструкции чердака на условие невыпадение конденсата на их внутренней поверхности. С этой целью рассчитывают температуру на внутренней поверхности покрытия $\tau_в^{пок}$ стен $\tau_в^{ст}$ чердака по формуле (В.7):

$$\tau_в^{пок} = 18 - [(18+25)/(12 \cdot 1{,}33)] = 15{,}31\ ^{o}С;$$

$$\tau_в^{ст} = 18 - [(18+25)/(8{,}7 \cdot 1{,}8)] = 15{,}25\ ^{o}С$$

Определим температуру точки росы $t_р$ воздуха в чердаке

Среднее парциальное давление водяного пара за январь для Москвы равно $e_н$ = 2,8 гПа. Влагосодержание наружного воздуха $f_н$ определяют по формуле (В.9)

$$f_н = 0{,}794 \cdot 2{,}8/(1\text{-}25/273) = 2{,}443\ г/м^3$$

Влагосодержание теплого чердака $f_{т.ч}$ определяют по формуле (В.8)

$$f_{т.ч} = 2{,}443 + 3{,}6 = 6{,}043\ \ г/м^3$$

Парциальное давление водяного пара воздуха в чердаке $e_{т.ч}$ определяют по формуле (В.10).

$$e_{т.ч} = 6{,}043(1+18/273)/0{,}794 = 8{,}11\ гПа$$

По таблице В.3 находим температуру точки росы $t_р = 4,0$ °С, что значительно меньше минимальной температуры поверхности (в данном случае покрытия) 15,31 °С. Следовательно, конденсат на покрытии и стенах чердака выпадать не будет.

Суммарное сопротивление теплопередаче горизонтальных ограждений теплого чердака составляет

$R_{т.ч.}^{пер} + R_{т.ч.}^{пок} = 0,3 + 1,33 = 1,63$ м^2·°С/Вт; эквивалентное сопротивление теплопередаче всего теплого чердака $R_{т.ч.}^{экв} = R_{т.ч.}^{пер}/n = 0,3/0,044 = 6,8$ м^2 · °С/Вт при нормируемом согласно СП 50.13330 сопротивлении теплопередаче обычного покрытия здания $R_0^{тр} = 4,48$ м^2·°С/Вт.

Приложение Г Теплотехнические расчеты технических подвалов (с разводкой труб систем отопления и горячего водоснабжения)

Базовое сопротивление теплопередаче $R_{ст}^{тр}$, м^2 · °С/Вт части цокольной стены, расположенной выше уровня грунта, определяют по таблице 3 СП 50.13330 для стен в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства. При этом в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха принимают расчетную температуру воздуха в техподполье $t_в^{тп}$ °С, равную не менее плюс 2 °С при расчетных условиях.

Определяют приведенное сопротивление теплопередаче $R_{гр}^{пр}$, м^2·°С/Вт, ограждающих конструкций заглубленной части техподполья, расположенных ниже уровня земли.

Для неутепленных полов на грунте в случае, когда материалы пола и стен имеют расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda \geq 1,2$ Вт/(м^2·°С), приведенное сопротивление теплопередаче $R_{гр}^{пр}$ определяют по таблице Г.1 в зависимости от суммарной длины l, м, включающей ширину техподполья и две высоты части наружных стен, заглубленных в грунт.

Таблица Г.1 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждений техподполья, заглубленных в грунт

l, м	4	8	10	12	14	16
$R_{гр}^{пр}$ м^2·°С/Вт	2,15	2,86	3,31	3,69	4,13	4,52

Для утепления полов на грунте, когда материалы пола и стены имеют расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda < 1,2$ Вт/(м °С), приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$ определяют по нормативной документации.

Нормируемое сопротивление теплопередаче над техподпольем $R_{т.п}^{пер}$, м^2 · °С/Вт определяют по формуле

$$R_{т.п}^{пер} = n \cdot R_0^{тр} \qquad (Г.1)$$

где $R_0^{тр}$ - базовое сопротивление теплопередаче перекрытий над техподпольем, определяемое по таблице 3 СП 50.13330 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства

n – коэффициент, определяемый по формуле

$$n = (t_в - t_в^{т.п})/(t_в - t_н) \qquad (Г.2)$$

Температуру воздуха в техподполье $t_в^{т.п}$, °С, определяют по формуле

$$t_в^{т.п} = [t_в A_{под}/R_{т.п}^{пер} + \sum_{i=1}^{n}(q_{т.т}\ l_{т.т}) + 0{,}28\ V_{под} n_а\ \rho t_н + t_н\ A_{гр}/R_{гр}^{пр} + t_н\ A_{возд}/R_{ст}^{тр}]/$$

$$/\ [A_{под}/R_{т.п}^{пер} + 0{,}28\ V_{под}\ n_а\ \rho + A_{гр}/R_{гр}^{пр} + A_{возд}/R_{ст}^{тр}], \qquad (Г.3)$$

где $t_в$ – расчетная температура воздуха в помещении над техподпольем, °С;

$t_н$, $q_{т.т}\ l_{т.т}$ - то же, что и в формуле (В.4);

$A_{под}$ - площадь техподполья (цокольного перекрытия), м^2;

$R_{т.п}^{пер}$ - нормируемое сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия, м^2 · °С/Вт, устанавливаемое по формуле (Г.1);

$V_{под}$ – объем воздуха, заполняющего пространство техподполья, м^3;

$n_а$ – кратность воздухообмена в подвале, ч$^{-1}$: при прокладке в подвале газовых труб $n_а = 1{,}0$ ч$^{-1}$, в остальных случаях $n_а = 0{,}5$ ч$^{-1}$;

ρ - плотность воздуха в техподполье, кг/м^3 , принимаемая равной $\rho = 1{,}2$ кг/м^3;

$A_{гр}$ - площадь пола и стен техподполья, контактирующих с грунтом, м^2;

$R_{гр}^{пр}$ - то же, что и в таблице 3 СП 50.13330

$A_{возд}$ - площадь наружных стен техподполья над уровнем земли, м^2 ;

$R_{ст}^{тр}$ - то же, что и в таблице Г.1.

Если $t_в^{т.п}$ отличается от первоначально заданной температуры, расчет повторяют до получения равенства величин в предыдущем и последующем шагах.

Пример расчета

Теплотехнический расчет техподполья

Исходные данные

Тип здания – рядовая секция 17- этажного жилого дома при наличии нижней разводки труб систем отопления и горячего водоснабжения.

Место строительства – Москва, $t_н$ = -25 °С, ГСОП = 4551 °С· сут.

Площадь цокольного перекрытия (над техподпольем) $A_{под}$ = 281 м^2.

Ширина подвала – 13,8 м ; площадь пола техподполья – 281 м^2.

Высота наружной стены техподполья, заглубленной в грунт - 1,04 м. Площадь наружных стен техподполья заглубленных в грунт – 48,9 м^2.

Суммарная длина l поперечного сечения ограждений техподполья, заглубленных в грунт,

$$l = 13,8 + 2 \cdot 1,04 = 15,88 \text{ м}$$

Высота наружной стены техподполья над уровнем земли – 1,2 м.

Площадь наружных стен над уровнем земли $A_{возд}$ = 53,3 м^2.

Объем техподполья $V_{под}$ = 646 м^3.

Расчетные температуры системы отопления нижней разводки 70 °С, горячего водоснабжения 60 °С.

Длина трубопроводов системы отопления с нижней разводкой $l_{т.т}$ составила:

$D_{т.т}$, мм	80	70	50	40	32	25	20
$l_{т.т}$, м	3,5	10,5	11,5	4,0	17,0	14,5	6,3

Длина трубопроводов горячего водоснабжения составила:

$D_{т.т}$, мм	40	25
$l_{т.т}$, м	47	22

Газораспределительных труб в техподполье нет, поэтому кратность воздухообмена в техподполье $n = 0,5$ ч$^{-1}$.

Температура воздуха в помещениях первого этажа $t_в = 20$ °С.

Порядок расчета

1.Сопротивление теплопередаче наружных стен техподполья над уровнем земли принимают равным сопротивлению теплопередаче наружных стен $R_{ст}^{тр} = 2,99$ м^2· °С/Вт.

2.Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций заглубленной части техподполья определим как для утепленных полов на грунте, состоящей из термического сопротивления стены, равного 3 м^2· °С/Вт, и участков пола техподполья.

Сопротивление теплопередаче участков пола техподполья (начиная от стены до середины техподполья) шириной : 1 м – 2,1 м^2· °С/Вт; 2 м – 4,3 м^2· °С/Вт, 2 м – 8,6 м^2· °С/Вт, 1,9 м – 14,2 м^2· °С/Вт. Соответственно площадь этих участков для части техподполья длиной 1м будет равна 1,04 м^2 (стены, контактирующей с грунтом), 1м^2, 2 м^2, 2 м^2,1,9 м^2.

Таким образом, сопротивление теплопередаче заглубленной части стен техподполья равно

$$R_{ст\ гр.} = 2,1 + 3 = 5,1 \text{ м}^2\cdot \text{°С/Вт}.$$

Вычислим приведенное сопротивление теплопередаче ограждений заглубленной части техподполья

$$R_0^s = 7,94/[(1,04/5,1+ 1/2,1 + 2\ /4,3+2/8,6 + 1,9/14,2)] = 5,25 \text{ м}^2\cdot \text{°С/Вт}.$$

3.Согласно таблицы 3 СП 50.13330 нормируемое сопротивление теплопередаче перекрытия над техподпольем жилого здания $R_0^{тр}$ для ГСОП = 4551 °С·сут. равно 3,95 м^2· °С/Вт.

Определим значения требуемого сопротивления теплопередаче цокольного перекрытия над техподпольем $R_{т.п}^{пер}$ по формуле

$$R_{т.п}^{пер} = n\, R_0^{тр}$$

где n – коэффициент, определяемый при принятой минимальной температуре воздуха в подполье $t_в^{т.п.}$ = 2 °С

$$n = (t_в - t_в^{т.п.})/(t_в - t_н) = (20 - 2)/(20 + 25) = 0,4$$

Тогда $R_{т.п}^{пер}$ = 0,4 · 3,95 = 1,58 м^2· °С/Вт

4.Определим температуру воздуха в техподполье $t_в^{т.п.}$

Предварительно определим значение членов формулы Г.3, касающихся тепловыделений от труб систем отопления и горячего водоснабжения, используя данные таблицы В.2. При температуре воздуха в техподполье 2 °С плотность теплового потока от трубопроводов возрастет по сравнению с значениями, приведенными в таблице В2 на величину коэффициента, полученного из уравнения (В.6) для трубопроводов системы отопления – на коэффициент $[(70 - 2)/(70 - 18)]^{1,283}$ = 1,41 – для трубопроводов горячего водоснабжения – $[(60 - 2)/(60 - 18)]^{1,283}$ = 1,51. Тогда

$$\sum_{i=1}^{n}(q_{тт}l_{тт}) = 1,41(22, \cdot 3,5 + 2,03 \cdot 10,5 + 17,7 \cdot 11,5 + 17,3 \cdot 4 + 15,8 \cdot 17 +$$

$$+ 14,4 \cdot 14,5 + 12,7 \cdot 6,3) + 1,51(14,6 \cdot 47 + 12 \cdot 22) = 1313 + 1435 = 2848 \text{ Вт}$$

Рассчитаем значение температуры $t_в^{т.п.}$ из уравнения теплового баланса при назначенной температуре 2 °С

$$t_в^{т.п.} = (20 \cdot 281/1,58 + 2848 - 0,28 \cdot 646 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 25 - 25 \cdot 329,9/5,25 -$$

$$- 25 \cdot 53,3/2,99)/(281/1,58 + 0,28 \cdot 646 \cdot 0,5 \cdot 1,2 + 329,9/5,25 + 53,3/2,99 =$$

= 1675,16/367,04 = 4,56 °С

Тепловой поток через цокольное перекрытие составил

$$q^{b.c} = (20 - 4{,}56)/1{,}58 = 9{,}8 \text{ Вт/м}^2$$

5.Проверим, удовлетворяет ли теплозащита перекрытия над техподпольем требованию нормативного перепада $\Delta t^n = 2$ °С для пола первого этажа

По формуле (5.4) СП 50.13330 определим минимально допустимое сопротивление теплопередаче

$$R_0^{min} = (20 - 2)/(2 \cdot 8{,}7) = 1{,}03 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} < R_{\text{т.п}}^{\text{пер}} = 1{,}58 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия над техподпольем составляет 1,58 м^2· °С/Вт при нормируемом согласно СП 50.13330 сопротивлении теплопередаче над подвалами 3,95 м^2· °С/Вт. Таким образом, в техподполье эквивалентная нормам СП50.13330 тепловая защита обеспечивается не только ограждениями (стенами и полом) техподполья, но и за счет теплоты от трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения.

Приложение Д

Температуры точки росы $t_р$ °С, для различных значений температур $t_в$ и относительной влажности $\varphi_в$, %, воздуха в помещении

$t_в$ °С	$t_р$ °С, при $\varphi_{в,\%}$											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
-5	-15,3	-14,04	-12,9	-11,84	-10,83	-9,96	-9,11	-8,31	-7,62	-6,89	-6,24	-5,6
-4	-14,4	-13,1	-11,9	-10,84	-9,89	-8,99	-8,11	-7,34	-6,62	-5,89	-5,24	-4,6
3	-13,42	-12,16	-10,98	-9,91	-8,95	-7,99	-7,16	-6,37	-5,62	-4,9	-4,24	-3,6
-2	-12,58	-11,22	-10,04	-8,98	-7,95	-7,04	-6,21	-5,4	-4,62	-3,9	-3,34	-2,6
-1	-11,61	-10,28	-9,1	-7,98	-7,0	-6,09	-5,21	-4,43	-3,66	-2,94	-2,34	-1,6
0	-10,65	-9,34	-8,16	-7,05	-6,06	-5,14	-4,26	-3,46	-2,7	-1,96	-1,34	-0,62
1	-9,85	-8,52	-7,32	-6,22	-5,21	-4,26	-3,4	-2,58	-1,82	-1,08	-0,41	0,31
2	-9,07	-7,72	-6,52	-5,39	-4,38	-3,44	-2,56	-1,74	-0,97	-0,24	0,52	1,29
3	-8,22	-6,88	-5,66	-4,53	-3,52	-2,57	-1,69	-0,88	-0,88	0,74	1,52	2,29
4	-7,45	-6,07	-4,84	-3,74	-2,7	-1,75	-0,87	-0,01	0,87	1,72	2,5	3,26
5	-6,66	-5,26	-4,03	-2,91	-1,87	-0,92	-0,01	0,94	1,83	2,68	3,49	4,26
6	-5,81	-4,45	-2,22	-2,08	-1,04	-0,08	0,94	1,89	2,8	3,68	4,48	5,25
7	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87	1,9	2,85	3,77	4,66	5,47	6,25
8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	-0,72	1,82	2,86	3,85	4,77	5,64	6,46	7,24
9	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77	3,82	4,81	5,74	6,62	7,45	8,24
10	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,6	3,72	4,78	5,77	7,71	7,6	8,44	9,23
11	-1,83	-0,42	0,98	1,32	3,54	4,68	5,74	6,74	7,68	8,58	9,43	10,23
12	-1,04	0,44	1,9	3,25	4,48	5,63	6,7	7,71	8,65	9,56	10,42	11,22
13	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58	7,66	8,68	9,62	10,54	11,41	12,21
14	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53	8,62	9,64	10,59	11,52	12,4	13,21
15	1,51	3,17	4,68	6,04	7,3	8,48	9,56	10,6	11,59	12,5	13,38	14,21
16	2,41	4,08	5,6	6,97	8,24	9,43	10,54	11,57	12,56	13,48	14,36	15,2
17	3,31	4,99	6,52	7,9	9,18	10,37	11,5	12,54	13,53	14,46	15,36	16,19
18	4,2	5,9	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	13,51	14,5	15,44	16,34	17,19

Окончание Приложения Д

$t_в$ °C	$t_р$ °C, при $\varphi_{в,\%}$											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
19	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	14,48	15,47	16,42	17,32	18,19
20	6,0	7,72	9,28	10,69	12,0	13,22	14,38	15,44	16,44	17,4	18,32	19,18
21	6,9	8,62	10,2	11,62	12,94	14,17	15,33	16,4	17,41	18,38	19,3	20,18
22	7,69	9,52	11,12	12,56	13,88	15,12	16,28	17,37	18,38	19,36	20,3	21,6
23	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	18,34	19,38	20,34	21,28	22,15
24	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	19,3	20,35	21,32	22,26	23,15
25	10,46	12,75	13,86	15,34	16,7	17,97	19.15	20,26	21,32	22,3	23,24	24,14
26	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95	20,11	21,22	22,29	23,28	24,22	25,14
27	12,24	14,05	15,7	17,19	18,57	19,87	21,06	22,18	23,26	24,26	25,22	26,13
28	13,13	14,95	16,61	18,11	19,5	20,81	22,01	23,14	24,23	25,24	26,2	27,12
29	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75	22,96	24,11	25,2	26,22	27,2	2812
30	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69	23,92	25,08	26,17	27,2	28,18	29,11
31	15,82	17,68	19,36	20,09	22,32	23,64	24,88	26,04	27,14	28,08	29,16	30,01
32	16,71	18,58	20,27	21,83	23,26	24,59	25,83	27,0	28,11	29,16	30,16	31,19
33	17,6	19,48	21,18	22,76	24,2	25,54	26,78	27,97	29,08	30,14	31,14	32,19
34	18,49	20,38	22,1	23,68	25,14	26,49	27,74	28,94	30,05	31,12	32,12	33,08
35	19,38	21,28	23,02	24,6	26,08	27,64	28,7	29,91	31,02	32,1	33,12	34,08

Приложение Е

Расчет теплотехнических и энергетических характеристик отапливаемого строительного объекта на примере административного здания

Проектируемое здание, намеченное к строительству по адресу:

г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, д. 20, к.7. в объемно – планировочном

отношении состоит из частей разной этажности и помещений различного

функционального назначения с техническим этажом и подземной 2-х

уровневой автостоянкой.

Надземная часть представляет собой совокупность разных по функциональному назначению помещений, а именно:

- 1-ый этаж - вестибюль, помещение охраны, столовая;

- 2-12-й этажи – офисы;

- 13-й этаж- офисы руководства;

- 14-й этаж – технический этаж.

Средняя температура в здании - 20 °С.

В техническом этаже и в помещениях ЛЛУ – 18 °С.

В подземной автостоянке – 10 °С.

Конструктивная схема административно-управленческого здания с встроенной подземной автостоянкой представляет собой жесткий каркас из монолитного железобетона.

- **стены** - монолитные железобетонные несущие толщиной 220 мм,

утепленные снаружи минераловатными плитами «Rockwool» Венти Баттс

толщиной 150 мм. Вентилируемая воздушная прослойка толщиной 60 мм.

Облицовка – естественный камень толщиной 30 мм.

- **покрытие** здания - монолитный железобетон толщиной 260 мм,

утеплитель – «Пеноплекс» - 200 мм.

- **окна** и **витражи** однокамерные; приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r не менее 0,56 м^2 °С/Вт

двери - тип 1 – стеклянные крутящиеся - R_o^r = 0,74 м^2 °С/Вт;

двери - тип 2 – стеклянные - $R_o^r \geq$ 0,56 м^2 °С/Вт.

двери - тип 3 - металлические двери, утепленные;

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r = 1,14 м^2 °С/Вт.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче теплозащитной оболочки здания

(по приложению Е СП 50.13330)

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания, $R_o^{пр}$, (м^2 °С)/Вт определяется по формуле:

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

где $R_o^{усл}$ - осредненное 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 к-го вида, приходящаяся 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;

$$a_i = A_i / \sum A_i \qquad \text{(Е.2)}$$

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)

$$U_i = 1/R_{o,i}^{усл} \qquad \text{(Е.3)}$$

Описание конструкций

Стена – каркас из железобетона толщиной 220 мм;

наружный утеплитель минераловатные плиты «Венти Баттс» - 150 мм;

вентилируемая воздушная прослойка;

естественный камень и утеплитель крепят к основанию тарельчатыми анкерами.

Покрытие – железобетонные плиты толщиной 260 мм, утеплитель - «Пеноплекс» - 200 мм.

Плиты балконов и лоджий перфорируют по длине в отношении 1/1 утепленные пустоты/бетонные перемычки.

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

Состав стены (изнутри наружу) представлен в таблице Е.1

Таблица Е.1

Материал слоя	δ ,мм	λ , Вт/(м°С)
Железобетон	220	2,04
Минераловатные плиты	150	0,04
Вентилируемая воздушная прослойка		

Перечисление элементов, составляющих стеновую кострукцию

По приложению А для системы наружной теплоизоляции с вентилируемой воздушной прослойкой

характерны следующие элементы:

- крепеж утеплителя (тарельчатый анкер);
- сопряжение с балконными плитами;
- стыки с оконными блоками;
- примыкание к цокольному ограждению;
- сопряжение с покрытием;
- стык с другими видами стеновых конструкций.

Плоский элемент – стена по глади.

Среди перечисленных элементов некоторые отсутствуют в стенах рассматриваемого здания или оказывают несущественное влияние.

В здании количество наружных углов соответствует количеству внутренних. Тепловые потери при этом практически полностью компенсируются.

Для расчета приведенного сопротивления теплопередаче стен рассмотрены следующие элементы:

- плоский элемент 1 : монолитный железобетон, утепленный снаружи слоем минераловатных плит с вентилируемой воздушной прослойкой;
- линейный элемент 1 – стык балконной плиты со стеной;
- линейный элемент 2 – примыкание оконного блока и витража к стене;
- точечный элемент 1 – тарельчатый анкер.

Геометрические характеристики элементов

Весь фасад здания, включая светопроемы, имеет общую площадь 8358 м^2.

Фасад содержит следующие светопроемы: размером 2450х1800 - окно – 82 шт.; площадь 362 м^2. Площадь витражей – 3808 м^2.

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции для расчета $R_o^{пр}$ Составляет:

$$A = 8358 – (362 + 3808) = 4187 \text{ м}^2$$

Суммарная протяженность балконных плит на фасаде 83 м.

Удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_1 = 83/4187 = \text{м}^{-1}$$

Общая длина оконных откосов и витражей определяется по экспликации оконных проемов и витражей и равна: 1486 м.

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

$$l_2 = 1486/4187 = 0{,}355 \text{ м}^{-1}$$

Среднее число тарельчатых анкеров – 10 шт. на 1 м^2 площади стены.

Расчет удельных потерь теплоты, обусловленных элементами

Для плоского элемента теплозащитные характеристики определяют по формулам (5.5), (5.2) СП 50. 13330.

$$R_{o,1}^{усл} = 1/8{,}7 + 0{,}22/2{,}04 + 0{,}15/0{,}04 + 1/10{,}8 = 4{,}06 \text{ (м}^2\,^\circ\text{C)/Вт}$$

$$U_i = 1/ R_{o,1}^{усл} = 1/4{,}06 = 0{,}246 \text{ Вт/ (м}^2\,^\circ\text{C)}$$

Удельные потери теплоты линейных и точечных элементов определяем по таблицам Г.18, Г.34, Г.4 СП 230.1325800.

Удельные потери теплоты линейного элемента 1 принимаем по таблице Г.18

(Удельные потери теплоты ψ , Вт/ (м $^\circ$C), для узла сопряжения балконной плиты со стеной. Стена с наружным утеплением и вентилируемой воздушной прослойкой. Перфорация 1/1).

Толщина ж-б балконного перекрытия 260 мм; $R_{ут} = 3{,}75$ (м$^2\,^\circ$C)/Вт (стена);

λ_o =2,04 Вт/ (м $^\circ$C) - теплопроводность основания стены.

Соответствующие этим параметрам удельные потери теплоты рассчитываются интерполяцией. Получили $\psi_1 = 0{,}443$ Вт/ (м $^\circ$C).

Удельные потери теплоты линейного элемента 2 принимаются по таблице Г.34 (Удельные потери теплоты ψ , Вт/ (м $^\circ$C) для узла примыкания оконного блока к стене с вентилируемым фасадом. Рама сдвинута в утеплитель на 100 мм).

Параметры, влияющие на потери теплоты через узел:

- термическое сопротивление слоя утеплителя в стене - $R_{ут} = 3,75$ (м^2 °С)/Вт);
- теплопроводность основания стены - $\lambda_о = 2,04$ Вт/ (м °С);
- толщина основания стены 220 мм;
- толщина рамы 70 мм (принимаем, что рама выдвинута в плоскость утеплителя на 100 мм);
- принимаем, что нахлест утеплителя $d_н = 0$.

Удельные потери теплоты, принятые интерполяцией, равны $\psi_2 = 0,124$ Вт/ (м °С).

Для точечного элемента 1 удельные потери теплоты принимаем по таблице Г.4.

(Удельные потери теплоты χ, Вт/°С, для тарельчатого анкера).

Рассматриваемому элементу соответствует первая строка таблицы. Удельные потери теплоты $\chi_1 = 0,006$ Вт/°С.

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

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены

Данные расчетов сведены в таблицу Е.2 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Е.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	$U_1 = 0,246$ Вт/(м^2 °С)	$U_1 a_1 = 0,246$	68,5 %
Линейный элемент 1	$l_1 = 0,02$ м/м^2	$\psi_1 = 0,443$ Вт/(м °С)	$\psi_1 l_1 = 0,009$	2,5 %
Линейный элемент 2	$l_2 = 0,35$ м/м^2	$\psi_2 = 0,124$ Вт/(м °С)	$\psi_2 l_2 = 0,044$	12,2 %
Точечный элемент	$n_1 = 10$ 1/м^2	$\chi_1 = 0,006$ Вт/ °С	$\chi_1 l_1 = 0,06$	16,7 %

Итого:			$1/R^{тр} = 0,359$	100 %

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции рассчитываем по формуле (5.1) СП 50. 13330.

$$R^{тр} = 1/(0,246 + 0,009 + 0,044 + 0,06) = 1/0,359 = 2,78 \text{ (м}^2\text{ °С)/ Вт}$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по формуле (5.7), СП 50. 13330. равен:

$$r = 0,246/0,359 = 0,68$$

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче покрытия здания рассматриваемого здания

Покрытие – монолитный железобетон – 260 мм;

Утеплитель – пеноплекс -200 мм ($R^{тр} = 6,7$ м^2 °С/Вт);

Уклон из керамзита 30-200 мм ($R^{тр} = 0,7$ м^2 °С/Вт)

Состав покрытия здания (изнутри наружу) представлен в таблице Е.3.

Таблица Е.3

Материал слоя	δ, мм	λ, Вт/(м°С)
Железобетон	260	2,04
Пеноплекс	200	0,03
Керамзит по уклону	30-200	0,165

Плоский элемент – покрытие здания.

Линейный элемент 1 – периметр покрытия – стык стены со стеной.

Площадь покрытия 1257 м^2. Периметр $L_1 = 142$ м.

Удельная геометрическая характеристика равна:

$$l_1 = 142 \text{ м}/1257 \text{ м}^2 = 0,113 \text{ м}^{-1}$$

Для плоского элемента – покрытия – теплозащитные характеристики определены по формулам (5.5), (5.2) СП 50. 13330.

$$R_o^{усл} = 1/8,7 + 0,26/2,04 + 0,2/0,03 + 0,115/0,165 + 1/23 = 7,65 \text{ (м}^2\text{ °С)/ Вт}$$

$$U = 1/R_o^{усл} = 1/7,65 = 0,131 \text{ Вт/(м}^2\text{ °С)}$$

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

- термическое сопротивление слоя утеплителя на стене

$R_{ут1} = 0,15/0,04 = 3,75$ (м^2·°С)/ Вт;

- теплопроводность основания $\lambda_o = 2,04$ Вт/(м·°С);

- термическое сопротивление слоя утеплителя на плите покрытия

$$R_{ут2} = 0,20/0,03 + 0,115/0,165 = 7,37 \text{ (м}^2\cdot\text{°С)/ Вт;}$$

- толщина основания стены – 220 мм.

Удельные потери теплоты ψ, Вт/(м °С), для узла сопряжения стены с кровельным покрытием принимается по таблице Г.43 СП 230.1325800.

Стена с наружным утеплением, вентилируемый фасад. Дополнительное утепление парапета отсутствует.

Данные исследуемой нами конструкции отличаются от приведенных в таблице. Необходимую величину находим интерполяцией. ψ =0,675 Вт/(м·°С).

Данные расчетов сведены в таблицу Е.4 в соответствии с приложением Е СП 50.13330.

Таблица Е.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	$a = 1$ м^2/м^2	$U_1 = 0,131$ Вт/(м^2 °С)	$U_1 a_1 = 0,131$	63,3 %
Линейный элемент 1	$l_1 = 0,113$ м/м^2	$\psi_1 = 0,675$ Вт/(м °С)	$\psi_1 l_1 = 0,076$	36,7 %
Итого:			$1/R^{тр} = 0,207$	100 %

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции рассчитываем по формуле (5.1) СП 50.13330.

$$R^{пр} = 1/(0{,}131 + 0{,}076) = 1/0{,}207 = 4{,}831\ (м^2\ ^oС)/\ Вт$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определенный по формуле (5.7), СП 50.13330. 0равен:

$$r = 0{,}131/0{,}207 = 0{,}633 \quad (4{,}831/7{,}65)$$

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

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м^3 ^{o}С), рассчитывается по формуле (Ж.1) СП 50.13330.

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

где $R_{o,i}$ - приведенное сопротивление теплопередаче i - го фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м^2 ^{o}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 или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП, определяется по формуле (5.3) СП 50.13330.;

$K_{общ}$ - общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2 ^{o}С), определяемый по формуле (Ж.2) СП 50.13330.

$$k_{об} = 1/A^{сум}_{н} \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R^{пр}_{o,i}) = K_{комп}\ K_{общ}$$

$K_{комп}$ - коэффициент компактности здания, м$^{-1}$, определяемый по формуле (Ж.3) СП 50.13330.

$$K_{комп} = A^{сум}_{н} / V_{от}$$

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

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формуле (Ж.1) должна полностью замыкать 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.

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

В технических помещениях и лестнично-лифтовых узлах (ЛЛУ) температура внутреннего воздуха отличается от основных помещений здания. В среднем за отопительный период она составляет $t_{ЛЛУ}$ = 18 °С.

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры ЛЛУ от основных помещений, рассчитанный по формуле (5.3) СП 50.13330 составляет

$$n_{ЛЛУ} = (t_{ЛЛУ} - t_{от})/(t_в - t_{от}) = (18 – (- 2,2)/(20 – (- 2,2)) = 0,91$$

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры подвала

(10 °С) от температуры основных помещений, рассчитанный по формуле (5.3) СП 131.13330 составляет

$$n_{под} = (t_в - t_{под})/(t_в - t_{от}) = (20 – 10)/(20 - (- 2,2)) = 0,45$$

Описание ограждающих конструкций здания

Навесная фасадная система с основанием из железобетона.

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет

$R_{сп1}$ = 2,82 (м^2 °С)/ Вт (коэффициент теплотехнической однородности 0,68).

Площадь стен данной конструкции составляет:

по основной части здания $A_{сп1}$ = 2807 м^2

по техническим помещениям и ЛЛУ $A_{ст1.ЛЛУ}$ = 1353 м^2.

Покрытие здания – эксплуатируемая кровля

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет

$R_{кр}$ = 4,83 (м^2 °С)/ Вт (коэффициент теплотехнической однородности 0,63)

Площадь покрытия данной конструкции составляет $A_{кр}$ = 1257 м^2.

Перекрытие над подземной автостоянкой

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет

$R_{ц,экв\,1}$ = 2,45 (м^2 °С)/ Вт

Площадь перекрытия над подземной автостоянкой $A_{ц\,1}$ = 1017 м^2

Перекрытие над проездом

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{ц,экв\,2}$ = 3,82 (м^2 °С)/ Вт

Площадь перекрытия над проездом $A_{ц\,2}$ = 159 м^2

Окна, балконные двери и витражи

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{ок}$ = 0,56 (м^2 °С)/ Вт

Площадь окон, балконных дверей и витражей A = 4170 м^2

Входные двери:

- стеклянные $R_{дв\,1}$ = 0,56 (м^2 °С)/ Вт; $A_{дв\,1}$ = 11,42 м^2;
- стеклянные крутящиеся $R_{дв\,2}$ = 0,74 (м^2 °С)/ Вт; $A_{дв\,2}$ = 7,5 м^2;
- глухие, утепленные $R_{дв\,3}$ = 1,14 (м^2 °С)/ Вт; $A_{дв\,3}$ = 7,98 м^2;

Отапливаемый объем здания V = 40250 м^3.

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле (Ж.1) СП 50.13330.

$k_{об} = 1/V_{от} \sum (n_{t,i} A_{ф,i} / R^{пр}_{o,i})$ = 1/40250 (2807/2,82 + 159/3,82 + 4170/0,56) +
+ 0,45х1017/2,45 + 0,91(1353/2,82 + 1257/4,83 + 11,4/0,56 + 7,5/0,74 +
+ 8,0/1,14) = 0,23 Вт/(м^3 °С)

Детали расчета сведены в таблицу Е.5.

Таблица Е.5

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{\phi,i}$, м^2	$R^{тр}_{o,i}$, м^2 °С/Вт	$n_{t,i}A_{\phi,i}/R^{тр}_{o,i}$	%
Фасадная система из монолитного ж-б с утеплителем	1 0,91	2807 1353	2,82	995 437	10,6 4,6
Покрытие здания	0,91	1257	4,83	237	2,5
Перекрытие над подземной автостоянкой	0,45	1017	2,45	187	2,0
Перекрытие над проездом	1	159	3,82	42	0,4
Окна, балконные двери и витражи	1	4170	0,56	7446	79,4
Входные наружные двери - стеклянные - стеклянные крутящиеся - глухие утепленные	 0,91 0,91 0,91	 11,4 7,5 1,14	 0,56 0,74 1,14	 18 9 6	 0,2 0,09 0,06
Сумма	-	10790	-	9377	100

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

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

$$= (0,16 + 10/\sqrt{40250})/(0,00013x4551 + 0,61) = 0,175\ Вт/м^3\ °С)$$

Удельная теплозащита характеристика здания больше нормируемой величины на 31,4 %. Как видно из таблицы Е.5 наибольший вклад в тепловые потери здания в данном случае вносят окна, балконные двери, витражи и слабо утепленное перекрытие над подземной автостоянкой. В данном случае наиболее эффективно дорабатывать теплозащитную оболочку здания за счет повышения сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций. В проекте заменяются окна и витражи на имеющие приведенное сопротивление теплопередаче 0,76 (м^2 °С)Вт. Кроме того доутепляется перекрытие над подвалом, так что приведенное сопротивление теплопередаче конструкции составляет 3,45 (м^2 °С)/Вт.

$$k_{об} = 1/V_{от} \sum (n_{т,i} A_{ф,i} / R^{пр}_{о,i}) = 1/40250\ (2807/2,82 + 159/3,82 + 4170/0,76) +$$

$$+ 0,45x1017/3,45 + 0,91(1353/2,82 + 1257/4,83 + 11,4/0,56 + 7,5/0,74 +$$

$$+ 8,0/1,14) = 0,179\ Вт/(м^3\,°C)$$

Детали расчета сведены в таблицу Е.6

Таблица Е.6

Наименование фрагмента	$n_{т,i}$	$A_{ф,i}$, м^2	$R^{пр}_{о,i}$, м^2 °С/Вт	$n_{т,i} A_{ф,i} / R^{пр}_{о,i}$	%
Фасадная система из монолитного ж-б с утеплителем	1 0,91	2807 1353	2,82	995 437	13,5 5,9
Покрытие здания	0,91	1257	4,83	237	3,2
Перекрытие над подземной автостоянкой	0,45	1017	3,45	132	1,8
Перекрытие над проездом	1	159	3,82	42	0,57
Окна, балконные двери и витражи	1	4170	0,76	5487	74,5
Входные наружные двери - стеклянные - стеклянные крутящиеся - глухие утепленные	 0,91 0,91 0,91	 11,4 7,5 1,14	 0,56 0,74 1,14	 18 9 6	 0,24 0,12 0,08
Сумма	-	10790	-	7363	100

После доработки теплозащитной оболочки здания удельная теплозащитная характеристика больше нормируемой на 2,3 %.Оболочка удовлетворяет нормативным требованиям.

Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию рассматриваемого здания

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

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

$k_{об}$ - 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 °С);

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

ξ -

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:

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

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

Удельную вентиляционную характеристику здания, $k_{вент}$, Вт/(м^3 °С), определяем по формуле (Г.2) СП 50.13330.

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

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

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 (Г.3) СП 50.13330.

$$\rho_в^{вент} = 353/[273 + t_{от}]$$

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

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

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

Средняя кратность воздухообмена 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 $4 A_p$ для административных зданий, $м^3/ч$;

A_p - 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 выше 9-ти этажей в нерабочее время – $G_{инф} = 0{,}2\, \beta_v\, V_{от}$.

$n_{инф}$ - 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.

$L_{вент} = 4$ х 6969 = 27876 $м^3/ч$
$n_{вент} = 40$ ч
$G_{инф} = 0{,}2\, \beta_v\, V_{от}$ - для административного здания выше 9-ти этажей;
$G_{инф} = 0{,}2$ х 0,85 х 40250 = 6842,5 кг/ч;
$n_{инф} = 168 - 40 = 128$ ч

$n_в = [(27876 \text{ х } 40)/168 + (6842{,}5 \text{ х } 128)/(168 \text{ х } 1{,}25)](0{,}85 \text{ х } 40250) = 0{,}316\ ч^{-1}$

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (Г.2) СП 50.13330.

$$k_{вент} = 0,28 \text{ x1 x } 0,316 \text{ x } 0,85 \text{ x } 1,25 = 0,094 \text{ Вт/(м}^3\,^{\circ}\text{C)}$$

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

$$k_{быт} = (q_{быт} A_{эк}) / V_{от} (t_в - t_{от})$$

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;

$t_в, t_{от}, A_{эк}$ указано ранее.

В рассматриваемом здании на расчетной площади 6969 м^2 - 8-ми часовой рабочий день, 5-ми дневная рабочая неделя.

Количество служащих и посетителей около 600 чел.

$$q_{\text{int}} = [(25 \text{ x } 6969 \text{ x } 0,5 + 10,0 \text{ x } 6969 \text{ x } 0,9 + \\ + 90 \text{ x } 600) \text{ x } 5 \text{ x } 8/7] /(24 \text{ x } 6969,4) = 6,96 \text{ Вт/м}^2$$

$$k_{быт} = (6,96 \text{ x } 6969)/40250(20 - (- 2,2)) = 0,054 \text{ Вт/(м}^3\,^{\circ}\text{C)}$$

Удельную характеристику теплопоступлений в здание от солнечной радиации, $k_{рад}$, Вт/(м^3 °С), определяется по формуле (Г.1) 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

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

№№ п/п	Окна и витражи, выходящие на:	А, м^2	I, кВтч/м^2	AI, кВтч
1.	Юг-Восток	225	1544,0	347400
2.	Северо-Запад	861	255,0	219555
3.	Северо-Восток	1275	255,0	325125
4.	Юго-Запад	1313	1544,0	2027272
			Всего:	2919352

$$Q_s^y = 0,8 \text{ x } 0,54 \text{ x } 2919352 = 1261160 \text{ МДж/м}^2$$

$$k_{рад} = 11,6 \text{ x } 1261160/(40250 \text{ x } 4551) = 0,08 \text{ Вт/(м}^3\,^{\circ}\text{C)}$$

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

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

$$q_{от}^{р} = [\,0,179 + 0,094 - (0,054 + 0,08)\,0,79 \text{ x } 0,95](1 - 0,1)\,1,13 = 0,176 \text{ Вт/(м}^3\,^{\circ}\text{C)}$$

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

для административных зданий выше 9-го этажа рана 0,232 Вт/(м^3 °С).

$$q_{от}^{р} = 0,176 \;\le\; q_{от}^{тр} = 0,232$$

$$[(0,232 - 0,176)/0,232 \text{ x } 100] = -\,24,1\%$$

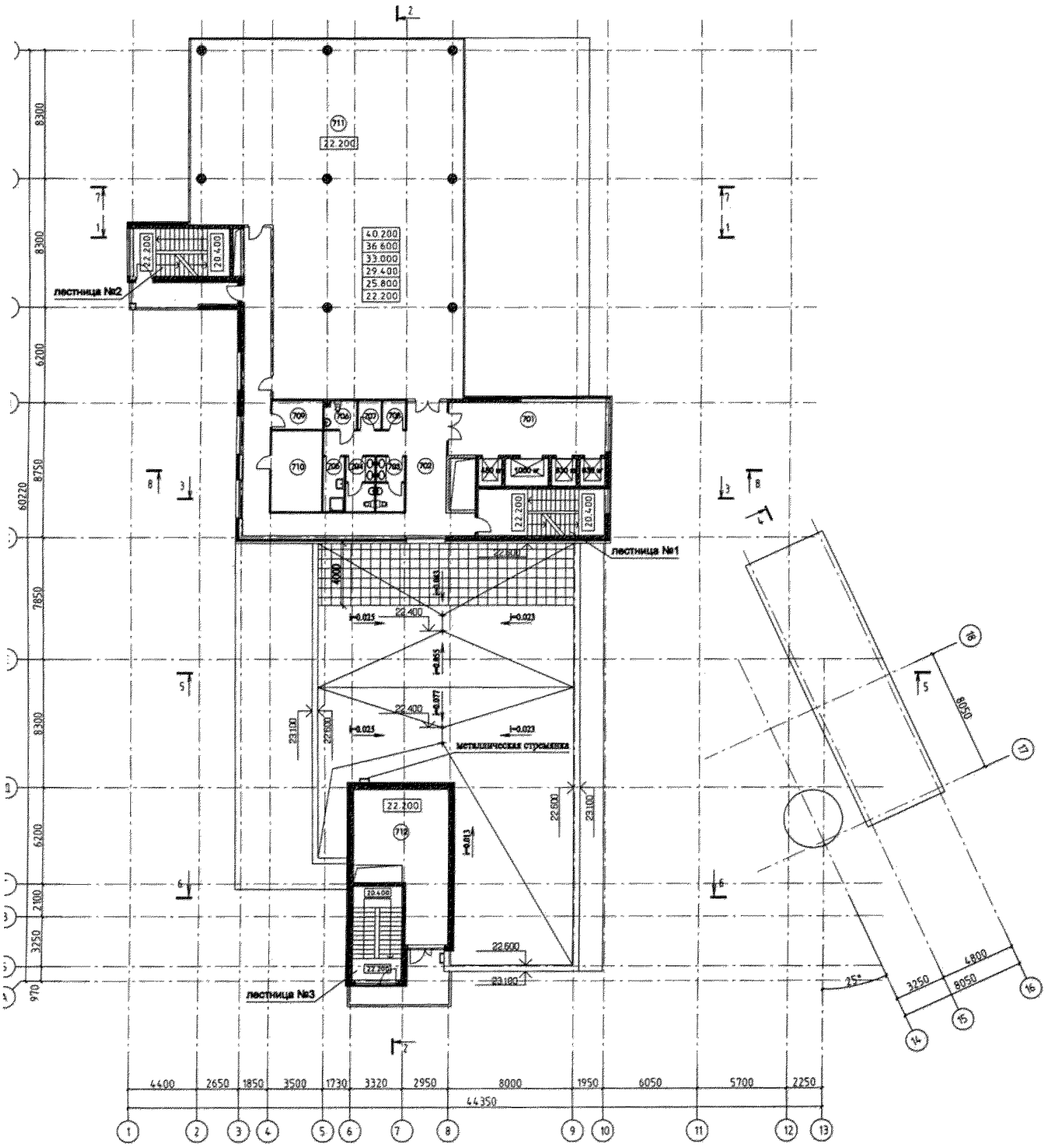
Требование соблюдается.

Класс энергосбережения рассматриваемого здания высокий (В).

Чертежи здания представлены на страницах с 76 по 84.

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

№№	название помещения	площадь кв.м
701	лифтовой холл	31.19
702	коридор	60.02
703	санузел	6.20
704	санузел	6.20
705	комната уборочного инвентаря	4.65
706	туалет для инвалидов	3.58
707	электрощитовая	2.63
708	серверная	2.63
709	подсобное помещение	5.80
710	подсобное помещение	16.65
711	офис	342.61



Условные обозначения

- монолитные железобетонные стены
- перегородки из газобетонных блоков толщ. 200мм (Y=600кг/м куб)
- перегородки из ГКЛ толщ. 150мм
- перегородки из красного полнотелого кирпича М100

± 0.000=158.50

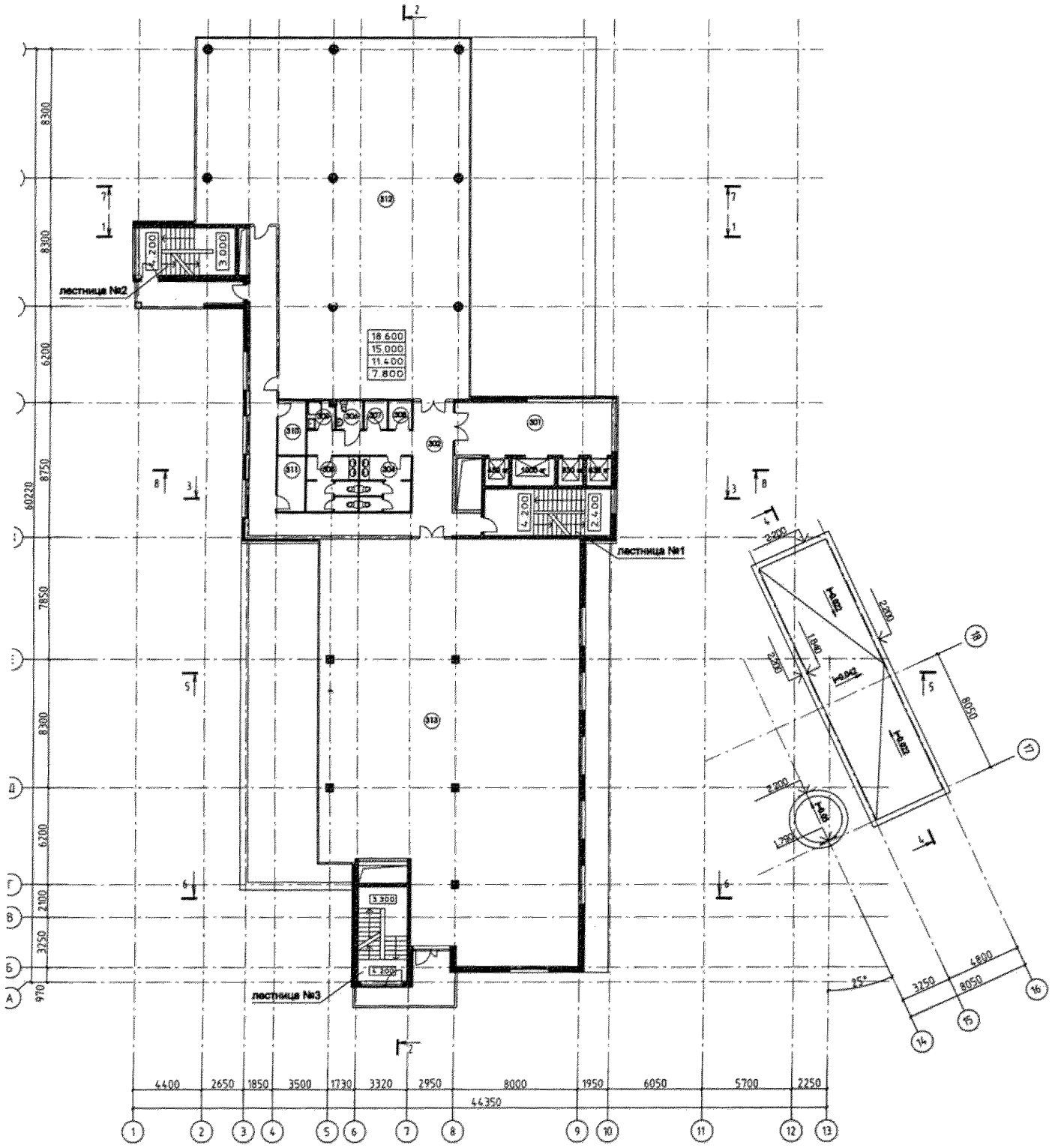
Примечания

1. Все отметки даны относительно нуля здания (+/-0.000=158.50).

						ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет"	01 - 2010 - АР
						г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7	
ГИП	Мызников					Административно-управленческое здание	Стадия: П; Лист: 6; Листов:
ГАП	Баданова						
Архитектор	Нестерова					План 7 - 12 этажей.	ООО "АМБ Хаус"

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

№№	название помещения	площадь кв.м
301	лифтовой холл	34.20
302	коридор	82.58
303	офис	413.66
304	санузел	11.10
305	санузел	11.10
306	туалет для инвалидов	3.00
307	электрощитовая	2.63
308	серверная	2.63
309	комната уборочного инвентаря	3.00
310	подсобное помещение	6.10
311	подсобное помещение	6.10
312	офис	342.61



Условные обозначения

- монолитные железобетонные стены
- перегородки из газобетонных блоков толщ. 200мм (Y=600кг/м куб)
- перегородки из ГКЛ толщ. 150мм
- перегородки из красного полнотелого кирпича М100

Примечания

1. Все отметки даны относительно нуля здания (+/-0.000=158.50).

± 0.000=158.50

							ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет"	01 - 2010 - АР
							г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
ГИП	Мызников						Административно-управленческое здание	П 5
ГАП	Баданова							
Архитектор	Нестерова						План 3-6 этажей	ООО "АМБ Хаус"

Узел "А"

гидроизоляция Техноэласт (ЭПП+ЭКП)	- 4,0+4,2мм
цементно-песчаная стяжка из раствора М150, армированная сеткой Ø 6 ВР1 150х150мм	-50мм
уклон из керамзита	-30-200мм
геотекстиль -300г/кв.м	
утеплитель "Пеноплекс" 35	-200мм
пароизоляция п/э 200	
ж/б плита перекрытия	-260мм

Узел "Б"

Натуральный камень 600х600	-30мм
Ц/п стяжка	-20мм
Гидроизоляция Техноэласт ЭПП 2 слоя	-8мм
Ц/п стяжка из раствора М 150 армированная сеткой 6ØBP1 150х150	-40мм
Гравий(фракция 3-10)	
Геотекстиль 500г/кв.м.	
Пеноплекс 35	-200мм
Гидроизоляция Техноэласт ЭПП 2 слоя	-8мм
Ц/п стяжка из раствора М 150 армированная сеткой 6ØBP1 150х150	-50мм
Уклон из керамзита	-50-100мм
Монолитная ж/б плита	-260мм

Узел "Г"

Вентилируемая фасадная система EuroFox (натуральный камень)	-50мм
Утеплитель "Rockwool" Венти Баттс	-150мм
Монолитная ж/б стена	-220мм

Узел "Ж"

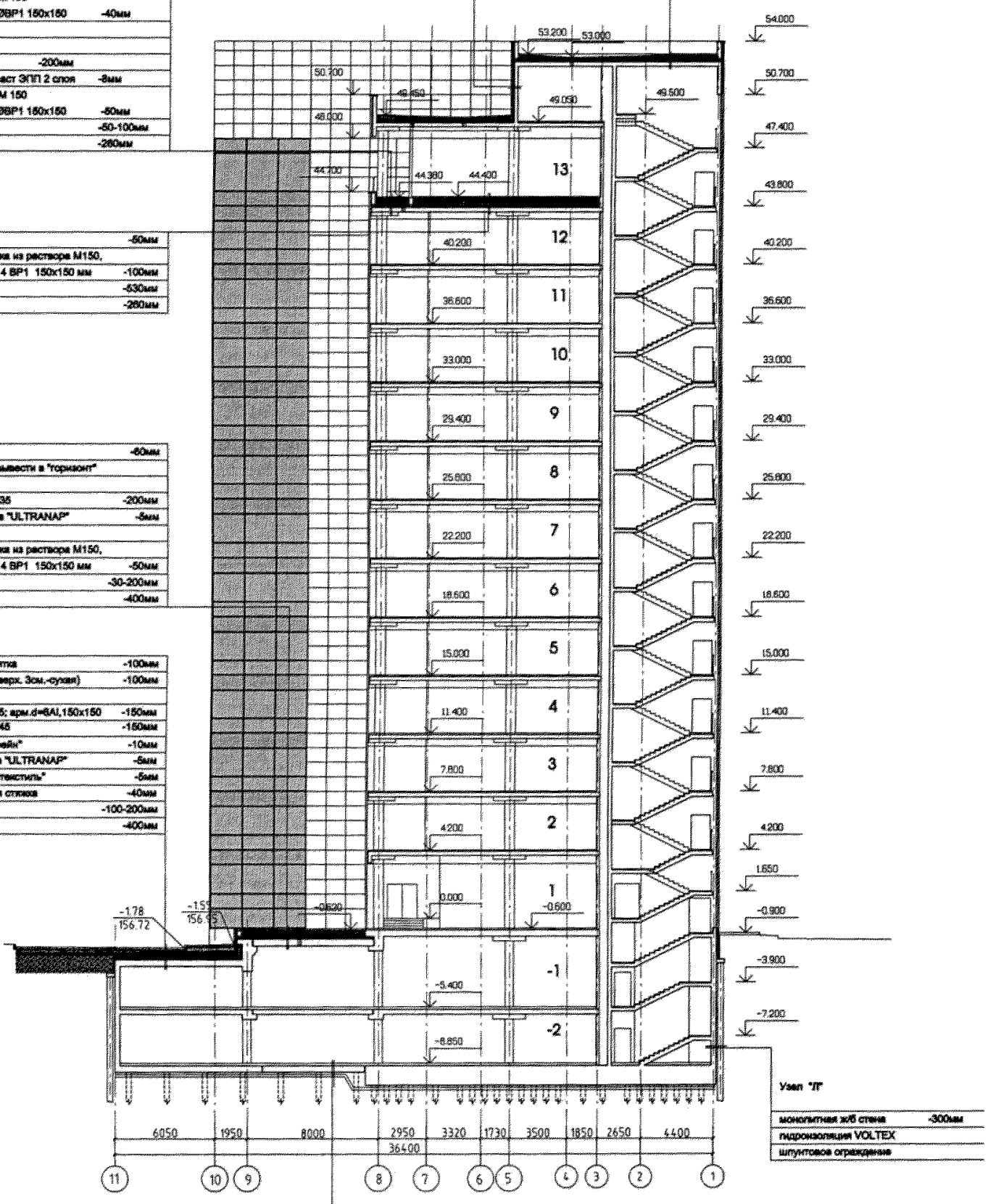
конструкция пола	-50мм
цементно-песчаная стяжка из раствора М150, армированная сеткой Ø 4 ВР1 150х150 мм	-100мм
засыпка из керамзита	-530мм
ж/б плита перекрытия	-260мм

Узел "Д"

тротуарная плитка	-60мм
гравий (фракция 5-10) - вывести в "горизонт"	
геотекстиль -500г/кв.м	
утеплитель "Пеноплекс" 35	-200мм
гидроизоляция мембрана "ULTRANAP"	-5мм
геотекстиль -500г/кв.м	
цементно-песчаная стяжка из раствора М150, армированная сеткой Ø 4 ВР1 150х150 мм	-50мм
уклон из керамзита	-30-200мм
ж/б плита перекрытия	-400мм

Узел "В"

тротуарная бетонная плитка	-100мм
цементо-песчан. смесь (верх. 3см.-сухая)	-100мм
песок для уклона	
бетонная подгот. кл.В12,5; арм.d=6Al,150х150	-150мм
утеплитель "Пеноплекс" 45	-150мм
дренажный слой "Миндрейн"	-10мм
гидроизоляция мембрана "ULTRANAP"	-5мм
подстилающий слой "Геотекстиль"	-5мм
армированная цементная стяжка	-40мм
керамзитобетон	-100-200мм
монолитная ж/б плита	-400мм



Узел "Л"

монолитная ж/б стена	-300мм
гидроизоляция VOLTEX	
шпунтовое ограждение	

Узел "К"

конструкция пола	-150мм
монолитная ж/б плита	
защитный слой из ц/п. раствора	-40мм
гидроизоляция VOLTEX	
бетонная подготовка бетон В10	-100мм
щебень, втрамбованный в грунт	-150мм

± 0.000=158.50

						ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет"	01 - 2010 - АР
						г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
ГИП	Мызников					Административно-управленческое здание	Стадия: П; Лист: 10; Листов:
ГАП	Баданова						
Архитектор	Нестерова					Разрез 1 - 1.	ООО "АМБ Хаус"

Узел "А"

гидроизоляция Техноэласт (ЭПП+ЭКП)	- 4,0+4,2мм
цементно-песчаная стяжка из раствора М150,	
армированная сеткой Ø 6 ВР1 150х150мм	-50мм
уклон из керамзита	-30-200мм
геотекстиль -300г/кв.м	
утеплитель "Пеноплекс" 35	-200мм
пароизоляция п/э 200	
ж/б плита перекрытия	-260мм

Узел "Б"

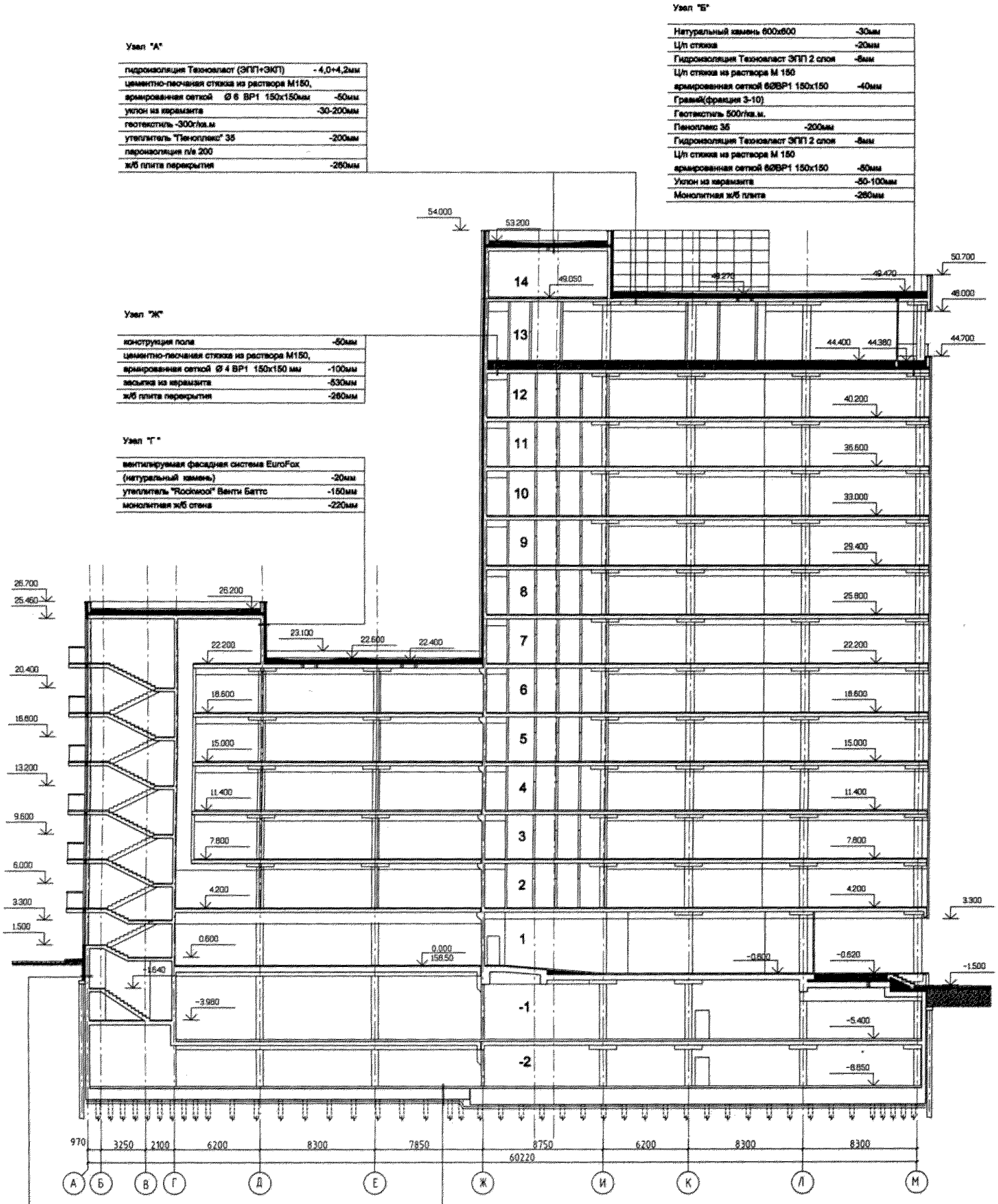
Натуральный камень 600х600	-30мм
Ц/п стяжка	-20мм
Гидроизоляция Техноэласт ЭПП 2 слоя	-5мм
Ц/п стяжка из раствора М 150	
армированная сеткой 6ØВР1 150х150	-40мм
Гравий(фракция 3-10)	
Геотекстиль 500г/кв.м.	
Пеноплекс 35	-200мм
Гидроизоляция Техноэласт ЭПП 2 слоя	-5мм
Ц/п стяжка из раствора М 150	
армированная сеткой 6ØВР1 150х150	-50мм
Уклон из керамзита	-50-100мм
Монолитная ж/б плита	-260мм

Узел "Ж"

конструкция пола	-50мм
цементно-песчаная стяжка из раствора М150,	
армированная сеткой Ø 4 ВР1 150х150 мм	-100мм
засыпка из керамзита	-530мм
ж/б плита перекрытия	-260мм

Узел "Г"

вентилируемая фасадная система EuroFox	
(натуральный камень)	-20мм
утеплитель "Rockwool" Венти Баттс	-150мм
монолитная ж/б стена	-220мм



Узел "Е"

гидроизоляция обмазочная (2 слоя горячим битумом)	
кирпич красный полнотелый	-130мм
утеплитель "Пеноплекс" 35	-100мм
гидроизоляция мембрана "ULTRANAP"	-5мм
монолитная ж/б стена	-300мм

Узел "К"

конструкция пола	-150мм
монолитная ж/б плита	
защитный слой из ц/п. раствора	-40мм
гидроизоляция VOLTEX	
бетонная подготовка бетон В10	-100мм
щебень, втрамбованный в грунт	-150мм

± 0.000=158.50

ГИП	Мызников
ГАП	Баданова
Архитектор	Нестерова

ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет" 01 - 2010 - АР

г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7

Административно-управленческое здание

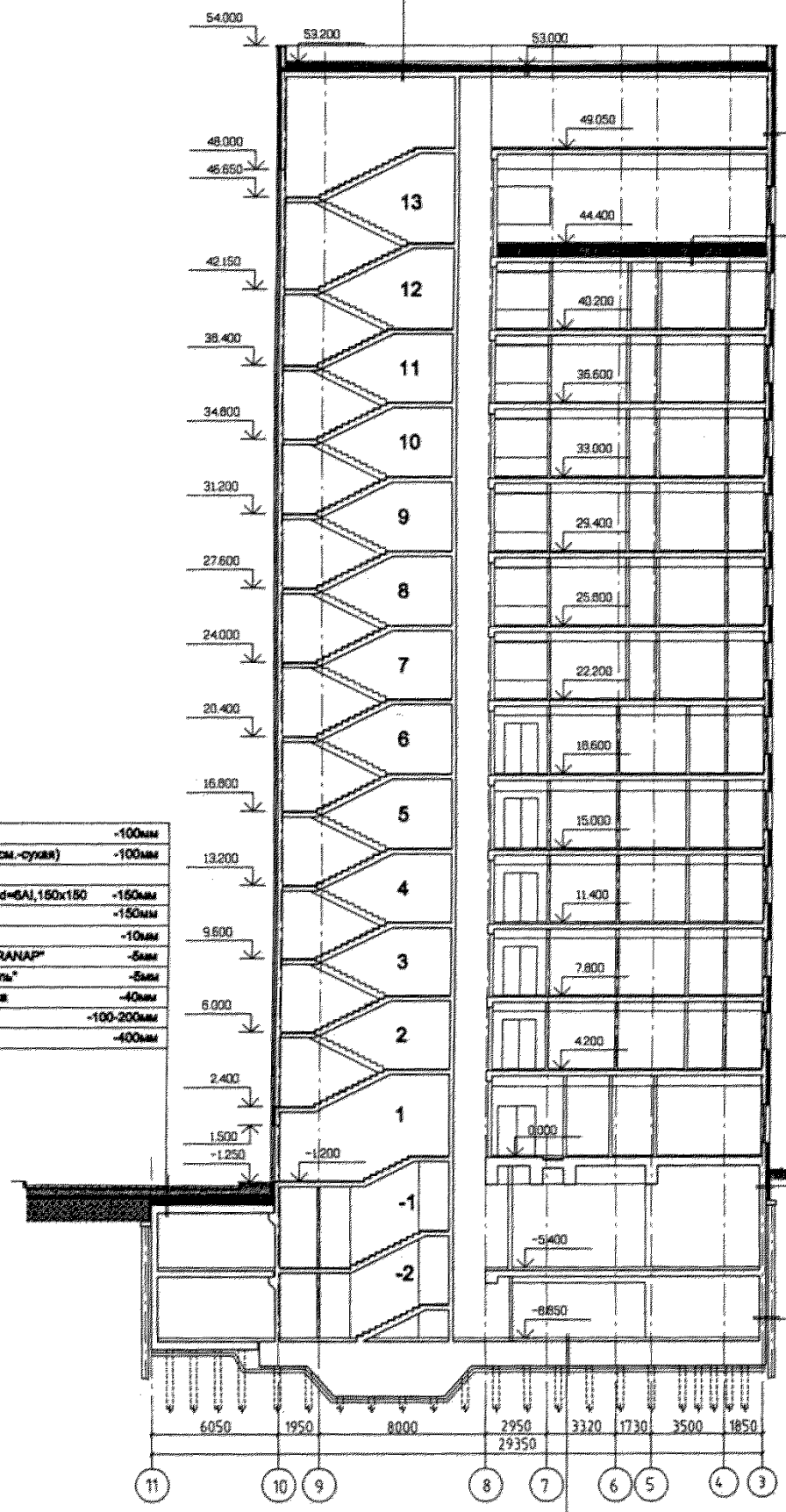
Стадия	Лист	Листов
П	11	

Разрез 2-2.

ООО "АМБ Хаус"

Узел "А"

гидроизоляция Техноэласт (ЭПП+ЭКП)	- 4,0+4,2мм
цементно-песчаная стяжка из раствора М150,	
армированная сеткой Ø 6 ВР1 150х150мм	-50мм
уклон из керамзита	-30-200мм
геотекстиль -300г/кв.м	
утеплитель "Пеноплекс" 35	-200мм
пароизоляция п/э 200	
ж/б плита перекрытия	-260мм



Узел "Г"

вентилируемая фасадная система EuroFox	
(натуральный камень)	-20мм
утеплитель "Rockwool" Вентк Баттс	-150мм
монолитная ж/б стена	-220мм

Узел "Ж"

конструкция пола	-50мм
цементно-песчаная стяжка из раствора М150,	
армированная сеткой Ø 4 ВР1 150х150 мм	-100мм
засыпка из керамзита	-630мм
ж/б плита перекрытия	-260мм

Узел "В"

тротуарная бетонная плитка	-100мм
цементно-песчан. смесь (верх. 3см.-сухая)	-100мм
песок для уклона	
бетонная подгот. кл.В12,5; арм.d=6AI,150х150	-150мм
утеплитель "Пеноплекс" 45	-150мм
дренажный слой "Макродрейн"	-10мм
гидроизоляция мембрана "ULTRANAP"	-5мм
подстилающий слой "Геотекстиль"	-5мм
армированная цементная стяжка	-40мм
керамзитобетон	-100-200мм
монолитная ж/б плита	-400мм

Узел "Е"

гидроизоляция обмазочная (2 слоя горячим битумом)	
кирпич красный полнотелый	-130мм
утеплитель "Пеноплекс" 35	-100мм
гидроизоляция мембрана "ULTRANAP"	-5мм
монолитная ж/б стена	-300мм

Узел "И"

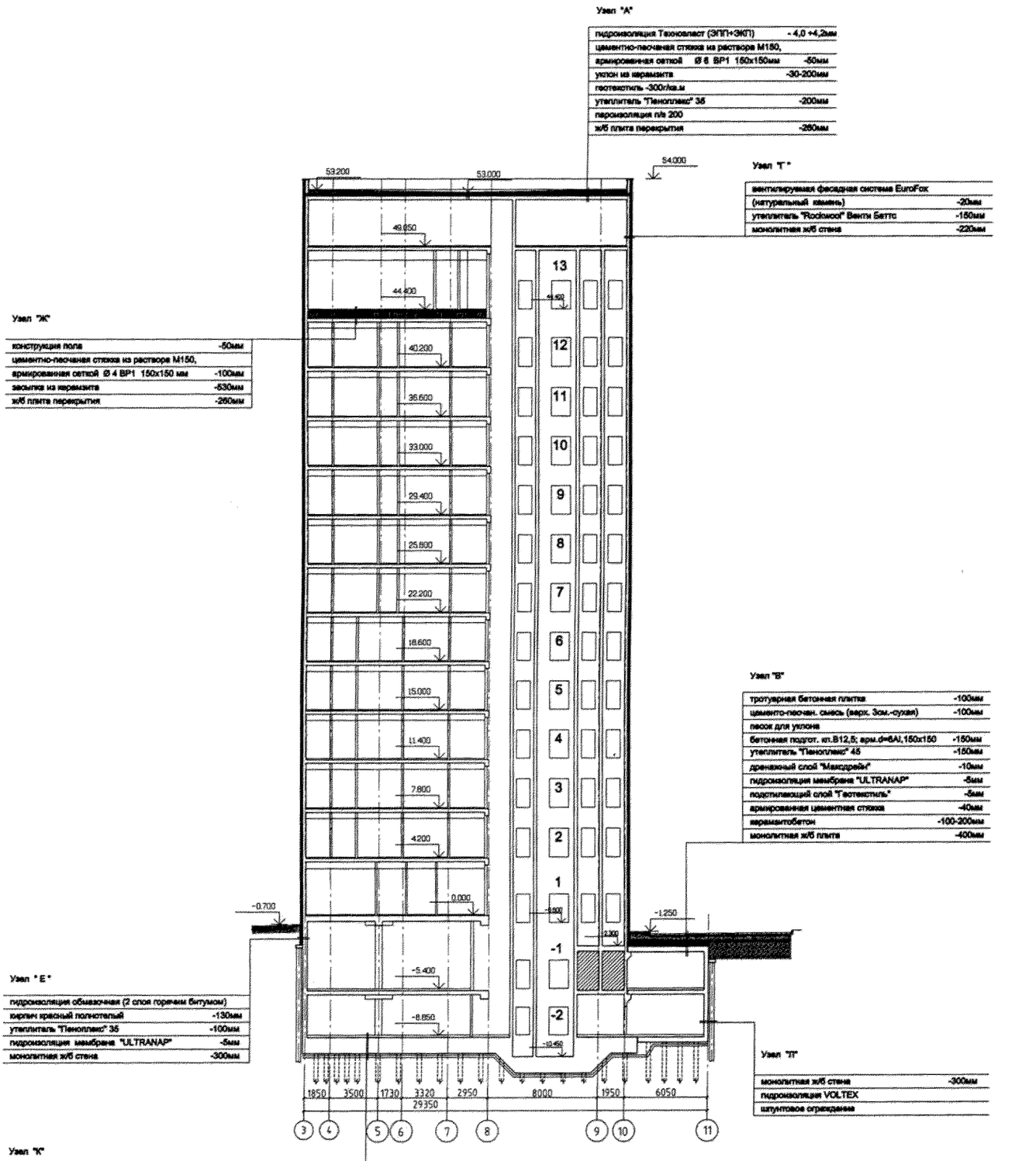
монолитная ж/б стена	-300мм
гидроизоляция VOLTEX	
шпунтовое ограждение	

Узел "К"

конструкция пола	-150мм
монолитная ж/б плита	
защитный слой из ц/п. раствора	-40мм
гидроизоляция VOLTEX	
бетонная подготовка бетон В10	-100мм
щебень, втрамбованный в грунт	-150мм

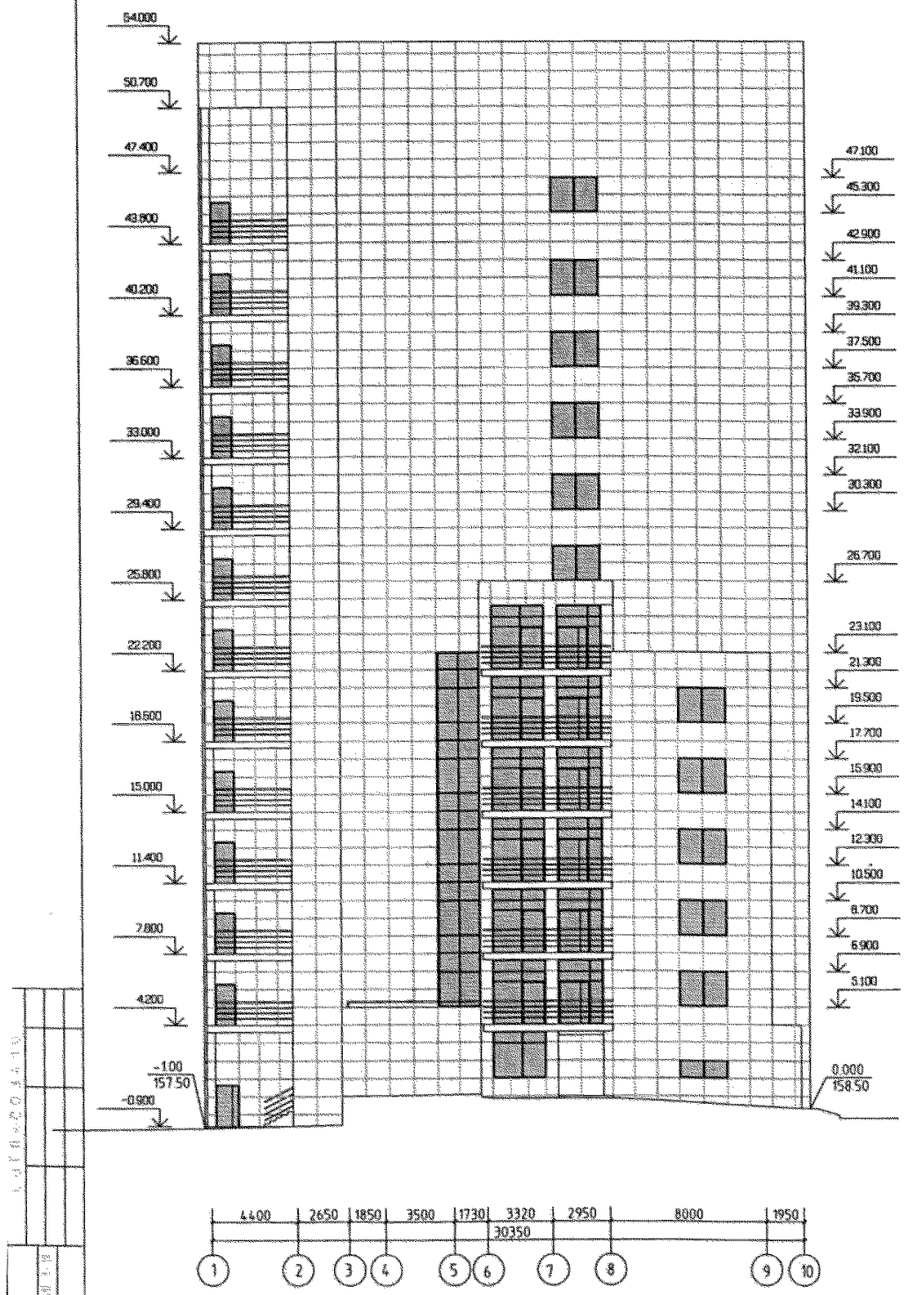
± 0.000=158.50

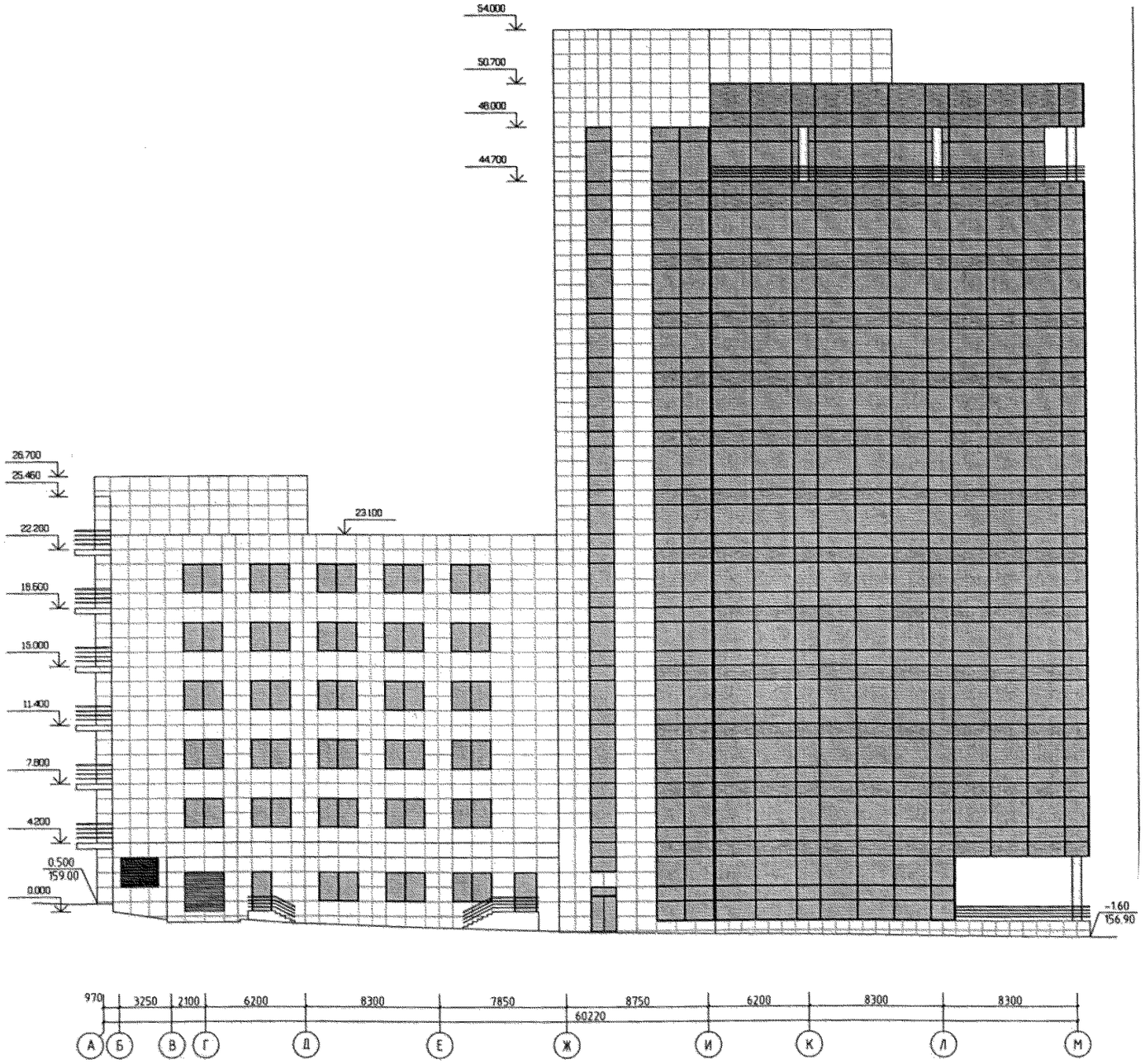
						ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет"	01 - 2010 - АР
						г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
ГИП	Мызников					Административно-управленческое здание	Стадия: П; Лист: 12; Листов:
ГАП	Баданова						
Архитектор	Нестерова					Разрез 3-3.	ООО "АМБ Хаус"



± 0.000=158.50

						ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет"	01 - 2010 - АР	
						г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
ГИП	Мызников					Административно-управленческое здание	Стадия: П	Лист: 15
ГАП	Бадянова							Листов:
Архитектор	Нестерова					Разрез 8 - 8.	ООО "АМБ Хаус"	





± 0.000=158.50

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

ГИП	Мызников
ГАП	Баданова
Архитектор	Нестерова

ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет" 01 - 2010 - АР

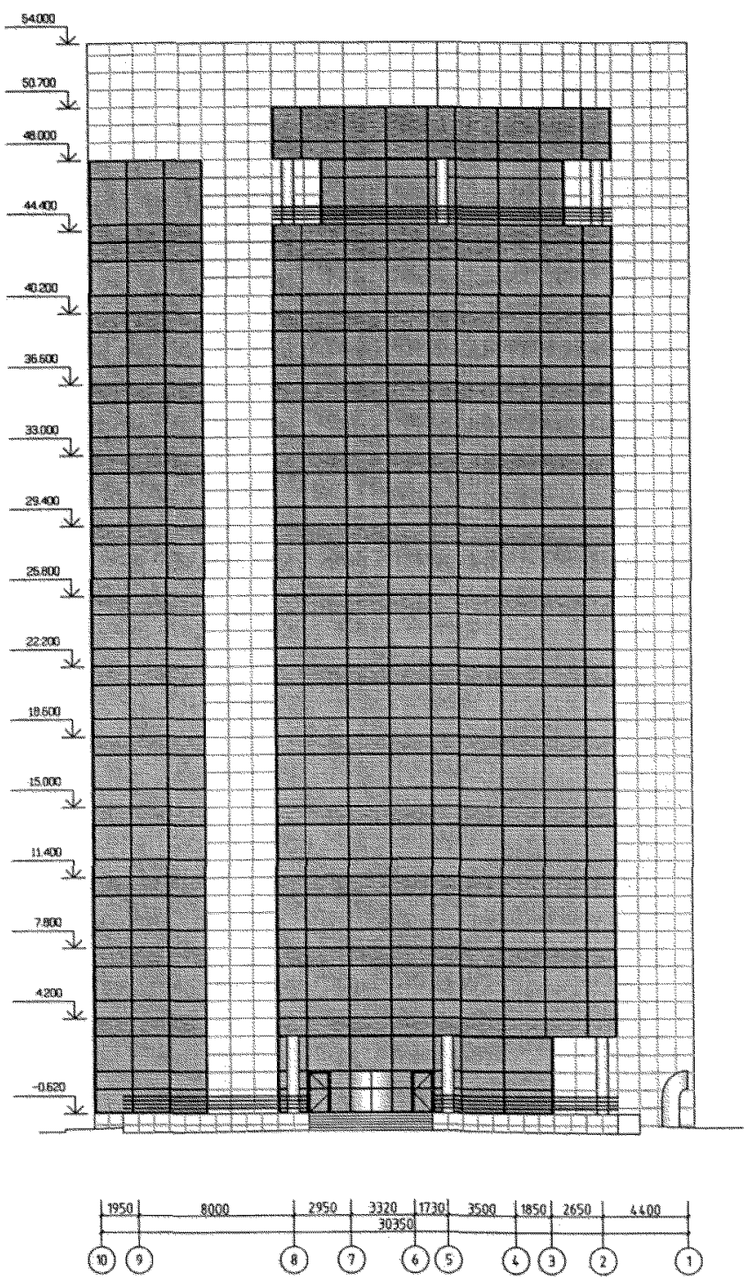
г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7

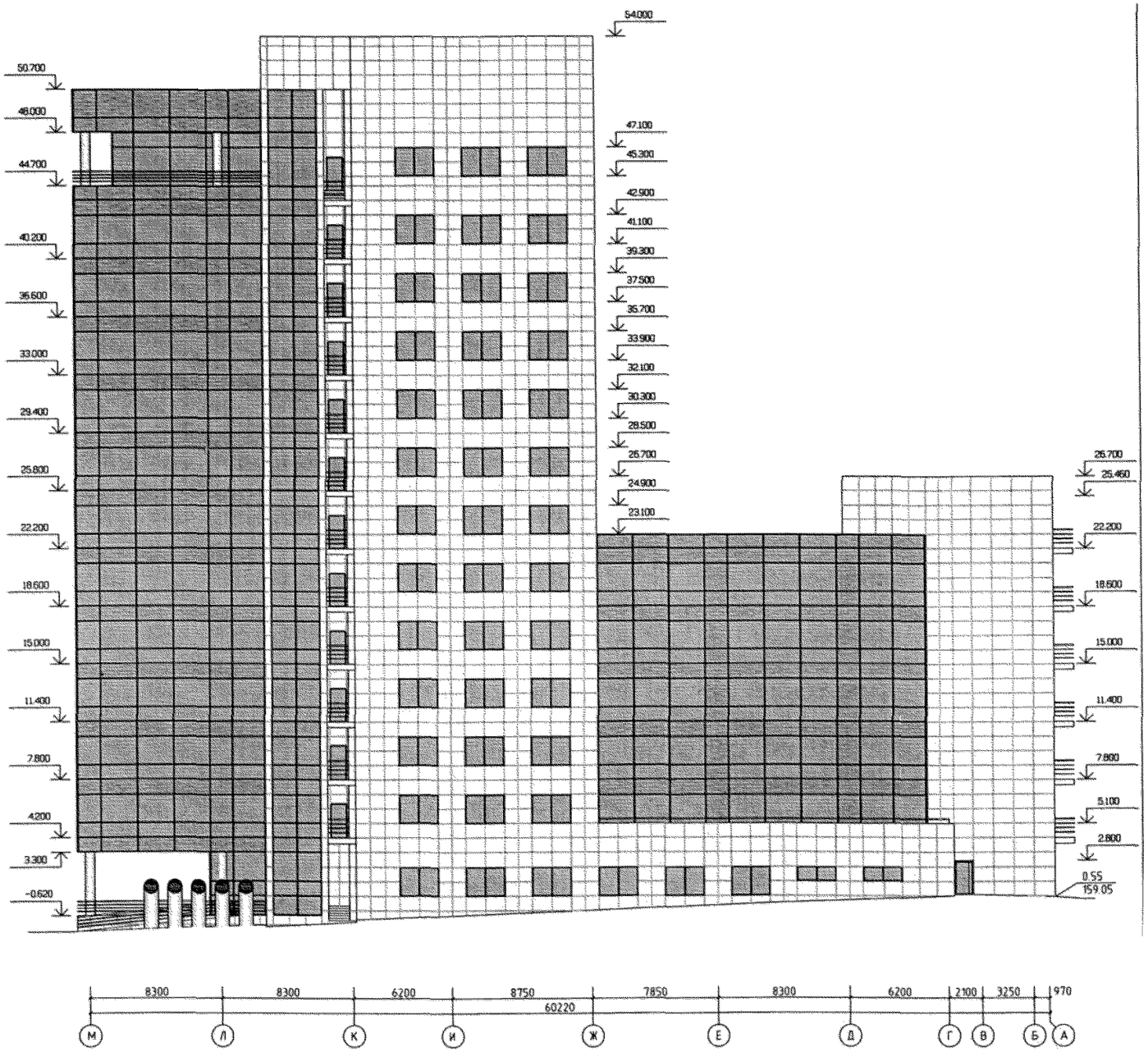
Административно-управленческое здание.

Стадия	Лист	Листов
П	17	

Фасады 1 - 10 и А - М.

ООО "АМБ Хаус"

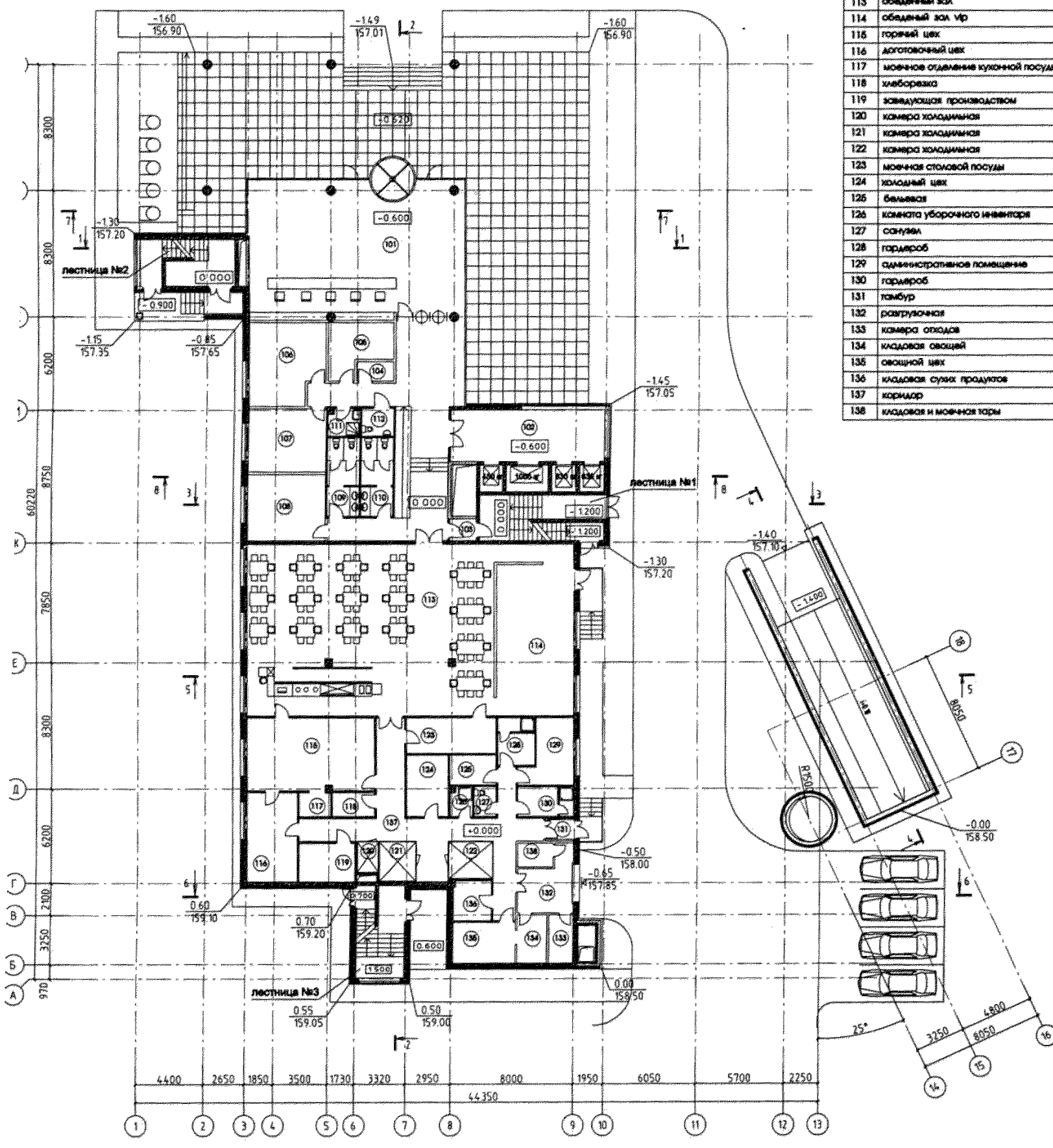

54.000
50.700
48.000
44.400
40.200
36.600
33.000
29.400
25.800
22.200
18.600
15.000
11.400
7.800
4.200
-0.620
1950
8000
2950
3320
1730
3500
1850
2650
4400
30350
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1


54.000
50.700
48.000
47.100
45.300
44.700
42.900
41.100
40.200
39.300
37.500
36.600
35.700
33.900
33.000
32.100
30.300
29.400
28.500
26.700
25.800
24.900
26.700
25.460
23.100
22.200
22.200
18.600
18.600
15.000
15.000
11.400
11.400
7.800
7.800
5.100
4.200
2.800
3.300
0.55
159.05
-0.620
8300
8300
6200
8750
7850
8300
6200
2100
3250
970
60220
М
Л
К
И
Ж
Е
Д
Г
В
Б
А

± 0.000=158.50

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

№	название помещения	площадь кв.м
101	вестибюль	200.20
102	лифтовой холл	34.20
103	тамбур- шлюз	2.45
104	электрощитовая	3.12
105	кроссовая	13.10
106	охранно-диспетчерский пункт	25.84
107	комната отдыха охраны	21.00
108	помещение администрации	22.18
109	санузел	10.64
110	санузел	10.64
111	комната уборочного инвентаря	3.62
112	санузел для инвалидов	3.76
113	обеденный зал	180.00
114	обеденный зал vip	58.22
115	горячий цех	39.73
116	доготовочный цех	19.16
117	моечное отделение кухонной посуды	3.20
118	хлеборезка	4.31
119	заведующая производством	9.24
120	камера холодильная	2.95
121	камера холодильная	6.56
122	камера холодильная	7.40
123	моечная столовой посуды	13.70
124	холодный цех	10.90
125	бельевая	5.89
126	комната уборочного инвентаря	2.68
127	санузел	2.78
128	гардероб	7.36
129	административное помещение	12.16
130	гардероб	6.88
131	тамбур	2.23
132	разгрузочная	12.85
133	камера отходов	5.00
134	кладовая овощей	6.17
135	овощной цех	10.90
136	кладовая сухих продуктов	6.41
137	коридор	53.11
138	кладовая и моечная тары	3.70



Условные обозначения

- монолитные железобетонные стены
- перегородки из газобетонных блоков толщ. 200мм (Y=600кг/м куб)
- перегородки из ГКЛ толщ. 150мм
- перегородки из красного полнотелого кирпича М100

± 0.000=158.50

Примечания

1. Все отметки даны относительно нуля здания (+/-0.000=158.50).

							ЗАКАЗЧИК: ООО "Офсет"	01 - 2010 - АР
							г. Москва, ЮЗАО, ул. Нагорная, вл.20, к.7	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
ГИП	Мызников						Административно-управленческое здание	Стадия: П; Лист: 3; Листов:
ГАП	Баданова							
Архитектор	Нестерова						План 1 этажа	ООО "АМБ Хаус"

gost.e-ecolog.ru