



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ  
«КУЗБАССГОРПРОЕКТ»

---

Кемеровская область, г. Кемерово, Ленинский район,  
микрорайон 7Б Жилой дом №30Б  
ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 13 Иная документация  
Подраздел 13.1 Энергетический паспорт

6834 – ЭП

| Изм. | № док. | Подп. | Дата |
|------|--------|-------|------|
|      |        |       |      |
|      |        |       |      |
|      |        |       |      |



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ  
«КУЗБАССГОРПРОЕКТ»

---

Кемеровская область, г. Кемерово, Ленинский район,  
микрорайон 7Б Жилой дом №30Б  
ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 13 Иная документация  
Подраздел 13.1 Энергетический паспорт

6834 – ЭП

Главный инженер

Главный инженер проекта



Е.Ф. Паймурзина

Т.И. Александрович

## СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

| Обозначение | Наименование                  | Примечание  |
|-------------|-------------------------------|-------------|
|             | СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ |             |
| 6834-ЭП     | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ        | Листов – 35 |
|             | СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ         | Листов – 35 |
|             |                               |             |
|             | Общее количество листов тома  | Листов - 70 |

## СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

| № тома         | Обозначение  | Наименование                                                                                                                                                    | Прим. |
|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Раздел 1       | 6834-ПЗ      | Пояснительная записка                                                                                                                                           |       |
| Раздел 2       | 6834-ПЗУ     | Схема планировочной организации земельного участка                                                                                                              |       |
| Раздел 3       | 6834-АР      | Архитектурные решения                                                                                                                                           |       |
| Раздел 4       | 6834-КР      | Конструктивные и объемно-планировочные решения                                                                                                                  |       |
| Раздел 5       |              | Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений |       |
| Подраздел 5.1  | 6834-ИОС.1   | Система электроснабжения                                                                                                                                        |       |
| Подраздел 5.2  | 6834-ИОС.5.2 | Система водоснабжения.                                                                                                                                          |       |
| Подраздел 5.3  | 6834-ИОС.5.3 | Система водоотведения                                                                                                                                           |       |
| Подраздел 5.4  | 6834-ИОС.5.4 | Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети                                                                                                |       |
| Подраздел 5.5  | 6834-ИОС.5.5 | Сети связи                                                                                                                                                      |       |
| Подраздел 5.6  | 6834-ИОС.5.6 | Технологические решения                                                                                                                                         |       |
| Раздел 6       | 6834-ПОС     | Проект организации строительства                                                                                                                                |       |
| Раздел 8       | 6834-ООС     | Перечень мероприятий по охране окружающей среды                                                                                                                 |       |
| Раздел 9       | 6834-МПБ     | Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности                                                                                                                |       |
| Раздел 10      | 6834-ОДИ     | Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов                                                                                                                    |       |
| Раздел 13      |              | Иная документация                                                                                                                                               |       |
| Подраздел 13.1 | 6834-ЭП      | Энергетический паспорт                                                                                                                                          |       |



## ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ

Нач. отдела

Рук. группы

Инженер-проектировщик



Щерба С.С.

Беглова Н.А.

Лобанов Н.В.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ОГЛАВЛЕНИЕ .....                                                                                                                        | 5  |
| 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....                                                                                                               | 7  |
| 2. РАСЧЁТНЫЕ УСЛОВИЯ .....                                                                                                              | 8  |
| 3. ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ .....                                                                                                      | 9  |
| 4. ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ .....                                                                                                    | 13 |
| 5. ПОКАЗАТЕЛИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ .....                                                                                                     | 14 |
| 6. УДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....                                                                                                        | 14 |
| 7. КОЭФФИЦИЕНТЫ .....                                                                                                                   | 15 |
| 8. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ .....                                                                                | 15 |
| 9. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ЗДАНИЯ .....                                                                                                 | 16 |
| 10. РАСЧЕТ .....                                                                                                                        | 17 |
| 10.1. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ .....                                                                         | 17 |
| Блок-секция №1 .....                                                                                                                    | 18 |
| Блок-секция №2 .....                                                                                                                    | 19 |
| Всё здание .....                                                                                                                        | 20 |
| 10.2. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ .....                                                                        | 22 |
| Блок-секция №1 .....                                                                                                                    | 22 |
| Блок-секция №2 .....                                                                                                                    | 24 |
| Всё здание .....                                                                                                                        | 26 |
| 10.3. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫТОВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ ЗДАНИЯ .....                                                                     | 27 |
| Блок-секция №1 .....                                                                                                                    | 27 |
| Блок-секция №2 .....                                                                                                                    | 27 |
| Всё здание .....                                                                                                                        | 27 |
| 10.4. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ЗДАНИЕ ОТ<br>СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ .....                                           | 29 |
| Блок-секция №1 .....                                                                                                                    | 31 |
| Блок-секция №2 .....                                                                                                                    | 32 |
| Всё здание .....                                                                                                                        | 33 |
| 10.5. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ<br>НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ. РАСЧЁТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ЗДАНИЯ ..... | 34 |
| СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....                                                                                                             | 36 |
| 1. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОГО И НОРМАТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ<br>ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ .....                                        | 37 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2. СОСТАВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....                            | 41 |
| 3. ФРАГМЕНТЫ ТАБЛИЦ ИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ. ....               | 43 |
| 4. ДАННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ....                      | 45 |
| 5. РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.... | 47 |
| 5.1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ. ....                                  | 47 |
| 5.2 ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ СТЕН. ....                        | 55 |
| 5.3 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ СТЕН. ....                     | 68 |

## 1.ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.

|                                           |                           |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Дата заполнения (год, месяц, число)       | 12.10.2023                |
| Адрес здания                              | г.Кемерово                |
| Разработчик проекта                       | ООО ПИ «Кузбассгорпроект» |
| Адрес и телефон разработчика              | Кемерово, пр. Ленина, 25  |
| Шифр проекта                              | 6834                      |
| Назначение здания, серия                  | Жилое                     |
| Этажность, количество секций              | 16   2 секции             |
| Количество квартир                        |                           |
| 1 секция                                  | 79                        |
| 2 секция                                  | 80                        |
| Всего                                     | 159                       |
| Расчетное количество жителей или служащих |                           |
| 1 секция                                  | 167                       |
| 2 секция                                  | 173                       |
| Всего                                     | 340                       |
| Размещение в застройке                    | Отдельностоящее           |
| Конструктивное решение                    | Панельное                 |
| Координаты северной широты                | 55,35                     |
| Регион                                    | Западная Сибирь           |

## 2. РАСЧЁТНЫЕ УСЛОВИЯ.

| Расчетный параметр                                                                                   | Обозначение параметра | Единица измерения | Расчетное значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты                            | $t_n$                 | °C                | -39                |
| 2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период                                      | $t_{от}$              | °C                | -7,9               |
| 3. Продолжительность отопительного периода                                                           | $z_{от}$              | сут/год           | 228                |
| 4. Градусо-сутки отопительного периода                                                               | ГСОП                  | °C×сут/год        | 6589,2             |
| 4.1 Градусо-сутки отопительного периода при минимальной температуры для жилых зданий                 | $ГСОП_{мин}$          | °C×сут/год        | 6361,2             |
| 5. Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты                          | $t_v$                 | °C                | 21                 |
| 5.1. Расчетная температура техподполья                                                               | $t_{техп}$            | °C                | 5                  |
| 5.2. Расчетная температура на лестничной клетке                                                      | $t_{лу}$              | °C                | 16                 |
| 5.3. Минимальная температура внутреннего воздуха для проектирования тепловой защиты для жилых зданий | $t_v^{мин}$           | °C                | 20                 |
| 5.4 Расчетная температура чердака                                                                    | $t_{черд}$            | °C                | 17                 |
| 6. Скорость ветра                                                                                    | $v$                   | м/с               | 3,4                |

## 3. ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ.

| Показатель                                                              |           | Обозначение показателя и единица измерения | Расчетное проектное значение | Фактическое значение |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 6. Сумма площадей этажей здания                                         | Бл.-с. №1 | $A_{от}, м^2$                              | 4613,9                       |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 4075,8                       |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 8689,7                       |                      |
| 7. Площадь жилых помещений                                              | Бл.-с. №1 | $A_{ж}, м^2$                               | 2302,1                       |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 2374                         |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 4676,1                       |                      |
| 7.1 Площадь квартир                                                     | Бл.-с. №1 | $A_{об}, м^3$                              | 3623,2                       |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 3776,2                       |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 7399,4                       |                      |
| 8. Расчетная площадь (общественных зданий)                              | Бл.-с. №1 | $A_p, м^2$                                 | 0                            |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 0                            |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 0                            |                      |
| 9. Отапливаемый объем                                                   | Бл.-с. №1 | $V_{от}, м^3$                              | 14946,4                      |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 15459,1                      |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 30405,5                      |                      |
| 10. Коэффициент остекленности фасада здания                             | Бл.-с. №1 | $f$                                        | 0,27                         |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 0,26                         |                      |
|                                                                         | Средний   |                                            | 0,26                         |                      |
| 11. Показатель компактности здания                                      | Бл.-с. №1 | $K_{комп}$                                 | 0,24                         |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 0,20                         |                      |
|                                                                         | Средний   |                                            | 0,22                         |                      |
| 12. Общая площадь наружных ограждающих конструкции здания, в том числе: | Бл.-с. №1 | $A_{н сум}, м^2$                           | 3585,7                       |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 3031,4                       |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 6617,1                       |                      |
| фасадов                                                                 | Бл.-с. №1 | $A_{фас}, м^2$                             | 2902,9                       |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 2322,4                       |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 5225,3                       |                      |
| стен 1                                                                  | Бл.-с. №1 | $A_{ст1}, м^2$                             | 766,9                        |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 976,8                        |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 1743,7                       |                      |
| стен 2                                                                  | Бл.-с. №1 | $A_{ст2}, м^3$                             | 980,1                        |                      |
|                                                                         | Бл.-с. №2 |                                            | 379,0                        |                      |
|                                                                         | Всего     |                                            | 1359,1                       |                      |



| Показатель                                                        |           | Обозначение<br>показателя<br>единица<br>измерения | Расчетное<br>проектное<br>значение | Фактическое<br>значение |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| стен ЛУ                                                           | Бл.-с. №1 | $A_{\text{ст}}^{\text{лу}}, \text{м}^2$           | 386,47                             |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 357,13                             |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 743,59                             |                         |
| входных дверей                                                    | Бл.-с. №1 | $A_{\text{дв}}, \text{м}^2$                       | 5,71                               |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 5,71                               |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 11,42                              |                         |
| двери выше 1 этаж<br>наруж ЛУ                                     | Бл.-с. №1 | $A_{\text{поз дв}}^{\text{лу}}, \text{м}^3$       | 80,54                              |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 80,54                              |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 161,08                             |                         |
| перекрытие между<br>1 этажом и<br>техподпольем<br>(жилой часть)   | Бл.-с. №1 | $A_{\text{пере}}, \text{м}^2$                     | 223,20                             |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 226,70                             |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 449,90                             |                         |
| перекрытие между<br>1 этажом и<br>техподпольем<br>(межквартирный) | Бл.-с. №1 | $A_{\text{пере}}^{\text{кор}}, \text{м}^2$        | 45,20                              |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 51,30                              |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 96,50                              |                         |
| перекрытие между<br>1 этажом и<br>техподпольем                    | Бл.-с. №1 | $A_{\text{пере}}^{\text{лу}}, \text{м}^2$         | 20,20                              |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 20,20                              |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 40,40                              |                         |
| перекрытие под<br>теплым чердаком<br>(жилая часть)                | Бл.-с. №1 | $A_{\text{покр}}, \text{м}^2$                     | 242,50                             |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 253,10                             |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 495,60                             |                         |
| перекрытие под<br>теплым чердаком<br>(межквартирным)              | Бл.-с. №1 | $A_{\text{покр}}^{\text{кор}}, \text{м}^2$        | 45,20                              |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 51,30                              |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 96,50                              |                         |
| покрытие<br>(лестничный узел)                                     | Бл.-с. №1 | $A_{\text{покр}}^{\text{лу}}, \text{м}^2$         | 20,20                              |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 20,20                              |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 40,40                              |                         |
| окон и балконных<br>дверей жилой<br>части                         | Бл.-с. №1 | $A_{\text{п}}, \text{м}^2$                        | 743,38                             |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 583,35                             |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 1326,73                            |                         |
| окон лестничного<br>узла                                          | Бл.-с. №1 | $A_{\text{ок}}^{\text{лу}}, \text{м}^2$           | 26,10                              |                         |
|                                                                   | Бл.-с. №2 |                                                   | 26,10                              |                         |
|                                                                   | Всего     |                                                   | 52,20                              |                         |

| Показатель                                                                                                             |           | Обозначение<br>показателя<br>единица<br>измерения | Расчетное<br>проектное<br>значение | Фактическое<br>значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Высота здания (от<br>уровня пола<br>первого этажа до<br>верха вытяжной<br>шахты)                                       | Бл.-с. №1 | Н, м                                              | 52,62                              |                         |
|                                                                                                                        | Бл.-с. №2 |                                                   | 52,62                              |                         |
|                                                                                                                        | Средний   |                                                   | 52,62                              |                         |
| Коэффициент<br>снижения объема<br>воздуха в здании,<br>учитывающий<br>наличие внутренних<br>ограждающих<br>конструкций | Бл.-с. №1 | $\beta_v$ , м                                     | 0,85                               |                         |
|                                                                                                                        | Бл.-с. №2 |                                                   | 0,85                               |                         |
|                                                                                                                        | Средний   |                                                   | 0,85                               |                         |

| Показатель                                   |      |      |                                       |                                       |                                     | Обозначение показателя и единица измерения | Расчетное проектное значение | Фактическое значение |
|----------------------------------------------|------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| светопрозрачные ограждения по сторонам света |      |      |                                       |                                       |                                     |                                            |                              |                      |
| Тип окна                                     | a, м | b, м | N <sub>ок</sub> <sup>1секц</sup> , шт | N <sub>ок</sub> <sup>2секц</sup> , шт | N <sub>ок</sub> <sup>общ</sup> , шт |                                            |                              |                      |
| Ю                                            |      |      |                                       |                                       |                                     |                                            |                              |                      |
| О-1                                          | 2,12 | 1,8  | 16                                    | 0                                     | 16                                  |                                            | 61,06                        |                      |
| О-2                                          | 1,52 | 1,8  | 16                                    | 0                                     | 16                                  |                                            | 43,78                        |                      |
|                                              |      |      |                                       |                                       |                                     | A <sub>F1</sub> , м <sup>2</sup>           | 104,83                       |                      |
| З                                            |      |      |                                       |                                       |                                     |                                            |                              |                      |
| О-1                                          | 2,12 | 1,8  | 0                                     | 16                                    | 16                                  |                                            | 61,06                        |                      |
| О-1\ (за лодж)                               | 2,12 | 1,8  | 31                                    | 15                                    | 46                                  |                                            | 175,54                       |                      |
| О-3\ (за лодж)                               | 1,52 | 2,27 | 32                                    | 16                                    | 48                                  |                                            | 165,62                       |                      |
| О-4\ (за лодж)                               | 0,6  | 1,2  | 32                                    | 32                                    | 64                                  |                                            | 46,08                        |                      |
| О-5\ (за лодж)                               | 1,2  | 1,75 | 1                                     | 1                                     | 2                                   |                                            | 4,20                         |                      |
| О-6\ (за лодж)                               | 0,8  | 1,2  | 1                                     | 1                                     | 2                                   |                                            | 1,92                         |                      |
| О-7\ (за лодж)                               | 1,21 | 2,08 | 32                                    | 32                                    | 64                                  |                                            | 161,08                       |                      |
|                                              |      |      |                                       |                                       |                                     | A <sub>F2</sub> , м <sup>2</sup>           | 615,49                       |                      |
| С                                            |      |      |                                       |                                       |                                     |                                            |                              |                      |
| О-1\ (за лодж)                               | 2,12 | 1,8  | 0                                     | 32                                    | 32                                  |                                            | 122,11                       |                      |
| О-3\ (за лодж)                               | 1,52 | 2,27 | 0                                     | 32                                    | 32                                  |                                            | 110,41                       |                      |
|                                              |      |      |                                       |                                       |                                     | A <sub>F3</sub> , м <sup>2</sup>           | 232,52                       |                      |
| В                                            |      |      |                                       |                                       |                                     |                                            |                              |                      |
| О-1                                          | 2,12 | 1,8  | 16                                    | 32                                    | 48                                  |                                            | 183,17                       |                      |
| О-1\ (за лодж)                               | 2,12 | 1,8  | 48                                    | 32                                    | 80                                  |                                            | 305,28                       |                      |
| О-3\ (за лодж)                               | 1,52 | 2,27 | 48                                    | 32                                    | 80                                  |                                            | 276,03                       |                      |
|                                              |      |      |                                       |                                       |                                     | A <sub>F3</sub> , м <sup>2</sup>           | 764,48                       |                      |

#### 4. ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ.

| Показатель                                                                    | Обозначение показателя и единица измерения      | Нормируемое значение показателя |            | Расчетное проектное значение | Фактическое значение |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|----------------------|
| 13. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе: | $R_{пo}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$       | $m_p=1$                         | $m_p=\min$ |                              |                      |
| стен 1                                                                        | $R_{ст1}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$      | 3,71                            | 2,33       | 2,88                         |                      |
| стен 2                                                                        | $R_{ст2}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$      | 3,71                            | 2,33       | 2,96                         |                      |
| стен ЛУ                                                                       | $R_{ст}^{лу}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$  | 3,63                            | 2,28       | 2,63                         |                      |
| входных дверей                                                                | $R_{дв}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$       | -                               | -          | 0,74                         |                      |
| двери выше 1 этаж наруж ЛУ                                                    | $R_{пере}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$     | -                               | -          | 0,74                         |                      |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (жилой часть)                        | $R_{кор пере}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$ | 1,30                            | 1,04       | 1,90                         |                      |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (межквартирный коридор)              | $R_{лу пере}, \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$  | 1,21                            | 0,97       | 1,30                         |                      |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (лестничная клетка)                  | $R_{чер}, \text{ м}^2$                          | 1,21                            | 0,97       | 1,30                         |                      |
| перекрытие под теплым чердаком (жилая часть)                                  | $R_{кор чер}, \text{ м}^2$                      | 0,37                            | 0,29       | 1,34                         |                      |
| перекрытие под теплым чердаком (межквартирным коридором)                      | $R_{лу пок}, \text{ м}^3$                       | 0,27                            | 0,22       | 1,34                         |                      |
| покрытие (лестничный узел)                                                    | $R_{ок}, \text{ м}^2$                           | 5,38                            | 4,30       | 4,71                         |                      |
| окон и балконных дверей жилой части                                           | $R_{лу ок}, \text{ м}^2$                        | 0,74                            | 0,74       | 0,74                         |                      |
| окон лестничного узла                                                         | $R_{лу пож. дв}, \text{ м}^2$                   | 0,73                            | 0,73       | 0,74                         |                      |

В нормируемое значения  $R_{пo}$  представлено в виде двух значений, первое определено согласно таблице 3 СП 50.13330.2012 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», второе с учетом минимально допустимым понижающим коэффициентом  $m_p$  согласно п.5.2 СП 50.13330.2012.

## 5. ПОКАЗАТЕЛИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ.

| Показатель                                                                                 | Обозначение показателя и единица измерения               | Нормируемое значение показателя | Расчетное проектное значение |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 14. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания                           | $K_{тр}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$   |                                 | 0,411                        |
| 15. Кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена | $n_a, \text{ч}^{-1}$                                     |                                 | 0,437                        |
| 16. Удельные бытовые тепловыделения в здании                                               | $q_{\text{быт}}^{\text{общ}}, \text{Вт}/\text{м}^2$      |                                 | 16,506                       |
| 17. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания                               | $C_{\text{тепл}}, \text{руб}/\text{кВт} \times \text{ч}$ |                                 |                              |

## 6. УДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| Показатель                                                                  | Обозначение показателя и единица измерения                      | Нормируемое значение показателя | Расчетное проектное значение |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 20. Удельная теплозащитная характеристика здания                            | $k_{об}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$          | 0,148                           | 0,117                        |
| 21. Удельная вентиляционная характеристика здания                           | $k_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |                                 | 0,139                        |
| 22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания                   | $k_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$  |                                 | 0,088                        |
| 23. Удельная характеристика тепlopоступлений в здание от солнечной радиации | $k_{\text{рад}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$  |                                 | 0,028                        |



## 7. КОЭФФИЦИЕНТЫ.

| Показатель                                                | Обозначение показателя и единица измерения | Нормируемое значение показателя |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|
| 24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления | $K_{\text{рег}}$                           | 0,90                            |
| 25. Коэффициент полезного использования тепlopоступлений  | $\beta_{\text{кпи}}$                       | 0,74                            |
| 26. Коэффициент эффективности рекуператора                | $k_{\text{эф}}$                            | 0,00                            |

## 8. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.

| Показатель                                                                                                                                                                                      | Обозначение показателя и единица измерения                                         | Значение показателя |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 27. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период                                                                          | $q^{\text{р}}_{\text{от}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$           | 0,170               |
| 28. Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период (Согласно СП 50.13330.2012)                                  | $q^{\text{тр}}_{\text{от}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$          | 0,290               |
| 28.1 Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период (С учетом требования приказа МинСтроя от 17 ноября 2017 г. N 1550/пр) | $q^{\text{тр}}_{\text{от}}{}^{2018}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ | 0,232               |
| 29. Класс энергосбережения                                                                                                                                                                      |                                                                                    | В                   |
| 30. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите                                                                                                                       |                                                                                    | Да                  |



## 9. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ЗДАНИЯ.

| Показатель                                                                      | Обозначение                   | Единица измерений                                     | Значение показателя |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|
| 31. Удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период | $q$                           | $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ | 94,17               |
| 32. Расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период          | $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$  | $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{год})$                | 818267,20           |
| 33. Общие теплопотери здания за отопительный период                             | $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$ | $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{год})$                | 6358299,67          |

## 10. РАСЧЕТ.

### 10.1. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ.

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры ЛЛУ от температуры жилых помещений:

$$n_{\text{лж}} = \frac{t_{\text{в}}^{\text{лж}} - t_{\text{от}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}} = \frac{16 - (-7,9)}{21 - (-7,9)} = 0,827$$

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры чердака от температуры наружного воздуха:

$$n_{\text{чер}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{чер}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}} = \frac{21 - (17)}{21 - (-7,9)} = 0,138$$

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры подвала от температуры наружного воздуха:

$$n_{\text{под}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{под}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}} = \frac{21 - (5)}{21 - (-7,9)} = 0,554$$

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры подвала от температуры наружного воздуха и отличие температуры ЛЛУ от температуры жилых помещений:

$$n_{\text{чердкор}} = \frac{t_{\text{лж}} - t_{\text{черд}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}} = \frac{16 - (17)}{21 - (-7,9)} = -0,035$$

Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры чердака от температуры наружного воздуха:

$$n_{\text{подлж}} = \frac{t_{\text{лж}} - t_{\text{под}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}} = \frac{16 - (5)}{21 - (-7,9)} = 0,381$$

**Блок-секция №1**

Таблица 10.1.1

| Наименование фрагмента                                           | $n_{\tau,i}$ | $A_{F,i}$ | $R_{F,i}$ | $n_{\tau,i} \times A_{F,i} / R_{F,i}$ | %     | %     |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-------|-------|
| стен 1                                                           | 1,000        | 976,80    | 2,88      | 338,62                                | 21,06 | 35,99 |
| стен 2                                                           | 1,000        | 379,00    | 2,96      | 127,84                                | 7,95  |       |
| стен ЛУ                                                          | 0,827        | 357,13    | 2,63      | 112,25                                | 6,98  |       |
| входных дверей                                                   | 0,827        | 5,71      | 0,74      | 6,38                                  | 0,40  | 5,99  |
| двери выше 1 этаж наруж ЛУ                                       | 0,827        | 80,54     | 0,74      | 90,01                                 | 5,60  |       |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (жилой часть)           | 0,554        | 226,70    | 1,90      | 66,23                                 | 4,12  | 5,42  |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (межквартирный коридор) | 0,381        | 51,30     | 1,30      | 14,97                                 | 0,93  |       |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (лестничная клетка)     | 0,381        | 20,20     | 1,30      | 5,89                                  | 0,37  |       |
| перекрытие под теплым чердаком (жилая часть)                     | 0,138        | 253,10    | 1,34      | 26,11                                 | 1,62  | 1,54  |
| перекрытие под теплым чердаком (межквартирным коридором)         | -0,035       | 51,30     | 1,34      | -1,32                                 | -0,08 |       |
| покрытие (лестничный узел)                                       | 0,827        | 20,20     | 4,71      | 3,55                                  | 0,22  | 0,22  |
| окон и балконных дверей жилой части                              | 1,000        | 583,35    | 0,74      | 788,31                                | 49,02 | 50,84 |
| окон лестничного узла                                            | 0,827        | 26,10     | 0,74      | 29,17                                 | 1,81  |       |
|                                                                  |              |           |           | 1608,01                               | 100   | 100   |

Удельная теплозащитная характеристика секции рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left( n_{\tau,i} \frac{A_{F,i}}{R_{0,i}^{np}} \right) = \frac{1}{14946,4} \times \left( 1608,01 \right) = 0,108$$

**Блок-секция №2**

Таблица 10.1.2

| Наименование фрагмента                                           | $n_{\tau,i}$ | $A_{F,i}$ | $R_{F,i}$ | $n_{\tau,i} \times A_{F,i} / R_{F,i}$ | %     | %     |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-------|-------|
| стен 1                                                           | 1,000        | 766,92    | 2,88      | 265,86                                | 13,57 | 36,63 |
| стен 2                                                           | 1,000        | 980,07    | 2,96      | 330,60                                | 16,87 |       |
| стен ЛУ                                                          | 0,827        | 386,47    | 2,63      | 121,48                                | 6,20  |       |
| входных дверей                                                   | 0,827        | 5,71      | 0,74      | 6,38                                  | 0,33  | 4,92  |
| двери выше 1 этаж наруж ЛУ                                       | 0,827        | 80,54     | 0,74      | 90,01                                 | 4,59  |       |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (жилой часть)           | 0,554        | 223,20    | 1,90      | 65,21                                 | 3,33  | 4,30  |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (межквартирный коридор) | 0,381        | 45,20     | 1,30      | 13,19                                 | 0,67  |       |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (лестничная клетка)     | 0,381        | 20,20     | 1,30      | 5,89                                  | 0,30  |       |
| перекрытие под теплым чердаком (жилая часть)                     | 0,138        | 242,50    | 1,34      | 25,01                                 | 1,28  | 1,22  |
| перекрытие под теплым чердаком (межквартирным коридором)         | -0,035       | 45,20     | 1,34      | -1,17                                 | -0,06 |       |
| покрытие (лестничный узел)                                       | 0,827        | 20,20     | 4,71      | 3,55                                  | 0,18  | 0,18  |
| окон и балконных дверей жилой части                              | 1,000        | 743,38    | 0,74      | 1004,57                               | 51,26 | 52,75 |
| окон лестничного узла                                            | 0,827        | 26,10     | 0,74      | 29,17                                 | 1,49  |       |
|                                                                  |              |           |           | 1959,75                               | 100   | 100   |

Удельная теплозащитная характеристика секции рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left( n_{\tau,i} \frac{A_{F,i}}{R_{0,i}} \right) = \frac{1}{15459,1} \times \left( 1959,75 \right) = 0,127$$

**Всё здание.**

Таблица 10.1.3

| Наименование фрагмента                                           | $n_{\tau,i}$ | $A_{F,i}$ | $R_{F,i}$ | $n_{\tau,i} \times A_{F,i} / R_{F,i}$ | %     | %     |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-------|-------|
| стен 1                                                           | 1,000        | 1743,72   | 2,88      | 604,49                                | 16,94 | 36,34 |
| стен 2                                                           | 1,000        | 1359,07   | 2,96      | 458,45                                | 12,85 |       |
| стен ЛУ                                                          | 0,827        | 743,59    | 2,63      | 233,73                                | 6,55  |       |
| входных дверей                                                   | 0,827        | 11,42     | 0,74      | 12,76                                 | 0,36  | 5,40  |
| двери выше 1 этаж наруж ЛУ                                       | 0,827        | 161,08    | 0,74      | 180,02                                | 5,05  |       |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (жилой часть)           | 0,554        | 449,90    | 1,90      | 131,44                                | 3,68  | 4,80  |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (межквартирный коридор) | 0,381        | 96,50     | 1,30      | 28,16                                 | 0,79  |       |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (лестничная клетка)     | 0,381        | 40,40     | 1,30      | 11,79                                 | 0,33  |       |
| перекрытие под теплым чердаком (жилая часть)                     | 0,138        | 495,60    | 1,34      | 51,12                                 | 1,43  | 1,36  |
| перекрытие под теплым чердаком (межквартирным коридором)         | -0,035       | 96,50     | 1,34      | -2,49                                 | -0,07 |       |
| покрытие (лестничный узел)                                       | 0,827        | 40,40     | 4,71      | 7,09                                  | 0,20  | 0,20  |
| окон и балконных дверей жилой части                              | 1,000        | 1326,73   | 0,74      | 1792,88                               | 50,25 | 51,89 |
| окон лестничного узла                                            | 0,827        | 52,20     | 0,74      | 58,34                                 | 1,64  |       |
|                                                                  |              |           |           | 3567,76                               | 100   | 100   |

Удельная теплозащитная характеристика секции рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left( n_{\tau,i} \frac{A_{F,i}}{R_{0,i}^{np}} \right) = \frac{1}{30405,5} \times \left( 3567,76 \right) = 0,117$$



Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания выбираем большее значение по формуле (1) или (2):

$$k_{об}^{тр} \approx \frac{0,16 + 10/(\sqrt{V_{от}})}{0,00013 \times ГСОП + 0,61} \approx 0,148 \quad (1)$$

$$k_{об}^{тр} = \frac{0,85}{\sqrt{ГСОП}} = 0,049 \quad (2)$$

Следовательно  $k_{об}^{тр} = 0,148$ ,  $k_{об} = 0,117$

$k_{об}^{тр} > k_{об}$ , значит теплозащитная характеристика здания удовлетворяет требованиям СП 50.133330-2012.

Рассчитываем приведенный трансмиссионный коэффициент:

$$K_{тр} = \frac{1}{A_{сум}} \times \sum_i (n_{т,i} \times A_{F,i} / R_{F,i}) = 0,411$$

## 10.2.РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ.

Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м<sup>3</sup>, определяется согласно:

$$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}} = 353/(273+t_{\text{от}}) = 1,332 \text{ кг/м}^3$$

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>, определяемый по формуле:

$$\gamma_{\text{н}} = 3463/(273 + t_{\text{от}}) = 13,063 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_{\text{в}} = 3463/(273 + t_{\text{в}}) = 11,779 \text{ Н/м}^3$$

### Блок-секция №1

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$ , Па, следует определять по формуле:

$$\Delta p_{\text{дв}} = 0,55 \times H \times (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03 \times \gamma_{\text{н}} \times (v)^2$$

$$\Delta p_{\text{ок}} = 0,28 \times H \times (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03 \times \gamma_{\text{н}} \times (v)^2$$

Таблица 10.2.1

| Ограждение | H, м  | $\gamma_{\text{н}}$ , Н/м <sup>3</sup> | $\gamma_{\text{в}}$ , Н/м <sup>3</sup> | v, м/с | $\Delta p$ , Па |
|------------|-------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------|-----------------|
| Двери      | 52,62 | 13,063                                 | 11,779                                 | 3,4    | 41,693          |
| Окна ЛК    | 52,62 | 13,063                                 | 11,779                                 | 3,4    | 23,449          |

Рассчитывается нормируемое сопротивление воздухопроницанию окон и дверей, (м<sup>2</sup>×ч×Па)/кг:

$$R_{\text{и ок}} = \frac{1}{G_{\text{н}}^{\text{ок}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{ок}}}{10} \right)^{2/3}$$

$$R_{\text{и дв}} = \frac{1}{G_{\text{н}}^{\text{дв}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{дв}}}{10} \right)^{1/2}$$

Таблица 10.2.2

| Ограждение  | $G_{\text{н}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $\Delta p$ , Па | $R_{\text{н}}$ , (м <sup>2</sup> ×ч×Па)/кг |
|-------------|------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|
| Двери       | 5                                  | 41,693          | 0,292                                      |
| Окна 1 этаж | 3,4                                | 23,449          | 0,353                                      |

Количество воздуха, проходящее через ограждения в течение 1 ч, под действием средней разности давлений, кг/ч, находится

$$G_{\text{инф}}^{\text{ок}} = \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{и ок}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{ок}}}{10} \right)^{2/3}$$

$$G_{\text{инф}}^{\text{дв}} = \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{и дв}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{дв}}}{10} \right)^{1/2}$$

$$G_{\text{инф}} = G_{\text{инф}}^{\text{дв}} + G_{\text{инф}}^{\text{ок}}$$

Таблица 10.2.3

| Ограждение          | A, м <sup>2</sup> | Δp, Па | R <sub>и</sub> (м <sup>2</sup> ×ч×Па)/кг | G <sub>инф</sub> , кг/ч |
|---------------------|-------------------|--------|------------------------------------------|-------------------------|
| Двери               | 86,25             | 41,693 | 0,292                                    | 603,75                  |
| Окна ЛК             | 26,10             | 23,449 | 0,353                                    | 130,50                  |
| ΣG <sub>инф</sub> = |                   |        |                                          | 734,25                  |

Количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке L<sub>вент</sub> принимается большее из двух значений:

$$L_{\text{вент}1} = 30 \times m = 5010 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вент}2} = 0,35 \times 3 \times A_{\text{об}} = 3965 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{Следовательно } L_{\text{вент}} = 5010 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется:

$$n_{\text{в}} = \frac{\frac{L_{\text{вент}} \times n_{\text{вент}}}{168} + \frac{G_{\text{инф}} \times n_{\text{инф}}}{168 \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}}{(\beta_{\text{в}} \times V_{\text{от}})}$$

Таблица 10.2.4

| L <sub>вент</sub> , м <sup>3</sup> /ч | n <sub>вент</sub> , ч | G <sub>инф</sub> , кг/ч | n <sub>инф</sub> , ч | β <sub>в</sub> | ρ <sub>в</sub> <sup>вент</sup> , кг/м <sup>3</sup> | V <sub>от</sub> , м <sup>3</sup> | n <sub>в</sub> |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| 5010                                  | 168                   | 734                     | 168                  | 0,85           | 1,33                                               | 14946                            | 0,438          |

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле:

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \times c \times \frac{L_{\text{вент}} \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} \times n_{\text{вент}} + G_{\text{инф}} \times n_{\text{инф}}}{(168 \times V_{\text{от}})}$$

Таблица 10.2.5

| $L_{\text{вент}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $c, \text{кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ | $\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}, \text{кг}/\text{м}^3$ | $n_{\text{вент}}, \text{ч}$ | $G_{\text{инф}}, \text{кг}/\text{ч}$ | $n_{\text{инф}}, \text{ч}$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $k_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 5010                                   | 1                                                 | 1,33                                                  | 168                         | 734                                  | 168                        | 14946                       | 0,139                                                           |

**Блок-секция №2**

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$ , Па, следует определять по формуле:

$$\Delta p_{\text{дв}} = 0,55 \times H \times (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03 \times \gamma_{\text{н}} \times (v)^2$$

$$\Delta p_{\text{ок}} = 0,28 \times H \times (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03 \times \gamma_{\text{н}} \times (v)^2$$

Таблица 10.2.6

| Ограждение | H, м  | $\gamma_{\text{н}}, \text{Н}/\text{м}^3$ | $\gamma_{\text{в}}, \text{Н}/\text{м}^3$ | v, м/с | $\Delta p$ , Па |
|------------|-------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------|-----------------|
| Двери      | 52,62 | 13,063                                   | 11,779                                   | 3,4    | 41,693          |
| Окна ЛК    | 52,62 | 13,063                                   | 11,779                                   | 3,4    | 23,449          |

Рассчитывается нормируемое сопротивление воздухопроницанию окон и дверей,  $(\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па}) / \text{кг}$ :

$$R_{\text{н ок}} = \frac{1}{G_{\text{н ок}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{ок}}}{10} \right)^{2/3}$$

$$R_{\text{н дв}} = \frac{1}{G_{\text{н дв}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{дв}}}{10} \right)^{1/2}$$

Таблица 10.2.7

| Ограждение  | $G_{\text{н}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $\Delta p$ , Па | $R_{\text{н}}, (\text{м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па})/\text{кг}$ |
|-------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Двери       | 5                                   | 41,693          | 0,292                                                                   |
| Окна 1 этаж | 3,4                                 | 23,449          | 0,353                                                                   |

Количество воздуха, проходящее через ограждения в течение 1 ч, под действием средней разности давлений, кг/ч, находится

$$G_{\text{инф}}^{\text{ок}} = \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{н ок}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{ок}}}{10} \right)^{2/3}$$

$$G_{\text{инф}}^{\text{дв}} = \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{н дв}}} \times \left( \frac{\Delta p_{\text{дв}}}{10} \right)^{1/2}$$

$$G_{\text{инф}} = G_{\text{инф}}^{\text{дв}} + G_{\text{инф}}^{\text{ок}}$$

Таблица 10.2.8

| Ограждение          | A, м <sup>2</sup> | Δр, Па | R <sub>из</sub> (м <sup>2</sup> ×ч×Па)/кг | G <sub>инф</sub> , кг/ч |
|---------------------|-------------------|--------|-------------------------------------------|-------------------------|
| Двери               | 86,25             | 41,693 | 0,292                                     | 603,75                  |
| Окна ЛК             | 26,10             | 23,449 | 0,353                                     | 130,50                  |
| ΣG <sub>инф</sub> = |                   |        |                                           | 734,25                  |

Количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке  $L_{\text{вент}}$  принимается большее из двух значений:

$$L_{\text{вент1}} = 30 \times m = 5190 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вент2}} = 0,35 \times 3 \times A_{\text{об}} = 3965 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{Следовательно } L_{\text{вент}} = 5190 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется:

$$n_{\text{в}} = \frac{\frac{L_{\text{вент}} \times n_{\text{вент}}}{168} + \frac{G_{\text{инф}} \times n_{\text{инф}}}{168 \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}}{(\beta_{\text{в}} \times V_{\text{от}})}$$

Таблица 10.2.9

| $L_{\text{вент}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $n_{\text{вент}}, \text{ч}$ | $G_{\text{инф}}, \text{кг/ч}$ | $n_{\text{инф}}, \text{ч}$ | $\beta_{\text{в}}$ | $\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}, \text{кг/м}^3$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $n_{\text{в}}$ |
|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 5190                                   | 168                         | 734                           | 168                        | 0,85               | 1,33                                           | 15459                       | 0,437          |

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле:

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \times c \times \frac{L_{\text{вент}} \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} \times n_{\text{вент}} + G_{\text{инф}} \times n_{\text{инф}}}{(168 \times V_{\text{от}})}$$

Таблица 10.2.10

| $L_{\text{вент}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $c, \text{кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ | $\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}, \text{кг/м}^3$ | $n_{\text{вент}}, \text{ч}$ | $G_{\text{инф}}, \text{кг/ч}$ | $n_{\text{инф}}, \text{ч}$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $k_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 5190                                   | 1                                                 | 1,33                                           | 168                         | 734                           | 168                        | 15459                       | 0,138                                                           |



**Всё здание.**

Количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке на все здание:

$$L_{\text{вент}} = \Sigma L_i = 10200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество воздуха, проходящее через ограждения в течение 1 ч, под действием средней разности давлений, кг/ч, находится

$$G_{\text{инф}} = \Sigma G_{\text{инфи}} = 1468,50 \text{ кг/ч}$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется:

$$n_{\text{в}} = \frac{\frac{L_{\text{вент}} \times n_{\text{вент}}}{168} + \frac{G_{\text{инф}} \times n_{\text{инф}}}{168 \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}}{(\beta_{\text{в}} \times V_{\text{от}})}$$

Таблица 10.2.11

| $L_{\text{вент}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $n_{\text{вент}}, \text{ч}$ | $G_{\text{инф}}, \text{кг/ч}$ | $n_{\text{инф}}, \text{ч}$ | $\beta_{\text{в}}$ | $\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}, \text{кг/м}^3$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $n_{\text{в}}$ |
|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 10200                                  | 168                         | 1469                          | 168                        | 0,85               | 1,33                                           | 30405                       | 0,437          |

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле:

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \times c \times \frac{L_{\text{вент}} \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} \times n_{\text{вент}} + G_{\text{инф}} \times n_{\text{инф}}}{(168 \times V_{\text{от}})}$$

Таблица 10.2.12

| $L_{\text{вент}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $c, \text{кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ | $\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}, \text{кг/м}^3$ | $n_{\text{вент}}, \text{ч}$ | $G_{\text{инф}}, \text{кг/ч}$ | $n_{\text{инф}}, \text{ч}$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $k_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 5010                                   | 1                                                 | 1,33                                           | 168                         | 734                           | 168                        | 14946                       | 0,139                                                           |

### 10.3. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫТОВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ ЗДАНИЯ

#### Блок-секция №1

Величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений равна:

$$q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}}^{\text{мах}} + (q_{\text{быт}}^{\text{мин}} - q_{\text{быт}}^{\text{мах}}) / (45 - 20) \times (A_{\text{об}} / n_{\text{ж}} - 20) = 16,53 \text{ Вт/м}^2$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле:

$$k_{\text{быт}} = \frac{L_{\text{вент}} \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}{V_{\text{от}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}$$

Таблица 10.3.1

| $q_{\text{быт}}, \text{Вт/м}^2$ | $A_{\text{ж}}, \text{м}^2$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$ | $t_{\text{от}}, ^\circ\text{C}$ | $k_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 16,53                           | 2302,1                     | 14946                       | 21                             | -7,9                            | 0,088                                                          |

#### Блок-секция №2

Величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений равна:

$$q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}}^{\text{мах}} + (q_{\text{быт}}^{\text{мин}} - q_{\text{быт}}^{\text{мах}}) / (45 - 20) \times (A_{\text{об}} / n_{\text{ж}} - 20) = 16,49 \text{ Вт/м}^2$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле:

$$k_{\text{быт}} = \frac{L_{\text{вент}} \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}{V_{\text{от}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}$$

Таблица 10.3.2

| $q_{\text{быт}}, \text{Вт/м}^2$ | $A_{\text{ж}}, \text{м}^2$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$ | $t_{\text{от}}, ^\circ\text{C}$ | $k_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 16,49                           | 2374,0                     | 15459                       | 21                             | -7,9                            | 0,088                                                          |

#### Всё здание.

Величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений равна:

$$q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}}^{\text{мах}} + (q_{\text{быт}}^{\text{мин}} - q_{\text{быт}}^{\text{мах}}) / (45 - 20) \times (A_{\text{об}} / n_{\text{ж}} - 20) = 16,51 \text{ Вт/м}^2$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле:

$$k_{\text{быт}} = \frac{L_{\text{вент}} \times \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}{V_{\text{от}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}$$

Таблица 10.3.3

| $q_{\text{быт}}, \text{Вт/м}^2$ | $A_{\text{ж}}, \text{м}^2$ | $V_{\text{от}}, \text{м}^3$ | $t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$ | $t_{\text{от}}, ^\circ\text{C}$ | $k_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 16,51                           | 4676,1                     | 30405                       | 21                             | -7,9                            | 0,088                                                          |

## 10.4. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ЗДАНИЕ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ.

Пользуясь Методическим пособием «Расчеты теплопоступления в здания от проникающей солнечной радиации за отопительный период» как справочным материалом для получения дополнительных исходных данных: поступление солнечной радиации (см. табл. 10.4.1), коэффициент пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную  $i$ -го месяца отопительного периода для  $j$ -й ориентации (см. табл. 10.4.2). Сам же расчет выполняем по СП 345.1325800.2017.

Таблица 10.4.1 Поступление солнечной радиации в Кемеровской области

|                                    | I   | II  | III | IV  | X   | XI  | XII |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $S_i^{\text{гор}}, \text{МДж/м}^2$ | 30  | 72  | 151 | 240 | 75  | 32  | 23  |
| $D_i^{\text{гор}}, \text{МДж/м}^2$ | 73  | 118 | 216 | 254 | 113 | 78  | 55  |
| $I_i^{\text{гор}}, \text{МДж/м}^2$ | 103 | 190 | 367 | 494 | 188 | 110 | 78  |
| $A_k, \%$                          | 81  | 77  | 69  | 40  | 33  | 69  | 79  |

Таблица 10.4.2 Коэффициенты  $K_{\text{гв}ji}$  пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную

|   | I     | II    | III   | IV    | IX    | X     | XI    | XII   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ю | 4,939 | 2,719 | 1,534 | 0,881 | 1,231 | 2,135 | 4,038 | 5,873 |
| В | 0,717 | 0,720 | 0,637 | 0,574 | 0,634 | 0,677 | 0,747 | 0,934 |
| З | 0,914 | 0,941 | 0,637 | 0,514 | 0,574 | 0,667 | 0,747 | 0,934 |
| С | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,020 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Суммарная (прямая, рассеянная и отраженная) солнечная радиация на вертикальную поверхность (стены и окна)  $I_j^{\text{вер}}, \text{МДж/год} \cdot \text{м}^2$ , при действительных условиях облачности за отопительный период для  $j$ -й ориентации рассчитываем по формуле:

$$I_j^{\text{вер}} = \sum_j^m \left( S_i^{\text{гор}} \times K_{\text{гв}ji}^{\text{гор}} + D_i^{\text{гор}}/2 + I_i^{\text{гор}} \times A_{ki}/200 \right)$$

Результаты заносим в таблицу 10.4.3



Таблица 10.4.3 Суммарная солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности за отопительный период для j-й

|                               | I      | II     | III    | IV     | X      | XI     | XII    |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $I_{ю}^{вер}, \text{МДж/м}^2$ | 226,38 | 327,90 | 466,21 | 437,12 | 247,65 | 206,15 | 193,38 |
| $I_{в}^{вер}, \text{МДж/м}^2$ | 99,72  | 184,01 | 330,76 | 363,44 | 138,28 | 100,85 | 79,78  |
| $I_{з}^{вер}, \text{МДж/м}^2$ | 105,64 | 199,90 | 330,76 | 349,04 | 137,55 | 100,85 | 79,78  |
| $I_{с}^{вер}, \text{МДж/м}^3$ | 78,22  | 132,15 | 234,62 | 230,60 | 87,52  | 76,95  | 58,31  |

Определяем индекс l'-й светопрозрачной ячейки:

$$\beta_{l'} = 2a_l b_{l'} / [1,77 d_l (a_l + b_{l'})],$$

Результаты заносим в таблицу 10.4.4

Таблица 10.4.4 Индекс светопрозрачной ячейки

| Тип окон       | $\beta_{1?}$ | $\beta_{2?}$ | $\beta_{3?}$ | $\beta_{4?}$ |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| О-1            | 4,985        | 5,124        | 2,825        | 2,856        |
| О-2            | 5,128        | 5,193        | 2,878        | 2,892        |
| О-1\ (за лодж) | 4,985        | 5,124        | 2,825        | 2,856        |
| О-3\ (за лодж) | 5,480        | 5,746        | 0,000        | 0,000        |
| О-4\ (за лодж) | 3,698        | 0,000        | 0,000        | 0,000        |
| О-5\ (за лодж) | 8,881        | 0,000        | 0,000        | 0,000        |
| О-6\ (за лодж) | 5,596        | 0,000        | 0,000        | 0,000        |
| О-7\ (за лодж) | 1,586        | 0,000        | 0,000        | 0,000        |

Определяем коэффициенты, учитывающие затенение светового проема окон непрозрачными элементами заполнения, отн. ед., рассчитываемые по формуле:

$$\tau_{2jl} = \frac{1}{A_{окjl}} \times \sum_{l'=1}^{L'} \left[ A_{l'} \times \left( 1 - \frac{1,09 - 0,94 \times \rho_{l'}}{\beta_{l'}} \right) \right]$$

Результаты заносим в таблицу 10.4.5

Таблицу 10.4.5 Коэффициент, учитывающий затенение светового проема окон непрозрачными элементами заполнения.

| Тип окон       | $\rho_l$ | $\tau_{2j1?}$ | $\tau_{2j2?}$ | $\tau_{2j3?}$ | $\tau_{2j4?}$ | $\tau_{2jl?}$ |
|----------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| О-1            | 0,7      | 0,144         | 0,150         | 0,040         | 0,041         | 0,558         |
| О-2            | 0,7      | 0,202         | 0,206         | 0,059         | 0,060         | 0,528         |
| О-1\ (за лодж) | 0,7      | 0,144         | 0,150         | 0,040         | 0,041         | 0,558         |
| О-3\ (за лодж) | 0,7      | 0,256         | 0,272         | 0,000         | 0,000         | 0,528         |
| О-4\ (за лодж) | 0,7      | 0,424         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,424         |
| О-5\ (за лодж) | 0,7      | 0,749         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,749         |
| О-6\ (за лодж) | 0,7      | 0,640         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,640         |
| О-7\ (за лодж) | 0,7      | 0,061         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,061         |



Теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж, определяется по формуле:

$$Q_{\text{рад}}^{\text{он}} = \Sigma(I_j^{\text{сеп}} \times \Sigma(g_{jl} \times \tau_{2jl} \times A_{jl}) \times n_{\text{лодж}}$$

где  $n_{\text{лодж}}$  - коэффициент учитывающий застекленность лоджии (при застекленности лоджии равен 0,8. в прочих случаях - 1)

Результаты заносим в таблицу 10.4.6, 10.4.7, 10.4.8.

### **Блок-секция №1**

Таблица 10.4.6 Теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода

| Тип окон       | $A_0$  | $N_{\text{ок}}^{\text{ю}}$ | $\Sigma A_0^{\text{ю}}$ | $I_{\text{ю}}^{\text{вер}}$ | $n_{\text{лодж}}$ | $\tau_{2jl}?$ | $g_{jl}$                       | $Q_{\text{оп}jl}^{\text{рад}}$ |
|----------------|--------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Ю</b>       |        |                            |                         |                             |                   |               |                                |                                |
| О-1            | 3,816  | 16                         | 61,056                  | 2104,78                     | 1,00              | 0,558         | 0,680                          | 48781,8                        |
| О-2            | 2,736  | 16                         | 43,776                  | 2104,78                     | 1,00              | 0,528         | 0,680                          | 33084,6                        |
| <b>З</b>       |        |                            |                         |                             |                   |               |                                |                                |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 31                         | 118,296                 | 1303,52                     | 0,80              | 0,558         | 0,680                          | 46827,5                        |
| О-3\ (за лодж) | 3,450  | 32                         | 110,413                 | 1303,52                     | 0,80              | 0,528         | 0,680                          | 41324,1                        |
| О-4\ (за лодж) | 0,720  | 32                         | 23,040                  | 1303,52                     | 0,80              | 0,424         | 0,680                          | 6926,1                         |
| О-5\ (за лодж) | 2,100  | 1                          | 2,100                   | 1303,52                     | 0,80              | 0,749         | 0,680                          | 1115,6                         |
| О-6\ (за лодж) | 0,960  | 1                          | 0,960                   | 1303,52                     | 0,80              | 0,640         | 0,680                          | 435,6                          |
| О-7\ (за лодж) | 2,517  | 32                         | 80,538                  | 1303,52                     | 0,80              | 0,061         | 0,680                          | 3467,4                         |
| <b>В</b>       |        |                            |                         |                             |                   |               |                                |                                |
| О-1            | 3,816  | 16                         | 61,056                  | 1296,84                     | 1,00              | 0,558         | 0,680                          | 30056,4                        |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 48                         | 183,168                 | 1296,84                     | 0,80              | 0,558         | 0,680                          | 90169,3                        |
| О-3\ (за лодж) | 3,4504 | 48                         | 165,619                 | 1296,84                     | 0,80              | 0,528         | 0,680                          | 77085,7                        |
|                |        |                            |                         |                             |                   |               | $Q_{\text{оп}}^{\text{рад}} =$ | 379274,16                      |

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле:

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 \times Q_{\text{рад}}^{\text{оп}}}{(V_{\text{от}} \times \text{ГС ОП})} = \frac{11,6 \times 379274}{14946,4 \times 6589,2} = 0,045$$

**Блок-секция №2**

Таблица 10.4.7 Теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода

| Тип окон       | $A_0$  | $N_{ок}^{ю}$ | $\Sigma A_0^{ю}$ | $I_{ю}^{вер}$ | $n_{лодж}$ | $\tau_{2jl}?$ | $\xi_{jl}$       | $Q_{опjl}^{рад}$ |
|----------------|--------|--------------|------------------|---------------|------------|---------------|------------------|------------------|
| З              |        |              |                  |               |            |               |                  |                  |
| О-1            | 3,816  | 16           | 61,056           | 1303,52       | 1,00       | 0,566         | 0,680            | 30619,4          |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 15           | 57,240           | 1303,52       | 0,80       | 0,293         | 0,680            | 11906,7          |
| О-3\ (за лодж) | 3,450  | 16           | 55,206           | 1303,52       | 0,80       | 0,256         | 0,680            | 10024,9          |
| О-4\ (за лодж) | 0,720  | 1            | 0,720            | 1303,52       | 0,80       | 0,424         | 0,680            | 216,4            |
| О-5\ (за лодж) | 2,100  | 1            | 2,100            | 1303,52       | 0,80       | 0,749         | 0,680            | 1115,6           |
| О-6\ (за лодж) | 0,960  | 1            | 0,960            | 1303,52       | 0,80       | 0,640         | 0,680            | 435,6            |
| О-7\ (за лодж) | 2,517  | 32           | 80,538           | 1303,52       | 0,80       | 0,061         | 0,680            | 3467,4           |
| В              |        |              |                  |               |            |               |                  |                  |
| О-1            | 3,816  | 16           | 61,056           | 1296,84       | 1,00       | 0,566         | 0,680            | 30462,5          |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 48           | 183,168          | 1296,84       | 0,80       | 0,293         | 0,680            | 37906,3          |
| О-3\ (за лодж) | 3,4504 | 48           | 165,619          | 1296,84       | 0,80       | 0,256         | 0,680            | 29920,5          |
| С              |        |              |                  |               |            |               |                  |                  |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 32           | 122,112          | 978,319       | 0,80       | 0,293         | 0,680            | 19064,0          |
| О-3\ (за лодж) | 3,4504 | 32           | 110,413          | 978,319       | 0,80       | 0,566         | 0,680            | 33246,1          |
|                |        |              |                  |               |            |               | $Q_{оп}^{рад} =$ | 208385,20        |

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле:

$$k_{рад} = \frac{11,6 \times Q_{рад}^{оп}}{(V_{от} \times ГСОП)} = \frac{11,6 \times 208385}{15459,1 \times 6589,2} = 0,024$$

**Всё здание.**

Таблица 10.4.8 Теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода

| Тип окон       | $A_0$  | $N_{ок}^{ю}$ | $\Sigma A_0^{ю}$ | $I_{ю}^{вср}$ | $n_{лодж}$ | $\tau_{2jl?}$ | $g_{jl}$         | $Q_{опj}^{рад}$ |
|----------------|--------|--------------|------------------|---------------|------------|---------------|------------------|-----------------|
| Ю              |        |              |                  |               |            |               |                  |                 |
| О-1            | 3,816  | 16           | 61,056           | 2104,78       | 1,00       | 0,566         | 0,680            | 49440,8         |
| О-2            | 2,736  | 16           | 43,776           | 2104,78       | 1,00       | 0,202         | 0,680            | 12678,0         |
| З              |        |              |                  |               |            |               |                  |                 |
| О-1            | 3,816  | 16           | 61,056           | 1303,52       | 1,00       | 0,566         | 0,680            | 30619,4         |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 46           | 175,536          | 1303,52       | 0,80       | 0,293         | 0,680            | 36514,0         |
| О-3\ (за лодж) | 3,450  | 48           | 165,619          | 1303,52       | 0,80       | 0,256         | 0,680            | 30074,6         |
| О-4\ (за лодж) | 0,720  | 64           | 46,080           | 1303,52       | 0,80       | 0,424         | 1,680            | 34223,2         |
| О-5\ (за лодж) | 2,100  | 2            | 4,200            | 1303,52       | 0,80       | 0,749         | 0,680            | 2231,1          |
| О-6\ (за лодж) | 0,960  | 2            | 1,920            | 1303,52       | 0,80       | 0,640         | 0,680            | 871,1           |
| О-7\ (за лодж) | 2,517  | 64           | 161,075          | 1303,52       | 0,80       | 0,061         | 0,680            | 6934,8          |
| В              |        |              |                  |               |            |               |                  |                 |
| О-1            | 3,816  | 48           | 183,168          | 1296,84       | 1,00       | 0,566         | 0,680            | 91387,4         |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 80           | 305,28           | 1296,84       | 0,80       | 0,293         | 0,680            | 78971,4         |
| О-3\ (за лодж) | 3,4504 | 80           | 276,032          | 1296,84       | 0,80       | 0,256         | 0,680            | 62334,4         |
| С              |        |              |                  |               |            |               |                  |                 |
| О-1\ (за лодж) | 3,816  | 32           | 122,112          | 978,319       | 0,80       | 0,293         | 0,680            | 19064,0         |
| О-3\ (за лодж) | 3,4504 | 32           | 110,413          | 978,319       | 0,80       | 0,566         | 0,680            | 33246,1         |
|                |        |              |                  |               |            |               | $Q_{оп}^{рад} =$ | 488590,18       |

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле:

$$k_{рад} = \frac{11,6 \times Q_{рад}^{оп}}{(V_{от} \times ГСОП)} = \frac{11,6 \times 488590}{30405,5 \times 6589,2} = 0,028$$

## 10.5. РАСЧЁТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ. РАСЧЁТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ЗДАНИЯ.

Коэффициент полезного использования теплоступлений определяется по формуле;

$$\beta_{\text{КПИ}} = \frac{K_{\text{рег}}}{1 + 0,5 \times n_{\text{в}}}$$

Таблица 10.5.1

|               | $K_{\text{рег}}$ | $n_{\text{в}}$ | $\beta_{\text{КПИ}}$ |
|---------------|------------------|----------------|----------------------|
| Блок-секция 1 | 0,90             | 0,438          | 0,738                |
| Блок-секция 2 | 0,90             | 0,437          | 0,739                |
| Все здание    | 0,90             | 0,437          | 0,739                |

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формуле:

$$q_{\text{от}}^{\text{р}} = k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - \beta_{\text{КПИ}} \times (k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}})$$

Таблица 10.5.2

|               | $k_{\text{об}}$ | $k_{\text{вент}}$ | $\beta_{\text{КПИ}}$ | $k_{\text{быт}}$ | $k_{\text{рад}}$ | $q_{\text{от}}^{\text{р}}$ |
|---------------|-----------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| Блок-секция 1 | 0,108           | 0,139             | 0,738                | 0,088            | 0,045            | 0,148                      |
| Блок-секция 2 | 0,127           | 0,138             | 0,739                | 0,088            | 0,024            | 0,183                      |
| Все здание    | 0,117           | 0,139             | 0,739                | 0,088            | 0,028            | 0,170                      |

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, кВт×ч/год, определяется по формуле:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \times \text{ГСОП} \times V_{\text{от}} \times q_{\text{от}}^{\text{р}}$$

Таблица 10.5.3

|               | ГСОП   | $V_{\text{от}}$ | $q_{\text{от}}^{\text{р}}$ | $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$ |
|---------------|--------|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| Блок-секция 1 | 6589,2 | 14946           | 0,148                      | 350526                       |
| Блок-секция 2 | 6589,2 | 15459           | 0,183                      | 447378                       |
| Все здание    | 6589,2 | 30405           | 0,170                      | 818267                       |



Общие теплотери здания за отопительный период кВт · ч/год, определяются по формуле:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \times \text{ГСОП} \times V_{\text{от}} \times (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}})$$

Таблица 10.5.4

|               | ГСОП   | $V_{\text{от}}$ | $k_{\text{об}}$ | $k_{\text{вент}}$ | $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$ |
|---------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|
| Блок-секция 1 | 6589,2 | 14946           | 0,108           | 0,139             | 3008036                       |
| Блок-секция 2 | 6589,2 | 15459           | 0,127           | 0,138             | 3350263                       |
| Все здание    | 6589,2 | 30405           | 0,117           | 0,139             | 6358300                       |

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

$$q = 0,024 \times \text{ГСОП} \times q_{\text{от}}^p \quad (\text{кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^3 \times \text{год}))$$

$$q = 0,024 \times \text{ГСОП} \times q_{\text{от}}^p \times h \quad (\text{кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^2 \times \text{год}))$$

где  $h$  - средняя высота этажа здания, м, равная  $V_{\text{от}}/A_{\text{от}}$ ;

Таблица 10.5.5

|               | ГСОП   | $V_{\text{от}}$ | $A_{\text{от}}$ | $h$  | $q_{\text{от}}^p$ | $q$                             |                                 |
|---------------|--------|-----------------|-----------------|------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|               |        |                 |                 |      |                   | кВт×ч/<br>(м <sup>3</sup> ×год) | кВт×ч/<br>(м <sup>2</sup> ×год) |
| Блок-секция 1 | 6589,2 | 14946           | 4613,85         | 3,24 | 0,148             | 23,45                           | 75,97                           |
| Блок-секция 2 | 6589,2 | 15459           | 4075,8          | 3,79 | 0,183             | 28,94                           | 109,76                          |
| Все здание    | 6589,2 | 30405           | 8689,65         | 3,50 | 0,170             | 26,91                           | 94,17                           |

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период по данным таблицы 14 (СП50.13330.2012 Тепловая защита зданий), равен

$$q_{\text{от}}^{\text{тр(баз)}} = 0,290 \quad \text{Вт} / (\text{м}^3 / ^\circ\text{C})$$

Руководствуясь приказом МинСтроя №1550 пр, получаем:

$$q_{\text{от}}^{\text{тр(2018)}} = q_{\text{от}}^{\text{тр(баз)}} \times (1 - 0,2) = 0,290 \times (1 - 0,2) = 0,232 \quad \text{Вт} / (\text{м}^3 / ^\circ\text{C})$$

Величина отклонения расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %:

$$\Delta q_{\text{от}}^p = (q_{\text{от}}^p - q_{\text{от}}^{\text{тр}}) / q_{\text{от}}^{\text{тр}} \times 100\% = (0,170 - 0,232) / 0,232 \times 100\% = -26,65 \%$$

Зданию присваивается класс энергосбережения В



## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

# 1. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОГО И НОРМАТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

Таблица 1.1 Исходные данные

| Местность:                                                                                      | г. Кемерово                                |          |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|---------------------|
| Показатель                                                                                      | Обозначение показателя и единица измерения | Значение | Источник            |
| Средняя температура наружного воздуха в отопительный период                                     | $t_{от}, ^\circ\text{C}$                   | -7,9     | СП 131.13330.2018   |
| Расчетная температура внутреннего воздуха здания                                                | $t_{в}, ^\circ\text{C}$                    | 21       | ГОСТ 30494          |
| Расчетная температура внутреннего воздуха в ЛПУ                                                 | $t_{лу}, ^\circ\text{C}$                   | 16       | ГОСТ 30494          |
| Продолжительность отопительного периода                                                         | $z_{от}, \text{сут/год}$                   | 228      | СП 131.13330.2018   |
| Расчетная температура наружного воздуха                                                         | $t_{н}, ^\circ\text{C}$                    | -39      | СП 131.13330.2018   |
| Расчетная температура техподполья                                                               | $t_{техп}, ^\circ\text{C}$                 | 5        | СП 50.13330.2018    |
| Минимальная температура внутреннего воздуха для проектирования тепловой защиты для жилых зданий | $t_{в}^{мин}, ^\circ\text{C}$              | 20       | СП 54.13330.2016    |
| Расчетная температура чердака                                                                   | $t_{чер}, ^\circ\text{C}$                  | 17       | СП 345.1325800.2017 |

Градусо-сутки отопительного периода,  $^\circ\text{C}\cdot\text{сут/год}$ , определяют по формуле:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) \times z_{от} = (21 - (-7,9)) \times 228 = 6589 \text{ } (^\circ\text{C}\cdot\text{сут})/\text{год} \quad (1.1)$$

Согласно п. 9.3 СП 54.13330.2011 при теплотехническом расчете ограждающих конструкций жилых зданий следует принимать температуру внутреннего воздуха отапливаемых помещений не менее  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ , следовательно, для ЛУ и коридора принимаем температуру  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Градусо-сутки отопительного периода для ЛУ и коридора,  $^\circ\text{C}\cdot\text{сут/год}$ , определяют по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \times Z_{\text{от}} = (21 - (-7,9)) \times 228 = 6589 \text{ (}^{\circ}\text{C} \times \text{сут})/\text{год} \quad (1.2)$$

где  $t_{\text{от}}$ ,  $Z_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$  при проектировании жилых зданий;

$t_{\text{в}}$ , - расчетная температура внутреннего воздуха здания и ЛПУ,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в таблице 1 - по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале  $20 - 22^{\circ}\text{C}$ ).

Находим по формуле из таблицы 3 СП50.13330-2012 требуемое термическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{TP}} = a \times \text{ГСОП} + b \quad (1.3)$$

Требуемое сопротивление теплопередачи светопрозрачной конструкции находим путем интерполяции по формуле:

$$R_0^{\text{TP}} = R_{06000}^{\text{TP}} + \frac{(R_{08000}^{\text{TP}} - R_{06000}^{\text{TP}}) \times (\text{ГСОП} - \text{ГСОП}_{6000})}{(\text{ГСОП}_{8000} - \text{ГСОП}_{6000})} \quad (1.4)$$

Согласно п.5.2 СП50.13330-2012 определяем нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{НОРМ}} = m_p \times R_0^{\text{TP}} \quad (1.5)$$

В связи что наружная температура отличается от расчетной вводим поправочный коэффициент:

$$n_t^k = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^k)}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \quad (1.6)$$

Таблица 1.2 Поправочный коэффициент

| $t_{\text{в}}^k$ | $t_{\text{н}}^k$ | $t_{\text{в}}$ | $t_{\text{н}}$ | $n_t^k$ |
|------------------|------------------|----------------|----------------|---------|
| 20               | 5                | 20             | -39            | 0,254   |
| 21               | 5                | 21             | -39            | 0,267   |
| 20               | 17               | 21             | -39            | 0,050   |
| 21               | 17               | 21             | -39            | 0,067   |

Таблица 1.3 Нормированные приведенные и требуемые базовые сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций

|                                                                  | a       | ГСОП   | b   | $n_t^k$ | $R_0^{тр}$ | $m_p$ | $R_0^{норм}$ |
|------------------------------------------------------------------|---------|--------|-----|---------|------------|-------|--------------|
| стен 1                                                           | 0,00035 | 6589,2 | 1,4 | 1       | 3,71       | 0,63  | 2,33         |
| стен 2                                                           | 0,00035 | 6589,2 | 1,4 | 1       | 3,71       | 0,63  | 2,33         |
| стен ЛУ                                                          | 0,00035 | 6361,2 | 1,4 | 1       | 3,63       | 0,63  | 2,28         |
| входных дверей                                                   | -       | -      | -   | -       | -          | -     | -            |
| двери выше 1 этаж наруж ЛУ                                       | -       | -      | -   | -       | -          | -     | -            |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (жилой часть)           | 0,00045 | 6589,2 | 1,9 | 0,267   | 1,30       | 0,80  | 1,04         |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (межквартирный коридор) | 0,00045 | 6361,2 | 1,9 | 0,254   | 1,21       | 0,80  | 0,97         |
| перекрытие между 1 этажом и техподпольем (лестничная клетка)     | 0,00045 | 6361,2 | 1,9 | 0,254   | 1,21       | 0,80  | 0,97         |
| перекрытие под теплым чердаком (жилая часть)                     | 0,0005  | 6589,2 | 2,2 | 0,067   | 0,37       | 0,80  | 0,29         |
| перекрытие под теплым чердаком (межквартирным коридором)         | 0,0005  | 6361,2 | 2,2 | 0,05    | 0,27       | 0,80  | 0,22         |
| покрытие (лестничный узел)                                       | 0,0005  | 6361,2 | 2,2 | 1       | 5,38       | 0,80  | 4,30         |
| окон и балконных дверей жилой части                              | -       | 6589,2 | -   | -       | 0,74       | 1,00  | 0,74         |
| окон лестничного узла                                            | -       | 6361,2 | -   | -       | 0,73       | 1,00  | 0,73         |

Дополнительно определяем сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций при температуре внутренней поверхности равной точке росы (1.7) и сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций при перепаде температур между внутренней температуре воздуха и внутренней поверхности равной нормированной (1.8):

$$R_0^{норм} = \frac{(t_b - t_n)}{(t_n - t_n) \times \alpha_b} \quad (1.7)$$

$$R_0^{норм} = \frac{(t_b - t_n)}{(t_b - t_p) \times \alpha_b} \quad (1.8)$$



Таблица 1.3 Нормированные приведенные и требуемые базовые  
сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций

|                                                                        | a       | ГСОП   | b   | $n_t^k$ | $R_0^{тр}$ | $m_p$ | $R_0^{норм}$ |
|------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-----|---------|------------|-------|--------------|
| стен 1                                                                 | 0,00035 | 6589,2 | 1,4 | 1       | 3,71       | 0,63  | 2,33         |
| стен 2                                                                 | 0,00035 | 6589,2 | 1,4 | 1       | 3,71       | 0,63  | 2,33         |
| стен ЛУ                                                                | 0,00035 | 6361,2 | 1,4 | 1       | 3,63       | 0,63  | 2,28         |
| входных дверей                                                         | -       | -      | -   | -       | -          | -     | -            |
| двери выше 1 этаж наруж<br>ЛУ                                          | -       | -      | -   | -       | -          | -     | -            |
| перекрытие между 1<br>этажом и техподпольем<br>(жилой часть)           | 0,00045 | 6589,2 | 1,9 | 0,267   | 1,30       | 0,80  | 1,04         |
| перекрытие между 1<br>этажом и техподпольем<br>(межквартирный коридор) | 0,00045 | 6361,2 | 1,9 | 0,254   | 1,21       | 0,80  | 0,97         |
| перекрытие между 1<br>этажом и техподпольем<br>(лестничная клетка)     | 0,00045 | 6361,2 | 1,9 | 0,254   | 1,21       | 0,80  | 0,97         |
| перекрытие под теплым<br>чердаком (жилая часть)                        | 0,0005  | 6589,2 | 2,2 | 0,067   | 0,37       | 0,80  | 0,29         |
| перекрытие под теплым<br>чердаком (межквартирным<br>коридором)         | 0,0005  | 6361,2 | 2,2 | 0,05    | 0,27       | 0,80  | 0,22         |
| покрытие (лестничной<br>узел)                                          | 0,0005  | 6361,2 | 2,2 | 1       | 5,38       | 0,80  | 4,30         |
| окон и балконных дверей<br>жилой части                                 | -       | 6589,2 | -   | -       | 0,74       | 1,00  | 0,74         |
| окон лестничного узла                                                  | -       | 6361,2 | -   | -       | 0,73       | 1,00  | 0,73         |



## 2. СОСТАВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

### Стена1 наружная:

1. утеплитель - ППС16Ф - 150 мм (крепление утеплителя - фасадный тарельчатый дюбель с сердечником, изготовленным из стеклонеполненного полиамида),

2. стеновая ж/б панель - 160мм.

Стена2 наружная (на лоджиях) (крепление утеплителя - фасадный тарельчатый дюбель с сердечником, изготовленным из стеклонеполненного полиамида):

1. утеплитель - "Технофас" - 150 мм,

2. стеновая ж/б панель - 160мм.

### Покрытие:

1. стяжка из цементно-песч. раствора 150 армировать сеткой  $\varnothing 5$  Вр1-100/100 ГОСТ 8478-81 - 50 мм,

2. разуклонка из ППС17-Р-А – не менее 40 мм,

3. утеплитель - ППС17 - 200 мм,

4. Ж/б плита перекрытия - 160 мм.

### Перекрытие между 1 этажом и подвалом:

1. фиброармированная стяжка из жесткого раствора - 40 мм,

2. утеплитель экструзионный пенополистирол - 40 мм

3. ж.б. плита перекрытия - 160 мм.

Оконные блоки и балконные двери: ПВХ с пятикамерными профилями коробок и двухкамерным стеклопакетом с сопротивлением теплопередачи 0.74 м<sup>2</sup>/°С/Вт.

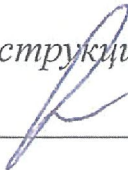
**Входные двери:** предусмотреть остекленные из алюминиевого профиля с доводчиком с сопротивлением теплопередачи  $0.74 \text{ м}^2/^\circ\text{С/Вт.}$

**Перекрытие под теплым чердаком:**

1. стяжка из цементно-песч. раствора М 150 армировать сеткой  $\varnothing 5 \text{ Вр1-100/100}$  ГОСТ 8478-81 - 50 мм,
2. утеплитель - ППС17-Р-А - 50 мм,
3. ж/б плита перекрытия - 160 мм.

Примечание: в составе ограждающих конструкций не указаны материалы не участвующие в расчете условного сопротивления теплопередачи.

*Состав ограждающих конструкций соответствует разделу АР*

*Руководитель группы АР*  *Гайфулин Е.А..*

*Дата 17.10.2023*

### 3. ФРАГМЕНТЫ ТАБЛИЦ ИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ.

Таблица 3.1. Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (фрагмент таблицы 3 из СП 50.13330-2012)

| Здания и помещения, коэффициент $a$ и $b$ | Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год | Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$ , (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт, ограждающих конструкций |                                     |                                                                  |                                                        |          |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------|
|                                           |                                                 | Стен                                                                                                                  | Покрытий и перекрытий над проездами | Чердачных перекрытий, над неотапливаемыми подпольями и подвалами | Светопрозрачных ограждающих конструкций, кроме фонарей | Фонарей  |
| 1                                         |                                                 | 3                                                                                                                     | 4                                   | 5                                                                | 6                                                      | 7        |
| 1.1 Жилые, гостиницы и общежития          | 2000                                            | 2,1                                                                                                                   | 3,2                                 | 2,8                                                              | <u>0.49</u>                                            | 0,3      |
|                                           | 4000                                            | 2,8                                                                                                                   | 4,2                                 | 3,7                                                              | <u>0.63</u>                                            | 0,35     |
|                                           | 6000                                            | 3,5                                                                                                                   | 5,2                                 | 4,6                                                              | <u>0.73</u>                                            | 0,4      |
|                                           | 8000                                            | 4,2                                                                                                                   | 6,2                                 | 5,5                                                              | <u>0.75</u>                                            | 0,45     |
|                                           | 10000                                           | 4,9                                                                                                                   | 7,2                                 | 6,4                                                              | <u>0.77</u>                                            | 0,5      |
|                                           | 12000                                           | 5,6                                                                                                                   | 8,2                                 | 7,3                                                              | <u>0.8</u>                                             | 0,55     |
| $a$                                       |                                                 | 0,00035                                                                                                               | 0,0005                              | 0,00045                                                          | -                                                      | 0,000025 |
| $b$                                       |                                                 | 1,4                                                                                                                   | 2,2                                 | 1,9                                                              | -                                                      | 0,25     |

Климатические данные берём из ближайшего населенного пункта указанные в таблице 3.1\* СП 131.13330-2018.

Таблица 3.2. Климатические параметры холодного периода года. (Фрагмент таблицы 3.1\* из СП 131.13330-2018).

| Республика,<br>край, область,<br>пункт | Температура воздуха<br>наиболее холодной<br>пятидневки, °С,<br>обеспеченностью |      | Продолжительность, сут, и средняя<br>температура воздуха, °С, периода со<br>средней суточной температурой воздуха |                     | Максимальна<br>я из средних<br>скоростей<br>ветра по<br>румбам за<br>январь, м/с |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                                                                |      | ≤ 8 °С                                                                                                            |                     |                                                                                  |
|                                        |                                                                                |      | продолжительность                                                                                                 | средняя температура |                                                                                  |
|                                        | 0,98                                                                           | 0,92 |                                                                                                                   |                     |                                                                                  |
| 1                                      | 4                                                                              | 5    | 11                                                                                                                | 12                  | 19                                                                               |
| г.Кемерово                             | -42                                                                            | -39  | 228                                                                                                               | -7,9                | 3,4                                                                              |

Таблица 3.3. Температуры точки росы  $t_p$ , °C, для различных значений температур  $t_b$ , °C и относительной влажности  $\phi_b$ , % воздуха в помещении (Фрагмент таблицы из Приложение Р из СП 23-101-2004)

| $t_b$ , °C | $t_p$ , °C при $\phi_b$ , % |       |       |       |       |       |
|------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | 50                          | 55    | 60    | 65    | 70    | 75    |
| 10         | 0,08                        | 1,39  | 2,6   | 3,72  | 4,78  | 5,77  |
| 11         | 0,98                        | 1,32  | 3,54  | 4,68  | 5,74  | 6,74  |
| 12         | 1,9                         | 3,25  | 4,48  | 5,63  | 6,7   | 7,71  |
| 13         | 2,82                        | 4,18  | 5,42  | 6,58  | 7,66  | 8,68  |
| 14         | 3,76                        | 5,11  | 6,36  | 7,53  | 8,62  | 9,64  |
| 15         | 4,68                        | 6,04  | 7,3   | 8,48  | 9,58  | 10,6  |
| 16         | 5,6                         | 6,97  | 8,24  | 9,43  | 10,54 | 11,57 |
| 17         | 6,52                        | 7,9   | 9,18  | 10,37 | 11,5  | 12,54 |
| 18         | 7,44                        | 8,83  | 10,12 | 11,32 | 12,46 | 13,51 |
| 19         | 8,36                        | 9,76  | 11,06 | 12,27 | 13,42 | 14,48 |
| 20         | 9,28                        | 10,69 | 12    | 13,22 | 14,38 | 15,44 |
| 21         | 10,2                        | 11,62 | 12,94 | 14,17 | 15,33 | 16,4  |
| 22         | 11,12                       | 12,56 | 13,88 | 15,12 | 16,28 | 17,37 |
| 23         | 12,03                       | 13,48 | 14,82 | 16,07 | 17,23 | 18,34 |

Таблица 3.4 Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий,  $q_{от}^{TP}$  Вт/(м³/°C), (фрагмент таблицы 12 СП50.133330-2012)

| Тип здания                                    | Этажность здания |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
|-----------------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                                               | 1                | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |
| 1 Жилые многоквартирные, гостиницы, общежития | 0,455            | 0,414 | 0,372 | 0,359 | 0,359 | 0,336 | 0,336 | 0,319 | 0,319 | 0,301 | 0,301 | 0,29 |

**Примечание** - Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °C?сут и более, нормируемые следует снизить на 5 %.



## 4. ДАННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Приложение к ТС № 4611-15

2.3. Плотность и размеры плит, а также предельные отклонения от них приведены в табл. 1

Таблица 1

| Марка плит         | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Размеры номинальные <sup>*)</sup> (предельные отклонения), мм |               |                                   | Обозначения НД на методы контроля |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                              | длина                                                         | ширина        | толщина <sup>**)</sup>            |                                   |
| ТЕХНОФАС           | 145 (±14)                    | 1000, 1200 (±5)                                               | 500, 600 (±2) | 40÷150 (±2)<br>с интервалом 10    | ГОСТ EN 1602-2011                 |
| ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ    | 131 (±6)                     | 1000, 1200 (±5)                                               | 500, 600 (±2) | 40÷200 (±2)<br>с интервалом 10    |                                   |
| ТЕХНОФАС Л         | 80 (±8)                      | 1000, 1200 (±10)                                              | 200 (±2)      | 40÷250 (±2)<br>с интервалом 10    | ГОСТ EN 822 - 2011                |
| ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ | 80 (±8)                      | 1000, 1200 (±10)                                              | 500, 600 (±2) | 30÷200 (-1,+3)<br>с интервалом 10 | ГОСТ EN 823-2011                  |
| ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА   | 90 (±9)                      | 1000, 1200 (±10)                                              | 500, 600 (±2) | 30÷200 (-1,+3)<br>с интервалом 10 |                                   |

<sup>\*)</sup> - по согласованию с потребителем выпускаются плиты других размеров

<sup>\*\*)</sup> - измерение толщины, в т.ч. для определения плотности, плит всех марок осуществляется под удельной нагрузкой 250 (±5) Па.

2.4. Заявленные отклонения от прямоугольности плит не превышают 5 мм/м (определяются по ГОСТ EN 824).

2.5. Заявленные отклонения от плоскостности не превышают 6 мм (определяются по ГОСТ EN 825).

2.6. Предельные значения разности длин диагоналей и разнотолщинности плит не превышают 3 мм.

2.7. Теплотехнические характеристики плит (декларируются изготовителем) приведены в табл.2.

Таблица 2

| Марка<br>плиты        | Теплопроводность, Вт/(м·К), не более |                                                                               |                | Обозначения<br>НД на методы<br>контроля  |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
|                       | при (298±1) К, λ <sub>25</sub>       | Расчетные значения** при условиях экс-<br>плуатации А и Б по СП 50.13330-2012 |                |                                          |
|                       |                                      | λ <sub>А</sub>                                                                | λ <sub>Б</sub> |                                          |
| ТЕХНОФАС              | 0,038                                | 0,040                                                                         | 0,042          | ГОСТ 7076,<br>прил.Е к<br>СП 23-101-2004 |
| ТЕХНОФАС<br>ЭФФЕКТ    | 0,038                                | 0,040                                                                         | 0,042          |                                          |
| ТЕХНОФАС Л            | 0,041*                               | 0,042*                                                                        | 0,044*         |                                          |
| ТЕХНОВЕНТ<br>СТАНДАРТ | 0,036                                | 0,038                                                                         | 0,039          |                                          |
| ТЕХНОВЕНТ<br>ОПТИМА   | 0,036                                | 0,038                                                                         | 0,040          |                                          |

<sup>\*)</sup> - при направлении теплового потока вдоль волокон в соответствии с СТО 44416204 -011-2011

<sup>\*\*)</sup> - расчетные массовые отношения влаги в материалах для условий А и Б составляют соответственно 1% и 2% (соответствуют значениям сорбции водяного пара из атмосферного воздуха при относительной влажности воздуха 80% и 97%).



Формируем итоговую таблицу используемых в проекте изоляционных материалов.

| Материал                        | $\lambda_i$ , Вт/м $\times$ °С | Обоснование                   |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Железобетон                     | 1,92                           | Приложение Т СП 50.13330.2012 |
| ППС 16Ф                         | 0,041                          | См. ниже                      |
| Штукатурка или стяжка           | 0,76                           | Приложение Т СП 50.13330.2012 |
| Экструдированный пенополистирол | 0,031                          | Приложение Т СП 50.13330.2012 |
| Технофас Эффект                 | 0,04                           | Протокол испытаний            |
| Технофас                        | 0,041                          | Протокол испытаний            |
| ППС 17-Р-А                      | 0,043                          | Приложение Т СП 50.13330.2012 |

Согласно СП 50.13330.2012 Изм.2 Приложения Т теплопроводность плит из пенополистирола фасадного при условиях эксплуатации  $\lambda_A = 0,039$  Вт/м $\times$ °С. Но в ГОСТ 15588-2014 "Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия"\* указывается теплопроводность сухом состоянии при температуре  $(25\pm 5)^\circ\text{C}$  равной  $\lambda_{25} = 0,038$  Вт/м $\times$ °С. Воспользовавшись методикой из Приложения Д СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» (с Изм.1) расчетные значения теплопроводности при условиях эксплуатации А находим по формуле:

$$\lambda_A = \lambda_0 \times (1 + \eta \times w_A) = 0,038 \times (1 + 0,03 \times 2) \approx 0,041$$

$\lambda_0$  – теплопроводность материала в сухом состоянии при температуре  $(25\pm 5)^\circ\text{C}$

$\eta$  – коэффициент теплотехнического качества, 1/% ( $\eta = 0,03$ )

$w_A$  – расчетные влажности по массе для условия эксплуатации А, % ( $w_A = 2$ )

Принимаем большее значение равное 0,041.

## 5. РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

### 5.1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ.

Руководствуясь ГОСТ 54851-2011, в проекте приняты следующие коэффициенты теплотехнической однородности  $r$ :

для стен – 0,85,

для покрытия и перекрытия между первым этажом и техподпольем – 0,8.

Расчет ведется согласно следующим формул:

- для определения приведенного сопротивления теплозащитной оболочки здания

$$R_o^{пр} = r \times R_o^{усл}$$

- для определения условного сопротивления теплопередачи однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания

$$R_o^{усл} = 1/\alpha_v + \sum R_s + 1/\alpha_n$$

- для определения термического сопротивления слоя однородной части фрагмента

$$R_s = (\delta_s / \lambda_s) \times y_s^{y.э.}$$

- для определения удельного теплового потока (коэффициента теплопередачи однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания):

$$U = 1/R_o^{усл}$$

- для определения теплового потока с учетом и без учета теплотехнической однородности при расчетной температуры внутреннего и наружного воздуха принятых в проектах:

$$q_{усл} = R_o^{усл} / (t_v - t_n)$$

$$q_{усл} = R_o^{усл} / (t_v - t_n)$$

где  $\alpha_v$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

$\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

$\delta_s$  – толщина слоя

$\lambda_s$  – теплопроводность материала слоя при условиях эксплуатации конструкции

А.

$\gamma_s^{y.э.}$  - коэффициент условий эксплуатации слоя материала, доли ед., определяемый для теплоизоляционных материалов.

## Стена 1

|                                                                              |        |                                                            |                      |                  |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Исходные данные.                                                          |        |                                                            |                      |                  |                                                       |
| Место строительства                                                          |        |                                                            | г. Кемерово          |                  |                                                       |
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты    |        |                                                            | -39                  |                  |                                                       |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °C |        |                                                            | 21                   |                  |                                                       |
| Влажность внутреннего воздуха, % при $t_v$                                   |        |                                                            | 50                   |                  |                                                       |
| Влажностный режим помещений здания                                           |        |                                                            | Сухой                |                  |                                                       |
| Зона влажности района строительства                                          |        |                                                            | Сухой                |                  |                                                       |
| Условия эксплуатации ограждающих конструкций                                 |        |                                                            | А                    |                  |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от наружной                                      |        | $\alpha_{н}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 23                   |                  |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от внутренней                                    |        | $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 8,7                  |                  |                                                       |
|                                                                              | Номер  | Материал                                                   | $\delta_i, \text{м}$ | $\gamma_s^{y.э}$ | $\lambda_i, \text{Вт}/\text{м} \times ^\circ\text{C}$ |
| Состав конструкции                                                           | 1 слой | Железобетон                                                | 0,16                 | 1                | 1,92                                                  |
|                                                                              | 2 слой | ППС 16Ф                                                    | 0,15                 | 1                | 0,041                                                 |
| Расчетные данные.                                                            |        |                                                            |                      |                  |                                                       |
| Термическое сопротивление однородной части фрагмента                         |        | $R_k, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$          |                      | 3,74             |                                                       |
| Условное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции                 |        | $R^{усл}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$    |                      | <b>3,90</b>      |                                                       |
| Тепловой поток однородной части фрагмента                                    |        | $q^{усл}_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                          |                      | 15,38            |                                                       |
| Удельный тепловой поток                                                      |        | $U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$          |                      | 0,256            |                                                       |
| Коэффициент однородности                                                     |        | $\gamma$                                                   |                      | <b>0,85</b>      |                                                       |
| Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции              |        | $R^{пр}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$     |                      | <b>3,32</b>      |                                                       |
| Тепловой поток                                                               |        | $q_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                                |                      | 18,10            |                                                       |

## Стена 2

|                                                                              |        |                                                            |                      |                  |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Исходные данные.                                                          |        |                                                            |                      |                  |                                                       |
| Место строительства                                                          |        |                                                            | г. Кемерово          |                  |                                                       |
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты    |        |                                                            | -39                  |                  |                                                       |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °C |        |                                                            | 21                   |                  |                                                       |
| Влажность внутреннего воздуха, % при $t_v$                                   |        |                                                            | 50                   |                  |                                                       |
| Влажностный режим помещений здания                                           |        |                                                            | Сухой                |                  |                                                       |
| Зона влажности района строительства                                          |        |                                                            | Сухой                |                  |                                                       |
| Условия эксплуатации ограждающих конструкций                                 |        |                                                            | А                    |                  |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от наружной                                      |        | $\alpha_{н}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 23                   |                  |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от внутренней                                    |        | $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 8,7                  |                  |                                                       |
|                                                                              | Номер  | Материал                                                   | $\delta_i, \text{м}$ | $\gamma_s^{y.э}$ | $\lambda_i, \text{Вт}/\text{м} \times ^\circ\text{C}$ |
| Состав конструкции                                                           | 1 слой | Железобетон                                                | 0,16                 | 1                | 1,92                                                  |
|                                                                              | 2 слой | Технофас                                                   | 0,15                 | 1                | 0,041                                                 |
| Расчетные данные.                                                            |        |                                                            |                      |                  |                                                       |
| Термическое сопротивление однородной части фрагмента                         |        | $R_k, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$          | 3,74                 |                  |                                                       |
| Условное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции                 |        | $R^{ysl}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$    | 3,90                 |                  |                                                       |
| Тепловой поток однородной части фрагмента                                    |        | $q^{ysl}_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                          | 15,38                |                  |                                                       |
| Удельный тепловой поток                                                      |        | $U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$          | 0,26                 |                  |                                                       |
| Коэффициент однородности                                                     |        | $\tau$                                                     | 0,85                 |                  |                                                       |
| Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции              |        | $R^{np}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$     | 3,32                 |                  |                                                       |
| Тепловой поток                                                               |        | $q_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                                | 18,10                |                  |                                                       |



## Перекрытие между 1 этажом и подвалом (жилая часть)

|                                                                              |        |                                                            |                      |             |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Исходные данные.                                                          |        |                                                            |                      |             |                                                       |
| Место строительства                                                          |        |                                                            | г. Кемерово          |             |                                                       |
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты    |        |                                                            | 5                    |             |                                                       |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °C |        |                                                            | 21                   |             |                                                       |
| Влажность внутреннего воздуха, % при $t_v$                                   |        |                                                            | 50                   |             |                                                       |
| Влажностный режим помещений здания                                           |        |                                                            | Сухой                |             |                                                       |
| Зона влажности района строительства                                          |        |                                                            | Сухой                |             |                                                       |
| Условия эксплуатации ограждающих конструкций                                 |        |                                                            | А                    |             |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от наружной                                      |        | $\alpha_{н}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 6                    |             |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от внутренней                                    |        | $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 8,7                  |             |                                                       |
| Состав конструкции                                                           | Номер  | Материал                                                   | $\delta_i, \text{м}$ | $y_s^{y,э}$ | $\lambda_i, \text{Вт}/\text{м} \times ^\circ\text{C}$ |
|                                                                              | 1 слой | Железобетон                                                | 0,160                | 1           | 1,92                                                  |
|                                                                              | 2 слой | Экструдированный пенополистирол                            | 0,040                | 1           | 0,035                                                 |
|                                                                              | 3 слой | Штукатурка или стяжка                                      | 0,040                | 1           | 0,76                                                  |
| Расчетные данные.                                                            |        |                                                            |                      |             |                                                       |
| Термическое сопротивление однородной части фрагмента                         |        | $R_k, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$          | 1,28                 |             |                                                       |
| Условное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции                 |        | $R^{усл}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$    | 1,56                 |             |                                                       |
| Тепловой поток однородной части фрагмента                                    |        | $q^{усл}_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                          | 10,25                |             |                                                       |
| Удельный тепловой поток                                                      |        | $U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$          | 0,64                 |             |                                                       |
| Коэффициент однородности                                                     |        | $\gamma$                                                   | 0,80                 |             |                                                       |
| Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции              |        | $R^{пр}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$     | 1,25                 |             |                                                       |
| Тепловой поток                                                               |        | $q_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                                | 12,82                |             |                                                       |

Перекрытие между 1 этажом и подвалом (внеквартирные коридоры и лестничная клетка).

|                                                                              |        |                                                            |                      |             |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Исходные данные.                                                          |        |                                                            |                      |             |                                                       |
| Место строительства                                                          |        |                                                            | г. Кемерово          |             |                                                       |
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты    |        |                                                            | 5                    |             |                                                       |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °C |        |                                                            | 16                   |             |                                                       |
| Влажность внутреннего воздуха, % при $t_v$                                   |        |                                                            | 50                   |             |                                                       |
| Влажностный режим помещений здания                                           |        |                                                            | Сухой                |             |                                                       |
| Зона влажности района строительства                                          |        |                                                            | Сухой                |             |                                                       |
| Условия эксплуатации ограждающих конструкций                                 |        |                                                            | А                    |             |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от наружной                                      |        | $\alpha_{н}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 6                    |             |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от внутренней                                    |        | $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ | 8,7                  |             |                                                       |
| Состав конструкции                                                           | Номер  | Материал                                                   | $\delta_i, \text{м}$ | $y_s^{y.э}$ | $\lambda_i, \text{Вт}/\text{м} \times ^\circ\text{C}$ |
|                                                                              | 1 слой | Железобетон                                                | 0,160                | 1           | 1,92                                                  |
|                                                                              | 2 слой | Технофас                                                   | 0,050                | 1           | 0,041                                                 |
|                                                                              | 3 слой | Штукатурка или стяжка                                      | 0,035                | 1           | 0,76                                                  |
| Расчетные данные.                                                            |        |                                                            |                      |             |                                                       |
| Термическое сопротивление однородной части фрагмента                         |        | $R_k, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$          | 1,35                 |             |                                                       |
| Условное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции                 |        | $R^{усл}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$    | 1,63                 |             |                                                       |
| Тепловой поток однородной части фрагмента                                    |        | $q^{усл}_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                          | 6,75                 |             |                                                       |
| Удельный тепловой поток                                                      |        | $U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$          | 0,61                 |             |                                                       |
| Коэффициент однородности                                                     |        | $\gamma$                                                   | 0,80                 |             |                                                       |
| Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции              |        | $R^{пр}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$     | 1,30                 |             |                                                       |
| Тепловой поток                                                               |        | $q_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                                | 8,43                 |             |                                                       |

Перекрытие между теплым чердаком и последним этажом.

|                                                                              |   |                                        |                          |                |                       |
|------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|
| 1. Исходные данные.                                                          |   |                                        |                          |                |                       |
| Место строительства                                                          |   |                                        | г. Кемерово              |                |                       |
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты    |   |                                        | 17                       |                |                       |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °C |   |                                        | 21                       |                |                       |
| Влажность внутреннего воздуха, % при $t_{в}$                                 |   |                                        | 50                       |                |                       |
| Влажностный режим помещений здания                                           |   |                                        | Сухой                    |                |                       |
| Зона влажности района строительства                                          |   |                                        | Сухой                    |                |                       |
| Условия эксплуатации ограждающих конструкций                                 |   |                                        | А                        |                |                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от наружной                                      |   | $\alpha_n$ , Вт/(м <sup>2</sup> ×°C)   | 6,0                      |                |                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от внутренней                                    |   | $\alpha_{в}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ×°C) | 8,7                      |                |                       |
|                                                                              | 0 | Номер                                  | Материал                 | $\delta_i$ , м | $\lambda_i$ , Вт/м×°C |
| Состав конструкции                                                           | 1 | слой                                   | Железобетон              | 0,160          | 1,00                  |
|                                                                              | 2 | слой                                   | Штукатурка или           | 0,050          | 1,00                  |
|                                                                              | 3 | слой                                   | Плиты из пенополистирола | 0,050          | 0,90                  |
| Расчетные данные.                                                            |   |                                        |                          |                |                       |
| Термическое сопротивление однородной части фрагмента                         |   | $R_k$ , м <sup>2</sup> ×°C/Вт          |                          | 1,27           |                       |
| Условное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции                 |   | $R_{усл_0}$ , м <sup>2</sup> ×°C/Вт    |                          | <b>1,56</b>    |                       |
| Тепловой поток однородной части фрагмента                                    |   | $q^{усл}_0$ , Вт/м <sup>2</sup>        |                          | 2,57           |                       |
| Удельный тепловой поток                                                      |   | $U$ , Вт/(м <sup>2</sup> ×°C)          |                          | <b>0,643</b>   |                       |
| Коэффициент однородности                                                     |   | $\gamma$                               |                          | <b>0,80</b>    |                       |
| Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции              |   | $R^{пр}_0$ , м <sup>2</sup> ×°C/Вт     |                          | <b>1,24</b>    |                       |
| Тепловой поток                                                               |   | $q_0$ , Вт/м <sup>2</sup>              |                          | 3,21           |                       |

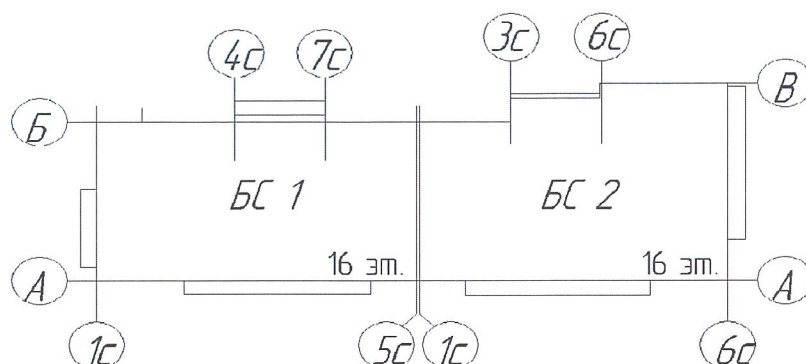
## Покрытие (лестничная клетка).

| Ограждающая конструкция                                                      |        | Покрытие (лестничная клетка)                            |                                                            |                  |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.Исходные данные.                                                           |        |                                                         |                                                            |                  |                                                       |
| Место строительства                                                          |        |                                                         |                                                            | г.Кемерово       |                                                       |
| 1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты    |        |                                                         |                                                            | -39              |                                                       |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °С |        |                                                         |                                                            | 21               |                                                       |
| Влажность внутреннего воздуха, % при t <sub>в</sub>                          |        |                                                         |                                                            | 50               |                                                       |
| Влажностный режим помещений здания                                           |        |                                                         |                                                            | Сухой            |                                                       |
| Зона влажности района строительства                                          |        |                                                         |                                                            | Сухой            |                                                       |
| Условия эксплуатации ограждающих конструкций                                 |        |                                                         |                                                            | А                |                                                       |
| Коэффициент тепловой отдачи от наружной                                      |        |                                                         | $\alpha_{н}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ |                  | 23                                                    |
| Коэффициент тепловой отдачи от внутренней                                    |        |                                                         | $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ |                  | 8,7                                                   |
| Состав конструкции                                                           | Номер  | Материал                                                | $\delta_i, \text{м}$                                       | $\gamma_s^{y.z}$ | $\lambda_i, \text{Вт}/\text{м} \times ^\circ\text{C}$ |
|                                                                              | 1 слой | Железобетон                                             | 0,160                                                      | 1                | 1,92                                                  |
|                                                                              | 2 слой | Штукатурка или стяжка                                   | 0,050                                                      | 1                | 0,76                                                  |
|                                                                              | 3 слой | ППС 17-Р-А                                              | 0,240                                                      | 1                | 0,043                                                 |
| Расчетные данные.                                                            |        |                                                         |                                                            |                  |                                                       |
| Термическое сопротивление однородной части фрагмента                         |        | $R_k, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$       |                                                            |                  | 5,73                                                  |
| Условное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции                 |        | $R^{ysl}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ |                                                            |                  | 5,89                                                  |
| Тепловой поток однородной части фрагмента                                    |        | $q^{ysl}_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                       |                                                            |                  | 10,19                                                 |
| Удельный тепловой поток                                                      |        | $U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$       |                                                            |                  | 0,17                                                  |
| Коэффициент однородности                                                     |        | r                                                       |                                                            |                  | 0,80                                                  |
| Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции              |        | $R^{np}_0, \text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  |                                                            |                  | 4,71                                                  |
| Тепловой поток                                                               |        | $q_0, \text{Вт}/\text{м}^2$                             |                                                            |                  | 12,74                                                 |



## 5.2 ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ СТЕН.

Схема здания



Согласно п.5.4 выполним расчет для каждого фасада здания. Фасады 9с-1с и 8с-1с делятся на две части стеной лестничной клетки. Поэтому эти части фасадов посчитаны отдельно.

Приведенное сопротивление теплопередачи фрагмента теплозащитной оболочки здания определяется по формуле:

$$R_o^{пр} = 1 / ( 1 / R_o^{учл} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k )$$

Предварительно рассчитанные значения неоднородностей указываем в таблице 5.2.1

Рассчитываем удельные геометрические характеристики неоднородностей и заносим в таблицу 5.2.2.



Таблица 5.2.1 Теплотехнические неоднородностей наружной стены здания.

| Элемент конструкции | Описание                                                           | Удельные потери теплоты |        |                           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|---------------------------|
| Плоский элемент 1   | Стена ж/б с утепл ППС 16Ф с штукатуркой                            | $U_1 =$                 | 0,256  | $Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$ |
| Плоский элемент 2   | Стена ж/б с утепл технофас с штукатуркой                           | $U_2 =$                 | 0,256  | $Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$ |
| Линейный элемент 1  | Внешний угол                                                       | $\Psi_1 =$              | 0,076  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 2  | Внутренний угол                                                    | $\Psi_2 =$              | -0,158 | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 3  | Оконный откос                                                      | $\Psi_3 =$              | 0,031  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 4  | Внешний полуугол                                                   | $\Psi_4 =$              | 0,038  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 5  | Внутренний полуугол                                                | $\Psi_5 =$              | -0,079 | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 6  | Узел примыкания наружной стены к цокольной стене                   | $\Psi_6 =$              | 0,095  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 7  | Узел примыкания наружной стены к чердачной стене                   | $\Psi_7 =$              | 0,011  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 8  | Узел примыкания наружной стены к цокольной стене во входной группе | $\Psi_8 =$              | -0,080 | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 9  | Внешний угол + примыкание стенки лоджии                            | $\Psi_9 =$              | 0,383  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 10 | Примыкание стенки лоджии с одной стороны                           | $\Psi_{10} =$           | 0,345  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 11 | Примыкание стенки лоджии с двух сторон                             | $\Psi_{11} =$           | 0,428  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 12 | Внешний угол + примыкание стенки лоджии примыкающая стена (часть)  | $\Psi_{12} =$           | 0,100  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 13 | Внешний угол + примыкание стенки лоджии боковая стена (часть)      | $\Psi_{13} =$           | 0,061  | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 14 | Внутренний угол + стенка лоджии параллельная стена (ЛТУ)           | $\Psi_{14} =$           | -0,188 | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |
| Линейный элемент 15 | Внутренний угол + стенка лоджии параллельная стена (жил)           | $\Psi_{15} =$           | -0,258 | $Bm/(m \cdot ^\circ C)$   |

Лестничная клетка секция 1

Таблица 5.2.2 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен лестничной клетки секции 1

| Элемент конструкции | $A_{\text{ст}}, \text{м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |       |                         |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|-------|-------------------------|
| Плоский элемент 2   | 310,99                      | $A_2 =$                   | 310,99 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 2  | 310,99                      | $L_2 =$                   | 3,71   | $\text{м}$   | $l_2 =$                            | 0,012 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 3  | 310,99                      | $L_3 =$                   | 295,38 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 0,950 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 5  | 310,99                      | $L_5 =$                   | 103,07 | $\text{м}$   | $l_5 =$                            | 0,331 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 7  | 310,99                      | $L_7 =$                   | 7,64   | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,025 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 9  | 310,99                      | $L_8 =$                   | 106,78 | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,343 | $\text{м}/\text{м}^2$   |

Таблица 5.2.3 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен ЛК секции 1

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |        |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |         |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}_2$ | $U_2 =$                 | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,2564  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 65,84%                                       |
| Линейный элемент 2  | $l_2 =$                            | 0,012 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_2 =$              | -0,158 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_2 l_2 =$                                  | -0,0019 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -0,48%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,950 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0294  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 7,56%                                        |
| Линейный элемент 5  | $l_5 =$                            | 0,331 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_5 =$              | -0,079 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_5 l_5 =$                                  | -0,0262 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -6,72%                                       |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,025 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,07%                                        |
| Линейный элемент 9  | $l_9 =$                            | 0,343 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_9 =$              | 0,383  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_9 l_9 =$                                  | 0,1314  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 33,74%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,3894  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,57    | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $r =$                                           | 0,658   |                                               |                                              |

Лестничная клетка секция 2

Таблица 5.2.4 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стенах лестничной клетки секции 2

| Элемент конструкции | $A_{\text{луст}} \text{ м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |       |                         |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|-------|-------------------------|
| Плоский элемент 2   | 310,99                        | $A_2 =$                   | 310,99 | $\text{м}^2$ | $a_2 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 2  | 310,99                        | $L_2 =$                   | 3,71   | $\text{м}$   | $l_2 =$                            | 0,012 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 3  | 310,99                        | $L_3 =$                   | 295,38 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 0,950 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 5  | 310,99                        | $L_5 =$                   | 49,68  | $\text{м}$   | $l_5 =$                            | 0,160 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 7  | 310,99                        | $L_7 =$                   | 7,64   | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,025 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 9  | 310,99                        | $L_8 =$                   | 106,78 | $\text{м}$   | $l_9 =$                            | 0,343 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 14 | 310,99                        | $L_{14} =$                | 53,4   | $\text{м}$   | $l_{14} =$                         | 0,172 | $\text{м}/\text{м}^2$   |

Таблица 5.2.5 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен ЛК секции 2

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |        |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |         |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,2564  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 69,16%                                       |
| Линейный элемент 2  | $l_2 =$                            | 0,012 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_2 =$              | -0,158 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_2 l_2 =$                                  | -0,0019 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -0,51%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,950 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0294  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 7,94%                                        |
| Линейный элемент 5  | $l_5 =$                            | 0,160 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_5 =$              | -0,079 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_5 l_5 =$                                  | -0,0126 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -3,40%                                       |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,025 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,07%                                        |
| Линейный элемент 9  | $l_9 =$                            | 0,343 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_9 =$              | 0,383  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_9 l_9 =$                                  | 0,1314  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 35,44%                                       |
| Линейный элемент 14 | $l_{14} =$                         | 0,172 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{14} =$           | -0,188 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{14} l_{14} =$                            | -0,0322 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -8,70%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,3707  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 109%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,70    | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $r =$                                           | 0,692   |                                               |                                              |



Фрагмент в осях 4с-1с секция 1

Таблица 5.2.6 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях 4с-1с секция 1

| Элемент конструкции | $A_{\text{луст}} \text{ м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |       |                         |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|-------|-------------------------|
| Плоский элемент 1   | 349,99                        | $A_1 =$                   | 153,79 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 0,439 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Плоский элемент 2   | 349,99                        | $A_2 =$                   | 196,21 | $\text{м}^2$ | $a_2 =$                            | 0,561 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 349,99                        | $L_3 =$                   | 222,7  | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 0,636 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 4  | 349,99                        | $L_4 =$                   | 47,8   | $\text{м}$   | $l_4 =$                            | 0,136 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 6  | 349,99                        | $L_6 =$                   | 9,9    | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,028 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 7  | 349,99                        | $L_7 =$                   | 6,6    | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,019 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 10 | 349,99                        | $L_{10} =$                | 47,8   | $\text{м}$   | $l_{10} =$                         | 0,136 | $\text{м}/\text{м}^2$   |

Таблица 5.2.7 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях 4с-1с секция 1

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |       |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |       |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 0,439 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,113 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 34,01%                                       |
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 0,561 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $U_2 a_2 =$                                     | 0,144 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 43,39%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,636 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,020 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 5,95%                                        |
| Линейный элемент 4  | $l_4 =$                            | 0,136 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_4 =$              | 0,038 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_4 l_4 =$                                  | 0,005 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 1,57%                                        |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,028 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,003 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,81%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,019 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,000 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,06%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,136 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,345 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,047 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 14,21%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,331 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $R^{np} =$                                      | 3,02  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $r =$                                           | 0,774 |                                               |                                              |



Фрагмент в осях Дс-Ас секция 1

Таблица 5.2.8 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях Дс-Ас секции 1

| Элемент конструкции | $A_{\text{луст}} \text{ м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |        |                         |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|--------|-------------------------|
| Плоский элемент 1   | 515,84                        | $A_1 =$                   | 256,07 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 0,4964 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Плоский элемент 2   | 515,84                        | $A_2 =$                   | 259,77 | $\text{м}^2$ | $a_2 =$                            | 0,5036 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 515,84                        | $L_3 =$                   | 247,04 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 0,4789 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 4  | 515,84                        | $L_4 =$                   | 95,52  | $\text{м}$   | $l_4 =$                            | 0,1852 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 6  | 515,84                        | $L_6 =$                   | 13,24  | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,0257 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 7  | 515,84                        | $L_7 =$                   | 13,24  | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,0257 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 10 | 515,84                        | $L_{10} =$                | 95,52  | $\text{м}$   | $l_{10} =$                         | 0,1852 | $\text{м}/\text{м}^2$   |

Таблица 5.2.9 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях Дс-Ас секции 1

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |       |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |        |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 0,496 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,1273 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 36,90%                                       |
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 0,504 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,1291 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 37,44%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,479 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0148 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 4,30%                                        |
| Линейный элемент 4  | $l_4 =$                            | 0,185 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_4 =$              | 0,038 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $\Psi_4 l_4 =$                                  | 0,0070 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 2,04%                                        |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,026 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0024 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,71%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,026 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,08%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,185 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,345 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,0639 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 18,52%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,345  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,90   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $r =$                                           | 0,743  |                                               |                                              |

Фрагмент в осях 1с-9с секция 1

Таблица 5.2.10 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях 1с-9с секция 1

| Элемент конструкции | $A_{\text{ст}}^{\text{лу}}, \text{м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |        |                         |
|---------------------|-----------------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|--------|-------------------------|
| Плоский элемент 1   | 749,80                                  | $A_1 =$                   | 352,38 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 0,4700 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Плоский элемент 2   | 749,80                                  | $A_2 =$                   | 397,42 | $\text{м}$   | $a_1 =$                            | 0,5300 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 3  | 749,80                                  | $L_3 =$                   | 696,32 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 0,9287 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 6  | 749,80                                  | $L_6 =$                   | 23,14  | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,0309 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 7  | 749,80                                  | $L_7 =$                   | 23,14  | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,0309 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 10 | 749,80                                  | $L_{10} =$                | 95,52  | $\text{м}$   | $l_{10} =$                         | 0,1274 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 11 | 749,80                                  | $L_{11} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{11} =$                         | 0,0637 | $\text{м}/\text{м}^2$   |

Таблица 5.2.11 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях 1с-9с секция 1

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |       |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |        |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 0,470 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,1205 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 38,58%                                       |
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 0,530 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,1359 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 43,52%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,929 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0288 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 9,22%                                        |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,031 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0029 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,94%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,031 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,11%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,031 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,345 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,0106 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 3,41%                                        |
| Линейный элемент 11 | $l_{11} =$                         | 0,031 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{11} =$           | 0,428 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{11} l_{11} =$                            | 0,0132 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 4,23%                                        |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,312  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $R^{np} =$                                      | 3,20   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $r =$                                           | 0,821  |                                               |                                              |

Фрагмент в осях 9с-7с секция 1

Таблица 5.2.12 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях 9с-7с секции 1

| Элемент конструкции | $A_{\text{луст}} \text{ м}^2$ | Геометрический показатель |        |   | Удельный геометрический показатель |        |                         |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|---|------------------------------------|--------|-------------------------|
| Плоский элемент 2   | 202,53                        | $A_2 =$                   | 202,53 | м | $a_2 =$                            | 1,0000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 202,53                        | $L_3 =$                   | 222,72 | м | $l_3 =$                            | 1,0997 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 5  | 202,53                        | $L_5 =$                   | 47,76  | м | $l_5 =$                            | 0,2358 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 6  | 202,53                        | $L_6 =$                   | 6,80   | м | $l_6 =$                            | 0,0336 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 7  | 202,53                        | $L_7 =$                   | 6,80   | м | $l_7 =$                            | 0,0336 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 10 | 202,53                        | $L_{10} =$                | 47,76  | м | $l_{10} =$                         | 0,2358 | $\text{м}/\text{м}^2$   |

Таблица 5.2.13 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях 9с-7с секция 1

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |        |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |         |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,2564  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 71,87%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 1,100 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0341  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 9,56%                                        |
| Линейный элемент 5  | $l_5 =$                            | 0,236 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_5 =$              | -0,079 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_5 l_5 =$                                  | -0,0186 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -5,22%                                       |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,034 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0032  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,89%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,034 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0004  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,10%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,236 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,345  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,0814  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 22,80%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $I/R^{np} =$                                    | 0,357   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,80    | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $r =$                                           | 0,719   |                                               |                                              |



Фрагмент в осях 3с-1с секция 2

Таблица 5.2.14 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях 3с-1с секция 2

| Элемент конструкции | $A_{\text{луст}} \text{ м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |        |                       |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|--------|-----------------------|
| Плоский элемент 2   | 206,35                        | $A_2 =$                   | 206,35 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 1,0000 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 206,35                        | $L_3 =$                   | 222,72 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 1,0793 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 5  | 206,35                        | $L_5 =$                   | 47,76  | $\text{м}$   | $l_5 =$                            | 0,2315 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 6  | 206,35                        | $L_6 =$                   | 3,20   | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,0155 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 7  | 206,35                        | $L_7 =$                   | 6,80   | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,0330 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 10 | 206,35                        | $L_{10} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{10} =$                         | 0,2315 | $\text{м}/\text{м}^2$ |

Таблица 5.2.15 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях 3с-1с секция 2

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |        |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |         |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,2564  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 72,58%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 1,079 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,033  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0335  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 9,47%                                        |
| Линейный элемент 5  | $l_5 =$                            | 0,231 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_5 =$              | -0,018 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_5 l_5 =$                                  | -0,0183 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -5,18%                                       |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,016 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,001  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0015  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,42%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,033 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,000  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0004  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,10%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,231 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,080  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,0799  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 22,60%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,353   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,83    | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $r =$                                           | 0,726   |                                               |                                              |



Фрагмент в осях Ас-Ис секция 2

Таблица 5.2.16 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях Ас-Ис секция 2

| Элемент конструкции | $A_{\text{луст}}, \text{м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |        |                         |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|--------|-------------------------|
| Плоский элемент 1   | 547,39                        | $A_1 =$                   | 153,79 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 0,2809 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Плоский элемент 2   | 547,39                        | $A_2 =$                   | 393,60 | $\text{м}^2$ | $a_2 =$                            | 0,7191 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 547,39                        | $L_4 =$                   | 445,44 | $\text{м}$   | $l_4 =$                            | 0,8138 | $\text{м}/\text{м}^2$   |
| Линейный элемент 4  | 547,39                        | $L_6 =$                   | 47,76  | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,0873 | $\text{м}/\text{м}^3$   |
| Линейный элемент 6  | 547,39                        | $L_6 =$                   | 16,34  | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,0299 | $\text{м}/\text{м}^4$   |
| Линейный элемент 7  | 547,39                        | $L_7 =$                   | 16,34  | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,0299 | $\text{м}/\text{м}^5$   |
| Линейный элемент 9  | 547,39                        | $L_9 =$                   | 47,76  | $\text{м}$   | $l_9 =$                            | 0,0873 | $\text{м}/\text{м}^6$   |
| Линейный элемент 10 | 547,39                        | $L_{10} =$                | 95,52  | $\text{м}$   | $l_{10} =$                         | 0,1745 | $\text{м}/\text{м}^7$   |
| Линейный элемент 11 | 547,39                        | $L_{11} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{11} =$                         | 0,0873 | $\text{м}/\text{м}^8$   |
| Линейный элемент 13 | 547,39                        | $L_{13} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{13} =$                         | 0,0873 | $\text{м}/\text{м}^9$   |

Таблица 5.2.17 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях Ас-Ис секции 2

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |       |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |        |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 0,281 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,0720 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 16,97%                                       |
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 0,719 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,1844 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 43,45%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,814 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0252 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 5,94%                                        |
| Линейный элемент 4  | $l_4 =$                            | 0,087 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_4 =$              | 0,038 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_4 l_4 =$                                  | 0,0033 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,78%                                        |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,030 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0028 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,67%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,030 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,08%                                        |
| Линейный элемент 9  | $l_9 =$                            | 0,087 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_9 =$              | 0,383 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_9 l_9 =$                                  | 0,0334 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 7,87%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,175 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,345 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,0602 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 14,19%                                       |
| Линейный элемент 11 | $l_{11} =$                         | 0,087 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{11} =$           | 0,428 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{11} l_{11} =$                            | 0,0373 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 8,79%                                        |
| Линейный элемент 13 | $l_{13} =$                         | 0,087 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{13} =$           | 0,061 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{13} l_{13} =$                            | 0,0053 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 1,26%                                        |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,424  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,36   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $r =$                                           | 0,604  |                                               |                                              |

Фрагмент в осях 1с-8с секция 2

Таблица 5.2.18 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях 1с-8с секция 2

| Элемент конструкции | $A_{\text{лу ст}}, \text{м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |        |                       |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|--------|-----------------------|
| Плоский элемент 1   | 684,61                         | $A_1 =$                   | 294,83 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 0,4307 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Плоский элемент 2   | 684,61                         | $A_2 =$                   | 389,78 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 0,5693 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 684,61                         | $L_3 =$                   | 696,32 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 1,0171 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 6  | 684,61                         | $L_6 =$                   | 21,77  | $\text{м}$   | $l_6 =$                            | 0,0318 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 7  | 684,61                         | $L_7 =$                   | 21,77  | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,0318 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 10 | 684,61                         | $L_{10} =$                | 95,52  | $\text{м}$   | $l_{10} =$                         | 0,1395 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 11 | 684,61                         | $L_{11} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{11} =$                         | 0,0698 | $\text{м}/\text{м}^2$ |

Таблица 5.2.19 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях 1с-8с секция 2

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |       |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |        |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 0,431 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,1104 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 32,53%                                       |
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 0,569 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_2 =$                 | 0,256 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_2 a_2 =$                                     | 0,1460 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 43,01%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 1,017 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0315 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 9,29%                                        |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,032 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0030 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,89%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,032 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,10%                                        |
| Линейный элемент 10 | $l_{10} =$                         | 0,140 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{10} =$           | 0,345 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{10} l_{10} =$                            | 0,0481 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 14,18%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,339  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,95   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |       |                                               | $r =$                                           | 0,755  |                                               |                                              |

Фрагмент в осях 8с-6с секция 2

Таблица 5.2.20 Геометрические характеристики неоднородностей в рамках стен в осях 8с-6с секция 2

| Элемент конструкции | $A_{\text{ст}}^{\text{лу}}, \text{м}^2$ | Геометрический показатель |        |              | Удельный геометрический показатель |         |                       |
|---------------------|-----------------------------------------|---------------------------|--------|--------------|------------------------------------|---------|-----------------------|
| Плоский элемент 1   | 466,21                                  | $A_1 =$                   | 466,21 | $\text{м}^2$ | $a_1 =$                            | 1,0000  | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 1  | 466,21                                  | $L_1 =$                   | 47,76  | $\text{м}$   | $l_1 =$                            | 0,10244 | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 3  | 466,21                                  | $L_3 =$                   | 125,44 | $\text{м}$   | $l_3 =$                            | 0,2691  | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 5  | 466,21                                  | $L_5 =$                   | 47,76  | $\text{м}$   | $l_5 =$                            | 0,1024  | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 7  | 466,21                                  | $L_7 =$                   | 11,04  | $\text{м}$   | $l_7 =$                            | 0,0237  | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 13 | 466,21                                  | $L_{10} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{13} =$                         | 0,1024  | $\text{м}/\text{м}^2$ |
| Линейный элемент 15 | 466,21                                  | $L_{15} =$                | 47,76  | $\text{м}$   | $l_{15} =$                         | 0,1024  | $\text{м}/\text{м}^2$ |

Таблица 5.2.21 Расчет приведенного сопротивления в рамках стен в осях 8с-6с секция 2

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |        |                         | Удельные потери теплоты |        |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |        |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 1,0000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 104,87%                                      |
| Линейный элемент 1  | $l_1 =$                            | 0,1024 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_1 =$              | 0,076  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_1 l_1 =$                                  | 0,008  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 3,18%                                        |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,2691 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,008  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 3,41%                                        |
| Линейный элемент 5  | $l_5 =$                            | 0,1024 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_5 =$              | -0,079 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_5 l_5 =$                                  | -0,008 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -3,31%                                       |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,0237 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,000  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,11%                                        |
| Линейный элемент 13 | $l_{13} =$                         | 0,1024 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{13} =$           | 0,061  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{13} l_{13} =$                            | 0,006  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 2,57%                                        |
| Линейный элемент 15 | $l_{15} =$                         | 0,1024 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{15} =$           | -0,258 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{15} l_{15} =$                            | -0,026 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -10,83%                                      |
| Итого               |                                    |        |                         |                         |        |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,244  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |        |                         |                         |        |                                               | $R^{np} =$                                      | 4,09   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |        |                         |                         |        |                                               | $r =$                                           | 1,049  |                                               |                                              |



Таблица 5.2.22 Итоговая таблица

| Ограждения       | $\Sigma A_i$ | $R_0^{усл}$ | $\Sigma a_i U_i$ | $\Sigma l_j \Psi_j$ | $\Sigma n_k \chi_k$ | $1/R^{п}$ | $R^{п}$ | $\Sigma a_i U_i, \%$ | $\Sigma l_j \Psi_j, \%$ | $\Sigma n_k \chi_k, \%$ | $r$   |
|------------------|--------------|-------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| стен ЛУ секц1    | 310,99       | 3,54        | 0,256            | 0,133               | 0,00                | 0,39      | 2,57    | 65,84%               | 34,16%                  | 0,00                    | 0,66  |
| стен ЛУ секц2    | 310,99       | 3,54        | 0,256            | 0,114               | 0,00                | 0,37      | 2,70    | 69,16%               | 30,84%                  | 0,00                    | 0,66  |
| стен 4с-1с секц1 | 349,99       | 3,54        | 0,256            | 0,075               | 0,00                | 0,33      | 3,02    | 77,39%               | 22,61%                  | 0,00                    | 0,77  |
| стен Дс-Ас секц1 | 515,84       | 3,54        | 0,256            | 0,088               | 0,00                | 0,34      | 2,90    | 74,34%               | 25,66%                  | 0,00                    | 0,74  |
| стен 1с-9с секц1 | 749,80       | 3,54        | 0,256            | 0,056               | 0,00                | 0,31      | 3,20    | 82,10%               | 17,90%                  | 0,00                    | 0,82  |
| стен 9с-7с секц1 | 202,53       | 3,54        | 0,256            | 0,100               | 0,00                | 0,36      | 2,80    | 71,87%               | 28,13%                  | 0,00                    | 0,72  |
| стен 3с-1с секц2 | 206,35       | 3,54        | 0,256            | 0,097               | 0,00                | 0,35      | 2,83    | 72,58%               | 27,42%                  | 0,00                    | 0,73  |
| стен Ас-Ис секц2 | 547,39       | 3,54        | 0,256            | 0,168               | 0,00                | 0,42      | 2,36    | 60,42%               | 39,58%                  | 0,00                    | 0,60  |
| стен 1с-8с секц2 | 684,61       | 3,54        | 0,256            | 0,083               | 0,00                | 0,34      | 2,95    | 75,54%               | 24,46%                  | 0,00                    | 0,76  |
| стен 8с-6с секц2 | 466,21       | 3,54        | 0,256            | 0,015               | 0,00                | 0,24      | 4,09    | 104,87%              | 5,96%                   | 0,00                    | 1,05  |
| Все здание       | 4344,71      |             |                  |                     |                     |           | 2,92    |                      |                         |                         | 0,824 |

**Вывод:** согласно проведенному проверочному расчету средняя расчетная однородность наружной стены ниже принятой по ГОСТу. Исходя из этого выполним дополнительный расчет отдельно определив приведенное сопротивление теплопередачи стены1 и стены2 с помощью расчета температурных полей.



## 5.3 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ СТЕН.

Дополнительно добавим две однородности.

Таблица 5.3.1 Теплотехнические неоднородностей наружной стены здания.

| Элемент конструкции | Описание                                                                             | Удельные потери теплоты |       |           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|-----------|
| Линейный элемент 16 | Примыкание стенки лоджии крепление с одной стороны (со стороны крепления)            | $\Psi_{16} =$           | 0,204 | Вт/(м·°C) |
| Линейный элемент 17 | Примыкание стенки лоджии крепление с одной стороны (со стороны отсутствия крепления) | $\Psi_{17} =$           | 0,141 | Вт/(м·°C) |

Рассчитываем удельные геометрические характеристики неоднородностей и заносим в таблицу 5.3.2.

Таблица 5.3.2 Геометрические характеристики неоднородностей в наружных стенах

| Элемент конструкции | $A_{\text{ст}}^{\text{л}}, \text{м}^2$ | Геометрический показатель |         |   | Удельный геометрический показатель |        |                  | Тип стены |
|---------------------|----------------------------------------|---------------------------|---------|---|------------------------------------|--------|------------------|-----------|
| Плоский элемент 1   | 1505,69                                | $L_1 =$                   | 1505,69 | м | $l_1 =$                            | 1,0000 | м/м <sup>2</sup> | Стена 1   |
| Плоский элемент 2   | 2435,43                                | $L_2 =$                   | 2435,43 | м | $l_2 =$                            | 1,0000 | м/м <sup>2</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 1  | 1505,69                                | $L_3 =$                   | 238,80  | м | $l_3 =$                            | 0,1586 | м/м <sup>2</sup> | Стена 1   |
| Линейный элемент 2  | 1505,69                                | $L_3 =$                   | 0,00    | м | $l_3 =$                            | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | Стена 1   |
| Линейный элемент 3  | 1505,69                                | $L_4 =$                   | 752,64  | м | $l_4 =$                            | 0,4999 | м/м <sup>2</sup> | Стена 1   |
| Линейный элемент 3  | 2435,43                                | $L_4 =$                   | 1844,80 | м | $l_4 =$                            | 0,7575 | м/м <sup>2</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 4  | 1505,69                                | $L_5 =$                   | 0,00    | м | $l_5 =$                            | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | -         |
| Линейный элемент 4  | 2435,43                                | $L_6 =$                   | 0,00    | м | $l_6 =$                            | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | -         |
| Линейный элемент 5  | 2435,43                                | $L_6 =$                   | 137,28  | м | $l_6 =$                            | 0,0564 | м/м <sup>2</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 6  | 1505,69                                | $L_7 =$                   | 44,87   | м | $l_7 =$                            | 0,0298 | м/м <sup>2</sup> | Стена 1   |
| Линейный элемент 6  | 2435,43                                | $L_7 =$                   | 63,08   | м | $l_7 =$                            | 0,0259 | м/м <sup>2</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 9  | 3941,13                                | $L_{11} =$                | 0,00    | м | $l_{11} =$                         | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | -         |
| Линейный элемент 10 | 3941,13                                | $L_{12} =$                | 0,00    | м | $l_{12} =$                         | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | -         |
| Линейный элемент 11 | 2435,43                                | $L_{13} =$                | 143,28  | м | $l_{13} =$                         | 0,0588 | м/м <sup>2</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 12 | 2435,43                                | $L_{13} =$                | 47,76   | м | $l_{13} =$                         | 0,0196 | м/м <sup>2</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 13 | 1505,69                                | $L_{14} =$                | 0,00    | м | $l_{14} =$                         | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | -         |
| Линейный элемент 14 | 2435,43                                | $L_{15} =$                | 0,00    | м | $l_{15} =$                         | 0,0000 | м/м <sup>2</sup> | -         |
| Линейный элемент 15 | 1505,69                                | $L_{15} =$                | 47,76   | м | $l_{15} =$                         | 0,0317 | м/м <sup>3</sup> | Стена 1   |
| Линейный элемент 16 | 2435,43                                | $L_{15} =$                | 382,08  | м | $l_{15} =$                         | 0,1569 | м/м <sup>4</sup> | Стена 2   |
| Линейный элемент 17 | 1505,69                                | $L_{15} =$                | 382,08  | м | $l_{15} =$                         | 0,2538 | м/м <sup>5</sup> | Стена 1   |

Расчет приведенного сопротивления представлен в таблице 5.3.3

Таблица 5.3.3 Расчет приведенного сопротивления Стена 1

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                         | Удельные потери теплоты |        |                                               | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |         |                                               | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 1   | $a_1 =$                            | 1,000 | $\text{м}^2/\text{м}^2$ | $U_1 =$                 | 0,256  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $U_1 a_1 =$                                     | 0,2564  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 73,96%                                       |
| Линейный элемент 1  | $l_1 =$                            | 0,159 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_1 =$              | 0,076  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_1 l_1 =$                                  | 0,0121  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 3,48%                                        |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,500 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_3 =$              | 0,031  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0155  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 4,47%                                        |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,030 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_6 =$              | 0,095  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0028  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,82%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,030 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_7 =$              | 0,011  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,09%                                        |
| Линейный элемент 15 | $l_{15} =$                         | 0,032 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{15} =$           | -0,258 | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{15} l_{15} =$                            | -0,0082 | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | -2,36%                                       |
| Линейный элемент 16 | $l_{16} =$                         | 0,157 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{16} =$           | 0,204  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{16} l_{16} =$                            | 0,0320  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 9,23%                                        |
| Линейный элемент 17 | $l_{17} =$                         | 0,254 | $\text{м}/\text{м}^2$   | $\Psi_{17} =$           | 0,141  | $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$   | $\Psi_{17} l_{17} =$                            | 0,0357  | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 10,31%                                       |
| Итого               |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $1/R^{np} =$                                    | 0,347   | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $R^{np} =$                                      | 2,88    | $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |                                              |
|                     |                                    |       |                         |                         |        |                                               | $r =$                                           | 0,740   |                                               |                                              |

Расчет приведенного сопротивления представлен в таблице 5.3.4

Таблица 5.3.4 Расчет приведенного сопротивления Стена2

| Элемент конструкции | Удельный геометрический показатель |       |                                | Удельные потери теплоты |        |                         | Удельный поток теплоты, обусловленный элементом |         |                         | Доля общего потока теплоты через фрагмент, % |
|---------------------|------------------------------------|-------|--------------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|-------------------------------------------------|---------|-------------------------|----------------------------------------------|
| Плоский элемент 2   | $a_2 =$                            | 1,000 | м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> | $U_2 =$                 | 0,256  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | $U_2 a_2 =$                                     | 0,2564  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 76,01%                                       |
| Линейный элемент 3  | $l_3 =$                            | 0,757 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_3 =$              | 0,031  | Вт/(м·°C)               | $\Psi_3 l_3 =$                                  | 0,0235  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 6,96%                                        |
| Линейный элемент 5  | $l_5 =$                            | 0,056 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_5 =$              | -0,079 | Вт/(м·°C)               | $\Psi_5 l_5 =$                                  | -0,0045 | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | -1,32%                                       |
| Линейный элемент 6  | $l_6 =$                            | 0,026 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_6 =$              | 0,095  | Вт/(м·°C)               | $\Psi_6 l_6 =$                                  | 0,0025  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 0,73%                                        |
| Линейный элемент 7  | $l_7 =$                            | 0,029 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_7 =$              | 0,011  | Вт/(м·°C)               | $\Psi_7 l_7 =$                                  | 0,0003  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 0,09%                                        |
| Линейный элемент 11 | $l_{11} =$                         | 0,059 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_{11} =$           | 0,428  | Вт/(м·°C)               | $\Psi_{11} l_{11} =$                            | 0,0252  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 7,46%                                        |
| Линейный элемент 12 | $l_{12} =$                         | 0,020 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_{12} =$           | 0,100  | Вт/(м·°C)               | $\Psi_{12} l_{12} =$                            | 0,0020  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 0,58%                                        |
| Линейный элемент 16 | $l_{16} =$                         | 0,157 | м/м <sup>2</sup>               | $\Psi_{16} =$           | 0,204  | Вт/(м·°C)               | $\Psi_{16} l_{16} =$                            | 0,0320  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 9,49%                                        |
| Итого               |                                    |       |                                |                         |        |                         | $1/R^{np} =$                                    | 0,337   | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 100%                                         |
|                     |                                    |       |                                |                         |        |                         | $R^{np} =$                                      | 2,96    | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) |                                              |
|                     |                                    |       |                                |                         |        |                         | $r =$                                           | 0,760   |                         |                                              |