**Приложение А**

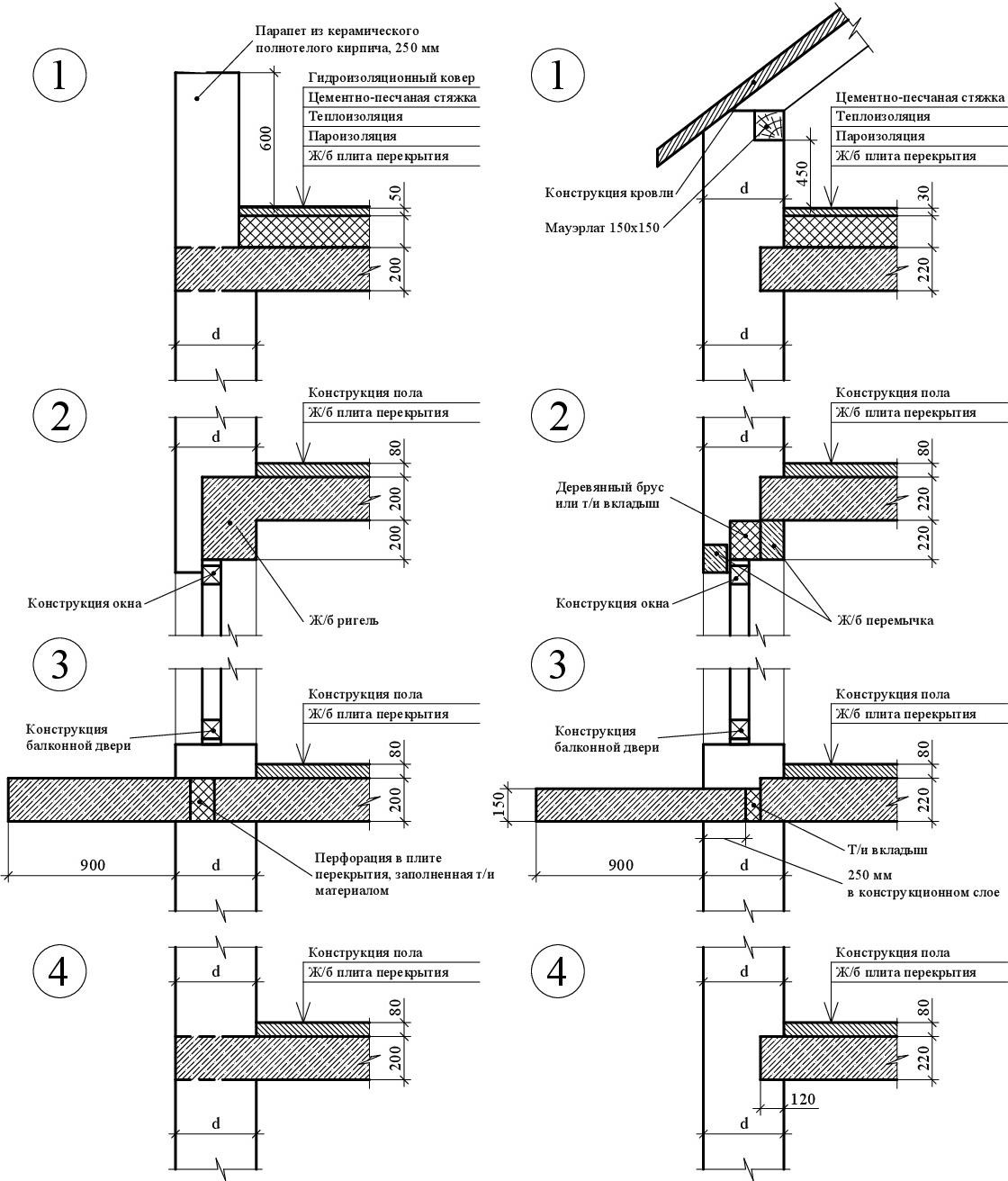
## *Таблица А.1.*

## *Индивидуальное задание*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Назначение здания | Город | Тип стены | Конструктивная система | Номер узла |
| 0 | Школа | Анадырь, Чукотский АО | С тонким штукатурным слоем | Каркасная | 1, 4 |
| 1 | Жилой дом | Архангельск, Архангельская обл. | Навесной фасад | Бескаркасная | 2, 4 |
| 2 | Магазин | Дудинка, Красноярский край | Трехслойная | Каркасная | 3, 4 |
| 3 | Кинотеатр | Екатеринбург, Свердловская обл. | С тонким штукатурным слоем | Бескаркасная | 1, 4 |
| 4 | Детский сад | Иркутск, Иркутская обл. | Навесной фасад | Каркасная | 2, 4 |
| 5 | Общежитие | Магадан, Магаданская обл. | Трехслойная | Бескаркасная | 3, 4 |
| 6 | Офисный центр | Мурманск, Мурманская обл. | С тонким штукатурным слоем | Каркасная | 1, 4 |
| 7 | Гостиница | Омск, Омская обл. | Навесной фасад | Бескаркасная | 2, 4 |
| 8 | Поликлиника | Саратов, Саратовская обл. | Трехслойная | Каркасная | 3, 4 |
| 9 | Спортзал | Тула, Тульская обл. | С тонким штукатурным слоем | Бескаркасная | 1, 4 |

**А.1. Узлы для детальной проработки**

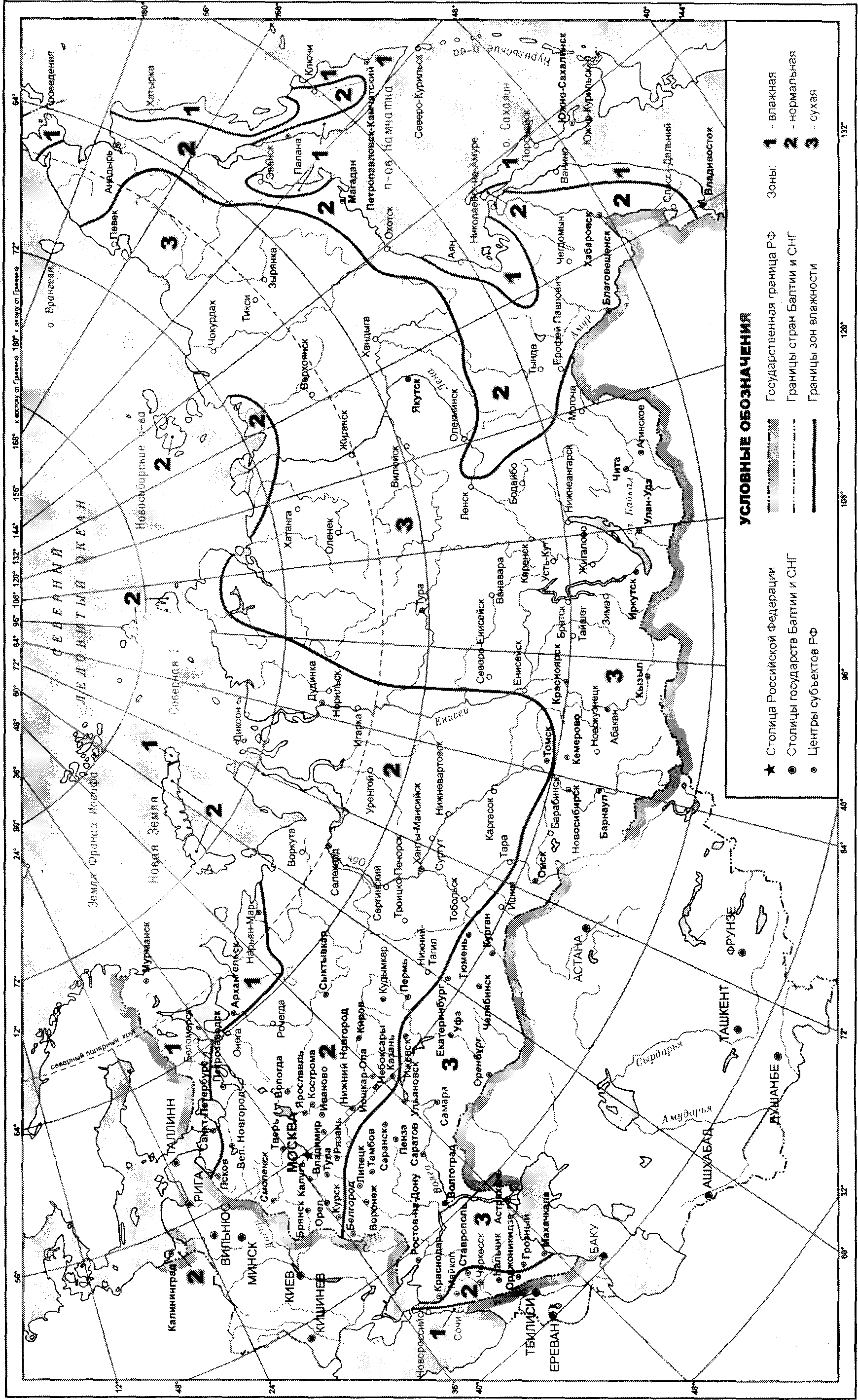
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |



|  |  |
| --- | --- |
| Каркасная  конструктивная система | Бескаркасная  конструктивная система |

*Рис. А.1. Конструктивные системы*

## Приложение Б



*Рис. Б.1. Карта зон влажности*

**Приложение В**

## *Таблица В.1.*

## *Температура точки росы*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tв,  °С | tр, °С, при φв, % | | | | | | | | | | | |
| 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 | -11,93 | -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 | -0,08 | 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 | -3,22 | -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 | 6,71 | 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 | 9,58 | 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 |
| 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 | 28,12 |
| 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 | 20,9 | 22,32 | 23,64 | 24,88 | 26,04 | 27,14 | 28,08 | 29,16 | 30,1 |
| 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 |

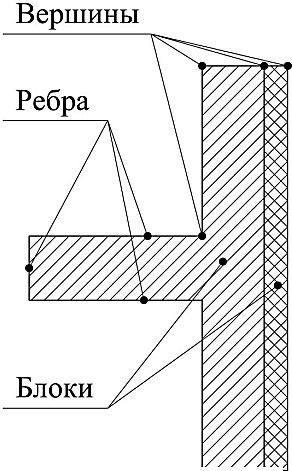
**Приложение Г**

## Расчет температурных полей в узлах ограждающих конструкций с использованием программы Elcut

Для расчетов температурных полей необходимо иметь разработанную конструкцию ограждения и узлов с точными размерами и известными теплотехническими характеристиками стеновых материалов и изделий.

Расчет температурных полей производится в следующей последовательности:

* 1. **Начало работы.** После запуска программы Elcut необходимо создать новую задачу (Файл → Создать задачу...). В открывшемся окне задается Имя задачи и директория ее сохранения. Далее выбирается тип задачи (в данном случае – Теплопередача стационарная), класс модели- Плоская, единицы длины – Миллиметры; оставшиеся параметры остаются без изменения.
  2. **Создание геометрии.** Программа Elcut позволяет создавать геометрию как с помощью встроенного интерфейса, так и путем импорта из САПР-программ (Файл → Импорт DXF). Основными типами геометрических объектов модели являются вершина, ребро и блок.



*Рис. Г1 – Основные типы геометрических*

*объектов программы Elcut*

Каждая вершина представляет собой точку на плоскости. Координаты такой точки могут быть введены пользователем вручную или вычислены как координаты пересечения пары рёбер.

Каждое ребро представляет собой отрезок прямой или дугу окружности, соединяющие две вершины. Ребра модели не пересекают друг друга. Создаваемое новое ребро разбивается на части каждой лежащей на нем вершиной модели и каждой точкой пересечения с уже существующим ребром модели. С каждым ребром может быть связана метка для, например, описания краевого условия.

Каждый блок представляет собой связную подобласть плоскости модели, внешняя граница которой образована последовательностью рёбер. Внутри блоков могут находиться дыры. Каждая из границ, отделяющих блок от внутренних дыр, образовывается либо последовательностью рёбер, либо одной изолированной вершиной.

Чтобы создать новое ребро:

* Выберите команду ***Режим вставки*** из меню ***Правка*** или команду ***Вставка вершин/ребер*** из контекстного меню, либо нажмите клавишу INS или кнопку ***Вставлять вершины и ребра*** на панели инструментов, чтобы перейти в режим вставки.
* В начальной точке создаваемого ребра: либо нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащите указатель мыши к конечной точке, либо нажмите клавишу SHIFT и, не отпуская ее, передвиньте указатель к конечной точке с помощью клавиш со СТРЕЛКАМИ. Если один или оба конца нового ребра не совпадают с уже существующими вершинами, недостающие вершины будут автоматически добавлены к модели перед созданием ребра.
  1. **Назначение свойств материалов (метки блоков).** После создания геометрии задаются свойства материалов. Для этого нажатием мыши в области конкретного материала (блока) выделяется соответствующий участок. На панели ***Свойства*** задается название данного материала в поле ***Метка*** (пр., железобетон, теплоизоляция и пр.); это же название появляется в структуре задачи (см. рис. Г2). Щелкая правой кнопкой мыши по выделенному материалу, выбирается пункт ***Свойства***. В появившемся окне назначается теплопроводность материала (см. рис .Г2).

|  |
| --- |
|  |
| *Рис. Г.2. Структура модели и окно Свойства метки блока* |

* 1. **Назначение граничных условий (метки ребер).** Руководствуясь описанным в п. 3 алгоритмом, выбираются граничные ребра узла, относящиеся к внутренним или наружным условиям. В окне ***Свойства***

метки ребра ставится галочка на пункте ***Конвекция*** и назначаются температура воздуха и коэффициент теплоотдачи поверхности, соответственно, для наружных и внутренних условий (см. рис. Г3).

* 1. **Построение сетки.** Для вычисления требуемых значений необходимо разбить геометрию узла сеткой конечных элементов.

(Правка → Построить сетку → Во всех блоках)

* 1. **Решение задачи.** Задача → Решить:... Если все параметры заданы корректно, то после выполнения соответствующей команды на экране появится изображение температурного поля данного узла (см. рис. Г3)
  2. **Анализ картины поля.** Вычисленные значения можно получить как дискретно (в каждой точке), используя кнопку ***Локальные значения***, так и в виде графика по определенному контуру. Для задания контура необходимо щелкнуть правой клавишей мыши по изображению и выбрать пункт ***Добавить (Линия/Ребро/Блок)***; затем последовательно выбрать ребра, по которым необходимо получить распределение значений, и нажать кнопку ***График***. (см. рис. Г4). Выбрав в контекстном меню или на панели инструментов кнопку ***Свойства картины поля***, можно изменить выводимые характеристики (Температура, тепловой поток и пр.), а также изменить вид представления результатов (Изотермы, Векторы, Изополя).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| *Рис. Г.3. Окно Свойства метки ребра и Картина поля* | | |
|  |
| *Рис. Г.4. График распределения температур по внутренней*  *поверхности узла* |

## Приложение Д

**Пример расчета и оформления пояснительной записки**

Разработать конструктивное решение наружной стены с узлами примыкания к несущим конструкциям и обеспечить нормативный уровень основных параметров теплозащиты для жилого здания в г. Казань, Республики Татарстан. Тип конструкции наружной стены – скрепленная теплоизоляция, конструктивная система здания – каркасная. Узлы для детальной проработки 1 и 4 для каркасной конструктивной системы.

## 1 Наружные климатические условия

Установлены для г. Казань:

а) расчетная температура наружного воздуха *tн =* -31 °С определена по таблице 3.1 СП 131.13330 «Строительная климатология» как температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

б) средняя температура наружного воздуха за отопительный период *tот=* -4,8 °С;

в) продолжительность отопительного периода *zот* = 208 сут. определены по таблице 3.1 СП 131.13330 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С (для жилого здания);

г) зона влажности места строительства – *нормальная*, определена по «Карте зон влажности» СП 50.13330;

д) средняя годовая температура наружного воздуха определена по таблице 5.1 СП 131.13330; = 4,2 °С

е) среднее годовое парциальное давление водяного пара наружного воздуха, *eн =* 730 Па определено по таблице 7.1 СП 131.13330.

## 2 Параметры внутренней среды помещений

Расчетные параметры внутренней среды помещений установлены для жилого здания:

а) температура внутреннего воздуха *tв* = 20 °С определена по ГОСТ 30494;

б) относительная влажность внутреннего воздуха *φв* = 55 % определена по СП 50.13330 как для помещений жилых зданий.

Температура внутреннего воздуха *tв* и его относительная влажность *φв* определяют влажностный режим помещений как *нормальный* (согласно таблицы 1 СП 50.13330).

## 3 Определение влажностных условий эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностные условия эксплуатации ограждающих конструкций определены в зависимости от *нормального* влажностного режима помещения (п. 2) и *нормальной* зоны влажности места строительства (п. 1, г) как **Б** (согласно таблицы 2 СП 50.13330). В соответствии с этим принимаем теплотехнические характеристики материалов по графе Б – λ*Б* и *SБ*.

## 4 Требуемое сопротивление теплопередаче

Климатические условия места строительства определяются градусо- сутками отопительного периода ГСОП:

*ГСОП* *С*  *сут*.

Значение ГСОП отличается от табличных значений (таблица 3 СП 50.13330) в связи с чем воспользуемся приложением к ней. Так как в заданных узлах 1 и 4 представлено два типа ограждающих конструкций: стена и покрытие, требуемое сопротивление теплопередаче определим для каждого из них:

для стен:

*тр*  *a*  *ГСОП*  *b*  0,00035 5158,4  1,4  3,2 *м*2  *С/Вт*

*R*

0

где а =0,00035 и b = 1,4 приняты для стен жилых зданий.

для покрытия:

*тр*  0,0005 5158,4  2,2  4,8 *м*2  *С/Вт*

*R*

0

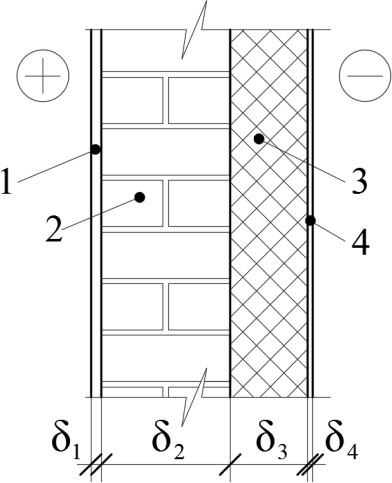
где а =0,0005 и b = 2,2 приняты для покрытий жилых зданий.

## Разработка конструктивного решения наружных стен и определение основных параметров теплозащиты

## Выбор конструктивной схемы наружной стены

Для детальной разработки задана двухслойная конструкция наружной стены с облицовочным штукатурным слоем – система скрепленной теплоизоляции. Схема этой конструкции приведена на рисунке Д1.

Конструктивная система здания – каркасная. Наружная стена в пределах каждого этажа опирается на железобетонное перекрытие.



*Рис. Д.1. Конструкция наружной стены*

*1 – Внутренняя штукатурка 2 – Конструкционный слой*

*3 – Теплоизоляционный слой 4 – Наружная штукатурка*

## Подбор материалов и изделий

Материалы для функциональных слоев приняты по приложению С СП 50.13330.2012 и приведены в таблице Д.1.

*Таблица Д.1.*

*Теплотехнические характеристики материалов наружной стены*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слоя | Наименование материала | Плот-  ность ρ, кг/м3 | Теплопро-  водность λБ, Вт/(м·°С) | Паропроница-  емость μ, мг/(м·ч·Па) | Теплоусвоение SБ, Вт/(м2·°С) |
| 1 | Внутренняя штукатурка: раствор сложный (песок, известь,  цемент) | 1700 | 0,87 | 0,098 | 10,42 |
| 2 | Конструкционный слой:  кладка из глиняного обыкновенного кирпича на  цементно-песчаном растворе | 1800 | 0,81 | 0,11 | 10,12 |
| 3 | Теплоизоляция: плиты минераловатные из  каменного волокна | 100 | 0,045 | 0,32 | 0,59 |
| 4 | Наружная штукатурка: раствор цементно-  песчаный | 1800 | 0,93 | 0,09 | 11,09 |

## Обеспечение необходимого сопротивления теплопередаче по глади наружной стены

Зададимся толщинами функциональных слоев:

внутренняя штукатурка – δ1 = 20 мм = 0,02 м;

конструкционный слой из кирпича – δ2 = 250 мм = 0,25 м;

наружная штукатурка – δ4 = 10 мм = 0,01 м.

Толщину теплоизоляционного слоя δ3 определим по формуле:

*м*

Так как плиты из минеральной ваты выпускают ограниченного типоразмера, принимаем толщину плиты теплоизоляции 0,15 м = 15 см.

Уточняем сопротивление теплопередаче наружной стены с δ3 = 0,15 м:

*(м2  С)/Вт,*

*(м2  С)/Вт,*

Условие обеспечения необходимого сопротивления теплопередаче по глади наружной стены выполняется.

## Уточнение расчетной температуры наружного воздуха

Рассчитаем тепловую инерцию проектируемой наружной стены:

Так как 4 ≥ 5,45 < 7, то согласно п. 1а) tн принимается как средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 по СП 131.13330 «Строительная климатология»:

*tн* = -33 °С.

## Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

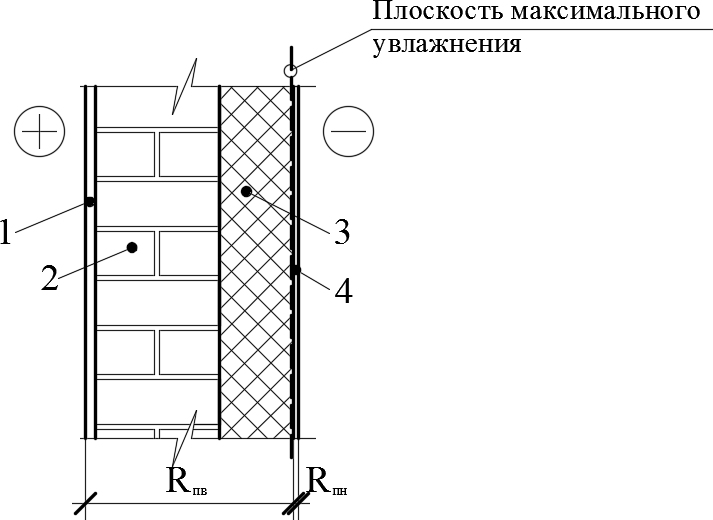
## Определение плоскости максимального увлажнения

Разделяем проектируемую конструкцию наружной стены на две зоны по плоскости максимального увлажнения, которая располагается на границе облицовочного и теплоизоляционного слоев согласно п. 5.4.1 и рисунку 2 (рисунок Д.2.).

## Определение дополнительных расчетных данных

а) парциальное давление насыщенного водного пара внутреннего воздуха

*Па*



*Рис. Д.2. Плоскость максимального увлажнения*

б) парциальное давление водного пара внутреннего воздуха

*Па;*

в) сопротивление паропроницанию наружных слоев до плоскости максимального увлажнения

*(м2 ч ·Па)/мг;*

г) температура в плоскости максимального увлажнения при температуре наружного воздуха

℃;

д) парциальное давление насыщенного водного пара в плоскости

максимального увлажнения при температуре наружного воздуха

*Па;*

Определяем требуемое сопротивление паропроницанию внутренних слоев:

*(м2 ч ·Па)/мг;*

Определяем сопротивление паропроницанию внутренних слоев

*(м2 ч ·Па)/мг;*

Проверяем условие

,

2,9  0,5 *м*2  *ч*  *Па*/ *мг* .

Условие защиты от переувлажнения ограждающей конструкции выполняется.

## Обеспечение санитарно-гигиенических показателей тепловой защиты

Определим расчетный перепад Δ*t0* между температурой внутреннего воздуха *tв* и температурой внутренней поверхности наружной стены по

глади τ*в*:

.

Оценка соответствия теплового комфорта в помещении нормативным требованиям идет путем сравнения расчетного перепада температур Δ*t0* с нормируемым Δ*tн* (Δ*tн* = 4,0 °С для жилых зданий):

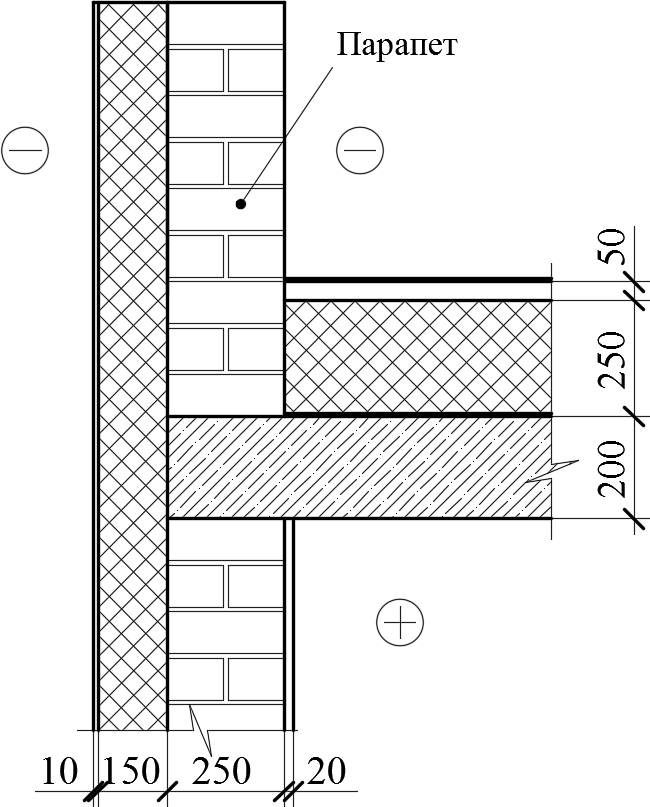
Условие обеспечения теплового комфорта выполняется.

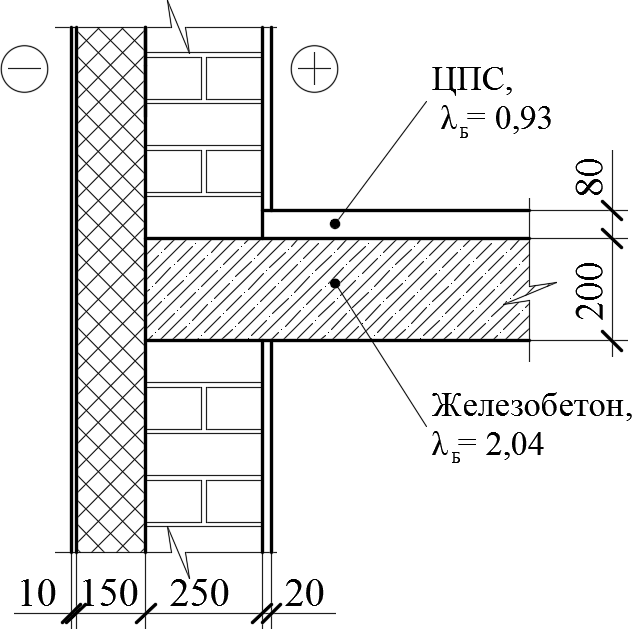
Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в в местах теплотехнических неоднородностей *τв'* должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха *tр* при расчетной температуре наружного воздуха – *tн* °C:

Определим величину температуры точки росы *tр* при температуре *tв* и относительной влажности *φв* внутреннего воздуха по Приложению В:

*tр* = 10,69 °C при *tв* = 20 °C и *φв* = 55 %.

Для определения величины температуры *τв'* для заданных узлов 1 и 4 необходимо произвести расчет температурных полей. С этой целью необходимо разработать конструкцию данных узлов (рисунок Д3).





*Рис. Д.3. Конструкции узлов 1 и 4*

В узле 1 помимо конструкции наружной стены присутствует конструкция покрытия. Запроектируем конструкцию покрытия аналогично по п. 5.2.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. Д.4. Конструкция покрытия |

*Таблица Д2*

*Теплотехнические характеристики материалов покрытия*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слоя | Наименование материала | Плот- ность ρ,  кг/м3 | Теплопро-  водность λБ, Вт/(м·°С) | Паропроница- емость μ,  мг/(м·ч·Па) | Теплоусвое-  ние SБ, Вт/(м2·°С) |
| 1 | Плита перекрытия:  железобетон | 2500 | 2,04 | 0,03 | 18,95 |
| 2 | Пароизоляция |  |  |  |  |
| 3 | Теплоизоляция: плиты минераловатные из  каменного волокна | 100 | 0,045 | 0,32 | 0,59 |
| 4 | Цементно-песчаная стяжка:  раствор цементно-  песчаный | 1800 | 0,93 | 0,09 | 11,09 |
| 5 | Гидроизоляция:  4 слоя гидроизола |  |  |  |  |

Толщины функциональных слоев:

Железобетонная плита перекрытия – δ1 = 200 мм = 0,2 м; Цементно-песчаная стяжка – δ4 = 50 мм = 0,05 м;

Толщиной и сопротивлением теплопередаче слоев пароизоляции и гидроизоляционного ковра пренебрежем в силу их малых значений.

Толщину теплоизоляционного слоя δ3 определим по формуле:

,

*м.*

Принимаем толщину плиты теплоизоляции 0,25 м = 25 см. Уточняем сопротивление теплопередаче покрытия с δ2 = 0,25 м:*.*

*(м*2  *С)/Вт.*

Расчет температурных полей выполним в программе Elcut.

На рисунках Д.5. и Д.6. представлены результаты расчета: графики распределения температур по внутренней поверхности узлов.

|  |
| --- |
|  |
| *Рис. Д.5. Температурное поле и график распределения температур по внутренней поверхности узла 1* |
|  |
| *Рисунок Д.6. Температурное поле и график распределения температур по внутренней поверхности узла 4* |

Минимальные температуры поверхностей для данных узлов следующие:

для узла 1:

*τв' = 12,9* °C > *tр* = 10,69 °C,

для узла 2:

*τв' = 18,3* °C > *tр* = 10,69 °C,

Условие недопустимости выпадения конденсата для каждого узла выполняется.

Результаты расчета представим в сводной таблице Д3.

*Таблица Д.3. Сводная таблица результатов расчета*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование параметров, размерность | Величина | Условия  соответствия нормам | Заключение  о соответствии |
| 1 | Сопротивление  теплопередаче, (м2·°С) /Вт; |  | *R*  *Rтр*  *то* 0  3,8 > 3,2 | Соответствует |
| – по глади стены *Rто* | 3,8 |
| – требуемое *R тр*  0 | 3,2 |
| 2 | Разность температур  Δ*t0 = (tв - τв)* |  | *t*0  *tн*  1,6 < 4,0 | Соответствует |
| – Δ*t0* по расчету | 1,6 |
| – Δ*tн* по норме СП | 4,0 |
| 3 | Температуры *tр* и *τв' ,* °C |  |  '  *t*  *в р* |  |
| – температура точки росы *tр* | 10,69 |  |  |
| – температура внутренней  поверхности в узле 1, *τв'* | 12,9 | 12,9 > 10,69 | Соответствует |
| – температура внутренней  поверхности в узле 2, *τв'* | 18,3 | 18,3 > 10,69 | Соответствует |
| 4 | Сопротивление паропроницанию внутренних слоев, (м2·ч·Па)  /мг; |  | *R*  *Rтр*  *пв пв*  2,9 > 0,5 | Соответствует |
| – *Rтв* по расчету | 2,9 |
| – требуемое *Rтр*  *пв* | 0,5 |