

**ООО "Проектно Строительная Мастерская "ПРОСТО"**

Свидетельство № СРО-П-104-24122009-047

**Заказчик:** Краевое государственное казенное учреждение "Управление капитального строительства"

**«Полигон твердых коммунальных отходов в с. Ермаковское Ермаковского района»**

Экз\_\_

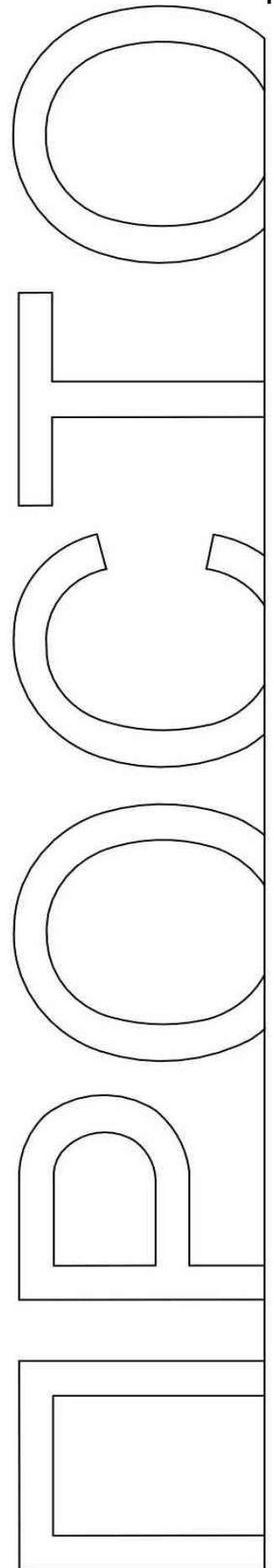
**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 10(1). Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности**

**П-03-20-ЭЭ**

Том 10(1)

Изм.	№ док.	Подп.	Дата



# ООО "Проектно Строительная Мастерская "ПРОСТО"

Свидетельство № СРО-П-104-24122009-047

**Заказчик:** Краевое государственное казенное учреждение "Управление капитального строительства"

**«Полигон твердых коммунальных отходов в с. Ермаковское Ермаковского района»**

Экз\_\_

## ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 10(1). Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности**

**П-03-20-ЭЭ**

**Том 10(1)**

Директор

Главный инженер проекта



А.А.Иванов

С.Ю.Гребенюк

Красноярск 2020

## СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

Обозначение	Наименование	Примечание
П-03-20-СП	Состав проектной документации	
П-03-20-ЭЭ1	Энегроэффективность для здания Мусоросортировочного комплекса	Стр 2-31
П-03-20-ЭЭ2	Энегроэффективность для здания Административно-бытового комплекса	Стр 32-60

Согласовано					
-------------	--	--	--	--	--

Взам. инв. №	
Подп. и дата	

П-03-20-ЭЭ.С					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Дунев			
Н. контр.		Подобная			
ГИП		Гребенюк			
Пояснительная записка				Стадия	Лист
				П	1
				Листов	
				ООО «ПСМ «ПРОСТО»	





## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ .....	3
2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	8
3. ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОТОРЫМ ЗДАНИЕ ДОЛЖНО СООТВЕТСТВОВАТЬ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТА- ЦИЮ.....	18
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	20
5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	23
6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ.....	27

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			П-03-20-ЭЭ1						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

## 1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

1.1. Общая характеристика объемно-планировочного и конструктивного решения здания.

Объемно-планировочные решения здания МСК, состав и площади внутренних помещений приняты в соответствии с заданием на проектирование и технологическими решениями, выполненными ООО «ПСМ ПРОСТО».

Здание МСК 1-но этажное, прямоугольной формы в плане состоящее из 2-х объемов, с размерами в осях 66,0 x 24,0 м в т.ч: - зона загрузки ТКО расположенная под холодным навесом с размерами в осях 24,0 x 18,0 м и сортировочного цеха расположенного в теплой части здания с размерами в осях 48,0 x 18,0 м. С противоположной стороны от зоны загрузки расположена площадка под навесом для временного хранения картона и бумаги с размерами в осях 18,0 x 6,0 м.

В объеме сортировочного цеха расположены вспомогательные административно-бытовые помещения, предназначенные для обслуживания МСК в целом:

- операторская;
- комната обогрева для рабочих занятых на работах в зоне загрузки ТКО;
- уборные М и Ж;
- ИТП совмещенный с водомерным узлом;
- электрощитовая.

Внутренняя высота помещений зоны загрузки ТКО и сортировочного цеха до низа несущих конструкций покрытия - 8,0 м, высота помещений зоны загрузки ТКО и сортировочного цеха до конька кровли - 11,24

и 10,59 м соответственно, внутренняя высота вспомогательных административно-бытовых помещений (от пола до потолка) - 2,5 м.

Основные помещения МСК имеют естественное освещение, смешанную систему вентиляции цеха (естественная и механическая вытяжки и неорганизованный приток), приточно-вытяжную вентиляцию помещения сортировки с механическим побуждением, приточно-вытяжную вентиляцию бытовых помещений с механическим и естественным побуждением, обогрев бытовых помещений и помещения сортировки электрическими приборами отопления, цех не отапливается.

Проектируемое здание МСК относится к классу Ф 5.1 (Производственные здания и сооружения) по функциональной пожарной опасности.

Объемно-планировочным решением обеспечена эвакуация людей из помещений через дверные проёмы и распашные и подъёмные ворота с калитками. Размеры проёмов, дверей и путей эвакуации, отделка путей эвакуации соответствуют федеральному закону №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Степень огнестойкости здания - II (обеспечивается огнезащитной облицовкой колонн каркаса огнестойкими плитами обеспечивающими предел огнестойкости колонн R90);

Уровень ответственности здания - II;  
 Класс конструктивной пожарной опасности - С0;  
 Этажность - 1 этаж;  
 Количество этажей - 1 этаж.

### Конструктивные решения:

Проектом предусмотрено новое строительство здания МСК.

Мусоросортировочный комплекс конструктивным и объемно - планировочным решением представляет собой единое здание, в состав которого входят помещения (блоки), функционально связанные между собой.

Конструктивная схема здания МСК - металлический каркас (металлические колонны, балки, вертикальные и горизонтальные связи). Обоснование конструктивных решений металлического каркаса - подробно см. альбомы марок КРЗ.

Взам. инв. №							Лист
Подп. и дата							П-03-20-ЭЭ1
Инв. № подл.							3
	Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Фундаменты - столбчатые монолитные из бетона В20, F200; W4.

Наружные стены тёплого контура здания запроектированы из горизонтальных 3-слойных металлических стеновых панелей «ДиВолл» с минераловатным утеплителем толщиной 150 мм.

Кровля тёплого контура здания - 2-скатная, из 3-слойных металлических кровельных панелей «ДиВолл» с минераловатным утеплителем толщиной 200мм.

Наружные стены в зоне разгрузки ТКО - стеновой профнастил заводского изготовления из оцинкованной стали с полимерным покрытием.

Кровля в зоне разгрузки ТКО - 2-скатная, из кровельного профнастила заводского изготовления из оцинкованной стали с полимерным покрытием.

## 1.2. Характеристика системы отопления и вентиляции

### Отопление

Внешние источники теплоснабжения мусоросортировочного комплекса (МСК) отсутствуют. Отопление осуществляется электрическими нагревательными приборами и отопительными агрегатами. Нагрев приточного воздуха в механических системах приточной вентиляции электрокалориферами, в технических помещениях - инфракрасными обогревателями.

Отопление помещения сортировки и встройки в сортировочном цехе принято электрическими конветорами.

Электроконвекторы Ballu Enzo BEC/EZMR имеют механический термостат, степень защиты IP24, защиту от перегрева, максимальная температура лицевой поверхности 70 °С.

Потолочные инфракрасные обогреватели Теплофон ЭРГНА 1/220(п)КТ имеют степень защиты IP54, максимальная температура лицевой поверхности 130 °С.

Обогрев сортировочного цеха не предусмотрен.

### Вентиляция

В сортировочном цехе предусмотрена вытяжная вентиляция с естественным и механическим побуждением. Естественная вентиляция из верхней зоны дефлекторами (системы BE7-BE10), из нижней зоны предусмотрена механическая вытяжная вентиляция (системы В2 и В3). Приток естественный через окна, открытые проемы и неплотности. Воздухообмен рассчитан на разбавление вредных от техники в помещении цеха.

В помещении сортировки предусмотрена приточно-вытяжная механическая вентиляция. Подогретый приточный воздух подается позади рабочего персонала в рабочую зону, вытяжка осуществляется над конвейерной лентой. Воздухообмен принят из расчета 60 м<sup>3</sup>/ч на одного человека.

Во встроенных помещениях воздухообмен принят по кратности. Вентиляция запроектирована приточно-вытяжная, вытяжка с естественным побуждением, приток механический в операторскую и помещение обогрева.

Размещение вентиляционных установок предусматривается непосредственно в обслуживаемом помещении.

Воздуховоды для систем вентиляции выполняются из оцинкованной стали по ГОСТ 19904-90 толщиной 0,5-0,7 мм.

Воздухозаборные участки приточных систем и вытяжные воздуховоды для избежания образования конденсата теплоизолируются рулонной самоклеящейся изоляцией с покрытием из алюминиевой фольги K-Flex.

Воздухозаборные устройства расположены на 2 метра и выше от уровня земли. Выбросы вытяжных систем размещаются на 1 м от уровня кровли.

Для экономии энергоресурсов в системах Отопления и вентиляции предусматриваются следующие мероприятия:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			П-03-20-ЭЭ1							4
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

- теплоизоляция воздуховодов;
- автоматическое поддержание параметров приточного воздуха в системах вентиляции;
- отключение общеобменной вентиляции в нерабочее время;
- автоматическое поддержание установленной температуры приборами отопления;

#### Противодымная вентиляция

В сортировочном цехе предусмотрены автоматически открывающиеся фрамуги при пожаре на отметке выше 5,5 м. от уровня пола для удаления продуктов горения.

#### 1.3. Характеристика системы электроснабжения

Проект электроснабжения «Полигон твердых коммунальных отходов в с. Ермаковское Ермаковского района», здания МСК выполнен на основании:

- задания на проектирование;
- технических решений;
- технологических и архитектурно-строительных разделов;
- Согласно Технических условий.

Основными потребителями электроэнергии являются:

- силовые нагрузки;
- осветительные нагрузки;
- санитарно-техническое оборудование (вентсистемы);
- технологическое оборудование;
- противопожарные устройства.

Для внутреннего электроосвещения используются энергосберегающие светодиодные светильники фирмы VARTON. Освещение входов включается через фотозащитный элемент в зависимости от освещенности. Общий учет электроэнергии потребляемой зданием производится на вводе ГРШ счетчиком многотарифного учета 0,5s/1 класса точности Меркурий ART-03 PQRS, 5-10А.

Для учета электроэнергии проектом предусмотрены Счетчики (4шт) для учета, активной и реактивной электроэнергии, измерения и многотарифного учета, счетчик принят 0,5s/1 класса точности.

Счетчики установлены на вводном щите ГРШ возле ДГУ, ВРУ-МСК в электрощитовом помещении №111.

#### 1.4. Характеристика системы водоснабжения и водоотведения

В здании мусоросортировочного корпуса (МСК) предусматривается хозяйственно-питьевое водоснабжение.

Предусмотрен противопожарный водопровод и хозяйственно-питьевой водопровод на технологические нужды.

Необходимое количество питьевой воды в здании мусоросортировочного комплекса – 0,55 м<sup>3</sup>/сут (200,75 м<sup>3</sup>/год). В здании МСК устанавливается один пластиковый бак для воды V=2,0 м<sup>3</sup>. Подвоз воды осуществляется три раза в сутки автотранспортом.

В здание мусоросортировочного комплекса подается противопожарное водоснабжение.

Для хранения запаса воды на противопожарные нужды на участке предусмотрено три пожарных резервуара объемом 110 м<sup>3</sup> каждый (горизонтальные стеклопластиковые емкости) производство «Биогард».

Для здания МСК при степени огнестойкости здания III, категория здания по пожарной опасности В строительный объем здания 13025,86 м<sup>3</sup>. Внутреннее пожаротушение выполнено в соответствии с требованиями СП 10.13130.2009 (п. 4, таблица 2), для зданий объемом от 5 до 50 тыс.м<sup>3</sup>, степенью огнестойкости зданий III категорией по пожарной опасности «В» принято 2x5 л/с. В проекте приняты к установке пожарные краны Ду 50 мм, диаметр срыска наконечника пожарного ствола 19 мм, рукава длиной 20 м, свободный напор у пожарного

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			П-03-20-ЭЭ1							5
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

крана 10-25 м, высота компактной струи 6 м. Краны устанавливаются на высоте 1,35 м над уровнем пола.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение составляет 20 л/сек в соответствии с «Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов ТБО» п.1.24, а также СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

Автоматическое пожаротушение не предусматривается.

Для наружного и внутреннего пожаротушения запроектировано 3 пожарных резервуара емкостью 110 м<sup>3</sup> каждый.

Пожарные резервуары 3 шт., объемом по 110 м<sup>3</sup> каждый, подземной установки поставляются комплектно производством «Биогард».

Хозяйственно-питьевой водопровод на технологические нужды обеспечивает подачу холодной воды на технологические нужды, в здание МСК на мокрую уборку сортировочного цеха.

Трубопроводы хозяйственно-бытовой канализации и трубопроводы от приемка в здании МСК после мытья полов запроектированы из канализационных полипропиленовых труб Ø50, 110 ГОСТ 32414-2013.

Трубопроводы производственной канализации от приемков в помещениях баков запаса воды запроектированы из стальных электросварных прямошовных труб диаметром 57x3,0 мм по ГОСТ 10704-91.

Существующая линия самотечного коллектора сильно удалена от площадки полигона твердых бытовых отходов.

В проекте предусмотрены следующие системы водоотведения:

- хозяйственно-бытовая канализация К1;
- производственная канализация К3.

Хозяйственно-бытовая канализация от здания МСК образуется в результате жизнедеятельности людей: мытья рук, тела, физиологических выделений.

Внутренняя сеть бытовой канализации проектируется из полипропиленовых канализационных труб по ГОСТ 32414-2013. Вытяжная часть бытовой канализации объединяется и выводится стояками на кровлю.

Хозяйственно-бытовая канализация от здания мусоросортировочного комплекса (МСК) самотеком поступает в выгреб хозяйственно-бытовых стоков V=3 м<sup>3</sup> в виде колодца. Сточные воды из обоих выгребов откачиваются и ассенизационными машинами вывозятся на канализационные очистные сооружения (см. П-03-20-ИОС3.2).

Производственная канализация от здания МСК образуется от приемков, в помещениях баков запаса воды, в случае проливов баков.

Так же производственная канализация от здания МСК образуется в результате мокрой уборки сортировочного цеха. После мокрой уборки, производственные сточные воды стекают в водоотводные лотки МАХИ ЛВ-20.29.33 04500 фирмы Standartpark, собираются в приемок 1000x1000x2600(h), накрытый дождеприемником ДБ-м 470x695 и далее отводятся в емкость фильтрата (см. П-03-20-ИОС3.2).

Канализование здания МСК осуществляется путем устройства самотечных коллекторов. Трассировка канализационной сети производится в направлении, совпадающем с уклоном поверхности земли и в увязке с другими инженерными коммуникациями. Прокладка канализационных трубопроводов, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных коммуникаций приняты согласно СП 18.13330.2011.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			П-03-20-ЭЭ1							6
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Монтаж трубопроводов осуществляется согласно СНиП 3.05.04-85\* «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».

Внутренние трубопроводы хозяйственно-бытовой канализации и трубопроводы от приемка в здании МСК после мокрой уборки запроектированы из канализационных полипропиленовых труб  $\varnothing 50$ , 110 ГОСТ 32414-2013.

Внутренние трубопроводы производственной канализации от приемков в помещениях баков запаса воды здания МСК запроектированы из стальных электросварных прямошовных труб диаметром 57х3,0 мм по ГОСТ 10704-91.

Поверхностные стоки, образующиеся на территории полигона представлены дождевыми и талыми водами. Мероприятия по сбору стоков (см. 03-20-ИОС3.2).

В здании МСК в помещениях баков запаса воды, в приемке устанавливается дренажный насос марки Unilift КР 350 А 1 Q=10 м<sup>3</sup>/час, Н=3,0 м, N=0,7 кВт, для откачки дренажных вод в случае проливов баков.

Решение по сбору и отводу дренажных вод с площадки ТБО см. 03-20-ИОС3.2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									7
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ1

## 2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 2.1. СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЯХ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ-ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

#### 2.1.1. Описание технических решений и оценка теплозащитных качеств ограждающих конструкций

##### 2.1.1.1. Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

В соответствии с СП 50.13330.2012 [1] выбор теплозащитных качеств ограждающих конструкций здания может осуществляться по одному из двух альтернативных подходов:

- потребителю, когда теплозащитные качества ограждающих конструкций оцениваются по нормативному значению удельного энергопотребления здания в целом;
- предписывающему, когда нормативные требования предъявляются к отдельным ограждающим конструкциям.

Выбор подхода может осуществляться заказчиком или проектной организацией.

При проектировании ограждающих конструкций здания на основе потребительского подхода определяющим показателем является нормативная величина удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию  $1 \text{ м}^3$  отапливаемой площади за отопительный период  $q_{от}^{тр}$ , Вт/( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ ). При этом минимально допустимое сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций ограничивается величиной  $R_o^{мин}$ , определяемой в соответствии с п.5.13 СП 50.13330.2012 [1].

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

$$R_o^{норм} = R_o^{тр} \cdot m_p$$

где  $R_o^{тр}$  - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ /Вт, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , региона строительства и определять по таблице 3[1];

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете принимается равным 1.

Требуемое сопротивление теплопередаче в соответствии СП 50.13330.2012 [1]  $R_o^{норм}$  определяется по табл.3 в зависимости от градусо-суток отопительного периода ГСОП:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от},$$

где  $t_{от}$  - средняя температура отопительного периода (для с. Ермаковское принимается равной  $-7,8 \text{°C}$  [3]);

$z_{от}$  - продолжительность отопительного периода (принимается равной 223 сут. [3])

Для проектируемого здания при  $t_b = +22 \text{°C}$  величина ГСОП составляет:

$$\text{ГСОП} = (22 + 7,8) \cdot 223 = 6645,4 \text{°C} \cdot \text{сут}.$$

В соответствии с табл. 3 СП 50.13330.2012 [1] требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций общественных зданий определяется по формуле:

$R_o^{тр} = a \cdot \text{ГСОП} + b$ , где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует определять по данным таблицы для соответствующих групп зданий

Здание – производственное.

Условия эксплуатации – А.

#### Наружные стены

Требуемое сопротивление теплопередаче стен проектируемого здания по требованиям таблицы 3 СП 50.13330.2012 составляет:

$$R_o^{тр} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,0002 \cdot 6645,4 + 1 = 2,33 \text{ м}^2 \text{°C}/\text{Вт}.$$

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			П-03-20-ЭЭ1						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

При этом на поверхности стен и покрытий в местах теплопроводных включений не допускается выпадение конденсата (при  $t_{int}= 22^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi_{int}= 55\%$  [1,2] температура "точки росы" составляет  $t_d= 12,5^{\circ}\text{C}$ ).

### Окна

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи определяем по формуле:

$$R_o^{TP} = a \cdot GCOI + b,$$

где  $GCOI$ - градусо-сутки отопительного периода,  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ ;

$a, b$  - коэффициенты, значения которых приняты по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012

$$R_o^{TP} = 0,00025 \cdot 6645,4 + 0,2 = 0,37 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

### Покрытие

Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия и перекрытия проектируемого здания по требованиям таблицы 3 СП 50.13330.2012 составляет:

$$R_o^{TP} = 0,00025 \cdot 6645,4 + 1,5 = 3,16 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

### Входные двери и ворота

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей в здание должно быть не менее:

$$R_o^{TP} = 0,6 \cdot ((t_b - t_n) / \Delta t_n \cdot \alpha_b) = 0,6 \cdot ((22+41) / 7 \cdot 8,7) = 0,62 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт};$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ворот должно быть не менее:  $R_o^{TP} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ . (по таблице 7а СП 50.13330.2012)

#### 2.1.1.2. Нормативные требования по удельному расходу тепловой энергии

В соответствии со СП 50.13330.2012 по условиям энергосбережения в качестве нормируемой величины принимается удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q_{от}^{TP}$ .

Величина расчетной удельной характеристики расхода  $q_{от}^P$  проектируемого здания - на  $1 \text{ м}^3$  отапливаемого объема здания,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$  и должна быть меньше или равна требуемому значению  $q_{от}^{TP}$

$$q_{от}^{TP} \geq q_{от}^P.$$

Обеспечение этого требования достигается за счет выбора соответствующего уровня теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций здания, его объемно-планировочного решения, типа, эффективности и метода регулирования используемых систем теплоснабжения и вентиляции.

#### 2.1.2. Описание технических решений и результаты оценки приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций

При проведении расчетов в качестве расчетных параметров внутренней и наружной среды принимались:

- расчетная температура внутреннего воздуха  $t_b = +22^{\circ}\text{C}$ ;
- расчетная температура наружного воздуха  $t_n = -41^{\circ}\text{C}$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен, полов  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности окон  $\alpha_e = 8,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен, покрытий  $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

Теплотехнические характеристики материалов в соответствии с [1] принимались для условий эксплуатации "А" (для с. Ермаковское зона влажности – сухая, режим помещений – нормальный). В частности:

- Стеновая сэндвич-панель - 150 мм.  $\rho_0 = 110 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\lambda_1 = 0,048 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.	П-03-20-ЭЭ1	Лист
										9

- Кровельная сэндвич-панель - 100 мм.  $\rho_0 = 130 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_2 = 0,050 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;

### 2.1.2.1. Наружные стены

Описание конструкции, выбранной для расчета:

Материал слоя	$\delta$ , мм	$\lambda$ , Вт/(м·°C)
Сэндвич-панель - 150 мм	150	0,048

Перечисление элементов, составляющих стеновую конструкцию:

Для расчета приведенного сопротивления теплопередаче стены разбиваем ее на следующие элементы:

- плоский элемент 1 – стена из трехслойных сэндвич-панелей - 150мм;
- линейный элемент 1 - примыкания откосов к стене из тонкостенных панелей;
- точечный элемент 1 - анкер;

Геометрические характеристики элементов:

Суммарная площадь фасада  $1137,62 \text{ м}^2$ .  
Суммарная площадь проемов дверей и ворот  $52,9 \text{ м}^2$ .  
Суммарная площадь окон  $97,5 \text{ м}^2$ .

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции и удельная характеристика для расчета  $R_0^{\text{пр}}$  составляет:

$A = 987,22$ ;  $a = 987,22/987,22 = 1 \text{ м}^2$ ;

Общая длина откосов равна:

$L = 233,6 \text{ м}$ ;

Длина откосов, приходящаяся на  $1 \text{ м}^2$  площади фрагмента равна:

$l = 233,6/987,22 = 0,229 \text{ м}^{-1}$ ;

Среднее число тарельчатых анкеров 1 шт. на  $1 \text{ м}^2$  площади стены из сэндвич-панелей

Расчет удельных характеристик:

Для плоского элемента теплозащитные характеристики определяют по формулам 5.5 и 5.6 СП230.1325800.2015:

$$R_{o,i}^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_s + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s}$$

Для плоского элемента 1 теплозащитные характеристики:

$$R_{o,1}^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,048} + \frac{1}{23} = 3,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$U_1 = \frac{1}{R_{o,i}^{\text{усл}}} = \frac{1}{3,25} = 0,31 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

Удельные потери теплоты линейного объекта элементов принимают по таблице Г.36 СП230.1325800.2015.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист
									10
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ1			



### 2.1.2.2. Заполнение оконных проемов

Приведенное сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов производственных зданий (при расчетной температуре внутреннего воздуха  $t_{int}=22^{\circ}\text{C}$  и расчетной температуре наружного воздуха  $t_{ext}=-41^{\circ}\text{C}$  [3]). Стеклопакет СПД 4М1-8-К4 принято равным  $R_o^{des}=0,47\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

В соответствии с разделом 5 СП50.13330.2012 наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять:

- нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_0 > R_{тр}$ ;

$$0,47\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт} > 0,37\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

Условие выполняется.

- температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон производственного здания должна быть не ниже  $0^{\circ}\text{C}$ :

$$\tau_{si} = t_{int} - \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} = 22 - \frac{(22 + 41)}{0,74 \cdot 8,0} = 11,36^{\circ}\text{C}$$

$$11,36^{\circ}\text{C} > 0^{\circ}\text{C}$$

Условие выполняется.

### 2.1.2.3. Входные двери и ворота

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей в здание должно быть не менее:

$$R_{ст}^{TP} = 0,6 \cdot ((t_b - t_n) / \Delta t_n \cdot \alpha_b) = 0,6 \cdot ((22 + 41) / 7 \cdot 8,7) = 0,62\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C} / \text{Вт};$$

Градусо-сутки отопительного периода для помещения, где устанавливаются ворота, вычисляются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot Z_{оп}$$

где  $t_b = +12^{\circ}\text{C}$  - расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

где  $t_{от} = -7,8^{\circ}\text{C}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

где  $Z_{оп} = 223$  сут. - продолжительность отопительного периода, сут.;

$$\text{ГСОП} = (12 + 7,8) \cdot 223 = 4415,4\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}.$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи ворот принимаем по таблице 7а СП 50.13330.2012

Приведенное сопротивление теплопередаче ворот должно быть не менее:  $R_{тр} = 0,93\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ .

### 2.1.2.4. Покрытие

Покрытие (кровля) выполнено из трехслойных кровельных панелей «ДиВолл» толщиной 200мм.

Удельная теплопроводность  $\lambda$ , Вт/(м $\cdot^{\circ}\text{C}$ ) кровельных сэндвич-панелей «ДиВолл» в соответствии с техническими характеристиками составляет 0,05 Вт/(м $\cdot^{\circ}\text{C}$ )

Градусо-сутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot Z_{оп}$$

где  $t_b = +22^{\circ}\text{C}$  - расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

где  $t_{от} = -7,8^{\circ}\text{C}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ1	Лист				
								Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	12

где  $Z_{\text{от}} = 223$  сут. - продолжительность отопительного периода, сут.;

$GCOП = (22 + 7,8) \cdot 223 = 6645,4 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи определяем по формуле:

$$R_{\text{нр}} = a GCOП + b,$$

где  $GCOП$  - градусо-сутки отопительного периода,  $^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$ ;

$a, b$  - коэффициенты, значения которых приняты по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012

$$R_{\text{тр}} = 0,00025 \times 6645,4 + 1,5 = 3,16 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт.}$$

Для оценочных расчетов, выполняемых при разработке раздела «Энергоэффективность», допустимо назначение минимальных значений коэффициента теплотехнической однородности не указанных в СНиП:

- для перекрытий верхнего этажа, совмещенных с покрытием кровли  $r=0,95$

$$R_0^{\text{нр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{a_{\text{int}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_{\text{ext}}}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,15 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт.};$$

$$R_0^{\text{нр}} = 4,15 \cdot 0,95 = 3,94 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт.}$$

В соответствии с разделом 5 СП50.13330.2012 наружные ограждающие конструкции производственных зданий должны удовлетворять:

- нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_0 > R_{\text{тр}}$ ;

$$3,94 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт} > 3,16 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт.}$$

Условие выполняется.

- расчетному температурному перепаду  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемому по формуле (4) СП50.13330.2012; при этом расчетный температурный перепад не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , установленных в таблице 5 СП50.13330 (для покрытий производственных зданий  $\Delta t_n = 6,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0 \alpha_{\text{int}}}$$

$$\Delta t_0 = \frac{1(22 + 41)}{3,94 \cdot 8,7} = 1,84$$

$$\Delta t_n \geq \Delta t_0$$

$$6,0 \geq 1,84$$

Условие выполняется.

2.1.2.5.Полы по грунту

Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист	
								П-03-20-ЭЭ1
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.		

Определение приведенного сопротивления теплопередаче ограждений, контактирующих с грунтом (стены, пол), осуществляется по следующей методике.

Для этого ограждения, контактирующие с грунтом ( $A_j = 869,4 \text{ м}^2$ ), разбиваются на 4 зоны шириной 2 м, начиная от верха конструкций, контактирующих с грунтом.

Площади зон и их сопротивления теплопередаче:

	$A_{fi}, \text{ м}^2$	$R_n, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
Зона I.....	249.....	2,1
Угловые зоны....	16	
Зона II.....	217.....	4,3
Зона III.....	185,2.....	8,6
Зона IV.....	217,8.....	14,2

Таким образом:

Для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с теплопроводностью  $\lambda < 1,2 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$  утепляющего слоя толщиной  $\delta$  м, принимая  $R_{0, \text{пол}}, (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$ , по формуле:

$$R_{0, \text{пол}} = R_n + \delta / \lambda_n$$

Таким образом:

$$R_{0, \text{пол}}^I = 2,1 + \left( \frac{0,25}{1,92} \right) + \left( \frac{0,1}{0,032} \right) = 2,15 + (0,13 + 3,125) = 5,4 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

$$R_{0, \text{пол}}^{II} = 4,3 + \left( \frac{0,25}{1,92} \right) + \left( \frac{0,1}{0,032} \right) = 4,3 + (0,13 + 3,125) = 7,55 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

$$R_{0, \text{пол}}^{III} = 8,6 + \left( \frac{0,25}{1,92} \right) + \left( \frac{0,1}{0,032} \right) = 8,6 + (0,13 + 3,125) = 11,85 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

$$R_{0, \text{пол}}^{IV} = 14,2 + \left( \frac{0,25}{1,92} \right) + \left( \frac{0,1}{0,032} \right) = 14,2 + (0,13 + 3,125) = 17,45 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждений по грунту

$$R_0 = 885,4 / \left( \frac{249}{5,4} + \frac{16}{5,4} + \frac{217}{7,55} + \frac{185,2}{11,85} + \frac{217,8}{17,45} \right) = 8,36 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Сводные результаты расчета теплозащитных качеств ограждающих конструкций проектируемого здания

Наименование ограждений	Площадь конструкции, $\text{м}^2$	Сопротивление теплопередаче, $R_0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	
		требуемое	расчетное
1. Наружные стены (из трёхслойных сэндвич-панелей)	1137,62	2,33	3,15
2. Двери	8,8	0,62	0,62
3. Ворота	44,1	0,93	0,93
4. Окна	97,5	0,37	0,47
5. Покрытие	889,7	3,16	3,94

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



$\beta_v$  - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций ( $\beta_v=0,85$ );

$$n_e = [660 \cdot 60] / 168 + (710,35 \cdot 168) / [168 \cdot 1,33] / (0,85 \cdot 8357) = 0,108 \text{ ч}^{-1}.$$

15. Удельная вентиляционная характеристика определена по формуле:

$$k_{вент} = 0,28 c n_e \beta_v \rho_v^{вент} (1 - k_{эф}), \text{ где:}$$

$c$  - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°C);

$n_e$  — средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч<sup>-1</sup>;

$V_{от}$  - отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;

$k_{эф}$  — коэффициент эффективности рекуператора при отсутствии теплоутилизационного оборудования в конструкции системы вентиляции ( $k_{эф}=0$ ),

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,108 \cdot 0,85 \cdot 1,33 \cdot 1 = 0,034 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

19. Удельная характеристика бытовых тепловыделений определена по формуле:

$$k_{быт} = (q_{быт} \cdot A_p) / V_{от} (t_e - t_{от}), \text{ где:}$$

$q_{быт}$  - величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> расчетной площади общественной части зданий,  $q_{быт} = 3,14 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$

$$k_{быт} = (3,14 \cdot 821,7) / 8357 \cdot (22 - (-7,8)) = 0,010 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

20. Удельная характеристика теплоусвоений в здание от солнечной радиации определена по формуле:

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

Теплопоступления в здание через окна от солнечной радиации за отопительный период  $Q_{рад}^{год}$ , МДж, определяются по формуле, принимая для окон, выходящих на юго-восток  $I = 1783 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ , на юго-запад  $I = 1783 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ; на северо-запад  $I = 637 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ;  $\tau_{ок} = 0,8$ ;  $k_{ок} = 0,48$ .

$$Q_{рад}^{год} = \tau_{ок} k_{ок} (A_{ок1} I_{ок1} + A_{ок2} I_{ок2} + A_{ок3} I_{ок3} + A_{ок4} I_{ок4})$$

$$Q_{рад}^{год} = 0,8 \cdot 0,48 \cdot (34,8 \cdot 1783 + 19,8 \cdot 1783 + 42,9 \cdot 637) = 47876,77 \text{ МДж}/\text{год}.$$

$$k_{рад} = (11,6 \cdot 47876,77) / 8357 \cdot 6645,4 = 0,01 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

21. Удельная теплозащитная характеристика здания  $k_{об}$  определяется согласно СП50.13330.2012 по формуле:

$$k_{об} = 1/V_{от} \cdot \sum (n_i (A_{ф}/R_o)) = (1/8357) (987/3,15 + 8,8/0,62 + 0,66(44,1/0,93) + 97,5/0,47 + 889,7/3,94 + 869,4/8,36) = 0,106 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

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

$$= (0,16 + 10/\sqrt{8357}) / (0,00013 \cdot 6645,4 + 0,61) = 0,183 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

$$k_{об} = 0,106 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) < k_{об}^{тп} = 0,183 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Условие выполняется.

$$K_{общ} = k_{об} / K_{комп} = 0,106 / 0,35 = 0,303 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

22. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии зданием за отопительный период  $q_{от}^p$  Вт/(м<sup>3</sup>·°C):

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

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$\beta_{\text{кпи}} = \frac{K_{\text{рег}}}{(1 + 0,5n_{\text{в}})} = \frac{0,8}{(1 + 0,5 \cdot 0,108)} = 0,76$$

$$q_{\text{от}}^p = 0,106 + 0,034 - 0,76(0,010 + 0,01) = 0,125 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

23. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$ , кВт·ч/год, определяется по формуле:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{\text{от}} \cdot q_{\text{от}}^p = 0,024 \cdot 6645,4 \cdot 8357 \cdot 0,125 = 166606,82 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год};$$

24. Общие теплотери здания за отопительный период  $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$ , кВт·ч/год, определяется по формуле:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{\text{от}} \cdot (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}}) = 0,024 \cdot 6645,4 \cdot 8357 \cdot (0,106 + 0,034) = 186599,64 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год};$$

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

$$q = Q_{\text{от}}^{\text{год}} / A_{\text{от}} = 166606,82 / 869,4 = 191,63 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

### Сопоставление с нормативными требованиями

26. Нормативная удельная характеристика расхода тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление здания, согласно СП50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», для производственных зданий не определена.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ1			17

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОТОРЫМ ЗДАНИЕ ДОЛЖНО СООТВЕТСТВОВАТЬ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

В соответствии со статьёй 11 Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» определены требования, которым здание, строение, сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации»:

- соответствие объемно-планировочных и конструктивных решений здания проектным данным; соответствие назначения здания и отдельных помещений проекту;
- соответствие конструктивного решения систем инженерного оборудования проектным данным, а именно систем отопления, систем вентиляции, водоснабжения и электроснабжения; соответствие наличия поверенных приборов учета потребляемых энергетических ресурсов;
- соответствие фактических теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций здания проектным значениям;
- соответствие значения удельной теплозащитной характеристики здания (определенной на основании фактически исполненных теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций) проектным значения и нормативным требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;
- сопоставимость удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания проектным значениям и требованиям действующих нормативных документов (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»), действующих на момент проектирования здания;
- сопоставимость эксплуатационных параметров теплопотребления здания с проектными значениями;
- соответствие показателей воздухопроницаемости наружных ограждающих конструкций требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;
- наличие теплоизоляции трубопроводов системы отопления, теплоснабжения и горячего водоснабжения, расположенных в пределах неотапливаемых помещений (подвалы, холодные чердаки и др. помещения с температурой, отличной от температуры внутреннего воздуха в здании).

При этом срок, в течение которого выполнение таких требований должно быть обеспечено застройщиком, должен составлять не менее чем пять лет с момента ввода в эксплуатацию здания, строения, сооружения.

Контроль показателей тепловой защиты здания и оценку энергетической эффективности следует выполнять путем натурных испытаний по ГОСТ 31166-2003, ГОСТ 31167-2009. При проведении контроля показателей тепловой защиты необходимо сопоставлять фактическое теплопотребление здания нормативным, а так же проектным показателям.

При выявлении отклонений показателей необходимо выявлять причины и, по возможности, устранять не соответствие или обосновывать повышение или понижение рассматриваемых параметров. Однородность температурных полей наружных ограждающих конструкций необходимо фиксировать тепловизором по ГОСТ 26629.

Для реализации технических решений по энергосбережению должны быть проведены организационные мероприятия, которые включают следующее:

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			П-03-20-ЭЭ1							18
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

- приказом или распоряжением должна быть определена служба энергосбережения и конкретные лица, ответственные за проведение работы по энергосбережению и контролю расхода энергоресурсов;

- ежегодно необходимо составлять планы технических мероприятий по энергосбережению с указанием сроков выполнения, назначением ответственных за исполнение планов, подводить итоги внедрения планов; планы технических мероприятий и отчеты по ним должны утверждаться.

Сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение требований энергетической эффективности ограждающими конструкциями теплового контура одноэтажного производственного здания

Сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение требований энергетической эффективности ограждающими конструкциями теплового контура одноэтажного производственного здания (до первого капитального ремонта):

- Наружные стены: (сэндвич-панели): 50 лет.

- Светопрозрачные ограждающие конструкции:

- Блоки оконные из поливинилхлоридного профиля с заполнением двухкамерным стеклопакетом, В1, ГОСТ 30674-99:

- ПВХ профили: 40 лет. Стеклопакеты: 20 лет. Уплотняющие прокладки: 10 лет.

- Входные наружные двери:

- Блоки дверные стальные, утепленные, ГОСТ 31173-2016: 10 лет.

Покрытие совмещенное: 10 лет.

- Герметизированные стыки мест примыкания оконных (дверных) блоков к граням проемов - 25 лет.

- Периодичность текущих ремонтов ограждающих конструкций до первого капитального ремонта: 5-7 лет.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ1	

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ проекта здания по проекту «Мусоросортировочный комплекс» (разработчик проекта - ООО «Проектно-Строительная Мастерская "ПРОСТО"», шифр проекта - П-03-20), результаты расчета теплоэнергетических показателей, сопоставление полученных показателей удельного энергопотребления с требованиями СП 50.13330.2012 [1] позволяют сделать следующие выводы:

1. Теплозащитные качества ограждающих конструкций проектируемого здания соответствуют требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

2. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого здания составляет  $q_{от}^p = 0,125 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			П-03-20-ЭЭ1						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий/ Госстрой России. - М.:ФГУП ЦПП, 2012. – 27 с.
2. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие здание. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – М., Минстрой России, 2015. – 67 с.
3. СП 131.13330.2012 СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология/ Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. -58 с.
4. Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий: Справочное пособие кСНиП / НИИСФ. - М.: Стройиздат, 1990. - 233 с.

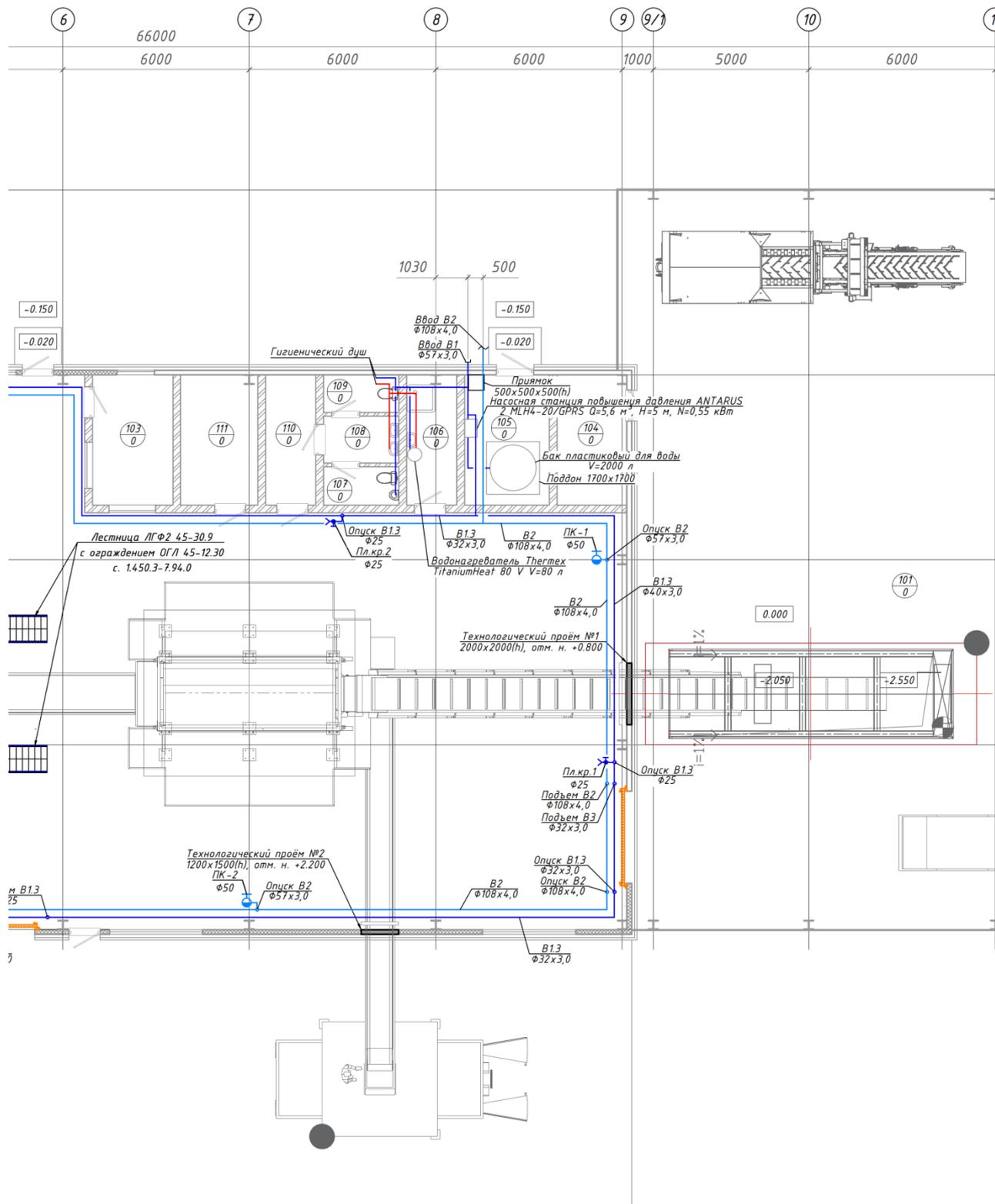
Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №	Лист		
								П-03-20-ЭЭ1	21
	Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.				

## 5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
П-03-20-ЭЭ1					
Лист					
22					

### 5.1. Схема расположения в здании приборов учета тепловой энергии

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					П-03-20-ЭЭ1		Лист
						23			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

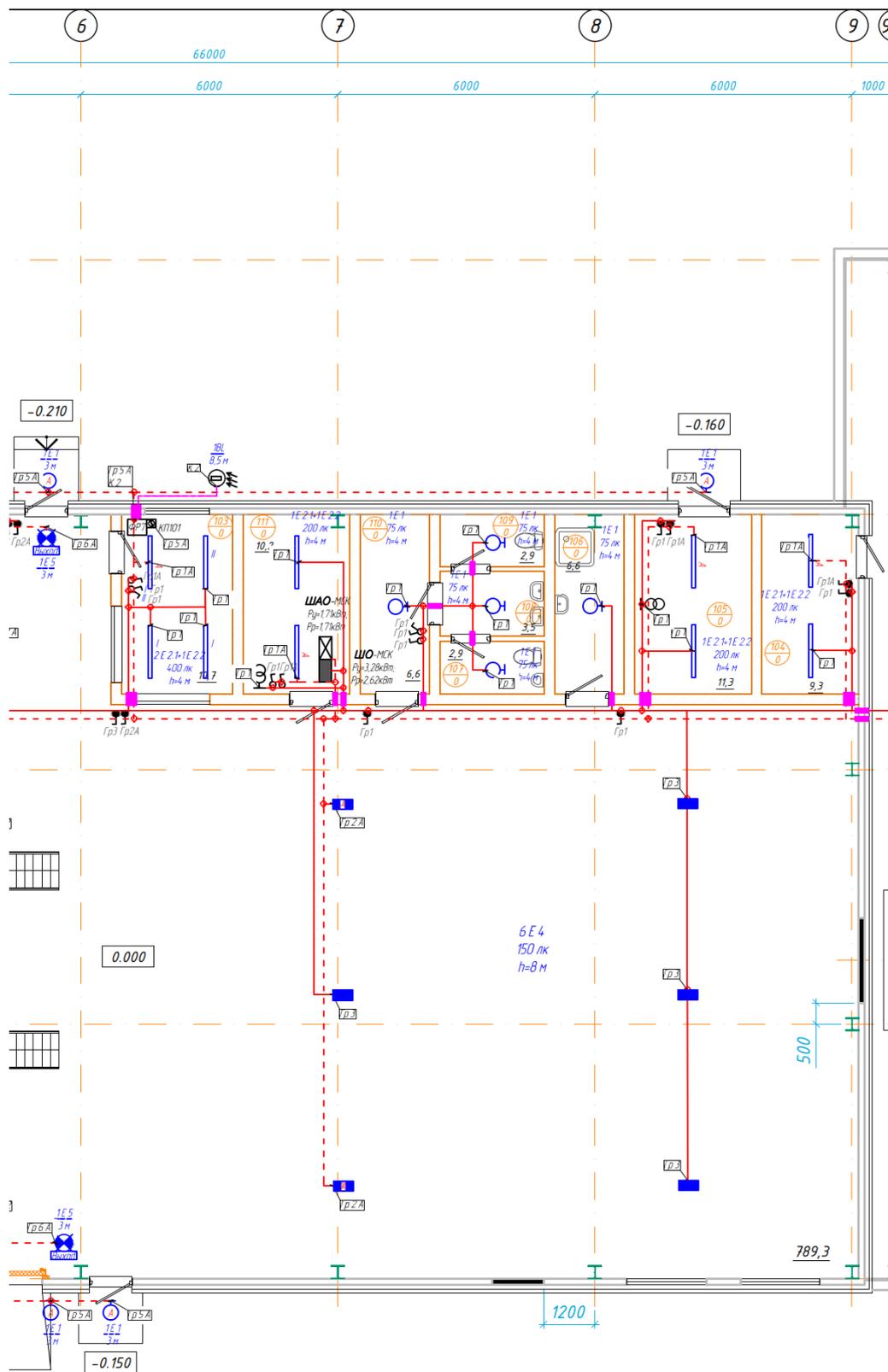


План с указанием расположения водомерного узла (помещение 105)

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

### 5.2 Схема расположения в здании приборов учета электроэнергии



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭ1

План с указанием расположения помещения с прибором учета  
электроэнергии (помещение 111)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭ1

Лист

26

## 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						Лист	
									П-03-20-ЭЭ1
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.		

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

Название объекта: «Мусоросортировочный комплекс».

### 1. Общая информация о проекте

Дата заполнения (число, м-ц, год)	03.12.2020 г.
Адрес здания	с. Ермаковское
Разработчик проекта	ООО «ПСМ ПРОСТО»
Адрес и телефон разработчика	660028 Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка 19Д
Шифр проекта	П-03-20
Назначение здания, серия	Мусоросортировочный комплекс
Этажность, количество секций	Этажность 1
Количество квартир	-
Расчетное количество персонала	22 чел.
Размещение в застройке	Отдельно стоящий
Конструктивное решение	Каркасная конструктивная система

### 2. Расчетные условия

№ п.п	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха	$t_n$	°С	-41
2	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°С	-7,8
3	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	сут/год	223
4	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С·сут/год	6645,4
5	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С	+22
6	Расчетная температура воздуха цеха сортировки	$t_{int}$	°С	+12

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭ1

Лист

28

### 3. Геометрические и теплоэнергетические показатели

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$	869,4	
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	-	
10. Расчетная площадь (общественной части здания)	$A_{р}, м^2$	821,7	
11. Отапливаемый объем	$V_{от}, м^3$	8357	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,086	
13. Показатель компактности здания	$k_{комп}$	0,35	
14. Общая площадь наружных огражд. конструкций здания, в т.ч:	$A_{н}^{сум}, м^2$	2930,3	
- Фасадов	$A_{фас}, м^2$	1137,62	
- стен	$A_{ст}, м^2$	987,22	
- дверей	$A_{дв}, м^2$	8,8	
- ворот	$A_{в}, м^2$	44,1	
- окон	$A_{ок}, м^2$	97,5	
- покрытий	$A_{покр}, м^2$	889,7	
- пола по грунту	$A_{пол}, м^2$	869,4	

### 4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_o^{пр}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт$			
- Стен	$R_{o,ст}^{пр}$	2,33	3,15	
- дверей	$R_{o,дв}^{пр}$	0,62	0,62	
- ворот	$R_{o,в}^{пр}$	0,93	0,93	
- окон	$R_{o,цок1}^{пр}$	0,37	0,47	
- покрытий	$R_{o,цок2}^{пр}$	3,16	3,94	
- пола по грунту	$R_{o,цок2}^{пр}$	-	8,36	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭ1

Лист

29

### 5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{\text{общ}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	-	0,303
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_v$ , ч <sup>-1</sup>	-	0,108
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{\text{быт}}$ , Вт/м <sup>2</sup>	-	3,14
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{\text{тепл}}$ , руб/кВт·ч		

### 6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{\text{об}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,106
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{\text{вент}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,034
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{\text{быт}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,010
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{\text{рад}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	-	0,0074

### 7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	0,8
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	-
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{\text{эф}}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	-
28. Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_h$	-

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭ1

Лист

30

### 8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,125
30. Нормируемая удельная характеристика тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{np}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	-
31. Класс энергосбережения		-
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		Да

### 9. Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единицы измерения	Значение показателя
33. Удельная расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)	191,63
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт·ч/(год)	166606,82
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт·ч/(год)	186599,64

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			П-03-20-ЭЭ1						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				



## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ .....	2
2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	7
3. ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОТОРЫМ ЗДАНИЕ ДОЛЖНО СООТВЕТСТВОВАТЬ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТА- ЦИЮ.....	15
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17
5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	19
6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ.....	27

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					П-03-20-ЭЭ2	Лист
								3
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.		Подп.

## 1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

1.1. Общая характеристика объемно-планировочного и конструктивного решения здания.

Объемно-планировочные решения здания АБК, состав и площади внутренних помещений приняты в соответствии с заданием на проектирование и технологическими решениями, выполненными ООО «ПСМ ПРОСТО».

Здание АБК 1-но этажное, прямоугольной формы в плане, с размерами в осях 27,0 x 15,0м.

В здании расположены следующие функциональные зоны:

- раздевалы;
- организованное место приёма пищи (обеденный зал с подсобными помещениями для распаковки и подогрева готовых комплексных обедов);
- медицинский кабинет в случае необходимости оказания первой помощи;
- офисное помещение управленческого персонала;
- место ожидания для дежурного персонала;
- технические помещения (вентиляционная камера, электрощитовая, помещение ввода водопровода и насосных установок для водоснабжения и пожаротушения).

Внутренняя высота помещений до уровня подвесного потолка - 3,0 м, высота до низа несущих конструкций покрытия - 3,2 м, высота до конька кровли - 4,81 м.

Основные помещения АБК имеют естественное освещение, приточно-вытяжную вентиляцию с естественным и механическим побуждением, обогрев электрическими приборами отопления.

Проектируемое здание АБК относится к классу Ф 4.3 (Учреждения органов управления, конторы, офисы) по функциональной пожарной опасности.

Объемно-планировочным решением обеспечена эвакуация людей из помещений через дверные проёмы. Размеры проёмов, дверей и путей эвакуации, отделка путей эвакуации соответствуют федеральному закону №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Степень огнестойкости здания - IV;

Уровень ответственности здания - II;

Класс конструктивной пожарной опасности - С0;

Этажность - 1 этаж;

Количество этажей - 1 этаж.

### **Конструктивные решения:**

Проектом предусмотрено новое строительство здания АБК.

Административно-бытовой корпус конструктивным и объемно - планировочным решением представляет собой единое здание, в состав которого входят помещения (блоки), функционально связанные между собой.

Конструктивная схема здания АБК - металлический каркас (металлические колонны, балки, вертикальные и горизонтальные связи). Обоснование конструктивных решений металлического каркаса- подробно см. альбомы марок КРЗ.

Фундаменты - столбчатые монолитные из бетона В20, F200; W4.

Наружные стены запроектированы из горизонтальных 3-слойных металлических стеновых панелей «ДиВолл» с минераловатным утеплителем толщиной 170 мм.

Кровля - 2-скатная, из 3-слойных металлических кровельных панелей «ДиВолл» с минераловатным утеплителем толщиной 250 мм.

Внутренние перегородки - сборные, гипсокартонные, системы KNAUF тип С112 толщ.- 125 мм, по металлическому каркасу.

1.2. Характеристика системы отопления и вентиляции

### Отопление

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			П-03-20-ЭЭ2							4
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Внешние источники теплоснабжения отсутствуют. Отопление осуществляется электрическими нагревательными приборами и отопительными агрегатами. Нагрев приточного воздуха в механических системах приточной вентиляции электрокалориферами.

Отопление административно-бытового корпуса принято электрическими конвекторами, в технических помещениях - инфракрасными обогревателями.

Электроконвекторы Ballu Enzo ВЕС/EZMR имеют механический термостат, степень защиты IP24, защиту от перегрева, максимальная температура лицевой поверхности 70 °С.

Потолочные инфракрасные обогреватели Теплофон ЭРГНА 1/220(п)КТ имеют степень защиты IP54, максимальная температура лицевой поверхности 130 °С.

#### Вентиляция

В здании АБК предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

В качестве воздухораспределителей используются потолочные диффузоры дискового типа. Установки систем вентиляции расположены за подвесным потолком.

В помещении сушки предусмотрены вытяжные воздуховоды для подключения к сушильным шкафам.

Размещение вентиляционных установок предусматривается за подшивным потолком. Воздуховоды для систем вентиляции выполняются из оцинкованной стали по ГОСТ 19904-90 толщиной 0,5-0,7 мм.

Воздухозаборные участки приточных систем и вытяжные воздуховоды для избежания образования конденсата теплоизолируются рулонной самоклеящейся изоляцией с покрытием из алюминиевой фольги K-Flex.

Воздухозаборные устройства расположены на 2 метра и выше от уровня земли. Выбросы вытяжных систем размещаются на 1 м от уровня кровли.

Для экономии энергоресурсов в системах Отопления и вентиляции предусматриваются следующие мероприятия:

- теплоизоляция воздуховодов;
- автоматическое поддержание параметров приточного воздуха в системах вентиляции;
- отключение общеобменной вентиляции в нерабочее время;
- автоматическое поддержание установленной температуры приборами отопления;

#### 1.3. Характеристика системы электроснабжения

Проект электроснабжения «Полигон твердых коммунальных отходов в с. Ермаковское Ермаковского района», здания АБК выполнен на основании:

- задания на проектирование;
- технических решений;
- технологических и архитектурно-строительных разделов;
- Согласно Технических условий.

Основными потребителями электроэнергии являются:

- силовые нагрузки;
- осветительные нагрузки;
- санитарно-техническое оборудование (вентсистемы);
- технологическое оборудование;
- противопожарные устройства.

Для внутреннего электроосвещения используются энергосберегающие светодиодные светильники фирмы VARTON. Освещение входов включается через фотозащитный элемент в зависимости

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ2	Лист
							5

от освещенности. Общий учет электроэнергии потребляемой зданием производится на вводе ГРШ счетчиком многотарифного учета 0,5s/1 класса точности Меркурий ART-03 PQRS, 5-10А.

Для учета электроэнергии проектом предусмотрены Счетчики (4шт) для учета, активной и реактивной электроэнергии, измерения и многотарифного учета, счетчик принят 0,5s/1 класса точности.

Счетчики установлены на вводном щите ГРШ возле ДГУ, ВРУ-АБК в электрощитовом помещении №101

#### 1.4. Характеристика системы водоснабжения и водоотведения

В здании административного корпуса (АБК) предусматривается хозяйственно-питьевое водоснабжение.

Необходимое количество питьевой воды в здании административного корпуса составляет – 5,29 м<sup>3</sup>/сут (1930,85 м<sup>3</sup>/год). В здании АБК устанавливается два пластиковых бака для воды V=3,0 м<sup>3</sup> каждый. Подвоз воды осуществляется один раз в сутки автотранспортом.

Для хранения запаса воды на противопожарные нужды на участке предусмотрено три пожарных резервуара объемом 110 м<sup>3</sup> каждый (горизонтальные стеклопластиковые емкости) производство «Биогард».

Для здания АБК при степени огнестойкости здания IV, строительный объем всего 2478,14 м<sup>3</sup>, в соответствии с СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности», внутреннее пожаротушение не предусматривается. В здании предусмотрено два пенных огнетушителя, асбестовое полотно или кошма размером 2x2 м и ящик с песком объемом 0,5 м<sup>3</sup>.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение составляет 20 л/сек в соответствии с «Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов ТБО» п.1.24, а также СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

Автоматическое пожаротушение не предусматривается.

Хозяйственно-питьевой водопровод на технологические нужды обеспечивает подачу холодной воды на технологические нужды.

В проекте предусмотрены следующие системы водоотведения:

- хозяйственно-бытовая канализация К1;
- производственная канализация К3.

Хозяйственно-бытовая канализация от здания АБК образуется в результате жизнедеятельности людей: мытья рук, тела, физиологических выделений.

Внутренняя сеть бытовой канализации проектируется из полипропиленовых канализационных труб по ГОСТ 32414-2013. Вытяжная часть бытовой канализации объединяется и выводится стояками на кровлю.

Хозяйственно-бытовая канализация от здания административно-бытового корпуса (АБК) самотеком поступает в выгреб хозяйственно-бытовых стоков V=50 м<sup>3</sup>. Сточные воды откачиваются и ассенизационными машинами вывозятся на канализационные очистные сооружения (см. П-03-20-ИОС3.2).

Производственная канализация от здания АБК образуется от прямиков, в помещениях баков запаса воды, в случае проливов баков.

Внутренние трубопроводы производственной канализации от прямиков в помещениях баков запаса воды здания АБК запроектированы из стальных электросварных прямошовных труб диаметром 57x3,0 мм по ГОСТ 10704-91.

Поверхностные стоки, образующиеся на территории полигона представлены дождевыми и тальными водами. Мероприятия по сбору стоков (см. 03-20-ИОС3.2).

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			П-03-20-ЭЭЭ							6
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

В здании АБК в помещениях баков запаса воды, в приемке устанавливается дренажный насос марки Unilift KP 350 A 1 Q=10 м<sup>3</sup>/час, H=3,0 м, N=0,7 кВт, для откачки дренажных вод в случае проливов баков.

Решение по сбору и отводу дренажных вод с площадки ТБО см. 03-20-ИОС3.2.

Индв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
П-03-20-ЭЭ2					
Лист					7

## 2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 2.1. СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЯХ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ-ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

#### 2.1.1. Описание технических решений и оценка теплозащитных качеств ограждающих конструкций

##### 2.1.1.1. Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

В соответствии с СП 50.13330.2012 [1] выбор теплозащитных качеств ограждающих конструкций здания может осуществляться по одному из двух альтернативных подходов:

- потребителю, когда теплозащитные качества ограждающих конструкций оцениваются по нормативному значению удельного энергопотребления здания в целом;
- предписывающему, когда нормативные требования предъявляются к отдельным ограждающим конструкциям.

Выбор подхода может осуществляться заказчиком или проектной организацией.

При проектировании ограждающих конструкций здания на основе потребительского подхода определяющим показателем является нормативная величина удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию  $1 \text{ м}^3$  отапливаемой площади за отопительный период  $q_{от}^{тр}$ , Вт/( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ ). При этом минимально допустимое сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций ограничивается величиной  $R_o^{мин}$ , определяемой в соответствии с п.5.13 СП 50.13330.2012 [1].

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

$$R_o^{норм} = R_o^{тр} \cdot m_p$$

где  $R_o^{тр}$  - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ /Вт, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , региона строительства и определять по таблице 3[1];

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете принимается равным 1.

Требуемое сопротивление теплопередаче в соответствии СП 50.13330.2012 [1]  $R_o^{норм}$  определяется по табл. 3 в зависимости от градусо-суток отопительного периода ГСОП:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от},$$

где  $t_{от}$  - средняя температура отопительного периода (для с. Ермаковское принимается равной  $-7,8 \text{°C}$  [3]);

$z_{от}$  - продолжительность отопительного периода (принимается равной 223 сут. [3])

Для проектируемого здания при  $t_b = +26 \text{°C}$  (душевые) величина ГСОП составляет:

$$\text{ГСОП} = (26 + 7,8) \cdot 223 = 7537,4 \text{°C} \cdot \text{сут.}$$

при  $t_b = +22 \text{°C}$  (рабочие кабинеты) величина ГСОП составляет:

$$\text{ГСОП} = (22 + 7,8) \cdot 223 = 6645,4 \text{°C} \cdot \text{сут.}$$

В соответствии с табл. 3 СП 50.13330.2012 [1] требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций общественных зданий определяется по формуле:

$R_o^{тр} = a \cdot \text{ГСОП} + b$ , где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует определять по данным таблицы для соответствующих групп зданий

Здание – административное.

Условия эксплуатации – А.

#### Наружные стены

Требуемое сопротивление теплопередаче стен проектируемого здания по требованиям таблицы 3 СП 50.13330.2012 составляет:

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.	П-03-20-ЭЭ2						Лист
															8

$$R_0^{TP} = a \cdot \Gamma \text{СОП} + b = 0,0003 \cdot 7537,4 + 1,2 = 3,46 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

При этом на поверхности стен и покрытий в местах теплопроводных включений не допускается выпадение конденсата (при  $t_{int} = 26^\circ\text{C}$ ,  $\phi_{int} = 55\%$  [1,2] температура "точки росы" составляет  $t_d = 15,3^\circ\text{C}$ ).

### Окна

Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_0^{TP}$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ), ограждающих конструкций -  $R_0^{TP} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$  по таблице 3. СП 50.13330.2012 административные здания.

### Покрытие

Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия проектируемого здания по требованиям таблицы 3 СП 50.13330.2012 составляет:

$$R_0^{TP} = a \cdot \Gamma \text{СОП} + b = 0,0003 \cdot 7537,4 + 1,6 = 4,61 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

### Входные двери

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей в здание должно быть не менее:

$$R_{ст}^{TP} = 0,6 \cdot ((t_{в} - t_{н}) / \Delta t_{н} \cdot \alpha_{в} = 0,6 \cdot ((16 + 41) / 4,5 \cdot 8,7) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

#### 2.1.1.2. Нормативные требования по удельному расходу тепловой энергии

В соответствии со СП 50.13330.2012 по условиям энергосбережения в качестве нормируемой величины принимается удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q_{от}^{TP}$ .

Величина расчетной удельной характеристики расхода  $q_{от}^P$  проектируемого здания - на  $1 \text{ м}^3$  отапливаемого объема здания,  $\text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  и должна быть меньше или равна требуемому значению  $q_{от}^{TP}$ .

$$q_{от}^{TP} \geq q_{от}^P.$$

Обеспечение этого требования достигается за счет выбора соответствующего уровня теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций здания, его объемно-планировочного решения, типа, эффективности и метода регулирования используемых систем теплоснабжения и вентиляции.

В соответствии с данными табл. 14 СП 50.13330.2012 величина расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию  $1 \text{ м}^3$  отапливаемого объема для проектируемого здания должна быть не менее:

$$q_{от}^{TP} = 0,417 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

#### 2.1.2. Описание технических решений и результаты оценки приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций.

При проведении расчетов в качестве расчетных параметров внутренней и наружной среды принимались:

- расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{в} = +26^\circ\text{C}$ ;
- расчетная температура наружного воздуха  $t_{н} = -41^\circ\text{C}$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен, полов  $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности окон  $\alpha_{в} = 8,0 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен, покрытий  $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

Теплотехнические характеристики материалов в соответствии с [1] принимались для условий эксплуатации "А" (для с. Ермаковское зона влажности – сухая, режим помещений – нормальный). В частности:

- Стеновая сэндвич-панель - 170 мм.  $\rho_0 = 110 \text{ кг} / \text{м}^3$ ,  $\lambda_1 = 0,048 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$ ;

Изнв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			П-03-20-ЭЭЭ						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

- Кровельная сэндвич-панель - 250 мм.  $\rho_0 = 130 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_2 = 0,050 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;

### 2.1.2.1. Наружные стены

Описание конструкции, выбранной для расчета:

Материал слоя	$\delta$ , мм	$\lambda$ , Вт/(м·°C)
Сэндвич-панель - 170 мм	170	0,048

Перечисление элементов, составляющих стеновую конструкцию:

Для расчета приведенного сопротивления теплопередаче стены разбиваем ее на следующие элементы:

- плоский элемент 1 – стена из трехслойных сэндвич-панелей - 170мм;
- линейный элемент 1 - примыкания откосов к стене из тонкостенных панелей;
- точечный элемент 1 - анкер;

Геометрические характеристики элементов:

Суммарная площадь фасада 329,2 м<sup>2</sup>.  
Суммарная площадь проемов дверей 13,2 м<sup>2</sup>.  
Суммарная площадь окон 28,8 м<sup>2</sup>

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции и удельная характеристика для расчета  $R_{o,pp}$  составляет:

$$A = 287,2; a = 287,2/287,2 = 1 \text{ м}^2;$$

Общая длина откосов равна:  
 $L = 86,4 \text{ м};$

Длина откосов, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> площади фрагмента равна:  
 $l = 86,4/287,2 = 0,30 \text{ м}^{-1};$

Среднее число тарельчатых анкеров 1 шт. на 1м<sup>2</sup> площади стены из сэндвич-панелей

Расчет удельных характеристик:

Для плоского элемента теплозащитные характеристики определяют по формулам 5.5 и 5.6 СП230.1325800.2015:

$$R_{o,i}^{усл} = \frac{1}{\alpha_B} + \Sigma R_s + \frac{1}{\alpha_H};$$

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s};$$

Для плоского элемента 1 теплозащитные характеристики:

$$R_{o,1}^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,17}{0,048} + \frac{1}{23} = 3,69 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$U_1 = \frac{1}{R_{o,i}^{усл}} = \frac{1}{3,69} = 0,27 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							П-03-20-ЭЭ2	Лист
										10
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Удельные потери теплоты линейного объекта элементов принимают по таблице Г.36 СП230.1325800.2015.

$$R_{yt} = 3,54 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}, d_p = 80 \text{ мм.}$$

Удельные потери теплоты теплозащитного элемента  $\psi_1 = 0,02 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ .

Для точечного элемента 1 удельные потери теплоты принимаем по таблице Г.4 СП230.1325800.2015. Рассматриваемому элементу соответствуют удельные потери теплоты  $\chi_1 = 0,006 \text{ Вт}/\text{°C}$ .

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1 = 1 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U_1 = 0,27$	$U_1 a_1 = 0,27$	95,74
Линейный элемент 1	$l_1 = 0,30 \text{ м}/\text{м}^2$	$\psi_1 = 0,02$	$\psi_1 l_1 = 0,006$	2,13
Точечный элемент 1	$n_1 = 1 \text{ 1}/\text{м}^2$	$\chi_1 = 0,006$	$\chi_1 n_1 = 0,006$	2,13
Итого			$1/R_{пр} = 0,282$	100

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции рассчитывают по формуле 5.1 СП230.1325800.2015:

$$R_o^{пр} = \frac{1}{0,286} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

Коэффициент теплотехнической однородности, определённый по формуле 5.7 СП230.1325800.2015:

$$r = \frac{3,5}{3,69} = 0,949;$$

В соответствии с разделом 5 СП50.13330.2012 наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять:

- нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_0 > R_{тр}$ ;

$$3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > 3,46 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт.}$$

Условие выполняется.

- расчетному температурному перепаду  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемому по формуле (4) СП50.13330.2012; при этом расчетный температурный перепад не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , установленных в таблице 5 СНиП 23-02 (для стен административных зданий  $\Delta t_n = 4,5 \text{ °C}$ ) и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}}$$

$$\Delta t_0 = \frac{1(26 - (41))}{3,50 \cdot 8,7} = 2,2$$

Изнв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									11
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭЭ

$$\Delta t_n \geq \Delta t_0$$

$$4,5 \geq 2,2$$

Условие выполняется.

### 2.1.2.2. Заполнение оконных проемов

Приведенное сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов административных зданий (при расчетной температуре внутреннего воздуха  $t_{int} = 22^\circ\text{C}$  и расчетной температуре наружного воздуха  $t_{ext} = -41^\circ\text{C}$  [3]) Стеклопакет СПД 4М1-12Аг-4М1-12Аг-И4 принято равным  $R_o^{des} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

В соответствии с разделом 5 СП50.13330.2012 наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять:

- нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_0 > R_{тр}$ ;

$$0,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > 0,74 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Условие выполняется.

- температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон должна быть не ниже плюс  $3^\circ\text{C}$ :

$$\tau_{si} = t_{int} - \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} = 22 - \frac{(22 + 41)}{0,74 \cdot 8,0} = 11,4^\circ\text{C}$$

$$11,4^\circ\text{C} > 3^\circ\text{C}$$

Условие выполняется.

### 2.1.2.3. Входные двери

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей в здание должно быть не менее:

$$R_{ст}^{TP} = 0,6 \cdot ((t_b - t_n) / \Delta t_n \cdot \alpha_b) = 0,6 \cdot ((16 + 41) / 4,5 \cdot 8,7) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

### 2.1.2.4. Покрытие

Покрытие (кровля) выполнено из трехслойных кровельных панелей «ДиВолл» толщиной 250мм.

Удельная теплопроводность  $\lambda$ , Вт/(м·°C) кровельных сэндвич-панелей «ДиВолл» в соответствии с техническими характеристиками составляет 0,05 Вт/(м·°C)

Градусо-сутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_b - t_{от}) \cdot Z_{оп}$$

где  $t_b = +26^\circ\text{C}$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °C;

где  $t_{от} = -7,8^\circ\text{C}$  - средняя температура наружного воздуха, °C;

где  $Z_{оп} = 223$  сут - продолжительность отопительного периода, сут.;

$$ГСОП = (26 + 7,8) \cdot 223 = 7537,4^\circ\text{C} \cdot \text{сут}.$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи определяем по формуле:

$$R_{mp} = a \cdot ГСОП + b,$$

где  $ГСОП$  - градусо-сутки отопительного периода, °C·сут;

$a, b$  - коэффициенты, значения которых приняты по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012

$$R_{тр} = 0,0004 \times 7537,4 + 1,6 = 4,61 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	ГСОП = (26 + 7,8) · 223 = 7537,4 °C·сут.
									Нормируемое значение сопротивления теплопередачи определяем по формуле: $R_{mp} = a \cdot ГСОП + b,$ где $ГСОП$ - градусо-сутки отопительного периода, °C·сут; $a, b$ - коэффициенты, значения которых приняты по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012
<div style="text-align: right;">П-03-20-ЭЭЭ</div>									
Лист									
12									

Для оценочных расчетов, выполняемых при разработке раздела «Энергоэффективность», допустимо назначение минимальных значений коэффициента теплотехнической однородности не указанных в СНиП:

- для перекрытий верхнего этажа, совмещенных с покрытием кровли  $r=0,95$

$$R_0^{np} = R_0^{ysl} \cdot r$$

$$R_0^{ysl} = \frac{1}{a_{int}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_{ext}}$$

$$R_0^{ysl} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,05} + \frac{1}{23} = 5,15 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт};$$

$$R_0^{np} = 5,15 \cdot 0,95 = 4,89 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}.$$

В соответствии с разделом 5 СП50.13330.2012 наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять:

- нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_0 > R_{tr}$ ;

$$4,89 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт} > 4,61 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}.$$

Условие выполняется.

- расчетному температурному перепаду  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемому по формуле (4) СП50.13330.2012; при этом расчетный температурный перепад не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , установленных в таблице 5 СП50.13330 (для покрытий административных зданий  $\Delta t_n = 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}}$$

$$\Delta t_0 = \frac{1(26 - (-41))}{4,89 \cdot 8,7} = 1,57$$

$$\Delta t_n \geq \Delta t_0$$

$$4,0 \geq 1,57$$

Условие выполняется.

#### 2.1.2.5. Полы по грунту

Определение приведенного сопротивления теплопередаче ограждений, контактирующих с грунтом (стены, пол), осуществляется по следующей методике.

Для этого ограждения, контактирующие с грунтом ( $A_j = 413 \text{ м}^2$ ), разбиваются на 4 зоны шириной 2 м, начиная от верха конструкций, контактирующих с грунтом.

Площади зон и их сопротивления теплопередаче:

	$A_{fi}, \text{ м}^2$	$R_n, \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт}$
Зона I.....	168.....	2,1

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ2	Лист
							13

Угловые зоны...16	
Зона II..... 120.....	4,3
Зона III..... 88.....	8,6
Зона IV..... 45.....	14,2

Для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с теплопроводностью  $\lambda < 1,2$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) утепляющего слоя толщиной  $\delta$  м, принимая  $R_{0,пол}$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, по формуле:

$$R_{0,пол} = R_n + \delta/\lambda_n$$

Таким образом:

$$R_{0,пол}^I = 2,1 + \left(\frac{0,2}{1,92}\right) + \left(\frac{0,1}{0,032}\right) = 2,1 + (0,1 + 3,125) = 5,37 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт,}$$

$$R_{0,пол}^{II} = 4,3 + \left(\frac{0,2}{1,92}\right) + \left(\frac{0,1}{0,032}\right) = 4,3 + (0,1 + 3,125) = 7,52 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт,}$$

$$R_{0,пол}^{III} = 8,6 + \left(\frac{0,2}{1,92}\right) + \left(\frac{0,1}{0,032}\right) = 8,6 + (0,1 + 3,125) = 11,82 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт,}$$

$$R_{0,пол}^{IV} = 14,2 + \left(\frac{0,2}{1,92}\right) + \left(\frac{0,1}{0,032}\right) = 14,2 + (0,1 + 3,125) = 17,42 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту

$$R_0 = 421 / \left( \frac{168}{5,37} + \frac{16}{5,37} + \frac{120}{7,52} + \frac{88}{11,8} + \frac{45}{17,4} \right) = 6,96 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

Сводные результаты расчета теплозащитных качеств ограждающих конструкций проектируемого здания

Наименование ограждений	Площадь конструкции, м <sup>2</sup>	Сопротивление теплопередаче, R <sub>0</sub> м <sup>2</sup> ·°С/Вт	
		требуемое	расчетное
1. Наружные стены (из трёхслойных сэндвич-панелей)	1171,2	3,46	3,5
2. Двери	13,3	0,87	0,87
3. Окна	28,8	0,74	0,75
4. Покрытие	211,6	4,61	4,89
5. Полы по грунту	413,4	-	6,96

## 2.2. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЗДАНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

### 2.2.1. Расчет теплоэнергетических параметров

Общая информация о проекте:

Проектируемое здание – административно-бытовой корпус.

Расчетные условия:

1. Расчетная температура наружного воздуха  $t_{ext} = -41$  °С;
2. Расчетная температура внутреннего воздуха в здании  $t_{int} = +26$  °С;

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

П-03-20-ЭЭЭ

Лист

14

3. Расчетная температура технических помещений  $t_f = +15$  °С;
4. Средняя температура отопительного периода  $t_{ext}^{av} = -7,8$  °С;
5. Продолжительность отопительного периода  $z_{ht} = 223$  сут;
6. Градусо-сутки отопительного периода  $D_d = 7537,4$  °С·сут;

Краткая характеристика объемно-планировочного решения здания:

8. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания составляет:  $A_n^{сум} = 1165,8$  м<sup>2</sup> в том числе:
  - наружных стен выше уровня земли:  $A_{cm} = 287,2$  м<sup>2</sup>;
  - окон:  $A_{ок} = 28,8$  м<sup>2</sup>
  - дверей:  $A_{дв} = 13,2$  м<sup>2</sup>;
  - покрытия:  $A_n = 423,2$  м<sup>2</sup>.
  - полов по грунту:  $A_{цок} = 413,4$  м<sup>2</sup>.
9. Площадь здания  $A_{от} = 413,4$  м<sup>2</sup>.
10. Расчетная площадь общественной части здания  $A_p = 267,2$  м<sup>2</sup>
11. Отапливаемый объем здания  $V_{от} = 1825$  м<sup>3</sup>.
12. Коэффициент остекления фасада  $f = 28,8 / 329,2 = 0,087$ .
13. Показатель компактности здания  $k_{комп} = 1165,8 / 1825 = 0,64$ .

Энергетические показатели:

14. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется по формуле:

$$n_e = [L_{вент} \cdot n_{вент} / 168 + (G_{инф} \cdot k \cdot n_{инф}) / (168 \cdot \rho_e^{вент})] / (\beta_v \cdot V_{от}) \text{ (1/ч), где:}$$

$L_{вент}$  - нормируемое значение количества приточного воздуха в здание при механической вентиляции м<sup>3</sup>/ч: для административных зданий принимают по приложению И СП 60.13330.2016: (общественная часть  $L_{вент} = 35 \cdot 40 = 1400$  м<sup>3</sup>/ч)

$n_{вент} = 60$  - число часов работы механической вентиляции в течение недели;

168 - число часов в неделе;

$$\rho_e^{вент} = 353 / (273 - 7,8) = 1,33;$$

$G_{инф}$  - количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей определяется по формуле:

$$G_{инф} = 0,1 \beta_v \cdot V_{от} = 0,1 \cdot 0,85 \cdot 1825 = 155,13 \text{ кг/ч;}$$

$$n_e = [1400 \cdot 60 / 168 + (155,13 \cdot 168) / (168 \cdot 1,33)] / (0,85 \cdot 1825) = 0,398 \text{ ч}^{-1}.$$

15. Удельная вентиляционная характеристика определена по формуле:

$$k_{вент} = 0,28 c n_e \beta_v \rho_e^{вент} (1 - k_{эф}), \text{ где:}$$

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

$n_e$  — средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч<sup>-1</sup>;

$V_{от}$  - отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;

$\beta_v$  - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций ( $\beta_v = 0,85$ );

$k_{эф}$  — коэффициент эффективности рекуператора при отсутствии теплоутилизационного оборудования в конструкции системы вентиляции ( $k_{эф} = 0$ ),

$\rho_e^{вент}$  - средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho_e^{вент} = 353 / (273 + t_{от}) = 1,33$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист 15
			П-03-20-ЭЭЭ				
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,398 \cdot 0,85 \cdot 1,33 \cdot 1 = 0,126 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

19. Удельная характеристика бытовых тепловыделений определена по формуле:

$$k_{\text{быт}} = (q_{\text{быт}} \cdot A_p) / V_{\text{от}}(t_e - t_{\text{от}}), \text{ где:}$$

$q_{\text{быт}}$  - величина бытовых тепловыделений на  $1 \text{ м}^2$  расчетной площади общественной части зданий,  $q_{\text{быт}} = 14,03 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$

$$k_{\text{быт}} = (14,03 \cdot 267,2) / 1825 \cdot 32,8 = 0,062 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

20. Удельная характеристика теплоусвоений в здание от солнечной радиации определена по формуле:

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

Теплопоступления в здание через окна от солнечной радиации за отопительный период  $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$ , МДж, определяются по формуле, принимая для окон, выходящих на северо-запад  $I = 637 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ , на юго-запад  $I = 1783 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ; на юго-восток  $I = 1783 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ; на северо-восток  $I = 637 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ;  $\tau_{\text{ок}} = 0,8$ ;  $k_{\text{ок}} = 0,48$ .

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = t_{\text{ок}} k_{\text{ок}} (A_{\text{ок1}} I_{\text{ок1}} + A_{\text{ок2}} I_{\text{ок2}} + A_{\text{ок3}} I_{\text{ок3}} + A_{\text{ок4}} I_{\text{ок4}})$$

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = 0,8 \cdot 0,48 \cdot (9 \cdot 637 + 3,6 \cdot 1783 + 12,6 \cdot 1783 + 3,6 \cdot 637) = 14173,75 \text{ МДж}/\text{год}.$$

$$k_{\text{рад}} = (11,6 \cdot 14173,75) / 1825 \cdot 7537,4 = 0,012 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

21. Удельная теплозащитная характеристика здания  $k_{\text{об}}$  определяется согласно СП50.13330.2012 по формуле:

$$k_{\text{об}} = 1/V_{\text{от}} \cdot \sum (n_i (A_{\text{ф}}/R_o)) = 1/1825 (329,2/3,5 + 28,8/0,75 + 13,2/0,87 + 413,4/6,96 + 423,2/4,89) = 0,161 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

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

$$= (0,16 + 10/\sqrt{1825}) / (0,00013 \cdot 7537,4 + 0,61) = 0,248 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

$$k_{\text{об}} = 0,161 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) < k_{\text{об}}^{\text{тп}} = 0,248 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Условие выполняется.

$$K_{\text{общ}} = k_{\text{об}} / K_{\text{комп}} = 0,161 / 0,64 = 0,252 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

22. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии зданием за отопительный период  $q_{\text{от}}^{\text{п}} \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ :

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

$$\beta_{\text{КПИ}} = \frac{K_{\text{рег}}}{(1 + 0,5n_b)} = \frac{0,8}{(1 + 0,5 \cdot 0,398)} = 0,67$$

$$q_{\text{от}}^{\text{п}} = 0,161 + 0,126 - 0,67(0,062 + 0,012) = 0,237 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

23. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$ , кВт·ч/год, определяется по формуле:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{\text{от}} \cdot q_{\text{от}}^{\text{п}} = 0,024 \cdot 7537,4 \cdot 1825 \cdot 0,237 = 78242,73 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год};$$

24. Общие теплопотери здания за отопительный период  $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$ , кВт·ч/год, определяется по формуле:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{\text{от}} \cdot (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}}) = 0,024 \cdot 7537,4 \cdot 1825 \cdot (0,161 + 0,126) = 94749,64 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год};$$

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

$$q = Q_{\text{от}}^{\text{год}} / A_{\text{от}} = 78242,73 / 413,4 = 189,27 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист
			П-03-20-ЭЭЭ						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

### Сопоставление с нормативными требованиями

25. Нормативная удельная характеристика расхода тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление здания, согласно СП50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», составляет  $q_{om}^{mp} = 0,417 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ .

26. Сопоставление значений расчетной  $q_{om}^p$  и нормативной  $q_{om}^{mp}$  удельных характеристик расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания позволяет сделать вывод, что уровень теплозащитных качеств ограждающих конструкций достаточен и нормативный показатель удельного расхода тепловой энергии проектируемого здания обеспечивается.

$$q_{om}^p = 0,237 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) < q_{om}^{mp} = 0,417 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Здание относится к классу энергосбережения А («Очень высокий») согласно табл.15 СП50.13330.2012. Величина отклонения составляет – 43,17%.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
										П-03-20-ЭЭ2
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



Сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение требований энергетической эффективности ограждающими конструкциями теплового контура одноэтажного административного здания.

Сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение требований энергетической эффективности ограждающими конструкциями теплового контура одноэтажного административного здания (до первого капитального ремонта):

- Наружные стены: (сэндвич-панели): 50 лет.
- Светопрозрачные ограждающие конструкции:
- Блоки оконные из поливинилхлоридного профиля с заполнением двухкамерным стеклопакетом, В1, ГОСТ 30674-99:
- ПВХ профили: 40 лет. Стеклопакеты: 20 лет. Уплотняющие прокладки: 10 лет.
- Входные наружные двери:
- Блоки дверные стальные, утепленные, ГОСТ 31173-2016: 10 лет. Покрытие совмещенное: 10 лет.
- Герметизированные стыки мест примыкания оконных (дверных) блоков к граням проемов - 25 лет.
- Периодичность текущих ремонтов ограждающих конструкций до первого капитального ремонта: 5-7 лет.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			П-03-20-ЭЭ2						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ проекта здания по проекту «Административно-бытовой корпус» (разработчик проекта - ООО «Проектно-Строительная Мастерская "ПРОСТО"», шифр проекта - П-03-20), результаты расчета теплоэнергетических показателей, сопоставление полученных показателей удельного энергопотребления с требованиями СП 50.13330.2012 [1] позволяют сделать следующие выводы:

1. Теплозащитные качества ограждающих конструкций проектируемого здания соответствуют требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

2. Расчетные показатели удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию  $1 \text{ м}^3$  отапливаемого объема проектируемого здания соответствуют нормативным требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого здания составляет  $q_{om}^p = 0,237 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ ; нормативное значение удельного расхода тепловой энергии составляет  $q_{om}^{mp} = 0,417 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ .

В соответствии с табл. 15 СП 50.13330.2012 [1] запроектированному зданию по проекту «Административно-бытовой корпус» может быть присвоен класс энергосбережения - «А» («Очень высокий»).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ2			

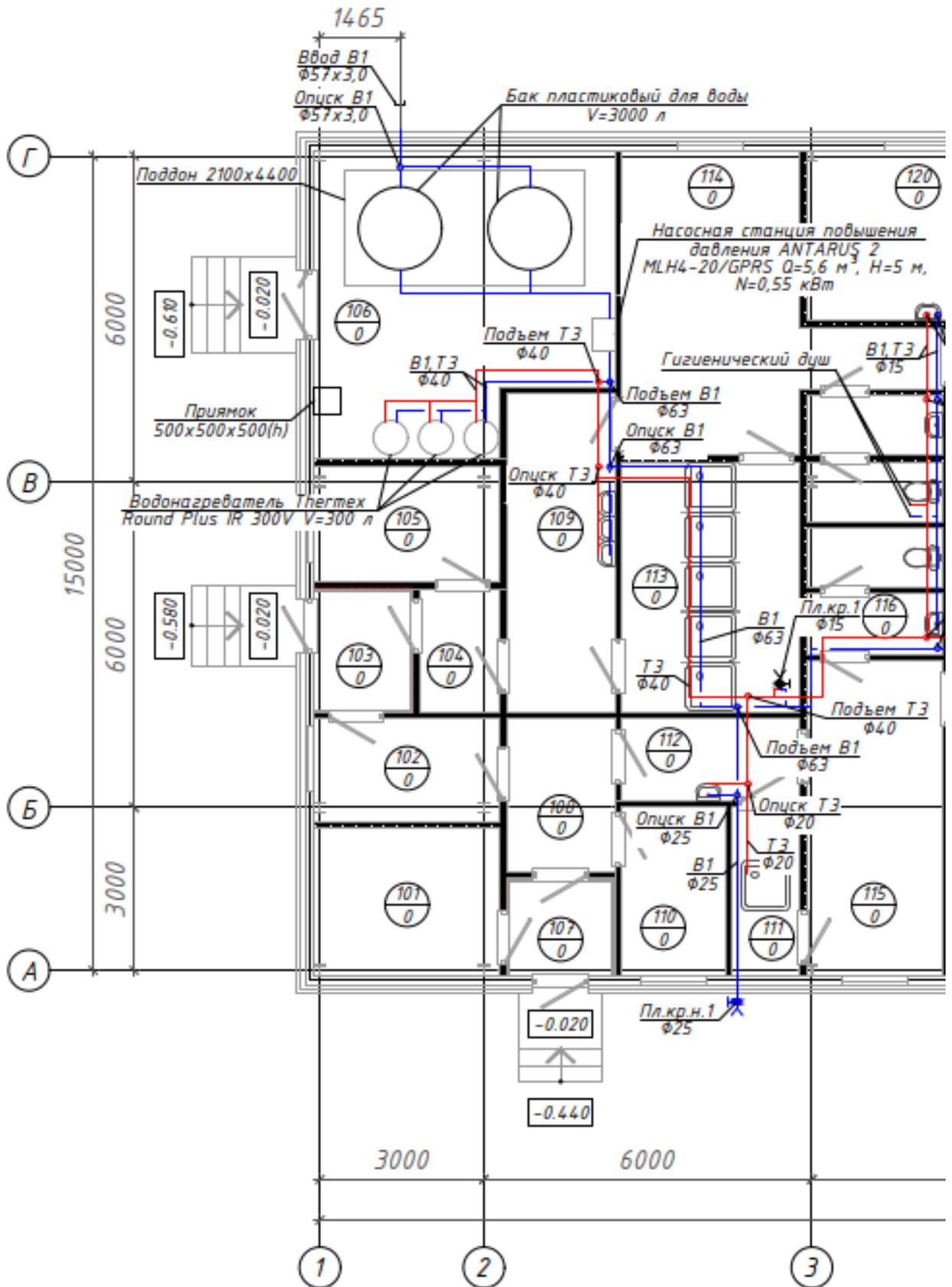
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий/ Госстрой России. - М.:ФГУП ЦПП, 2012. – 27 с.
2. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие здание. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – М., Минстрой России, 2015. – 67 с.
3. СП 131.13330.2012 СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология/ Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000.-58 с.
4. Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий: Справочное пособие кСНиП / НИИСФ. - М.: Стройиздат, 1990. - 233 с.

Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П-03-20-ЭЭ2			



5.1. Схема расположения в здании приборов учета тепловой энергии

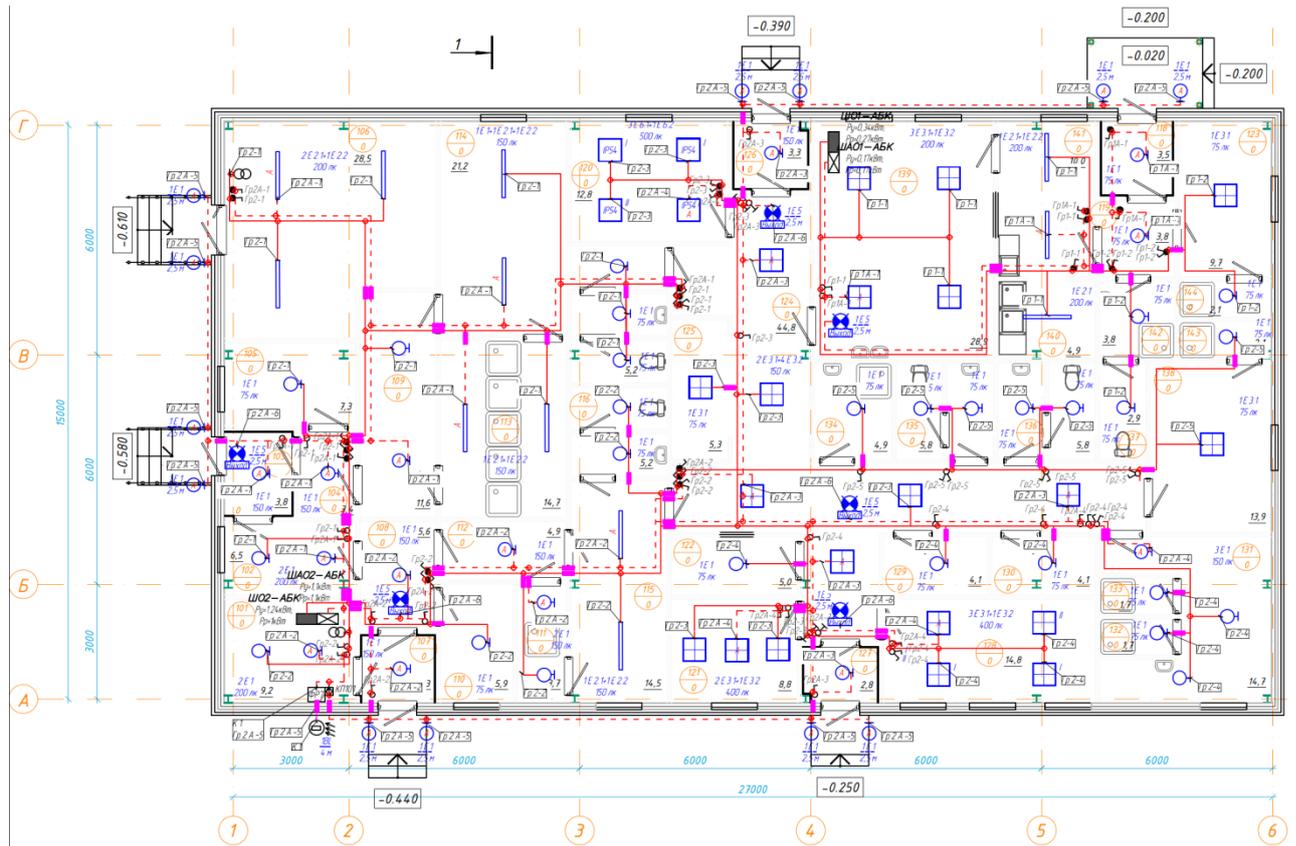


План с указанием расположения помещения емкостей привозной воды (помещение 106)

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

## 5.2 Схема расположения в здании приборов учета электроэнергии



План с указанием расположения помещений с приборами учета электроэнергии (помещение 101 и 139)

Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

## 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №	
						П-03-20-ЭЭ2	Лист
							25
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

Название объекта: «Административно-бытовой корпус».

### 1. Общая информация

Дата заполнения (число, м-ц, год)	03.12.2020г.
Адрес здания	с. Ермаковское
Разработчик проекта	ООО «ПСМ ПРОСТО»
Адрес и телефон разработчика	660028 Россия, г. Красноярск, ул. Парти- зана Железняка 19Д
Шифр проекта	П-03-20
Назначение здания, серия	Административно-бытовой корпус
Этажность, количество секций	Этажность 1
Количество квартир	-
Расчетное количество персонала	35 чел.
Размещение в застройке	Отдельно стоящий
Конструктивное решение	Каркасная конструктивная система

### 2. Расчетные условия

№ п.п	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица изме- рения	Расчетное зна- чение
1	Расчетная температура наружного воздуха	$t_n$	°С	-41
2	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°С	-7,8
3	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	сут/год	223
4	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С·сут/год	7537,4
5	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С	+26
6	Расчетная температура воздуха рабочих кабинетов	$t_{int}$	°С	+22
7	Расчетная температура воздуха технических помещений	$t_{int}$	°С	+15

Изм. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

П-03-20-ЭЭ2

Лист

26

### 3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$	413,4	
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	-	
10. Расчетная площадь (общественной части здания)	$A_{р}, м^2$	267,2	
11. Отапливаемый объем	$V_{от}, м^3$	1825	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,087	
13. Показатель компактности здания	$k_{комп}$	0,64	
14. Общая площадь наружных огражд. конструкций здания, в т.ч:	$A_{н}^{сум}, м^2$	1165,8	
- Фасадов	$A_{фас}, м^2$	329,2	
- стен	$A_{ст}, м^2$	287,2	
- окон	$A_{ок}, м^2$	28,8	
- дверей	$A_{дв}, м^2$	13,2	
- покрытий	$A_{покр}, м^2$	423,2	
- пола по грунту	$A_{пол}, м^2$	413,4	

### 4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_o^{пр}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт$			
- Стен	$R_{о,ст}^{пр}$	3,46	3,5	
- дверей	$R_{о,дв}^{пр}$	0,87	0,87	
- окон	$R_{о,цок1}^{пр}$	0,74	0,75	
- покрытий	$R_{о,цок2}^{пр}$	4,61	4,89	
- пола по грунту	$R_{о,цок2}^{пр}$	-	6,96	

Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭЭ

Лист

27

### 5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{\text{общ}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	0,252
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_v$ , ч <sup>-1</sup>	-	0,398
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{\text{быт}}$ , Вт/м <sup>2</sup>	-	14,03
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{\text{тепл}}$ , руб/кВт·ч		

### 6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{\text{об}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,248	0,161
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{\text{вент}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	-	0,126
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{\text{быт}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	-	0,062
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{\text{рад}}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	-	0,0093

### 7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормативное значение
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	0,8
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	-
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{\text{эф}}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	-
28. Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_n$	-

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭ2

Лист

28

### 8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{om}^p$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,237
30. Нормируемая удельная характеристика тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{om}^{np}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,417
31. Класс энергосбережения		А
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		Да

### 9. Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единицы измерения	Значение показателя
33. Удельная расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)	189,25
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{om}^{год}$	кВт·ч/(год)	78242,73
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт·ч/(год)	94749,64

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П-03-20-ЭЭЭ

Лист

29

