

АО «Уральская энергетическая строительная компания»

Рег. Номер №214 от 28.08.2017г в Ассоциации саморегулируемая организация
«Проектировщики Свердловской области»
СРО-П-095-21122009

Заказчик: МП «Водоканал» г. Лыткарино

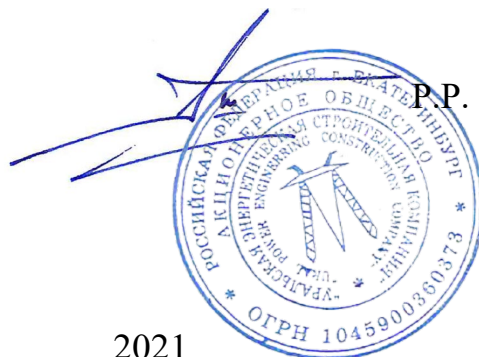
**«Строительство городских канализационных очистных сооружений г.
Лыткарино производительностью 30000 м куб. в сутки»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**РАЗДЕЛ 10 (1) МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОБЛЮДЕНИЯ
ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И
ТРЕБОВАНИЙ ОСНАЩЕННОСТИ ЗДАНИЙ, СТРОЕНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ ПРИБОРАМИ УЧЕТА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

2858661-1-П-ЭЭ

Генеральный директор



Р.Р. Шагалиев

2021

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ДЭКО»

«Строительство городских канализационных очистных сооружений г. Лыткарино производительностью 30000 м куб. в сутки»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 10 (1) «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»

285861-18-П-ЭЭ

ГИП



А.В.ЯКИМЕНКО

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР



В.В.АХМАДЕЕВ



Г. МОСКВА 2022 Г.

Оглавление	Ошибка! Закладка не определена.
1. Исходные материалы и данные для проектирования	2
2. Сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, тепловую энергию, воду, горячую воду для нужд горячего водоснабжения и электрическую энергию, параметрах и режимах их работы, характеристиках отдельных параметров технологических процессов	4
3. Сведения о потребности (расчетные (проектные) значения нагрузок и расхода) объекта капитального строительства в топливе, тепловой энергии, воде, горячей воде для нужд горячего водоснабжения и электрической энергии, в том числе на производственные нужды, и существующих лимитах их потребления	4
4. Сведения об источниках энергетических ресурсов, их характеристиках (в соответствии с техническими условиями), о параметрах энергоносителей, требованиях к надежности и качеству поставляемых энергетических ресурсов	6
5. Мероприятия по резервированию электроэнергии и описание решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах	7
6. Сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в объекте капитального строительства	7
7. Сведения о классе энергетической эффективности и о повышении энергетической эффективности	131
8. Перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации.....	131
9. Мероприятия по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности	133
10. Перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемых энергетических ресурсов....	134
11. Описание и обоснование принятых архитектурных, конструктивных, функционально-технологических и инженерно-технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности объекта капитального строительства	135
12. Спецификация предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход энергии и ресурсов, в том числе основные их характеристики, сведения о типе и классе предусмотренных проектом проводов и осветительной арматуры	136
13. Описание мест расположения приборов учета используемых энергетических ресурсов, устройств сбора и передачи данных от таких приборов	137
14. Описание и обоснование применяемых систем автоматизации и диспетчеризации и контроля тепловых процессов (для объектов производственного назначения) и процессов регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	138
15. Описание схемы прокладки наружного противопожарного водопровода.....	139
16. Сведения об инженерных сетях и источниках обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, тепловой энергией.	140

Согласовано						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				
Взам.инв.№						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				
Подп. и дата						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				
Инв. № подл.	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
	Разработал		Филиппов			03.22		П	1	140
	Проверил									
	ГИП		Якименко							
	Н.контр.		Кононов				ООО «ДЭКО»			

1. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Настоящая проектная документация по объекту «Строительство городских канализационных очистных сооружений г. Лыткарино производительностью 30000 м куб. в сутки» разработана на основании:

– Договора на разработку документации

Основными исходными данными и условиями для подготовки проектной документации на объект капитального строительства послужили:

- Задание на проектирование;
- Технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям;
- Техническое заключение о проведенных инженерно-геологических изысканий;
- Проектные решения;
- Архитектурные решения;
- Конструктивные и объемно-планировочные решения;
- Решения оп отоплению, вентиляции и кондиционированию зданий;
- Решения в части электроснабжения и освещения.

Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения (в части описания систем ЭС, ВК, ОВ).

При разработке раздела были использованы следующие нормативные акты, документы и материалы:

- Постановление правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- ГОСТ Р 21.101-2020 «Основные требования к проектной и рабочей документации»;
- СП 131.13330-2020 «Строительная климатология». Москва 2000;
- СП 18.13330.2019 «Генеральные планы промышленных предприятий»;
- СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения»;
- СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;
- СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;
- СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты»;
- СП 31.13330-2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85»;
- СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»;
- СП 60.13330-2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.					285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.	250-18		<i>МБШ</i>
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

- СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.»;
- СП 52.13330-2016 «Естественное и искусственное освещение».

В рамках выполнения требований технического задания предусматривается выделение этапов строительства (пусковых комплексов), объединенных в единую проектно-сметную документацию:

1. Новое строительство 1-ой очереди КОС;
2. Консервация 2-ой очереди КОС;
3. Консервация 3-ей очереди КОС.

На площадке канализационных очистных сооружений (КОС) предусмотрены следующие сооружения, потребляющие электроэнергию:

- Приемная камера (новое строительство) – поз.1 по ГП;
- Здание решеток (новое строительство) – поз.2 по ГП;
- Песколовки (новое строительство) – поз.3 по ГП;
- Здание выгрузки песка (новое строительство) поз.4 по ГП;
- Первичные отстойник 3 шт (новое строительство) – поз.5 по ГП;
- Ацидофикатор (новое строительство) – поз.6 по ГП;
- Насосная станция сырого осадка (новое строительство) – поз.7 по ГП;
- Блок технологических емкостей №1 (новое строительство) – поз.8 по ГП;
- Цех технологических емкостей №2 (новое строительство) – поз.9 по ГП;
- Вторичные отстойники 4 шт (новое строительство) – поз.10 по ГП;
- Иловая насосная станция (новое строительство) – поз.11 по ГП;
- Цех доочистки и обеззараживания (новое строительство) – поз.12 по ГП;
- Локальные очистные сооружения (новое строительство) – поз.13 по ГП;
- Цех механического обезвоживания осадка (реконструкция) – поз.14 по ГП;
- Административно-бытовой корпус (реконструкция) – поз.15 по ГП;
- Лаборатория (существующие) – поз.16 по ГП;
- Контрольно-пропускной пункт (новое строительство) – поз.20 по ГП.

Проектная документация разработана в соответствии с действующими строительными нормами и правилами и предусматривает технические решения, обеспечивающие выполнение требований экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм, энергоэффективности действующих на территории Российской Федерации, и безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объектов при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

1.1. Климатические параметры

Взам.инв.№
Подп. и дата
Инв. № подл.

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		3
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Климатические параметры объекта примем по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» для г. Москва. Расчетные параметры наружного воздуха в холодный период времени представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха в холодный период

Холодный период, параметры Б	
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92	-26
Средняя температура, °С, периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	-2,2
Продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	204
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	2,0
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч. наиболее холодного месяца, %	82
Теплый период, параметры А	
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95	23
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч. наиболее теплого месяца, %	60
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	0

2. СВЕДЕНИЯ О ТИПЕ И КОЛИЧЕСТВЕ УСТАНОВОК, ПОТРЕБЛЯЮЩИХ ТОПЛИВО, ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ, ВОДУ, ГОРЯЧУЮ ВОДУ ДЛЯ НУЖД ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ, ПАРАМЕТРАХ И РЕЖИМАХ ИХ РАБОТЫ, ХАРАКТЕРИСТИКАХ ОТДЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В соответствии с Техническим заданием на проектирование канализационных очистных сооружений источниками энергетических ресурсов для данного объекта являются: городской водопровод (для хозяйственно-бытовых нужд); городские электросети (для электроснабжения) и тепловые сети (для теплоснабжения объекта).

Характеристики источников энергетических ресурсов и их параметры приведены в п. 3 данной пояснительной записки. Более подробно данную информацию см. в соответствующих разделах проектной документации.

3. СВЕДЕНИЯ О ПОТРЕБНОСТИ (РАСЧЕТНЫЕ (ПРОЕКТНЫЕ) ЗНАЧЕНИЯ НАГРУЗОК И РАСХОДА) ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ТОПЛИВЕ, ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ВОДЕ, ГОРЯЧЕЙ ВОДЕ ДЛЯ НУЖД ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ, И СУЩЕСТВУЮЩИХ ЛИМИТАХ ИХ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Основные виды и потребность в ресурсах для технологических нужд канализационных очистных сооружений представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Виды и потребность в ресурсах для технологических нужд проектируемых объектов КОС

Наименование статьи расхода	Ед. изм.	Расход	
		час	год
<u>Электроэнергия</u>			
Здание решеток	кВт*ч	39,3	
Песколовки, здание выгрузки песка	кВт*ч	29,25	
Насосная станция сырого осадка	кВт*ч	36,9	
Блок технологических емкостей №1	кВт*ч	48	
Цех технологических емкостей №2	кВт*ч	372	
Цех доочистки и обеззараживания	кВт*ч	124,8	
Цех механического обезвоживания осадка	кВт*ч	91,2	
Дренажная насосная станция	кВт*ч	6,00	
Первичные отстойники	кВт*ч	5,82	
Иловая насосная станция	кВт*ч	107,1	
Вторичные отстойники	кВт*ч	9,36	
АБК		50,10	
ЛОС		33,3	
КПП	кВт*ч	4,87	
Освещение	кВт*ч	7,3	
Всего:	кВт*ч	965,3	8453400
<u>Водоснабжение</u>			
		сут	год
Здание решеток	м ³	0,05	876
Насосная станция сырого осадка	м ³	0,05	-
Цех технологических емкостей №2	м ³	0,6	2518,5
Лаборатория	м ³	2,24	2518,5
Цех доочистки и обеззараживания	м ³	0,1	-
Цех механического обезвоживания осадка	м ³	3,75	1350,5

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

1	-	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

Лист

5

АБК	м ³	2,36	-
Всего:	м ³	9,15	7263,5

4. СВЕДЕНИЯ ОБ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ (В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ), О ПАРАМЕТРАХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ, ТРЕБОВАНИЯХ К НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВУ ПОСТАВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Электричество

Согласно техническим условиям АО «Мособлэнерго» №2101456 от 24 марта 2021 г на электро-снабжение объекта «Строительство городских канализационных очистных сооружений г. Лыткарино производительностью 30000 м куб. в сутки» максимальная мощность присоединяемых энергопринимающих устройств составляет 1769,4 кВт, категория вторая

Проектирование электроснабжения выполнено в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил, других нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

Принятые в электротехнических установках сетей электроснабжения зданий очистных сооружений, оборудование и материалы соответствуют требованиям государственных стандартов, а также техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Принятые в проекте конструкции, исполнение, способ установки, класс изоляции и степень защиты электрооборудования соответствуют номинальному напряжению сети и условиям окружающей среды.

Качество поставляемой электроэнергии соответствует ГОСТ 32144-2013. Электроприемники, требующие более высокого качества электроэнергии, в проектируемых и подлежащих реконструкции зданий и сооружений отсутствуют.

Теплоснабжение

Согласно Техническим МП «Лыткаринская теплосеть» №36-21Т от 24.12.2021 г. источником теплоснабжения является котельная, расположенная в границах участка. Максимальная нагрузка в точке подключения 0,98 Гкал/час

Подключение внутренних теплопотребляющих систем зданий к проектируемым наружным тепловым сетям осуществлено через узлы управления, устанавливаемые зданиях канализационных очистных сооружений.

Параметры теплоносителя тепловой сети T1/T2 = 95/70°C, P1/P2 = 0,8/0,54 МПа.

Параметры теплоносителя систем теплопотребления:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			Лист
			1	-	Зам.	250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

- для систем отопления 95/70°C;
- для систем теплоснабжения агрегатов воздушного отопления 95/70°C;
- для систем теплоснабжения вентиляционных установок 95/70°C.

Водоснабжение

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения площадки КОС является хозяйственно-питьевой водопровод Ду 150 мм. Гарантированный напор в точке подключения составляет 40 м.

Качество питьевой воды в соответствии с требованиями санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" обеспечивают водоснабжающие организации на основании договоров заключенных в установленном порядке.

5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕЗЕРВИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ В СООТВЕТСТВИИ С УСТАНОВЛЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ В РАБОЧЕМ И АВАРИЙНОМ РЕЖИМАХ

В качестве мероприятия по резервированию электроэнергии в каждом здании КОС предусмотрено дополнительное оснащение противопожарных систем сигнализации и оповещения, эвакуационного освещения встроенными аккумуляторными батареями.

6. СВЕДЕНИЯ О ПОКАЗАТЕЛЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, В ТОМ ЧИСЛЕ О ПОКАЗАТЕЛЯХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ГОДОВУЮ УДЕЛЬНУЮ ВЕЛИЧИНУ РАСХОДА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОБЪЕКТЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

6.1. Здание решеток (поз.2 по ГП)

6.1.1. Общая характеристика здания

Здание решеток запроектировано прямоугольным в плане и имеет один этаж и, размеры в осях 18x12 м. Высота сооружения от нулевой отметки до конька – 6,94м. Высота от нулевой отметки до карниза – 6,13 м. Уклон кровли 12%.

Конструктивная схема здания - каркасная. Конструктивная система здания - стоечно-балочная. За относительную отметку 0,000 принята отметка пола.

Для управления и обслуживания станцией предусматривается ряд помещений, имеющих свой тепловой режим и функциональное предназначение.

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	-	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		7
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Вход в здание осуществляется через металлическую дверь размером 1х2,1(ширина и высота проема в метрах). Для технологических нужд в сооружении предусмотрены металлические утепленные распашные ворота с калиткой размером 3,6х4,2 (ширина и высота проема в метрах).

Дверные проемы в перегородках имеют размеры 0,8х2,1 м; 0,9х2,1 м, 1,0х2,1 м, 1,8х2,1 м (ширина и высота проема соответственно). Двери в электрощитовую и венткамеру проектируются стальными размерами 1,0х2,1 м с устройством доводчика. Здание отапливаемое.

Оконные блоки выполнены из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М1-8-4М1-8-4М1.

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлено в таблице 3.

Таблица 4 – Характеристики ограждающих конструкций здания решеток

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
1	2	3	4	5
1	Наружняя стена	Сэндвич-панель	150	$\lambda_s^{cm1} = 0,044 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
2	Цоколь	Кирпич керамический	120	$\lambda_{s1}^{cm2} = 0,81 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
		Плита пенополистерольная	50	$\lambda_{s2}^{cm2} = 0,046 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
		Кирпич керамический	120	$\lambda_{s1}^{cm2} = 0,81 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
3	Полы	Пеноплэкс 45	50	$\lambda_{s1}^{цок} = 0,046 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
4	Покрытие	Сэндвич-панель	180	$\lambda_s^{покp} = 0,044 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
5	Двери и ворота	Металлические утепленные		
6	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{o,ок}^{np} = 0,49 m^2 \cdot ^\circ C / Bm$		

Архитектурные показатели здания решеток в соответствии с разделом АР приведены в таблице 5.

Таблица 5 – АР здания решеток

Параметр	Переменная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, м2, из них:	Аст	
стены, м2	Аст1	350,49
цоколь, м2	Аст2	38,21
Суммарная площадь окон, м2	Аок	18,0
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, м2	Адв	11,765
Суммарная площадь покрытия (с учетом скатности кровли), м2	Апокp	233,0
Суммарная площадь пола, м2	Апол	232,62
Строительный объем, м3	Vст	1499,04
Отапливаемый объем, м3	Vот	1020,07

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

1	–	Зам.	250-18	МБЩа	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

Лист

8

Площадь наружных стен, включая окна и двери, м ²	Аст+ Аок+ Адв	418,465
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_n^{сум}$	621,14
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_в^{сум}$	381,16
Высота этажа, м	hэт	6,94
Высота здания (по коньку), м	H	6,94
Количество помещений	np	3
Площадь помещений	Аот	232,62

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = +5^{\circ}\text{C}.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{om}) \cdot z_{om}, ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (5 - (-2, 2)) \cdot 205 = 1476^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

6.1.3. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °С);
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.1.4 Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.1.4.1 Требуемое сопротивление теплопередаче

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;
- санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, $м^2 \cdot °C / Вт$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R^{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), м^2 \cdot °C / Вт \tag{2}$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{норм} = 0,0002 \cdot 1476 + 1,0 = 1,295 м^2 \cdot °C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,000025 \cdot 1476 + 0,2 = 0,237 м^2 \cdot °C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покp}^{норм} = 0,00025 \cdot 1476 + 1,5 = 1,87 м^2 \cdot °C / Вт ;$$

для пола по грунту:

не нормируется;

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, м^2 \cdot °C / Вт \tag{3}$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{5 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 0,783 м^2 \cdot °C / Вт ,$$

где $\Delta t^н$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^н = 4,4 °C$

Тогда по формуле (3):

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

										Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				10
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

$$R_{\text{дв}}^{\text{норм}} = 0,6 \cdot 0,783 = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.1.4.2 Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (6):

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{A_{\text{ст}}}{R_{\text{ст}}^{\text{норм}}} + \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{ок}}^{\text{норм}}} + \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}^{\text{норм}}} + \frac{n_{\text{покр}} \cdot A_{\text{покр}}}{R_{\text{покр}}^{\text{норм}}} + \frac{A_{\text{цок}}}{R_{\text{цок}}^{\text{норм}}}}{A_{\text{в}}^{\text{сум}}}, \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C} \tag{6}$$

где $A_{\text{ст}}$, $A_{\text{ок}}$, $A_{\text{дв}}$, $A_{\text{покр}}$, $A_{\text{цок}}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{\text{ст}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{ок}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{дв}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{покр}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{цок}}^{\text{нр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$A_{\text{в}}^{\text{сум}}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

Подставим значения в формулу (6), приняв в качестве сопротивления теплопередаче нормируемые значения :

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{350,49}{1,295} + \frac{18,0}{0,237} + \frac{11,765}{0,783} + \frac{1 \cdot 233,0}{1,87} + \frac{232,62}{4,3}}{381,16} = 1,42 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

6.1.4.3. Требуемая воздухопроницаемость

Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:

- наружных стен – $G_{\text{н}}^{\text{нр}} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- окон – $G_{\text{н}}^{\text{ок}} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- входных дверей и ворот – $G_{\text{н}}^{\text{дв}} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- покрытий – $G_{\text{н}}^{\text{покр}} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

6.1.4.4 Определение разности давлений наружного и внутреннего воздуха

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

1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		11

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H(\gamma_{н(дв)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_н \cdot v_n^2, Па \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H(\gamma_{н(ок)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_{н(ок)} \cdot v_n^2, Па \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_н, \gamma_в$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $Н/м^3$;

v_n – расчетная скорость ветра, м/с;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + t_n), Н / м^3, \quad (10)$$

$$\gamma_в = 3463 / (273 + t_в), Н / м^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{ом}), Н / м^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 Н / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_в = 3463 / (273 + 5) = 12,45 Н / м^3,$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 6,94 \cdot (13,96 - 12,45) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 24,2 Па.$$

6.1.4.5. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 7.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 56.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{дв} + A_{цок} + A_{покр}, м^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 350,49 + 38,21 + 18,0 + 11,765 + 233,0 = 651,465 м^2$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения			Лист
			Расчетное количество работников составляет: $n_h = 7.$ Число часов работы персонала в неделю: $k_h = 56.$ Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле: $A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{дв} + A_{цок} + A_{покр}, м^2$ Подставим значения в формулу (13): $A_n^{сум} = 350,49 + 38,21 + 18,0 + 11,765 + 233,0 = 651,465 м^2$			
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	12
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата	

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{cym}}{A_{om}} = \frac{651,465}{1020,07} = 0,64$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{cm} + A_{ок} + A_{оге}} = \frac{18,0}{350,49 + 18,0 + 11,765} = 0,05$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_6^{cym}}{V_{om}} = \frac{381,16}{1020,07} = 0,38$$

6.1.4.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_6^{cmi} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$\alpha_n^{cmi} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

В качестве материала наружных стен используется сэндвич-панель «Венталл» толщиной 150 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты марки «Техносэндвич С», внутренней металлической облицовки. Минералватный сердечник имеет толщину $\delta_{s1}^{cm1} = 0,15$ м, плотность $\rho = 107$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_{s1}^{cm1} = 0,044$ Вт/(м²·°C)

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ст} = 0,7$:

$$R_{o,cm1}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,044} + \frac{1}{23} \right) = 2,50 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Цокольная часть здания имеет следующий состав слоев (без учета красок, грунтов, гидроизоляции, сеток):

- Штукатурка фасадная – 10 мм;
- Кладка из рядового полнотелого керамического кирпича – 120 мм;
- Плита пенополистерольная ПСБ-С35 – 50 мм;
- Кладка из рядового полнотелого керамического кирпича – 120 мм;
- Штукатурка фасадная – 10 мм.

При расчете сопротивления теплопередаче учтем теплоизоляционные свойства только утеплителя - плиты пенополистерольной - и кирпичной кладки. Плотность материала утеплителя (макси-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		13

мальная) $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$. В соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 коэффициент теплопроводности утеплителя при параметрах «Б» – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, кирпичной кладки – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,81 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$

Определим сопротивление теплопередаче цоколя, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ct} = 0,7$:

$$R_{o,cm2}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,81} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{0,12}{0,81} + \frac{1}{23} \right) = 1,05 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.1.4.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М1-8-4М1-8-4М1. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.1.4.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей и ворот

В качестве наружных дверей и ворот используются конструкции, утепленные пенопластом. Двери и ворота состоят из наружной металлической обшивки, слоя утеплителя толщиной $\delta_s^{\delta\delta} = 50$ мм, внутренней металлической обшивки.

Пенопласт ПС-4-40 имеет плотность $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_s^{\delta\delta} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

для дверей и ворот:

$$\alpha_e^{\delta\delta} = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$\alpha_n^{\delta\delta} = 23 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Определим сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот:

$$R_{o,\delta\delta}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.1.4.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

В качестве материала покрытия используется сэндвич-панель толщиной 180 мм.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты, с внутренней металлической облицовки. Минералватный сердечник имеет толщину $\delta_s^{нокр} = 0,18$ м, плотность $\rho = 139$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_s^{нокр} = 0,045$ Вт/(м²·°C). Для покрытия:

$$\alpha_6^{нокр} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\alpha_n^{нокр} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определим сопротивление теплопередаче покрытия, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{покp} = 0,7$:

$$R_{o,покp}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,18}{0,045} + \frac{1}{23} \right) = 2,91 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.1.4.10. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

В качестве материала утеплителя пола используется плита из пенополистирола Пеноплэкс 45 толщиной 50 мм, плотностью не менее $\rho=38$ кг/м³, коэффициентом теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_{s1}^{чок} = 0,046$ Вт/(м²·°C);

Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию пола:

– плита Пеноплэкс 45 – $\lambda_{s1}^{чок} = 0,046 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, $\delta_{s1}^{чок} = 0,10$ м, $\rho=38$ кг/м³.

Для пола над холодным подвалом:

$$\alpha_6^{чок} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\alpha_n^{чок} = 17 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определим сопротивление теплопередаче пола, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r = 0,8$:

$$R_f^k = 0,8 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{17} \right) = 1,01 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для расчета сопротивления теплопередаче конструкций, расположенных на грунте, применяют упрощенную методику. Поверхность пола и стен (при этом пол рассматривается как продолжение стены) по грунту делится на полосы шириной два метра, параллельные стыку наружной стены и поверхности земли. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены нормативные значения сопротивления теплопередаче:

$$R_{н.н.I} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$R_{н.н.II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{н.н.III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{н.н.VI} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне по формуле:

$$R_{о,цок.i}^{np} = R_{н.н.i} + R_f^k, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны I:

$$R_{н.н.I} = 2,1 + 1,01 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны II:

$$R_{н.н.II} = 4,3 + 1,01 = 5,31 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны III:

$$R_{н.н.III} = 8,6 + 1,01 = 9,61 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны IV:

$$R_{н.н.VI} = 14,2 + 1,01 = 15,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту (всех зон в соответствии с площадью, занимаемой каждой зоной) определяется по формуле:

$$R_{цок}^{np} = \frac{A_{цок}}{\frac{A_{цок.I}}{R_{о,цок.I}^{np}} + \frac{A_{цок.II}}{R_{о,цок.II}^{np}} + \frac{A_{цок.III}}{R_{о,цок.III}^{np}} + \frac{A_{цок.IV}}{R_{о,цок.IV}^{np}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

где $A_{цок.I}$, $A_{цок.II}$, $A_{цок.III}$, $A_{цок.IV}$ – площади соответствующих зон, м^2 ; исходя из плана здания равны:

$$A_{цок.I} = 108,343 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.II} = 76,36 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.III} = 44,36 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.IV} = 3,537 \text{ м}^2.$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту:

$$R_{цок}^{np} = \frac{232,6}{\frac{108,343}{3,11} + \frac{76,36}{5,31} + \frac{44,36}{9,61} + \frac{3,537}{15,21}} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.1.5. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

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

1	–	Зам.	250-18	МБШ	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (14):

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{A_{\text{ст}1}}{R_{\text{ст}1}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{ст}2}}{R_{\text{ст}2}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{ок}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}^{\text{нр}}} + \frac{n_{\text{покр}} \cdot A_{\text{покр}}}{R_{\text{покр}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{цок}}}{R_{\text{цок}}^{\text{нр}}}}{A_{\text{в}}^{\text{сум}}}, \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C} \quad (14)$$

где $A_{\text{ст}}$, $A_{\text{ок}}$, $A_{\text{дв}}$, $A_{\text{покр}}$, $A_{\text{цок}}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{\text{ст}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{ок}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{дв}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{покр}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{цок}}^{\text{нр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$n_{\text{ст}2}$, $n_{\text{ок}2}$, $n_{\text{цок}2}$ – коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$A_{\text{в}}^{\text{сум}}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

Подставим значения в формулу (14):

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{350,49}{2,5} + \frac{38,21}{1,05} + \frac{18,0}{0,49} + \frac{11,765}{0,87} + \frac{1 \cdot 233,0}{2,91} + \frac{232,62}{4,3}}{381,16} = 0,95 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

6.1.6. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{\text{ст}} = \frac{n_{\text{ст}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{ст}}^{\text{нр}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{ст}}}, \text{°C} \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{\text{покр}} = \frac{n_{\text{покр}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{покр}}^{\text{нр}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{покр}}}, \text{°C} \quad (16)$$

для пола:

$$\Delta t_u^{\text{цок}} = \frac{n_{\text{цок}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{цок}}^{\text{нр}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{цок}}}, \text{°C} \quad (17)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	для наружных стен:			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			$\Delta t_u^{\text{ст}} = \frac{n_{\text{ст}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{ст}}^{\text{нр}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{ст}}}, \text{°C} \quad (15)$				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	для покрытия:			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			$\Delta t_u^{\text{покр}} = \frac{n_{\text{покр}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{покр}}^{\text{нр}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{покр}}}, \text{°C} \quad (16)$				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	для пола:			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			$\Delta t_u^{\text{цок}} = \frac{n_{\text{цок}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_{\text{цок}}^{\text{нр}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{цок}}}, \text{°C} \quad (17)$				
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (18)$$

$R_{ст}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}, R_{цоко}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определены ранее.

$\alpha_g^{ст}, \alpha_g^{покр}, \alpha_g^{ок}, \alpha_g^{цоко}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{ст} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{покр} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{ок} = 8,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{цоко} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Подставим значения в формулы (15)-(18):

– для наружных стен:

$$\Delta t_u^{ст1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{2,5 \cdot 8,7} = 1,38^\circ\text{C},$$

– для цоколя :

$$\Delta t_u^{ст2} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{1,05 \cdot 8,7} = 3,28^\circ\text{C},$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{1,22 \cdot (5 - (-25))}{2,91 \cdot 8,7} = 1,44^\circ\text{C},$$

– для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1,22 \cdot (5 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 9,34^\circ\text{C},$$

– для пола:

$$\Delta t_u^{цоко} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{4,3 \cdot 8,7} = 0,81^\circ\text{C}.$$

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88.

При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_g = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = 5^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы:

$$t_p = +0,7^\circ\text{C}.$$

Таблица 6 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_g - t_p = 5 - 0,7 = 4,3^\circ\text{C}$	1,38 $^\circ\text{C}$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Цоколь	$t_g - t_p = 5 - 0,7 = 4,3^\circ\text{C}$	3,28 °C
Покрытие	$0,8(t_g - t_p) = 0,8 \cdot (5 - 0,7) = 3,44^\circ$	1,44 °C
Окна	5-0=5 °C	9,34 °C
Пол	н/н	н/н

6.1.7. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.1.7.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (19):

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{om} \cdot q_{om}^p, \text{кВт} / \text{год} \quad (19)$$

где q_{om}^p – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, определяется далее в расчетах, $q_{om}^p = 0,70 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулу:

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 1020,07 \cdot 0,70 = 25294,5 \text{кВт} / \text{год}.$$

Определим значения переменных, используемых в дальнейших расчетах.

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (ГСОП - 100) = 0,7 + 0,000025 \cdot (1476 - 100) = 0,734.$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; примем

$$\zeta = 1,$$

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии квартирного учета тепловой энергии на отопление, для производственного здания примем

$$\xi = 0;$$

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; примем

$$\beta_h = 1,11.$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определяются по формуле (20):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		19

$$Q_{от}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{от} \cdot (k_{об} + k_{вент}), кВт / год, \quad (20)$$

Средняя плотность наружного воздуха за отопительный период определяется по формуле (21):

$$\rho_в^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (t_в - t_н)}, кг / м^3 \quad (21)$$

По формуле (21) средняя плотность наружного воздуха за отопительный период равна:

$$\rho_в^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (5 - (-25))} = 1,22 кг / м^3$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (22):

$$n_в = \frac{\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168 \cdot \rho_в^{вент}}}{\beta_v \cdot V_{от}}, 1 / ч \quad (22)$$

где $L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м³/ч; исходя из проектных данных примем:

$$L_{вент} = 5985 \text{ м}^3 / \text{ч},$$

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели, примем:

$$n_{вент} = 168;$$

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, примем

$$n_{инф} = 0;$$

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций:

$$\beta_v = 0,85.$$

По формуле (22):

$$n_в = \frac{\frac{5985 \cdot 168}{168} + 0}{0,85 \cdot 1020,07} = 6,9 \text{ 1/ч}.$$

Значения $k_{об}$, $k_{вент}$ определены в последующих расчетах.

По формуле (20) общие тепловые потери здания за отопительный период:

$$Q_{от}^{zod} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 2803,4 \cdot (0,27 + 0,41) = 170699 \text{ кВт} / \text{год}.$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определяются по формуле (23):

$$Q_{рад}^{zod} = \tau_{1ок} \cdot \tau_{2ок} \cdot (A_{ок1} \cdot I_1 + A_{ок2} \cdot I_2 + A_{ок3} \cdot I_3 + A_{ок4} \cdot I_4), МДж \quad (23)$$

где $\tau_{1ок}$ – коэффициент учитывающий затенения светового проема окна непрозрачными элементами заполнения, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$\tau_{1ок} = 0,8;$$

$\tau_{2ок}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{2ок} = 0,74;$$

$A_{ок1}, A_{ок2}, A_{ок3}, A_{ок4}$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м²;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м².

Соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	0	С	547
2	8,4	В	810
3	0	Ю	1285
4	36,0	З	810

По формуле (23):

$$Q_{рад}^{сод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (0 + 8,4 \cdot 835,2 + 0 + 36,0 \cdot 835,2) = 21953 \text{ МДж}$$

Величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитывается по формуле (24):

$$q_{быт} = \frac{90 \cdot n_h \cdot \frac{k_h}{168} + N_L \cdot \frac{k_L}{168}}{A_{от}}, \text{ Вт/м}^2, \quad (24)$$

где 90 – тепловыделения от одного человека, Вт; согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

n_h – расчетное количество работников:

$$n_h = 7;$$

k_h – число рабочих часов в неделю,

$$k_h = 56;$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.			250-18	МБШО
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	21

N_L – тепловыделения от освещения, Вт, согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» бытовые тепловыделения от освещения принимаются по установочной мощности; по проектным данным установочная мощность освещения составит:

$$N_L = 5100 \text{ Вт};$$

k_L – число часов работы освещения в неделю, примем:

$$k_L = 56.$$

Подставим значения в формулу (24):

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot 7 \cdot \frac{56}{168} + 5100 \cdot \frac{56}{168}}{1020,07} = 1,85 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

6.1.8. Удельные характеристики

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» определяется по формулам (25)-(27):

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} < 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{56}{\sqrt[3]{V_{\text{от}}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (25)$$

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[3]{V_{\text{от}}}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (26)$$

сверочная формула:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (27)$$

и принимается как наибольшее значение, вычисленное по формулам (25) (или (26)) и (27).

Значение отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (26):

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[3]{1020,07}}}{0,00013 \cdot 1476 + 0,61} = 0,6 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

и (27)

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{8,5}{\sqrt{1476}} = 0,22 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Примем в качестве нормируемого значения $k_{\text{об}}^{\text{мп}} = 0,32 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определяется по формуле (28).

$$k_{об} = K_{комп} \cdot K_{общ}^{np}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (28)$$

$K_{комп}$ – показатель компактности здания;

$K_{общ}^{np}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, он же общий коэффициент теплопередачи здания $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

По формуле (28):

$$k_{об} = 0,38 \cdot 0,95 = 0,36 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_v \cdot \beta_v \cdot \rho_n^{om} \cdot (1 - k_{эф}), \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (29)$$

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

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций.

$$\beta_v = 0,85$$

ρ_n^{om} – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, $\text{кг}/\text{м}^3$;

n_v – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $1/\text{ч}$;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, численно равный:

$$1 - k_{эф} = k = 0,8$$

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 1,81 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 0,41 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot A_{от}}{V_{от} \cdot (t_g - t_{от})}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (30)$$

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 отапливаемой площади здания, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{1,85 \cdot 232,62}{1020,07 \cdot (5 - (-25))} = 0,014 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика тепловых поступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле (31):

$$k_{рад} = \frac{2,77 \cdot Q_{рад}^{сод}}{V_{от} \cdot ГСОП}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (31)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	23
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

где $Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период, МДж/год.

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (31):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot 21953}{1020,07 \cdot 1476} = 0,17 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определим по формуле (32):

$$q_{ом}^p = (k_{об} + k_{вент} - (k_{обит} + k_{рад}) \cdot v \cdot \zeta)(1 - \xi) \cdot \beta_h, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}), \quad (32)$$

входящие в формулу переменные объявлены ранее.

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (32):

$$q_{ом}^p = (0,27 + 0,41 - (0,014 + 0,17) \cdot 0,8 \cdot 7)(1 - 0) \cdot 1,11 = 0,74 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формулам (33), (34):

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{ом}^p, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (33)$$

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{ом}^p \cdot h_{зм}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (34)$$

По формулам (33) и (34):

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,74 = 26,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}),$$

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,74 \cdot 6,94 = 181,92 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист			
			1	–	Зам.		250-18	<i>МБШ</i>	10.18	24
			Изм.	Кол.уч	Лист		№док.	Подп.	Дата	

6.2. Здание выгрузки песка (поз4. по ГП)

6.2.1. Общая характеристика здания

Здание прямоугольное в плане размеры в осях 16х6 м. Высота здания до верха парапета– 6,7м. Ограждающие конструкции толщиной 380 мм из кирпича КР 1НФ/100/2,0/25 ГОСТ 530-2012 на растворе марки 75. Утеплитель минераловатная плита - 50мм. Снаружи здание обшивается металлопрофилем. Кровля из многпустотных ж.б.панелей толщиной 220 мм с утеплителем из минералватных плит толщиной 160 мм и рулонной битумной гидроизоляцией.

В здании предусмотрено одно помещение с воротами для заезда автотранспорта.

Таблица 8 – Характеристики ограждающих конструкций здания решеток

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Кирпич керамический	380	$\lambda_{с1}^{cm1} = 0,81 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
		Минералватная плита	50	$\lambda_{с1}^{cm2} = 0,064 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
2	Цоколь	Блоки ФБС	400	$\lambda_{с2}^{cm2} = 1,74 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
		Пеноплекс	50	$\lambda_{с1}^{cm2} = 0,046 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
3	Полы по грунту	Пеноплекс	50	$\lambda_{с}^{ок} = 0,046 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
4	Покрытие	Технониколь	1620	$\lambda_{с}^{ок} = 0,038 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C)$
5	Двери и ворота	Металлические утепленные		
6	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{о,ок}^{np} = 0,49 M^2 \cdot ^\circ C / Bm$		

Таблица 9 – AP здания выгрузки песка

Параметр	Переменная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, M^2 , из них:		
стен	$A_{ст1}$	148,5
цоколь	$A_{ст2}$	24,4
Суммарная площадь окон, из них:	$A_{ок}$	12,0
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, M^2	$A_{дв}$	10,5
Суммарная площадь покрытия (с учетом скатности кровли), M^2	$A_{покp}$	140,0
Суммарная площадь пола, M^2	$A_{цок}$	72,0
Строительный объем, M^3	$V_{ст}$	650,9
Отапливаемый объем, M^3	$V_{от}$	650,9

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

1	–	Зам.	250-18	МБЩа	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

Лист

25

Площадь наружных стен, включая окна и двери, м ²	$A_{ст+ок+}$ $A_{дв}$	171
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_n^{сум}$	192,3
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_в^{сум}$	168,8
Высота этажа, м	$h_{эт}$	6,7
Высота здания, м	H	6,7
Количество помещений	n_p	1
Площадь помещений – без летних помещений	$A_{от}$	86,1

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = +5^{\circ}\text{C}.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{ом}) \cdot z_{ом}, ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (5 - (-2, 2)) \cdot 205 = 1476^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

6.2.3. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °C);
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.2.4 Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			Лист
			1	–	Зам.	250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

6.2.4.1 Требуемое сопротивление теплопередаче

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;
- санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R_{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), m^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{норм} = 0,0002 \cdot 1476 + 1,0 = 1,295 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,000025 \cdot 1476 + 0,2 = 0,237 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покр}^{норм} = 0,00025 \cdot 1476 + 1,5 = 1,869 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола:

не нормируется;

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{5 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 0,783 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ,$$

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

где Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^H = 4,4^\circ\text{C}$

Тогда по формуле (3):

$$R_{\text{дв}}^{\text{норм}} = 0,6 \cdot 1,07 = 0,642 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

6.2.4.2 Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (6):

$$K_{\text{общ}}^{\text{тп}} = \frac{\frac{A_{\text{ст}}}{R_{\text{ст}}^{\text{норм}}} + \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{ок}}^{\text{норм}}} + \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}^{\text{норм}}} + \frac{n_{\text{покр}} \cdot A_{\text{покр}}}{R_{\text{покр}}^{\text{норм}}} + \frac{A_{\text{цок}}}{R_{\text{цок}}^{\text{норм}}}}{A_{\text{в}}^{\text{сум}}}, \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \quad (6)$$

где $A_{\text{ст}}$, $A_{\text{ок}}$, $A_{\text{дв}}$, $A_{\text{покр}}$, $A_{\text{цок}}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м^2 ;

$R_{\text{ст}}^{\text{тп}}$, $R_{\text{ок}}^{\text{тп}}$, $R_{\text{дв}}^{\text{тп}}$, $R_{\text{покр}}^{\text{тп}}$, $R_{\text{цок}}^{\text{тп}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$;

$A_{\text{в}}^{\text{сум}}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м^2 .

$$K_{\text{общ}}^{\text{тп}} = \frac{\frac{277,3}{1,295} + \frac{18,0}{0,237} + \frac{11,765}{0,642} + \frac{1 \cdot 140,0}{1,87} + \frac{160,0}{3,81}}{300,62} = 1,28 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

6.2.4.3 Требуемая воздухопроницаемость

Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:

наружных стен – $G_n^{\text{тп}} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

окон – $G_n^{\text{ок}} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

входных дверей и ворот – $G_n^{\text{дв}} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

покрытий – $G_n^{\text{покр}} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	6.2.4.3 Требуемая воздухопроницаемость			Лист
			Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:			
1	–	Зам.	250-18	тбшца	10.18	28
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

6.2.4.4 Определение разности давлений наружного и внутреннего воздуха

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H(\gamma_{н(дв)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_н \cdot v_n^2, Па \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H(\gamma_{н(ок)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_{н(ок)} \cdot v_n^2, Па \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_н, \gamma_в$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $H/м^3$;

v_n – расчетная скорость ветра, м/с;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + t_n), H / м^3, \quad (10)$$

$$\gamma_в = 3463 / (273 + t_в), H / м^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{ом}), H / м^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 H / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_в = 3463 / (273 + 5) = 12,45 H / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + (-2,2)) = 12,79 H / м^3.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 7,3 \cdot (13,96 - 12,45) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 24,5 Па.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон:

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot 7,3 \cdot (12,79 - 12,45) + 0,33 \cdot 12,79 \cdot 2^2 = 17,57 Па.$$

6.2.4.5. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 2.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 56.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{об} + A_{цоок} + A_{покр}, м^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 332,4 + 13,64 + 7,31 + 4,04 + 140,0 = 497,4 м^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{ом}} = \frac{497,4}{135} = 3,69$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{ст} + A_{ок} + A_{об}} = \frac{13,64}{332,4 + 13,64 + 7,31} = 0,04.$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_6^{сум}}{V_{ом}} = \frac{35,34}{985,5} = 0,035.$$

6.2.4.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_6^{cmi} = 8,7 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C);$$

$$\alpha_n^{cmi} = 23 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C).$$

В качестве материала наружных стен используется сэндвич-панель «Вентал» толщиной 80 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты марки «Техносэндвич С», внутренней металлической облицовки.

Минераловатный сердечник имеет толщину $\delta_{s1}^{cm1} = 0,08$ м, плотность $\rho = 107$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_{s1}^{cm1} = 0,044$ Вт/(м²·°C)

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ст} = 0,7$:

$$R_{o,cm1}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{0,044} + \frac{1}{23} \right) = 1,23 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

Цокольная часть здания имеет следующий состав слоев (без учета красок, грунтов, гидроизоляции, сеток):

– Кладка из рядового полнотелого керамического кирпича – 200 мм;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

– Пеноплэкс 45 – 100 мм.

Плотность материала утеплителя (максимальная) $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$. В соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 коэффициент теплопроводности утеплителя при параметрах «Б» – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, кирпичной кладки – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,81 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$

Определим сопротивление теплопередаче цоколя, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ст} = 0,7$:

$$R_{o,cm2}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,046} + \frac{0,2}{0,81} + \frac{1}{23} \right) = 1,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.2.4.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М1-8-4М1-8-4М1. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.2.4.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей и ворот

В качестве наружных дверей и ворот используются конструкции, утепленные пенопластом. Двери и ворота состоят из наружной металлической обшивки, слоя утеплителя ПС-4-40 толщиной $\delta_s^{\text{дв}} = 50 \text{ мм}$, внутренней металлической обшивки.

Пенопласт ПС-4-40 имеет плотность $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_s^{\text{дв}} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

для дверей и ворот:

$$\alpha_g^{\text{дв}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$\alpha_n^{\text{дв}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Определим сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот:

$$R_{o,дв}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.2.4.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист			
			1	–	Зам.		250-18	<i>МБШ</i>	10.18	31
			Изм.	Кол.уч	Лист		№док.	Подп.	Дата	

В качестве материала покрытия используется сэндвич-панель «Венталл» толщиной 120 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты марки «Техносэндвич К», внутренней металлической облицовки. Минералватный сердечник имеет толщину $\delta_s^{нокр} = 0,12$ м, плотность $\rho = 139$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_s^{нокр} = 0,045$ Вт/(м²·°C). Для покрытия:

$$\alpha_6^{нокр} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\alpha_n^{нокр} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определим сопротивление теплопередаче покрытия, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{покр} = 0,7$:

$$R_{o,покр}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{1}{23} \right) = 1,98 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.2.4.10. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

В качестве материала утеплителя пола используется плита из пенополистирола Пеноплэкс 45 толщиной 50 мм, плотностью не менее $\rho=38$ кг/м³, коэффициентом теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_{s1}^{чок} = 0,046$ Вт/(м²·°C);

Для расчета сопротивления теплопередаче конструкций, расположенных на грунте, применяют упрощенную методику. Поверхность пола и стен (при этом пол рассматривается как продолжение стены) по грунту делится на полосы шириной два метра, параллельные стыку наружной стены и поверхности земли. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены нормативные значения сопротивления теплопередаче:

$$R_{н.н.I} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{н.н.II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{н.н.III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{н.н.IV} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне определяется по формуле:

$$R_{o,чок}^{np} = R_{н.н.i} + R_f^k, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию пола:

– плита Пеноплэкс 45 $\lambda_{s1}^{чок} = 0,046 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, $\delta_{s1}^{чок} = 0,10$ м, $\rho = 38$ кг/м³

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Для пола над холодным подвалом:

$$\alpha_6^{чок} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\alpha_n^{чок} = 17 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Определим сопротивление теплопередаче пола, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r = 0,8$:

$$R_{о,чок}^{np} = 0,8 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{17} \right) = 1,01 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне по формуле:

$$R_{о,чок.i}^{np} = R_{н.н.i} + R_f^k, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Для зоны I:

$$R_{н.н.I} = 2,1 + 1,01 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Для зоны II:

$$R_{н.н.II} = 4,3 + 1,01 = 5,31 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Для зоны III:

$$R_{н.н.III} = 8,6 + 1,01 = 9,61 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Для зоны IV:

$$R_{н.н.IV} = 14,2 + 1,01 = 15,21 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту (всех зон в соответствии с площадью, занимаемой каждой зоной) определяется по формуле:

$$R_{чок}^{np} = \frac{A_{чок}}{\frac{A_{чок.I}}{R_{о,чокI}^{np}} + \frac{A_{чок.II}}{R_{о,чокII}^{np}} + \frac{A_{чок.III}}{R_{о,чокIII}^{np}} + \frac{A_{чок.IV}}{R_{о,чокIV}^{np}}}, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

где $A_{чок.I}$, $A_{чок.II}$, $A_{чок.III}$, $A_{чок.IV}$ – площади соответствующих зон, м^2 ; исходя из плана здания рав-

НЫ:

$$A_{чок.I} = 95,987 \text{ м}^2;$$

$$A_{чок.II} = 52,36 \text{ м}^2;$$

$$A_{чок.III} = 11,627 \text{ м}^2;$$

$$A_{чок.IV} = 0 \text{ м}^2.$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$R_{\text{цок}}^{np} = \frac{160,0}{\frac{95,987}{3,11} + \frac{52,36}{5,31} + \frac{11,627}{9,61}} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.2.5. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (14):

$$K_{\text{общ}}^{np} = \frac{\frac{A_{\text{ст1}}}{R_{\text{ст1}}^{np}} + \frac{A_{\text{ст2}}}{R_{\text{ст2}}^{np}} + \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{ок}}^{np}} + \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}^{np}} + \frac{n_{\text{пок}} \cdot A_{\text{пок}}}{R_{\text{пок}}^{np}} + \frac{A_{\text{цок}}}{R_{\text{цок}}^{np}}}{A_{\text{сум}}^{\text{сум}}}, \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C} \quad (14)$$

где $A_{\text{ст}}$, $A_{\text{ок}}$, $A_{\text{дв}}$, $A_{\text{пок}}$, $A_{\text{цок}}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{\text{ст}}^{np}$, $R_{\text{ок}}^{np}$, $R_{\text{дв}}^{np}$, $R_{\text{пок}}^{np}$, $R_{\text{цок}}^{np}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$A_{\text{сум}}^{\text{сум}}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

$$K_{\text{общ}}^{np} = \frac{\frac{332,4}{1,23} + \frac{28,54}{1,8} + \frac{13,64}{0,49} + \frac{7,31}{0,87} + \frac{1 \cdot 140}{1,98} + \frac{160,0}{3,81}}{300,62} = 1,45 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

6.2.6. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm} = \frac{n_{cm} (t_e - t_n)}{R_{cm}^{np} \cdot \alpha_e^{cm}}, \text{°C} \quad (15)$$

для покрытия:

Взам.инв.№
Подп. и дата
Инв. № подл.

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		34
Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подп.	Дата		

$$\Delta t_u^{покp} = \frac{n_{покp}(t_g - t_n)}{R_{покp}^{np} \cdot \alpha_g^{покp}}, ^\circ C \quad (16)$$

для пола:

$$\Delta t_u^{цок} = \frac{n_{цок}(t_g - t_n)}{R_{цок}^{np} \cdot \alpha_g^{цок}}, ^\circ C \quad (17)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, ^\circ C \quad (18)$$

где $n_{cm}, n_{покp}, n_{цок}, n_{ок}$ – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; Для административной части $n_{cm2} = n_{ок2} = n_{цок2} = 1,22$ прочие коэффициенты равны $n_i=1$.

$R_{cm}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покp}^{np}, R_{цок}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, определены ранее.

$\alpha_g^{cm}, \alpha_g^{покp}, \alpha_g^{ок}, \alpha_g^{цок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{cm} = 8,7$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{покp} = 8,7$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{ок} = 8,0$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{цок} = 8,7$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$

Подставим значения в формулы (15)-(18):

– для наружных стен производственной части:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{1,23 \cdot 8,7} = 3,83^\circ C,$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покp} = \frac{1,22 \cdot (5 - (-25))}{1,98 \cdot 8,7} = 2,9^\circ C,$$

– для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 10,46^\circ C,$$

– для пола:

$$\Delta t_u^{цок} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{3,81 \cdot 8,7} = 0,9^\circ C.$$

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88. При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_g = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = 5^\circ C$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$t_p = 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Таблица 10 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_e - t_p = 5 - 0,7 = 4,3^\circ\text{C}$	3,83 °C
Покрытие	$0,8(t_e - t_p) = 0,8 \cdot (5 - 0,7) = 3,44^\circ$	2,9°C
Окна	5-0=5°C	10,46 °C
Пол	н/н	0,9°C

6.2.7. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.2.7.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (19):

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot GCOП \cdot V_{om} \cdot q_{om}^p, \text{кВт} / \text{год} \quad (19)$$

где q_{om}^p – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, определяется далее в расчетах, $q_{om}^p = 0,70 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулу:

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 985,5 \cdot 0,70 = 24437,2 \text{кВт} / \text{год}.$$

Определим значения переменных, используемых в дальнейших расчетах.

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (GCOП - 100) = 0,7 + 0,000025 \cdot (1476 - 100) = 0,73.$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления;

примем

$$\zeta = 1,$$

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии квартирного учета тепловой энергии на отопление, для производственного здания примем

$$\xi = 0;$$

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; примем:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$\beta_h = 1,11.$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определяются по формуле (20):

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{\text{от}} \cdot (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}}), \text{кВт} / \text{год}, \quad (20)$$

Средняя плотность наружного воздуха за отопительный период определяется по формуле (21):

$$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}, \text{кг} / \text{м}^3 \quad (21)$$

По формуле (21):

$$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (5 - (-25))} = 1,22 \text{кг} / \text{м}^3$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (22):

$$n_{\text{в}} = \frac{\frac{L_{\text{вент}} \cdot n_{\text{вент}}}{168} + \frac{G_{\text{инф}} \cdot n_{\text{инф}}}{168 \cdot \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}}}{\beta_v \cdot V_{\text{от}}}, 1 / \text{ч} \quad (22)$$

где $L_{\text{вент}}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, $\text{м}^3/\text{ч}$; исходя из проектных данных примем :

$$L_{\text{вент}} = 5770 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$n_{\text{вент}}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели, примем:

$$n_{\text{вент}} = 168;$$

$G_{\text{инф}}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, $\text{кг}/\text{ч}$;

$n_{\text{инф}}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, примем

$$n_{\text{инф}} = 0;$$

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций:

$$\beta_v = 0,85.$$

По формуле (22):

$$n_{\text{в}} = \frac{\frac{5770 \cdot 168}{168} + 0}{0,85 \cdot 985,5} = 6,9 (1 / \text{ч})$$

Значения $k_{\text{об}}$, $k_{\text{вент}}$ определены в последующих расчетах.

По формуле (20):

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 985,5 \cdot (0,27 + 0,41) = 23739,04 \text{кВт} / \text{год}.$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определяются по формуле (23):

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_{\text{лок}} \cdot \tau_{\text{2ок}} \cdot (A_{\text{ок1}} \cdot I_1 + A_{\text{ок2}} \cdot I_2 + A_{\text{ок3}} \cdot I_3 + A_{\text{ок4}} \cdot I_4), \text{МДж} \quad (23)$$

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				Лист
1	–	Зам.	250-18	м.в.ш.а.	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

где $\tau_{1ок}$ – коэффициент учитывающий затенения светового проема окна непрозрачными элементами заполнения, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{1ок} = 0,8;$$

$\tau_{2ок}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{2ок} = 0,74;$$

$A_{ок1}, A_{ок2}, A_{ок3}, A_{ок4}$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м²;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м².

Соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	0	С	547
2	6,82	В	810
3	0	Ю	1285
4	6,82	З	810

По формуле (23):

$$Q_{рад}^{зод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (0 + 6,82 \cdot 810 + 0 + 6,82 \cdot 810) = 6540,65 \text{ МДж}$$

Величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитывается по формуле (24):

$$q_{быт} = \frac{90 \cdot n_h \cdot \frac{k_h}{168} + N_L \cdot \frac{k_L}{168}}{A_{от}}, \text{ Вт/м}^2, \quad (24)$$

где 90 – тепловыделения от одного человека, Вт; согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

n_h – расчетное количество работников:

$$n_h = 6;$$

k_h – число рабочих часов в неделю,

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18		38
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$k_h = 56;$$

N_L – тепловыделения от освещения, Вт, согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» бытовые тепловыделения от освещения принимаются по установочной мощности; по проектным данным установочная мощность освещения составит:

$$N_L = 5100 \text{ Вт};$$

k_L – число часов работы освещения в неделю, примем:

$$k_L = 56.$$

Подставим значения в формулу (24):

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot 7 \cdot \frac{56}{168} + 5100 \cdot \frac{56}{168}}{135,0} = 39,3 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

6.2.8. Удельные характеристики

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» определяется по формулам (25)-(27):

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} < 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{56}{\sqrt[3]{V_{\text{от}}}}, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (25)$$

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[2]{985,5}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61}, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (26)$$

сверочная формула:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}}, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (27)$$

и принимается как наибольшее значение, вычисленное по формулам (25) (или (26)) и (27).

Значение отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (26):

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[2]{985,5}}}{0,00013 \cdot 1476 + 0,61} = 0,60 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

и (27)

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{8,5}{\sqrt{1476}} = 0,22 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Примем в качестве нормируемого значения $k_{\text{об}}^{\text{мп}} = 0,60 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определяется по формуле (28).

$$k_{об} = K_{ком} \cdot K_{общ}^{np}, \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}). \quad (28)$$

$K_{ком}$ – показатель компактности здания;

$K_{общ}^{np}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, он же общий коэффициент теплопередачи здания $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

По формуле (28):

$$k_{об} = 0,035 \cdot 1,45 = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_v \cdot \beta_v \cdot \rho_n^{om} \cdot (1 - k_{эф}), \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) \quad (29)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций.

$$\beta_v = 0,85$$

ρ_n^{om} – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, $\text{кг}/\text{м}^3$;

n_v – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $1/\text{ч}$;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, численно равный:

$$1 - k_{эф} = k = 0,8$$

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 1,81 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot A_{от}}{k_{быт} \cdot (t_e - t_{от})}, \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}). \quad (30)$$

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 отапливаемой площади здания, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{39,3 \cdot 689,1}{2803,4 \cdot (15 - (-25))} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельная характеристика тепловых поступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле (31):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot Q_{рад}^{zod}}{V_{от} \cdot ГСОП}, \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) \quad (31)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

где $Q_{рад}^{год}$ – теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период, МДж/год.

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (31):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot 6540,65}{985,5 \cdot 1476} = 0,05 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определим по формуле (32):

$$q_{ом}^p = (k_{об} + k_{вент} - (k_{обит} + k_{рад})) \cdot v \cdot \zeta (1 - \xi) \cdot \beta_h, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}), \quad (32)$$

входящие в формулу переменные объявлены ранее.

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (32):

$$q_{ом}^p = (0,27 + 0,41 - (0,04 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 7)(1 - 0) \cdot 1,11 = 0,2 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формулам (33), (34):

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{ом}^p, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (33)$$

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{ом}^p \cdot h_{эм}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (34)$$

По формулам (33) и (34):

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,20 = 7,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}),$$

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,20 \cdot 7,3 = 51,72 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

6.3. Здание КПП (поз.20 по ГП)

6.3.1. Общая характеристика здания

Здание КПП запроектировано прямоугольное в плане, размеры в осях 2,4х5 м.

Здание имеет один этаж. Высота от карниза до уровня земли 3,04 м, в соответствии с СП 56.13330.2011 на кровле ограждение не предусматривается. Кровля односкатная с уклоном 10%.

За относительную отметку 0,000 принята отметка верха фундаментной плиты.

КПП имеет блочно-модульный конструктивный тип сооружения. Здание образовано одним блок-модулем полной заводской готовности.

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	6.3. Здание КПП (поз.20 по ГП)			Лист
			6.3.1. Общая характеристика здания			
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Ограждающие конструкции стен и утеплителя чердачного перекрытия выполнены минеральными плитами фирмы «Isoroc».

Пол неутепленный. Тип конструкции кровли – чердачный. Для обеспечения естественного освещения используются световые проемы с достаточной площадью остекления. Оконные блоки выполнены из поливинилхлоридного профиля, с двухкамерным стеклопакетом.

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристики ограждающих конструкций здания КПП

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Минеральная вата	150	$\lambda_s^{cm1} = 0,064 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
2	Полы	По грунту	–	–
3	Перекрытие	Минеральная вата	150	$\lambda_s^{cm1} = 0,064 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
4	Двери и ворота	Металлические утепленные дел AP	$R_{o,дв}^{np} = 1,45 m^2 \cdot ^\circ C / Bm$, см. раздел AP	
5	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{o,ок}^{np} = 0,49 m^2 \cdot ^\circ C / Bm$		

Результаты обмера здания КПП в соответствии с разделом AP приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты обмера здания КПП

Параметр	Переменная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, m^2 , из них:	$A_{ст}$	33,98
Суммарная площадь окон и балконных дверей	$A_{ок}$	2,4
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, m^2	$A_{дв}$	5,06
Суммарная площадь чердачного перекрытия, m^2	$A_{покp}$	10,56
Площадь пола, m^2	$A_{цок}$	10,56
Строительный объем, m^3	$V_{ст}$	36,0
Отапливаемый объем, m^3	$V_{от}$	33,1
Площадь наружных стен, включая окна и двери, m^2	$A_{ст+ A_{ок+ A_{дв}}$	41,44
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, m^2	$A_n^{сум}$	62,56
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, m^2	$A_e^{сум}$	50,05
Высота этажа, м	$h_{эт}$	2,8
Высота здания, м	H	2,8
Количество квартир (помещений)	n_p	1
Площадь квартир (помещений) – без летних помещений	$A_{от}$	7,48

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

1	–	Зам.	250-18	МБШ	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

Лист

42

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = +22^{\circ}\text{C} .$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{om}) \cdot z_{om}, ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.} \tag{1}$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (22 - (-2, 2)) \cdot 205 = 4551^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

6.3.2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050 \text{ Вт}/(\text{м}\times^{\circ}\text{C})$;
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.3.3. Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.3.3.1 Требуемое сопротивление теплопередаче

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;

Взам.инв.№
Подп. и дата
Инв. № подл.

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШО</i>	10.18		43
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

– санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R_{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), m^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{мп} = 0,0002 \cdot 3731 + 1,0 = 1,746 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,00025 \cdot 3731 + 0,2 = 0,293 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покp}^{норм} = 0,00025 \cdot 3731 + 1,5 = 2,433 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола по грунту:

не нормируется;

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^n \cdot \alpha_в} = \frac{16 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 1,07 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ,$$

где Δt^n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^n = 4,4^\circ C$

Тогда по формуле (3):

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot 1,07 = 0,642 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

6.3.3.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Подставим значения в при $n_{\text{покp}} = 1$

Вместо значения требуемого сопротивления теплопередаче пола в формулу подставим приведенное фактическое значение сопротивления теплопередаче пола по грунту (см. расчет далее)

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{30,98}{1,746} + \frac{2,4}{0,293} + \frac{5,06}{1,07} + \frac{1 \cdot 10,56}{2,433} + \frac{10,56}{0,293}}{50,05} = 1,42 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

6.3.4. Требуемая воздухопроницаемость

Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:

наружных стен: $G_n^{\text{ст}} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

окон: $G_n^{\text{ок}} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

входных дверей и ворот: $G_n^{\text{дв}} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

чердачных перекрытий: $G_n^{\text{покр}} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

6.3.4.1. Нормативная обобщенная воздухопроницаемость здания, строения, сооружения при фактической разности давлений

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{\text{дв}} = 0,55 \cdot H (\gamma_{\text{н(дв)}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,33 \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}^2, \text{ Па} \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{\text{ок}} = 0,28 \cdot H (\gamma_{\text{н(ок)}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,33 \cdot \gamma_{\text{н(ок)}} \cdot v_{\text{н}}^2, \text{ Па} \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_{\text{н}}, \gamma_{\text{в}}$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н} / \text{м}^3$;

$v_{\text{н}}$ – расчетная скорость ветра, м/с;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{\text{н(дв)}} = 3463 / (273 + t_{\text{н}}), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (10)$$

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{ом}), Н / м^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 Н / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_в = 3463 / (273 + 16) = 11,98 Н / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + (-2,2)) = 12,79 Н / м^3.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 6,69 \cdot (13,96 - 11,98) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 8,96 Па.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон:

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot 6,69 \cdot (12,79 - 11,98) + 0,33 \cdot 12,79 \cdot 2^2 = 3,05 Па.$$

Определим требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций; для наружных стен:

$$R_{ст}^{mp} = \frac{12,7}{1} = 12,7 (м^2 \cdot ч) / кг;$$

для наружных окон:

$$R_{ок}^{mp} = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{12,7}{10} \right)^{2/3} = 0,15 (м^2 \cdot ч) / кг;$$

для наружных дверей:

$$R_{дв}^{mp} = \frac{12,7^{1/2}}{8} = 0,45 (м^2 \cdot ч) / кг;$$

для чердачных перекрытий:

$$R_{покр}^{mp} = \frac{12,7}{1} = 12,7 (м^2 \cdot ч) / кг.$$

6.3.4.2. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 2.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 168.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	-	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$A_n^{сум} = A_{cm} + A_{ок} + A_{де} + A_{цок} + A_{покр}, м^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 33,98 + 2,4 + 5,06 + 10,56 + 10,56 = 62,56 м^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{от}} = \frac{62,56}{7,48} = 8,36$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{cm} + A_{ок} + A_{де}} = \frac{2,4}{41,4} = 0,06$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_e^{сум}}{V_{от}} = \frac{5,05}{33,1} = 1,51$$

6.3.5. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_e^{cmi} = 8,7 Вт / (м^2 \cdot °C);$$

$$\alpha_n^{cmi} = 23 Вт / (м^2 \cdot °C).$$

В качестве утеплителя наружных стен используется минераловатная плита П-75 производства фирмы «Isoroc».

Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию наружных стен:

минераловатная плита П-75 – $\lambda_s^{cm1} = 0,064 Вт / (м^2 \cdot °C)$, $\sigma_s^{cm1} = 100 мм$.

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен:

$$R_{o,cm2}^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,064} + \frac{1}{23} = 2,5 м^2 \cdot °C / Вт.$$

6.3.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М₁-8-4М₁-8-4М₁. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 м^2 \cdot °C / Вт$$

Взам.инв.№
Подп. и дата
Инв. № подл.

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШО</i>	10.18		47
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

6.3.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей соответствии с ПЗ раздела АР равно:

$$R_{o,ок}^{np} = 1,45 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

6.3.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия

В качестве материала чердачного перекрытия используется минераловатная плита П-75 производства фирмы «Isoroc». Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию чердачного перекрытия:

минераловатная плита П-75 – $\lambda_s^{cm1} = 0,064 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$, $\sigma_s^{cm1} = 100 мм$.

для чердачных перекрытий:

$$\alpha_6^{нокр} = 8,7 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$$

$$\alpha_n^{нокр} = 12 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$$

Определим сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_{o,нокр}^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,10}{0,064} + \frac{1}{12} = 1,76 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

6.3.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

Пол объекта не утеплен, следовательно, $R_f^k = 0 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне.

Для зоны I:

$$R_{0,цокI}^{np} = 2,1 + 0 = 2,1 м^2 \cdot ^\circ C / Вт;$$

Для зоны II:

$$R_{0,цокII}^{np} = 4,3 + 0 = 4,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт;$$

Для зоны III:

$$R_{0,цокIII}^{np} = 8,6 + 0 = 8,6 м^2 \cdot ^\circ C / Вт;$$

Для зоны IV:

$$R_{0,цокIV}^{np} = 14,2 + 0 = 14,2 м^2 \cdot ^\circ C / Вт;$$

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Площади соответствующих зон, m^2 ; исходя из плана здания равны:

$$A_{\text{зона}}^{np} = 10,56 + 16 = 26,56 m^2;$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту

$$R_{o, \text{зона}}^{np} = \frac{10,56}{26,56} = 0,83 m^2 \cdot ^\circ C / Bm.$$

6.3.10. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

Подставим значения при $n_{\text{покр}} = 1$

$$K_{\text{общ}}^{np} = \frac{\frac{30,98}{2,5} + \frac{2,4}{0,49} + \frac{5,06}{1,45} + \frac{1 \cdot 10,56}{1,76} + \frac{10,56}{0,83}}{50,05} = 0,8 Bm / m^2 \cdot ^\circ C$$

6.3.11. Расчет фактической воздухопроницаемости

6.3.11.1 Сопротивление воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций при разности давлений 10 Па

Фактическое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций при разности давлений 10 Па принимается не более для:

наружных стен: $R_u^{cm10} = 12,7 \text{ кг} / (m^2 \cdot ч);$

окон: $R_u^{ок10} = 0,15 \text{ кг} / (m^2 \cdot ч);$

входных дверей и ворот: $R_u^{дв10} = 0,45 \text{ кг} / (m^2 \cdot ч);$

чердачных перекрытий: $R_u^{покр10} = 12,7 \text{ кг} / (m^2 \cdot ч).$

6.3.11.2 Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания при фактической разности давлений

Определим фактическую воздухопроницаемость конструкций здания, для наружных стен, чердачных перекрытий.

для наружных стен:

$$G_u^{cm} = \frac{12,7}{12,7} = 1 \text{ кг} / (m^2 \cdot ч);$$

для наружных окон:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			Лист
			1	–	Зам.	250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$G_u^{ок} = \frac{1}{0,15} \cdot \left(\frac{12,7}{10} \right)^{2/3} = 7,82 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для наружных дверей:

$$G_u^{дв} = \frac{12,7^{1/2}}{0,45} = 7,92 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для чердачных перекрытий:

$$G_u^{см} = \frac{12,7}{12,7} = 1 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций при фактической разности давлений равна:

$$G_u^{np} = \frac{33,98 \cdot 1 + 2,4 \cdot 7,82 + 5,06 \cdot 7,92 + 10,56 \cdot 1}{50,05} = 2,07 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

6.3.12. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{см} = \frac{n_{см} (t_g - t_n)}{R_{см}^{np} \cdot \alpha_g^{см}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{n_{покр} (t_g - t_n)}{R_{покр}^{np} \cdot \alpha_g^{покр}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (16)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок} (t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (17)$$

где $n_{см}, n_{покр}, n_{ок}$ – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху при $n_i=1$.

$R_{см}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, определены ранее.

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

1	–	Зам.	250-18	МБЩа	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

$\alpha_g^{cm}, \alpha_g^{нокр}, \alpha_g^{ок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C); $\alpha_g^{cm}=8,7$ Вт/(м²·°C); $\alpha_g^{нокр}=8,7$ Вт/(м²·°C); $\alpha_g^{ок}=8,0$ Вт/(м²·°C).

Подставим значения в формулы:

– для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (22 - (-25))}{2,5 \cdot 8,7} = 2,16^\circ\text{C};$$

– для чердачного перекрытия:

$$\Delta t_u^{нокр} = \frac{1 \cdot (22 - (-25))}{1,76 \cdot 8,7} = 3,07^\circ\text{C};$$

– для наружных окон :

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1 \cdot (22 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 12,0^\circ\text{C}.$$

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88. При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_g = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = +22^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы

$$t_p = 17,4^\circ\text{C}.$$

Таблица 14 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_g - t_p = 22 - 17,4 = 4,6^\circ\text{C}$	2,16 °C
Чердачное перекрытие	$0,8(t_g - t_p) = 0,8 \cdot (22 - 17,4) = 3,68^\circ\text{C}$	3,07 °C
Окна	$22 - 0 = 22^\circ\text{C}$	12,0 °C
Пол по грунту	н/н	н/н

6.3.13. Энергетические нагрузки здания

6.3.13.1. Потребляемая мощность систем инженерного оборудования

В соответствии с приложением 3 МДК 4-05.2004 расчетную часовую тепловую нагрузку отопления следует принимать по типовым или индивидуальным проектам

Согласно проектным данным потребляемая мощность систем инженерного оборудования составляет:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

– система отопления:

$$Q_h^m = 2,0 \text{ кВт}$$

– других систем (вентиляции):

$$Q_l^m = 1,5 \text{ кВт}$$

Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на 1 кв.м площади помещений составит:

– на отопление и вентиляцию:

$$q_{h+v}^{des.m} = \frac{Q_h^m + Q_l^m}{A_{om}} = \frac{(2+1,5) \cdot 1000}{7,48} = 467,9 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

– в том числе на вентиляцию:

$$q_v^{des.m} = \frac{Q_l^m}{A_{om}} = \frac{1,5 \cdot 1000}{7,48} = 200,5 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

6.3.14. Удельная тепловая характеристика

Согласно главе 8 СП «Теплопотери здания» удельная тепловая характеристика рассчитывается по формуле:

$$q_m = \frac{Q_h^m \cdot 1000}{V_{от} \cdot (t_в - t_н)} = \frac{2 \cdot 1000}{33,1 \cdot (22 - (-25))} = 1,285 \text{ Вт} / \text{м}^3 \cdot \text{°C}$$

где $V_{от}$ - отапливаемый объем, м³.

6.3.15. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.3.15.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Определим среднюю плотность наружного воздуха за отопительный период по формуле (30):

$$\rho_v^{ср} = \frac{353}{273 + 0,5(22 - (-25))} = 1,19 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Значение количества инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции определим по формуле:

$$G_{инф} = G_u^{пр} \cdot A_g^{сум} = 2,07 \cdot 50,05 = 104 \text{ кг} / \text{ч}$$

где $G_u^{пр}$ - приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций при фактической разности давлений кг/(м²·ч);

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется по формуле **Ошибка! Источник ссылки не найден.** (31) при $L_{вент} = 0 \text{ м}^3/\text{ч}$, $n_{вент} = 168$, $n_{инф} = 168$, $\beta_v = 0,85$:

Взам.инв.№
Подп. и дата
Инв. № подл.

										Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				52
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата					

$$n_g = \frac{\frac{0 \cdot 168}{168} + \frac{104 \cdot 168}{168 \cdot 1,2}}{0,85 \cdot 33,1} = 3,1(1/\psi)$$

Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации определим по формуле (29) при $k = 0,8$, $c = 1$ кДж/(кг·°C):

$$K_m^{инф} = \frac{0,28 \cdot 1 \cdot 3,1 \cdot 0,85 \cdot 33,1 \cdot 1,2 \cdot 0,8}{50,05} = 0,47 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

По формуле:

$$K_m^{общ} = 0,94 + 0,47 = 1,41 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определим по формуле (27):

$$Q_{зод}^{общ} = 0,0864 \cdot 1,41 \cdot 4551 \cdot 50,05 = 27748,8 \text{ МДж}$$

что при переводе в кВт·ч составит:

$$Q_{зод}^{общ} = 27748,8 \cdot 1000 / 3600 = 7708 \text{ МДж}$$

В таблице 15 приведены соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности.

Таблица 15 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	0	С	547
2	1,2	В	810
3	0	Ю	1285
4	1,2	З	810

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определим по формуле (32) при $\tau_{1ок} = 0,8$, $\tau_{2ок} = 0,74$:

$$Q_{рад}^{зод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (0 \cdot 547 + 1,2 \cdot 810 + 0 \cdot 1285 + 1,2 \cdot 810) = 1150,9 \text{ МДж}$$

Величину бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитаем по формуле при $n_R = 2$, $k_R = 168$, $N_L = 100$ Вт, $k_L = 56$:

$$q_{быт} = \frac{90 \cdot 2 \cdot \frac{168}{168} + 100 \cdot \frac{168}{168}}{7,48} = 28,52 \text{ Вт} / \text{м}^2,$$

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода определим по формуле (33):

$$Q_{быт} = 0,0864 \cdot 28,52 \cdot 177 \cdot 7,48 = 3262 \text{ МДж}$$

Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода определим по формуле (26):

$$Q_{от}^{зод} = (27748,8 - (3262 + 1150,9) \cdot 0,8 \cdot 1) \cdot 1 = 26060,0 \text{ МДж}$$

что при переводе в кВт·ч составит:

Взам. инв. №					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
285861-18-П-ЭЭ.ПЗ					
					Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
					53

$$Q_{сод}^{общ} = 26060,0 \cdot 1000 / 3600 = 7238,9 \text{ МДж}$$

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определим по формуле (35):

$$d_{от}^{сод} = \frac{26060,0 \cdot 10^3}{33,1 \cdot 4551} = 173,0 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$$

6.3.15.2. Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию

Количество тепловой энергии на вентиляцию в течение отопительного периода по формуле (36):

$$Q_1^{сод} = 86,4 \cdot 1,5 \cdot \frac{22 - (-2,2)}{22 - (-25)} \cdot 177 = 11813,7 \text{ МДж}$$

6.3.15.3. Удельные характеристики

Определим нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики.

Значение отапливаемого объема $V_{от} < 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (37):

$$k_{об}^{мп} = \frac{4,74}{0,00013 \cdot 4551 + 0,61} \cdot \frac{56}{\sqrt[3]{33,1}} = 68,73 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

и (39):

$$k_{об}^{мп} = \frac{8,5}{\sqrt{4551}} = 0,126 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Примем в качестве значения

$$k_{об}^{мп} = 68,73 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определим по формуле (40):

$$k_{об} = 1,51 \cdot 0,98 = 1,48 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (41):

$$k_{вент} = \frac{0,47 \cdot 50,05}{33,1} = 0,71 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (42):

$$k_{быт} = \frac{28,52 \cdot 7,48}{33,1 \cdot (22 - (-2,2))} = 0,27 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (43):

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		54
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot 1150,9}{33,1 \cdot 4551} = 0,09 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (44):

$$q_{ом}^p = (1,48 + 0,71 - (0,27 + 0,09) \cdot 0,8 \cdot 1)(1 - 0) \cdot 1 = 1,9 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}),$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (46):

$$q = \frac{173}{51} = 3,4 \text{ кВт} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

6.4. Цех технологических емкостей №2 (поз.9 по ГП)

6.4.1. Общая характеристика здания

Здание представляет собой двухэтажное железобетонное каркасное производственное здание. Конструктивная система здания - стоечно-балочная. За относительную отметку 0,000 принята отметка пола с абсолютным значением 120,600. Здание размерами в плане 66 x 18 м, высота до низа стропильных несущих конструкций - 13,2 м, шаг колонн - 6,0 м, пролет 18,0м. Цех реакгентных установок оборудован подвесным электрическим однобалочным краном пролетом 15,0 м, грузоподъемностью 1,0 т. В осях 1-11 двухэтажное с отметкой пола второго этажа +5,800, в осях 11-16 одноэтажное.

Высота ограждения кровли неэксплуатируемой крыши принято высотой 600 мм. Высота ограждения лестниц 1200 мм.

В здании предусмотрено устройство въездов для грузового транспорта. Ворота утепленные двухстворчатые распашные с калиткой индивидуального изготовления размерами 4,2 x 4,5(н) м.

В качестве ограждающих конструкций выступают стеновые и кровельные трехслойные сэндвич-панели фирмы с утеплителем из негорючей минеральной ваты класса А1 (НГ) толщиной 100мм и 120мм соответственно.

Внутренние стены и перегородки встроенных помещений выполняются из кирпича КР-р-по1Нф/100/2,0/50 ГОСТ530-2012 на цементно-песчаном растворе М75, толщиной 380мм, 250мм и 120 мм.

Оконные блоки представлены из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М1-8-4М1-8-4М1 (ГОСТ 30674-99. Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия.) По показателю приведенного сопротивления теплопередаче окна относят к классу Г2, с приведенным сопротивлением теплопередаче – 0,49 м²·°С/Вт.

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		55
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристики ограждающих конструкций здания ЦТЕ-2

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Сендвич панели	100	$\lambda_s^{cm1} = 0,042 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$
2	Полы по грунту	–	–	–
3	Покрытие	Сендвич панели	120	$\lambda_s^{покр} = 0,042 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$
4	Двери и ворота	Металлические утепленные		
5	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{o,ок}^{np} = 0,49 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$		

Результаты обмера зданий Цеха технологических емкостей №1,2 в соответствии с разделом АР приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты обмера здания ЦТЕ-2

Параметр	Переменная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, $м^2$	$A_{ст}$	2066,0
Суммарная площадь окон	$A_{ок}$	285,36
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, $м^2$	$A_{дв}$	37,8
Суммарная площадь покрытия (с учетом скатности кровли), $м^2$	$A_{покр}$	1188,0
Суммарная площадь пола, $м^2$	$A_{цок}$	1188
Строительный объем, $м^3$	$V_{ст}$	56160
Отапливаемый объем, $м^3$	$V_{от}$	56160
Площадь наружных стен, включая окна и двери, $м^2$	$A_{ст+ок+дв}$	2352,0
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, $м^2$	$A_n^{сум}$	2352,0
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, $м^2$	$A_e^{сум}$	335,7
Высота этажа, м	$h_{эт}$	5,8
Высота здания, м	H	13,2
Количество помещений	n_p	17
Площадь помещений	$A_{от}$	1871

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = 5^\circ C.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

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

1	–	Зам.	250-18	МБШСА	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

285861-18-П-ЭЭ.ПЗ

Лист

56

$$ГСОП = (t_B - t_{om}) \cdot z_{om}, ^\circ C \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (5 - (-2, 2)) \cdot 205 = 1476^\circ C \cdot \text{сут.}$$

6.4.2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °С);
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.4.3. Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.4.3.1. Требуемое сопротивление теплопередаче

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;
- санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, м²·°С/Вт, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R_{норм}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен производственной части нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{норм} = 0,0002 \cdot 1476 + 1,0 = 1,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,00025 \cdot 1476 + 0,2 = 0,237 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{пок}^{норм} = 0,00025 \cdot 1476 + 1,5 = 1,87 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола:

$$R_{цок1}^{норм} = 0,0002 \cdot 1476 + 1,0 = 1,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{5 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 0,78 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ,$$

где $\Delta t^н$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^н = 4,4^\circ C$

Тогда по формуле (3):

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot 0,78 = 0,468 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

Для наружных стен административной части нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст2}^{норм} = 0,0003 \cdot 1476 + 1,2 = 1,64 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок2}^{норм} = 0,00005 \cdot 1476 + 0,2 = 0,274 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола :

$$R_{цок1}^{норм} = 0,00035 \cdot 1476 + 1,3 = 1,87 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист	
			1	–	Зам.		250-18	МЕША
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

6.4.3.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (6):

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{A_{\text{ст1}}}{R_{\text{ст1}}^{\text{нр}}} + n_{\text{ст2}} \cdot \frac{A_{\text{ст2}}}{R_{\text{ст2}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{ст3}}}{R_{\text{ст1}}^{\text{нр}}} + n_{\text{ст2}} \cdot \frac{A_{\text{ст4}}}{R_{\text{ст2}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{ок1}}}{R_{\text{ок1}}^{\text{нр}}} + n_{\text{ок2}} \cdot \frac{A_{\text{ок2}}}{R_{\text{ок2}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{покр}}}{R_{\text{покр}}^{\text{нр}}} + \frac{A_{\text{цок1}}}{R_{\text{цок1}}^{\text{нр}}} + n_{\text{цок2}} \cdot \frac{A_{\text{цок2}}}{R_{\text{цок2}}^{\text{нр}}}}{A_{\text{в}}^{\text{сум}}}, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C} \quad (6)$$

где $A_{\text{ст}}$, $A_{\text{ок}}$, $A_{\text{дв}}$, $A_{\text{покр}}$, $A_{\text{цок}}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{\text{ст}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{ок}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{дв}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{покр}}^{\text{нр}}$, $R_{\text{цок}}^{\text{нр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$n_{\text{ст2}}$, $n_{\text{ок2}}$, $n_{\text{цок2}}$ – коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$A_{\text{в}}^{\text{сум}}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

Коэффициенты $n_{\text{ст2}}$, $n_{\text{ок2}}$, $n_{\text{цок2}}$ для стен, окон административной части определяются по формуле (7):

$$n_{\text{ст2}} = n_{\text{ок2}} = n_{\text{цок2}} = \frac{t_{\text{в}}^* - t_{\text{ом}}^*}{t_{\text{в}} - t_{\text{ом}}} = \frac{10 - (-2,2)}{5 - (-2,2)} = 1,7 \quad (7)$$

где $t_{\text{в}}^*$, $t_{\text{ом}}^*$ – средняя температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения, $t_{\text{в}}^* = 10^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{ом}}^* = t_{\text{ом}} = -2,2^{\circ}\text{C}$.

6.4.3.3. Определение разности давлений наружного и внутреннего воздуха

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{\text{дв}} = 0,55 \cdot H (\gamma_{\text{н(дв)}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,33 \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}^2, \text{Па} \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{\text{ок}} = 0,28 \cdot H (\gamma_{\text{н(ок)}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,33 \cdot \gamma_{\text{н(ок)}} \cdot v_{\text{н}}^2, \text{Па} \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_{\text{н}}$, $\gamma_{\text{в}}$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³;

Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подп.	Дата
285861-18-П-ЭЭ.ПЗ					Лист
					59

v_n – расчетная скорость ветра, м/с;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{n(ов)} = 3463 / (273 + t_n), H / M^3, \quad (10)$$

$$\gamma_e = 3463 / (273 + t_e), H / M^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{n(ок)} = 3463 / (273 + t_{ом}), H / M^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{n(ов)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 H / M^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_e = 3463 / (273 + 5) = 12,45 H / M^3,$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 15,15 \cdot (13,96 - 12,45) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 31,01 \text{ Па}.$$

6.4.3.4. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 2.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 56.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{ов} + A_{цок} + A_{покр}, M^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 2066,0 + 285,36 + 41,4 + 1188,0 + 1188,0 = 4768,76 M^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{ом}} = \frac{4768,76}{1053} = 4,53$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{ст} + A_{ок} + A_{ов}} = \frac{285,36}{2066,0 + 285,36 + 41,4} = 0,12$$

Показатель компактности здания:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШО</i>	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$K_{\text{ком}} = \frac{A_6^{\text{сум}}}{V_{\text{от}}} = \frac{335,7}{17384,4} = 0,02$$

6.4.3.5. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_6^{\text{cmi}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\alpha_n^{\text{cmi}} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

В качестве материала наружных стен используется сэндвич-панель фирмы «МЕТАЛЛ ПРО-ФИЛЬ» толщиной 120 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты, внутренней металлической облицовки. Минераловатный сердечник имеет толщину $\delta_{s1}^{\text{cm1}} = 0,12$ м, плотность $\rho = 107$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_{s1}^{\text{cm1}} = 0,042$ Вт/(м²·°C)

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{\text{ст}} = 0,7$:

$$R_{o,\text{cm1}}^{\text{np}} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,042} + \frac{1}{23} \right) = 3,02 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

6.4.3.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М₁-8-4М₁-8-4М₁. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,\text{ок}}^{\text{np}} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

6.4.3.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей и ворот

В качестве наружных дверей и ворот используются конструкции, утепленные пенопластом. Двери и ворота состоят из наружной металлической обшивки, слоя утеплителя ПС–4–40 толщиной $\delta_s^{\text{дс}} = 50$ мм, внутренней металлической обшивки.

Пенопласт ПС-4-40 имеет плотность $\rho = 40$ кг/м³, коэффициент теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_s^{\text{дс}} = 0,046$ Вт/(м²·°C);

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>Мельни</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

для дверей и ворот:

$$\alpha_{\text{в}}^{\text{дв}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{дв}} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Определим сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот:

$$R_{\text{о,дв}}^{\text{нр}} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

6.4.3.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

В качестве материала покрытия используется сэндвич-панель фирмы «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ» толщиной 100 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты, внутренней металлической облицовки. Минералватный сердечник имеет толщину $\delta_s^{\text{нокр}} = 0,12$ м, плотность $\rho = 139$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_s^{\text{нокр}} = 0,045$ Вт/(м²·°C). Для покрытия:

$$\alpha_{\text{в}}^{\text{нокр}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{нокр}} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Определим сопротивление теплопередаче покрытия, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{\text{покр}} = 0,7$:

$$R_{\text{о,покр}}^{\text{нр}} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{1}{23} \right) = 2,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

6.4.3.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

Пол объекта не утеплен, следовательно, $R_f^k = 0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$.

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне по формуле (15).

Для зоны I:

$$R_{\text{о,зона.I}}^{\text{нр}} = 2,1 + 0 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

Для зоны II:

$$R_{\text{о,зона.II}}^{\text{нр}} = 4,3 + 0 = 4,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

Для зоны III:

$$R_{\text{о,зона.III}}^{\text{нр}} = 8,6 + 0 = 8,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	-	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Для зоны IV:

$$R_{o,цок.IV}^{np} = 14,2 + 0 = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Площади соответствующих зон, м²; исходя из плана здания равны:

$$A_{o,цок.I} = 1188,0 \text{ м}^2$$

$$A_{o,цок.II} = 1188,0 \text{ м}^2$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту по формуле (16):

$$R_{o,цок}^{np} = \frac{51}{\frac{1188,0}{2,1} + \frac{1188,0}{4,3}} = 0,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.4.4. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (14):

$$K_{общ}^{np} = \frac{\frac{A_{ст1}}{R_{ст1}^{np}} + n_{ст2} \cdot \frac{A_{ст2}}{R_{ст2}^{np}} + \frac{A_{ст3}}{R_{ст1}^{np}} + n_{ст2} \cdot \frac{A_{ст4}}{R_{ст2}^{np}} + \frac{A_{ок1}}{R_{ок1}^{np}} + n_{ок2} \cdot \frac{A_{ок2}}{R_{ок2}^{np}} + \frac{A_{дв}}{R_{дв}^{np}} + \frac{A_{покр}}{R_{покр}^{np}} + \frac{A_{цок1}}{R_{цок1}^{np}} + n_{цок2} \cdot \frac{A_{цок2}}{R_{цок2}^{np}}}{A_6^{сум}}, \text{ Вт} / \text{ м}^2 \cdot \text{°C}$$

(14)

где $A_{ст}$, $A_{ок}$, $A_{дв}$, $A_{покр}$, $A_{цок}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{ст}^{np}$, $R_{ок}^{np}$, $R_{дв}^{np}$, $R_{покр}^{np}$, $R_{цок}^{np}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$n_{ст2}$, $n_{ок2}$, $n_{цок2}$ – коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$A_6^{сум}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

6.4.5. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm} = \frac{n_{cm}(t_g - t_n)}{R_{cm}^{np} \cdot \alpha_g^{cm}}, ^\circ C \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{n_{покр}(t_g - t_n)}{R_{покр}^{np} \cdot \alpha_g^{покр}}, ^\circ C \quad (16)$$

для пола:

$$\Delta t_u^{цок} = \frac{n_{цок}(t_g - t_n)}{R_{цок}^{np} \cdot \alpha_g^{цок}}, ^\circ C \quad (17)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, ^\circ C \quad (18)$$

где $n_{cm}, n_{покр}, n_{цок}, n_{ок}$ – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; Для административной части $n_{cm2} = n_{ок2} = n_{цок2} = 1,22$ прочие коэффициенты равны $n_i=1$.

$R_{cm}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}, R_{цок}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, определены ранее.

$\alpha_g^{cm}, \alpha_g^{покр}, \alpha_g^{ок}, \alpha_g^{цок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{cm} = 8,7$ $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{покр} = 8,7$ $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{ок} = 8,0$ $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{цок} = 8,7$ $Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$

Подставим значения в формулы (15)-(18):

– для наружных стен производственной части:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{3,02 \cdot 8,7} = 1,14^\circ C,$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{1,22 \cdot (5 - (-25))}{2,54 \cdot 8,7} = 1,66^\circ C,$$

– для окон:

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 7,65^\circ C,$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88.

При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_e = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = 5^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы

$$t_p = 1^\circ\text{C}.$$

Таблица 18 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_e - t_p = 5 - 1 = 4^\circ\text{C}$	1,14 °C
Покрытие	$0,8(t_e - t_p) = 0,8 \cdot (5 - 1) = 3,2^\circ\text{C}$	1,66 °C
Окна	$5 - 0 = 5^\circ\text{C}$	7,65 °C

6.4.6. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.4.6.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (19):

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot GCOП \cdot V_{om} \cdot q_{om}^p, \text{кВт} / \text{год} \quad (19)$$

где q_{om}^p – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, определяется далее в расчетах, $q_{om}^p = 0,70 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулу:

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 17384,4 \cdot 0,70 = 431159,4 \text{кВт} / \text{год}.$$

Определим значения переменных, используемых в дальнейших расчетах.

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (GCOП - 100) = 0,7 + 0,000025 \cdot (1476 - 100) = 0,73.$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; примем

$$\zeta = 1,$$

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, для производственного здания примем:

$$\xi = 0;$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; примем:

$$\beta_h = 1,11.$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определяются по формуле (20):

$$Q_{om}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{om} \cdot (k_{об} + k_{вент}), \text{кВт} / \text{год}, \quad (20)$$

Средняя плотность наружного воздуха за отопительный период определяется по формуле (21):

$$\rho_6^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (t_6 - t_n)}, \text{кг} / \text{м}^3 \quad (21)$$

По формуле (21):

$$\rho_6^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (5 - (-25))} = 1,23 \text{кг} / \text{м}^3$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (22):

$$n_6 = \frac{\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168 \cdot \rho_6^{вент}}}{\beta_v \cdot V_{om}}, 1 / \text{ч} \quad (22)$$

где $L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, $\text{м}^3/\text{ч}$; исходя из проектных данных примем (без учета системы ПЕ1.2, работающей исключительно в теплый период года):

$$L_{вент} = 680 + 75 + 50 + 3240 + 270 = 4315 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели, примем:

$$n_{вент} = 168;$$

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, $\text{кг}/\text{ч}$;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, примем

$$n_{инф} = 0;$$

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций:

$$\beta_v = 0,85.$$

По формуле (22):

$$n_6 = \frac{\frac{4315 \cdot 168}{168} + 0}{0,85 \cdot 17384,4} = 0,3 \text{ 1/ч}.$$

Значения $k_{об}$, $k_{вент}$ определены в последующих расчетах.

По формуле (20):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	66
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$Q_{om}^{zod} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 17384,4 \cdot (0,27 + 0,41) = 418761 \text{кВтм} / \text{год}.$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определяются по формуле (23):

$$Q_{рад}^{zod} = \tau_{1ок} \cdot \tau_{2ок} \cdot (A_{ок1} \cdot I_1 + A_{ок2} \cdot I_2 + A_{ок3} \cdot I_3 + A_{ок4} \cdot I_4), \text{МДж} \tag{23}$$

где $\tau_{1ок}$ – коэффициент учитывающий затенения светового проема окна непрозрачными элементами заполнения, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{1ок} = 0,8;$$

$\tau_{2ок}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{2ок} = 0,74;$$

$A_{ок1}, A_{ок2}, A_{ок3}, A_{ок4}$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м²;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м².

Соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности приведены в таблице 11.

Таблица 19 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	121,7	С	547
2	24,24	В	810
3	121,7	Ю	1285
4	24,24	З	810

По формуле (23):

$$Q_{рад}^{zod} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (121,7 \cdot 547 + 24,24 \cdot 810 + 121,7 \cdot 1285 + 24,24 \cdot 810) = 119767,7 \text{МДж}$$

Величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитывается по формуле (24):

$$q_{быт} = \frac{90 \cdot n_h \cdot \frac{k_h}{168} + N_L \cdot \frac{k_L}{168}}{A_{om}}, \text{Вт} / \text{м}^2, \tag{24}$$

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

								285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	-	Зам.	250-18	мелла	10.18				67
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

где 90 – тепловыделения от одного человека, Вт; согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

n_h – расчетное количество работников:

$$n_h = 3;$$

k_h – число рабочих часов в неделю,

$$k_h = 56;$$

N_L – тепловыделения от освещения, Вт, согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» бытовые тепловыделения от освещения принимаются по установочной мощности; по проектным данным установочная мощность освещения составит:

$$N_L = 5100 \text{ Вт};$$

k_L – число часов работы освещения в неделю, примем:

$$k_L = 56.$$

Подставим значения в формулу (24):

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot 7 \cdot \frac{56}{168} + 5100 \cdot \frac{56}{168}}{135,0} = 39,3 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

6.4.7. Удельные характеристики

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» определяется по формулам (25)-(27):

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} < 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{56}{\sqrt[3]{V_{\text{от}}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (25)$$

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[2]{V_{\text{от}}}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (26)$$

сверочная формула:

$$k_{\text{об}}^{\text{мп}} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (27)$$

и принимается как наибольшее значение, вычисленное по формулам (25) (или (26)) и (27).

Значение отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (26):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	м.в.ш.а	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$k_{об}^{np} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[2]{17384,4}}}{0,00013 \cdot 1476 + 0,61} = 0,295 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

и (27)

$$k_{об}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{1476}} = 0,22 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Примем в качестве нормируемого значения $k_{об}^{mp} = 0,29 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$.

Фактическое значение удельной теплосащитной характеристики определяется по формуле (28):

$$k_{об} = K_{комп} \cdot K_{общ}^{np}, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}). \quad (28)$$

$K_{комп}$ – показатель компактности здания;

$K_{общ}^{np}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, он же общий коэффициент теплопередачи здания $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

По формуле (28):

$$k_{об} = 0,035 \cdot 0,57 = 0,02 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплосащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_v \cdot \beta_v \cdot \rho_n^{om} \cdot (1 - k_{эф}), \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}) \quad (29)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций.

$$\beta_v = 0,85$$

ρ_n^{om} – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, $\text{кг}/\text{м}^3$;

n_v – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $1/\text{ч}$;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, численно равный:

$$1 - k_{эф} = k = 0,8$$

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 1,81 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 0,41 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot A_{от}}{k_{общ} \cdot (t_e - t_{от})}, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}). \quad (30)$$

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 отапливаемой площади здания, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (30):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$k_{\text{обит}} = \frac{2,77 \cdot 17384,4}{2803,4 \cdot (5 - (-25))} = 0,6 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельная характеристика тепловых поступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле (31):

$$k_{\text{рад}} = \frac{2,77 \cdot Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{V_{\text{от}} \cdot \text{ГСОП}}, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}) \tag{31}$$

где $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$ – тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период, МДж/год.

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (31):

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 \cdot 119767,7}{17384,4 \cdot 1476} = 0,054 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определим по формуле (32):

$$q_{\text{от}}^p = (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - (k_{\text{обит}} + k_{\text{рад}}) \cdot v \cdot \zeta) (1 - \xi) \cdot \beta_h, \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}), \tag{32}$$

входящие в формулу переменные объявлены ранее.

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (32):

$$q_{\text{от}}^p = (0,27 + 0,41 - (0,04 + 0,054) \cdot 0,73 \cdot 1) (1 - 0) \cdot 1,11 = 0,67 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формулам (33), (34):

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}), \tag{33}$$

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p \cdot h_{\text{эм}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \tag{34}$$

По формулам (33) и (34):

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,67 = 23,73 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}),$$

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,67 \cdot 5,8 = 137,66 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

6.5. Цех доочистки и обеззараживания (поз.21 по ГП)

6.5.1. Общая характеристика здания

Здание представляет собой каркасное производственное здание с размерами в плане в осях 27x15м. Высота здания от низа несущих конструкций - 9,9 м, шаг колонн - 6,0м, пролет - 15,0м.

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	-	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		70
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Под стеновые ограждающие конструкции запроектирован цоколь из кирпича высотой 300 мм. Толщина кирпичных стен 380мм.

Наружные ограждающие конструкции стен металлические трехслойные панели. Утеплитель – негорючие плиты из минеральной ваты толщиной 100 мм. Расположение панелей стен вертикальное.

Ограждающие конструкции покрытия металлические трехслойные кровельные панели. Утеплитель – негорючие плиты из минеральной ваты толщиной 120 мм. Покрытие двухскатное с организованным водостоком

Оконные блоки по ГОСТ 30674-99 из поливинилхлоридных профилей остекление - двухкамерные стеклопакеты.

Входные и внутренние дверные блоки по ГОСТ 30970-2002 из поливинилхлоридных профилей.

Наружные двери металлические с утеплителем. Ворота распашные с утеплителем и калиткой.

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Характеристики ограждающих конструкций цеха доочистки

№	Наименование конструкции	Наименование материал	Толщина δ мм	Коэффициент теплопроводности, $Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Минеральная вата, производства фирмы «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ»	120	$\lambda_s^{cm1} = 0,042 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
2	Полы по грунту	–	–	–
3	Покрытие	Минеральная вата, производства фирмы «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ»	100	$\lambda_s^{нокр} = 0,042 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
4	Двери и ворота	Металлические утепленные		
5	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{o,ок}^{np} = 0,49 m^2 \cdot ^\circ C / Bm$		

Результаты обмера здания в соответствии с разделом АР приведены в таблице 21.

Таблица 21 –АР цеха доочистки

Параметр	Переменная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, m^2	$A_{ст}$	831,0
Суммарная площадь окон	$A_{ок}$	96,6
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, m^2	$A_{дв}$	20,37
Суммарная площадь покрытия (с учетом скатности кровли), m^2	$A_{покр}$	405
Суммарная площадь пола, m^2	$A_{цок}$	405
Строительный объем, m^3	$V_{ст}$	4529
Отапливаемый объем, m^3	$V_{от}$	4529
Площадь наружных стен, включая окна и двери, m^2	$A_{ст} + A_{ок} + A_{дв}$	948

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

										Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШО</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				71
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата					

Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_n^{сум}$	971
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_v^{сум}$	971
Высота этажа, м	$h_{эм}$	9,9
Высота здания, м	H	9,9
Количество помещений	n_p	7
Площадь помещений	$A_{от}$	405

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = 5^\circ\text{C}.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{ом}) \cdot z_{ом}, ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (5 - (-2, 2)) \cdot 205 = 1476^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

6.5.2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °C);
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.5.3. Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.5.3.1. Требуемое сопротивление теплопередаче

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.	250-18			<i>МБШО</i>	10.18
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.			Подп.	Дата

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

– приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

– комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;

– санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R^{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен производственной части нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{норм} = 0,0002 \cdot 1476 + 1,0 = 1,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,000025 \cdot 1476 + 0,2 = 0,237 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покр}^{норм} = 0,00025 \cdot 1476 + 1,5 = 1,87 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола:

$$R_{цок1}^{норм} = 0,0002 \cdot 1476 + 1,0 = 1,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для входных дверей и ворот:

$$R_{де}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^n \cdot \alpha_в} = \frac{5 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 0,78 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ,$$

где Δt^n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^n = 4,4^\circ C$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Тогда по формуле (3):

$$R_{об}^{норм} = 0,6 \cdot 0,78 = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для наружных стен административной части нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст2}^{норм} = 0,0003 \cdot 1476 + 1,2 = 1,643 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

для окон :

$$R_{ок2}^{норм} = 0,00005 \cdot 1476 + 0,2 = 0,274 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

для пола :

$$R_{цок1}^{норм} = 0,00035 \cdot 1476 + 1,3 = 1,816 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

6.5.3.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (6):

$$K_{общ}^{нр} = \frac{\frac{A_{ст1}}{R_{ст1}^{нр}} + n_{ст2} \cdot \frac{A_{ст2}}{R_{ст2}^{нр}} + \frac{A_{ст3}}{R_{ст1}^{нр}} + n_{ст2} \cdot \frac{A_{ст4}}{R_{ст2}^{нр}} + \frac{A_{ок1}}{R_{ок1}^{нр}} + n_{ок2} \cdot \frac{A_{ок2}}{R_{ок2}^{нр}} + \frac{A_{об}}{R_{об}^{нр}} + \frac{A_{покр}}{R_{покр}^{нр}} + \frac{A_{цок1}}{R_{цок1}^{нр}} + n_{цок2} \cdot \frac{A_{цок2}}{R_{цок2}^{нр}}}{A_{г}^{сум}}, \text{ Вт} / \text{ м}^2 \cdot \text{°C} \quad (6)$$

где $A_{ст}$, $A_{ок}$, $A_{дв}$, $A_{покр}$, $A_{цок}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{ст}^{нр}$, $R_{ок}^{нр}$, $R_{об}^{нр}$, $R_{покр}^{нр}$, $R_{цок}^{нр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$n_{ст2}$, $n_{ок2}$, $n_{цок2}$ – коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$A_{г}^{сум}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

Коэффициенты $n_{ст2}$, $n_{ок2}$, $n_{цок2}$ для стен, окон административной части определяются по формуле (7):

$$n_{ст2} = n_{ок2} = n_{цок2} = \frac{t_{г}^* - t_{ом}^*}{t_{г} - t_{ом}} = \frac{20 - (-2,2)}{5 - (-2,2)} = 3,08 \quad (7)$$

Взам.инв.№		Инв. № подл.					Лист		
Подп. и дата		Изм.	1	–	Зам.	250-18	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	74
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.		

где t_e^* , t_{om}^* – средняя температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения,
 $t_e^* = 20^\circ C$, $t_{om}^* = t_{om} = -2,2^\circ C$.

6.5.3.3. Определение разности давлений наружного и внутреннего воздуха

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H(\gamma_{н(дв)} - \gamma_e) + 0,33 \cdot \gamma_n \cdot v_n^2, Па \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H(\gamma_{н(ок)} - \gamma_e) + 0,33 \cdot \gamma_{н(ок)} \cdot v_n^2, Па \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

γ_n , γ_e – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $H/м^3$;

v_n – расчетная скорость ветра, м/с;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + t_n), H / м^3, \quad (10)$$

$$\gamma_e = 3463 / (273 + t_e), H / м^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{om}), H / м^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 H / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_e = 3463 / (273 + 5) = 14,93 H / м^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + (-2,2)) = 12,79 H / м^3.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 6,69 \cdot (13,96 - 14,93) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 14,86 Па.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон:

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot 6,69 \cdot (12,79 - 14,93) + 0,33 \cdot 12,79 \cdot 2^2 = 12,89 Па.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

6.5.3.4. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 2.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 56.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{дв} + A_{цо}к + A_{покp}, M^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 1682 + 201,6 + 20,37 + 1368 + 1370 = 4641,97 M^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{от}} = \frac{4641,97}{1368} = 3,39$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{ст} + A_{ок} + A_{дв}} = \frac{201,6}{1682 + 201,6 + 20,37} = 0,1$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_{сум}}{V_{от}} = \frac{1904,0}{9378,8} = 0,2$$

6.5.3.5. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_в^{cmi} = 8,7 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C);$$

$$\alpha_n^{cmi} = 23 Bm / (M^2 \cdot ^\circ C).$$

В качестве материала наружных стен используется сэндвич-панель «Венталл» толщиной 80 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты марки «Техносэндвич С», внутренней металлической облицовки.

Минераловатный сердечник имеет толщину $\delta_{s1}^{cm1} = 0,07$ м, плотность $\rho = 107$ кг/м³, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_{s1}^{cm1} = 0,042$ Вт/(м²·°С)

Взам. инв. №	Инв. № подл.	Подп. и дата				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.			250-18	<i>МБШ</i>
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ст} = 0,7$:

$$R_{o,cm1}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{0,044} + \frac{1}{23} \right) = 1,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Цокольная часть здания имеет следующий состав слоев (без учета красок, грунтов, гидроизоляции, сеток):

- Кладка из рядового полнотелого керамического кирпича – 120 мм;
- Плита минераловатная – 50 мм;
- Кладка из рядового полнотелого керамического кирпича – 120 мм;
- Цементно-песчаный раствор – 20 мм.

При расчете сопротивления теплопередаче учтем теплоизоляционные свойства только утеплителя - плиты минераловатной - и кирпичной кладки. Плотность материала утеплителя (максимальная) $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$. В соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 коэффициент теплопроводности утеплителя при параметрах «Б» – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,044 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, кирпичной кладки – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,81 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$

Определим сопротивление теплопередаче цоколя, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ст} = 0,7$:

$$R_{o,cm3}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,044} + \frac{0,12}{0,81} + \frac{1}{23} + \frac{0,12}{0,81} \right) = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.5.3.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М₁-8-4М₁-8-4М₁. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.5.3.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей и ворот

В качестве наружных дверей и ворот используются конструкции, утепленные пенопластом. Двери и ворота состоят из наружной металлической обшивки, слоя утеплителя ПС–4–40 толщиной $\delta_s^{ds} = 50 \text{ мм}$, внутренней металлической обшивки.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$			Лист
			6.5.3.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей и ворот			
В качестве наружных дверей и ворот используются конструкции, утепленные пенопластом. Двери и ворота состоят из наружной металлической обшивки, слоя утеплителя ПС–4–40 толщиной $\delta_s^{ds} = 50 \text{ мм}$, внутренней металлической обшивки.			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Пенопласт ПС-4-40 имеет плотность $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_s^{\text{дог}} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

для дверей и ворот:

$$\alpha_e^{\text{дог}} = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$\alpha_n^{\text{дог}} = 23 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Определим сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот:

$$R_{o,\text{дог}}^{\text{нр}} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C / Вт}$$

6.5.3.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

В качестве материала покрытия используется сэндвич-панель «Венталл» толщиной 120 мм.

Сэндвич-панель состоит из наружной металлической облицовки, сердечника из эффективного утеплителя из минеральной ваты марки «Техносэндвич К», внутренней металлической облицовки. Минералватный сердечник имеет толщину $\delta_s^{\text{нокр}} = 0,12 \text{ м}$, плотность $\rho = 139 \text{ кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности сердечника при параметрах «Б» - $\lambda_s^{\text{нокр}} = 0,045 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$. Для покрытия:

$$\alpha_e^{\text{нокр}} = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$\alpha_n^{\text{нокр}} = 23 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Определим сопротивление теплопередаче покрытия, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{\text{покр}} = 0,7$:

$$R_{o,\text{нокр}}^{\text{нр}} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{1}{23} \right) = 1,98 \text{ м}^2 \cdot \text{°C / Вт}$$

6.5.3.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

Пол первого этажа расположен над аккумулирующим резервуаром. Рассчитаем пол над резервуаром аналогично полу над холодным подвалом, сообщающимся с наружным воздухом.

В качестве материала утеплителя пола используется плита из пенополистирола Пеноплэкс 45 толщиной 100 мм, плотностью не менее $\rho=38 \text{ кг/м}^3$, коэффициентом теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_{s1}^{\text{чок}} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию пола:

– плита Пеноплэкс 45 $\lambda_{s1}^{\text{чок}} = 0,046 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$, $\delta_{s1}^{\text{чок}} = 0,10 \text{ м}$, $\rho = 38 \text{ кг/м}^3$

– плита железобетонная $\lambda_{s2}^{\text{чок}} = 2,04 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$, $\delta_{s2}^{\text{чок}} = 0,40 \text{ м}$, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Для пола над холодным подвалом:

$$\alpha_6^{чок} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\alpha_n^{чок} = 17 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определим сопротивление теплопередаче пола, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r = 0,8$:

$$R_{o,чок}^{np} = 0,8 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,046} + \frac{0,4}{2,04} + \frac{1}{17} \right) = 2,04 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.5.4. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (14):

$$K_{общ}^{np} = \frac{\frac{A_{ст1}}{R_{ст1}^{np}} + n_{ст2} \cdot \frac{A_{ст2}}{R_{ст2}^{np}} + \frac{A_{ст3}}{R_{ст1}^{np}} + n_{ст2} \cdot \frac{A_{ст4}}{R_{ст2}^{np}} + \frac{A_{ок1}}{R_{ок1}^{np}} + n_{ок2} \cdot \frac{A_{ок2}}{R_{ок2}^{np}} + \frac{A_{дв}}{R_{дв}^{np}} + \frac{A_{покp}}{R_{покp}^{np}} + \frac{A_{чок1}}{R_{чок1}^{np}} + n_{чок2} \cdot \frac{A_{чок2}}{R_{чок2}^{np}}}{A_6^{сум}}, \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C} \quad (14)$$

где $A_{ст}$, $A_{ок}$, $A_{дв}$, $A_{покp}$, $A_{чок}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{ст}^{np}$, $R_{ок}^{np}$, $R_{дв}^{np}$, $R_{покp}^{np}$, $R_{чок}^{np}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$n_{ст2}$, $n_{ок2}$, $n_{чок2}$ – коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$A_6^{сум}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

6.5.5. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm} = \frac{n_{cm}(t_g - t_n)}{R_{cm}^{np} \cdot \alpha_g^{cm}}, ^\circ C \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{n_{покр}(t_g - t_n)}{R_{покр}^{np} \cdot \alpha_g^{покр}}, ^\circ C \quad (16)$$

для пола:

$$\Delta t_u^{цок} = \frac{n_{цок}(t_g - t_n)}{R_{цок}^{np} \cdot \alpha_g^{цок}}, ^\circ C \quad (17)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, ^\circ C \quad (18)$$

где $n_{cm}, n_{покр}, n_{цок}, n_{ок}$ – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; Для административной части $n_{cm2} = n_{ок2} = n_{цок2} = 1,22$ прочие коэффициенты равны $n_i=1$.

$R_{cm}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}, R_{цок}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, определены ранее.

$\alpha_g^{cm}, \alpha_g^{покр}, \alpha_g^{ок}, \alpha_g^{цок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{cm} = 8,7$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{покр} = 8,7$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{ок} = 8,0$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_g^{цок} = 8,7$ $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$

Подставим значения в формулы (15)-(18):

– для наружных стен производственной части:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{1,23 \cdot 8,7} = 2,8^\circ C,$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{1,22 \cdot (5 - (-25))}{1,98 \cdot 8,7} = 2,12^\circ C,$$

– для наружных окон производственной части:

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 7,65^\circ C,$$

– для пола:

$$\Delta t_u^{цок} = \frac{1 \cdot (5 - (-25))}{2,04 \cdot 8,7} = 1,7^\circ C.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88.

При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_g = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = 5^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы

$$t_p = 1^\circ\text{C}.$$

Таблица 22 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_g - t_p = 5 - 1 = 4^\circ\text{C}$	2,8 °C
Покрытие	$0,8(t_g - t_p) = 0,8 \cdot (5 - 1) = 3,2^\circ\text{C}$	2,12 °C
Окна	$5 - 0 = 5^\circ\text{C}$	7,65 °C
Пол	2,5	1,7 °C

6.5.6. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.5.6.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (19):

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{om} \cdot q_{om}^p, \text{кВт} / \text{год} \quad (19)$$

где q_{om}^p – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, определяется далее в расчетах, $q_{om}^p = 0,70 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулу:

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 9378,8 \cdot 0,70 = 232564,23 \text{кВт} / \text{год}.$$

Определим значения переменных, используемых в дальнейших расчетах.

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (ГСОП - 100) = 0,7 + 0,000025 \cdot (1476 - 100) = 0,734.$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления;

примем

$$\zeta = 1,$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, для производственного здания примем

$$\xi = 0;$$

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; примем

$$\beta_h = 1,11.$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определяются по формуле (20):

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{от} \cdot (k_{об} + k_{вент}), \text{кВт} / \text{год}, \quad (20)$$

Средняя плотность наружного воздуха за отопительный период определяется по формуле (21):

$$\rho_{в}^{ср} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (t_{в} - t_{н})}, \text{кг} / \text{м}^3 \quad (21)$$

По формуле (21):

$$\rho_{в}^{ср} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (5 - (-25))} = 1,2 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (22):

$$n_{в} = \frac{\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168 \cdot \rho_{в}^{ср}}}{\beta_v \cdot V_{от}}, \text{1} / \text{ч} \quad (22)$$

где $L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м³/ч; исходя из проектных данных примем (без учета системы ПЕ1.2, работающей исключительно в теплый период года):

$$L_{вент} = 680 + 75 + 50 + 3240 + 270 = 4315 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели, примем:

$$n_{вент} = 168;$$

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, примем

$$n_{инф} = 0;$$

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций:

$$\beta_v = 0,85.$$

По формуле (22):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

$$n_g = \frac{\frac{4315 \cdot 168}{168} + 0}{1,11 \cdot 9378,8} = 0,414 \text{ 1/ч.}$$

Значения $k_{об}$, $k_{вент}$ определены в последующих расчетах.

По формуле (20):

$$Q_{от}^{зод} = 0,024 \cdot 1476 \cdot 9378,8 \cdot (0,27 + 0,41) = 225919,53 \text{ кВт / год.}$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определяются по формуле (23):

$$Q_{рад}^{зод} = \tau_{лок} \cdot \tau_{2ок} \cdot (A_{ок1} \cdot I_1 + A_{ок2} \cdot I_2 + A_{ок3} \cdot I_3 + A_{ок4} \cdot I_4), \text{ МДж} \quad (23)$$

где $\tau_{лок}$ – коэффициент учитывающий затенения светового проема окна непрозрачными элементами заполнения, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{лок} = 0,8;$$

$\tau_{2ок}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{2ок} = 0,74;$$

$A_{ок1}, A_{ок2}, A_{ок3}, A_{ок4}$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м²;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м².

Соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	0	С	547
2	16,92	В	810
3	92,76	Ю	1285
4	91,92	З	810

По формуле (23):

$$Q_{рад}^{зод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (0 + 16,92 \cdot 810 + 92,76 \cdot 1285 + 91,92 \cdot 810) = 122755,34 \text{ МДж}$$

Величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитывается по формуле (24):

Инв. № подл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШ	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot n_h \cdot \frac{k_h}{168} + N_L \cdot \frac{k_L}{168}}{A_{\text{от}}}, \text{Вт} / \text{м}^2, \quad (24)$$

где 90 – тепловыделения от одного человека, Вт; согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

n_h – расчетное количество работников:

$$n_h = 7;$$

k_h – число рабочих часов в неделю,

$$k_h = 56;$$

N_L – тепловыделения от освещения, Вт, согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» бытовые тепловыделения от освещения принимаются по установочной мощности; по проектным данным установочная мощность освещения составит:

$$N_L = 5100 \text{ Вт};$$

k_L – число часов работы освещения в неделю, примем:

$$k_L = 56.$$

Подставим значения в формулу (24):

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot 7 \cdot \frac{56}{168} + 5100 \cdot \frac{56}{168}}{135,0} = 39,3 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

6.5.7. Удельные характеристики

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» определяется по формулам (25)-(27):

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} < 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{оо}}^{\text{мп}} = \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{56}{\sqrt[3]{V_{\text{от}}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (25)$$

при значении отопляемого объема $V_{\text{от}} > 960 \text{ м}^3$:

$$k_{\text{оо}}^{\text{мп}} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[2]{V_{\text{от}}}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (26)$$

сверочная формула:

$$k_{\text{оо}}^{\text{мп}} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (27)$$

и принимается как наибольшее значение, вычисленное по формулам (25) (или (26)) и (27).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	84
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Значение отапливаемого объема $V_{от} > 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (26):

$$k_{об}^{np} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[2]{9378,8}}}{0,00013 \cdot 1476 + 0,61} = 0,325 \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

и (27)

$$k_{об}^{np} = \frac{8,5}{\sqrt{1476}} = 0,22 \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Примем в качестве нормируемого значения $k_{об}^{np} = 0,44 \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определяется по формуле (28):

$$k_{об} = K_{ком} \cdot K_{общ}^{np}, \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (28)$$

$K_{ком}$ – показатель компактности здания;

$K_{общ}^{np}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, он же общий коэффициент теплопередачи здания $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

По формуле (28):

$$k_{об} = 0,035 \cdot 0,57 = 0,02 \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_v \cdot \beta_v \cdot \rho_n^{om} \cdot (1 - k_{эф}), \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (29)$$

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

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций.

$$\beta_v = 0,85$$

ρ_n^{om} – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, $\text{кг}/\text{м}^3$;

n_v – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, $1/\text{ч}$;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, численно равный:

$$1 - k_{эф} = k = 0,8$$

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 1,81 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 0,41 \text{ Вм} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле (30):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{от}}}{k_{\text{быт}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (30)$$

$q_{\text{быт}}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания, Вт/м².

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (30):

$$k_{\text{быт}} = \frac{2,77 \cdot 689,1}{2803,4 \cdot (16 - (-25))} = 0,04 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика тепловых поступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле (31):

$$k_{\text{рад}} = \frac{2,77 \cdot Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{V_{\text{от}} \cdot ГСОП}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (31)$$

где $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$ – тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период, МДж/год.

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (31):

$$k_{\text{рад}} = \frac{2,77 \cdot 122755,34}{9378,8 \cdot 1476} = 0,024 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определим по формуле (32):

$$q_{\text{от}}^p = (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - (k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}})) \cdot v \cdot \zeta (1 - \xi) \cdot \beta_h, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}), \quad (32)$$

входящие в формулу переменные объявлены ранее.

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (32):

$$q_{\text{от}}^p = (0,27 + 0,41 - (0,04 + 0,02)) \cdot 0,8 \cdot 7 (1 - 0) \cdot 1,11 = 0,70 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формулам (33), (34):

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{\text{от}}^p, \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (33)$$

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{\text{от}}^p \cdot h_{\text{зм}}, \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (34)$$

По формулам (33) и (34):

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,70 = 24,8 \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}),$$

$$q = 0,024 \cdot 1476 \cdot 0,70 \cdot 2,7 = 143,8 \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

6.6. Здание АБК

6.6.1 Общая характеристика здания

Административно-бытовой корпус (АБК) является вспомогательным зданием комплекса очистных сооружений и предназначен для обслуживания городских канализационных очистных сооружений производительностью 30000м³/сут.

Корпус включает в себя помещения санитарно-бытового и административно-технического назначения с постоянным пребыванием людей.

АБК представляет собой существующее двухэтажное здание, без подвала и чердака, прямоугольное в плане, размером в осях 18,4x24,4 м и высотой 7,57 м от уровня земли. Здание имеет плоскую кровлю.

Вход в здание осуществляются через металлические двери размерами 0,9x2,1м и 1,2x2,1м (ширина и высота проёма в метрах).

Здание отапливаемое.

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристики ограждающих конструкций здания АБК

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Плита «Изовент»	100	$\lambda_{s1}^{cm2} = 0,046 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
		Кирпич керамический	510	$\lambda_{s2}^{cm2} = 0,81 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
2	Цоколь	Пенополистирольная плита ПСБ-С-35	100	$\lambda_{s1}^{чок} = 0,046 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
		Кирпич керамический	510	$\lambda_{s2}^{чок} = 0,81 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
3	Полы (по грунту)			
4	Покрытие	Плита «ИЗОРУФ»	200	$\lambda_s^{нокр} = 0,044 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$
5	Двери и ворота	Металлические утепленные		
6	Окна	Двухкамерный стеклопакет СПД 4М1-12-4М1-12-4М1, $R_{o,ок}^{np} = 0,53 m^2 \cdot ^\circ C / Bm$		

Результаты обмера здания решеток в соответствии с разделом АР приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Результаты обмера здания АБК

Параметр	Переменная	Значение
----------	------------	----------

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			Лист
			1	–	Зам. 250-18	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, м ² , из них:	A _{ст}	
стены, м ²	A _{ст1}	529,86
цоколь, м ²	A _{ст2}	70,4
Суммарная площадь окон и балконных дверей, из них:	A _{ок}	81,0
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, м ²	A _{дв}	16,56
Суммарная площадь покрытия (с учетом скатности кровли), м ²	A _{покр}	456
Суммарная площадь пола, м ² , из них:	A _{цок}	
пол производственной части, м ²	A _{цок1}	432,0
Строительный объем, м ³	V _{ст}	3067,2
Отапливаемый объем, м ³	V _{от}	3067,2
Площадь наружных стен, включая окна и двери, м ²	A _{ст+} A _{ок+} A _{дв}	697,82
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, м ²	A _н ^{сум}	700,0
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, м ²	A _в ^{сум}	650,0
Высота этажа, м	h _{эт}	3,4
Высота здания, м	H	7,6
Количество квартир (помещений)	n _р	20
Площадь квартир (помещений) – без летних помещений	A _{от}	400,0

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = +20^{\circ}\text{C}.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле (1):

$$ГСОП = (t_B - t_{om}) \cdot z_{om}, ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (20 - (-2,2)) \cdot 205 = 4551^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

6.6.2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °С);

Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
1	–	Зам.	250-18	МБШСА	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	
						Лист
						88

- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.6.3 Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.6.3.1 Требуемое сопротивление теплопередаче

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;
- санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R^{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), m^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{норм} = 0,0002 \cdot 4551 + 1,0 = 1,91 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,00025 \cdot 4551 + 0,2 = 0,313 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покр}^{норм} = 0,00025 \cdot 4551 + 1,5 = 2,64 m^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола по грунту:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

не нормируется;

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{20 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 1,175 м^2 \cdot ^\circ C / Вт,$$

где $\Delta t^н$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^н = 4,4^\circ C$

Тогда по формуле (3):

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot 1,175 = 0,70 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

6.6.3.2 Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (6):

$$K_{общ}^{тр} = \frac{\frac{A_{ст}}{R_{ст}^{норм}} + \frac{A_{ок}}{R_{ок}^{норм}} + \frac{A_{дв}}{R_{дв}^{норм}} + \frac{n_{покр} \cdot A_{покр}}{R_{покр}^{норм}} + \frac{A_{цок}}{R_{цок}^{норм}}}{A_в^{сум}}, Вт / м^2 \cdot ^\circ C \quad (6)$$

где $A_{ст}$, $A_{ок}$, $A_{дв}$, $A_{покр}$, $A_{цок}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м²;

$R_{ст}^{нр}$, $R_{ок}^{нр}$, $R_{дв}^{нр}$, $R_{покр}^{нр}$, $R_{цок}^{нр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, (м²·°C)/Вт;

$A_в^{сум}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м².

Подставим значения в формулу (6), приняв в качестве сопротивления теплопередаче нормируемые значения :

$$K_{общ}^{тр} = \frac{\frac{529,86}{1,91} + \frac{81,0}{0,313} + \frac{16,56}{0,7} + \frac{1 \cdot 456}{2,64} + \frac{432,0}{2,5}}{381,16} = 2,37 Вт / м^2 \cdot ^\circ C$$

6.6.3.3. Требуемая воздухопроницаемость

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.		250-18	МЕША	10.18
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:

$$\text{наружных стен} - G_n^{np} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

$$\text{окон} - G_n^{ок} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

$$\text{входных дверей и ворот} - G_n^{дв} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

$$\text{покрытий} - G_n^{покр} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

6.6.3.4 Определение разности давлений наружного и внутреннего воздуха

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H(\gamma_{н(дв)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_n \cdot v_n^2, \text{ Па} \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H(\gamma_{н(ок)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_{н(ок)} \cdot v_n^2, \text{ Па} \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_n, \gamma_в$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$;

v_n – расчетная скорость ветра, м/с;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + t_n), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (10)$$

$$\gamma_в = 3463 / (273 + t_в), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{ом}), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_в = 3463 / (273 + 22) = 12,35 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 7,6 \cdot (13,96 - 12,35) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 25,15 \text{ Па}.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШ	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	91
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

6.6.4. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 7.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 56.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{об} + A_{цок} + A_{покp}, м^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 529,86 + 81,0 + 16,56 + 432,0 + 456 = 1515,4 м^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{ом}} = \frac{1515,4}{400,0} = 3,8$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{ст} + A_{ок} + A_{об}} = \frac{81,0}{529,86 + 81,0 + 16,56} = 0,11$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_6^{сум}}{V_{ом}} = \frac{650}{3067,2} = 0,212$$

6.6.5. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_6^{cmi} = 8,7 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C);$$

$$\alpha_n^{cmi} = 23 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C).$$

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ст} = 0,7$:

$$R_{o,cm1}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{1}{23} \right) = 2,14 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

Цокольная часть здания имеет следующий состав слоев (без учета красок, грунтов, гидроизоляции, сеток):

– Плита пенополистерольная ПСБ-С 35 – 100 мм;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

– Кладка из рядового полнотелого керамического кирпича – 510 мм;

При расчете сопротивления теплопередаче учтем теплоизоляционные свойства только утеплителя - плиты пенополистерольной - и кирпичной кладки. Плотность материала утеплителя (максимальная) $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$. В соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 коэффициент теплопроводности утеплителя при параметрах «Б» – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, кирпичной кладки – $\lambda_{s2}^{cm2} = 0,81 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$

Определим сопротивление теплопередаче цоколя, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $r_{ct} = 0,7$:

$$R_{o,cm2}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{1}{23} \right) = 2,14 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.6.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М1-8-4М1-8-4М1. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.6.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей и ворот

В качестве наружных дверей и ворот используются конструкции, утепленные пенопластом. Двери и ворота состоят из наружной металлической обшивки, слоя утеплителя ПС-4-40 толщиной $\delta_s^{\partial\delta} = 50 \text{ мм}$, внутренней металлической обшивки.

Пенопласт ПС-4-40 имеет плотность $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности при параметрах «Б» в соответствии с таблицей С.1 СП 50.13330.2012 $\lambda_s^{\partial\delta} = 0,046 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

для дверей и ворот:

$$\alpha_g^{\partial\delta} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$\alpha_n^{\partial\delta} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Определим сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот:

$$R_{o,\partial\delta}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 0,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.6.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист	
			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				93
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Для покрытия:

$$\alpha_6^{покp} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\alpha_n^{покp} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определим сопротивление теплопередаче покрытия, учитывая коэффициент теплотехнической неоднородности равный $\mu_{покp} = 0,7$:

$$R_{o,покp}^{np} = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{1}{23} \right) = 1,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.6.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

Для расчета сопротивления теплопередаче конструкций, расположенных на грунте, применяют упрощенную методику. Поверхность пола и стен (при этом пол рассматривается как продолжение стены) по грунту делится на полосы шириной два метра, параллельные стыку наружной стены и поверхности земли. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены нормативные значения сопротивления теплопередаче:

$$R_{н.н.I} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{н.н.II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{н.н.III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{н.н.IV} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне по формуле:

$$R_{o,цок.i}^{np} = R_{н.н.i} + R_f^k, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны I:

$$R_{н.н.I} = 2,1 + 0 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны II:

$$R_{н.н.II} = 4,3 + 0 = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны III:

$$R_{н.н.III} = 8,6 + 0 = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для зоны IV:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$R_{н.п.п} = 14,2 + 0 = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту (всех зон в соответствии с площадью, занимаемой каждой зоной) определяется по формуле:

$$R_{\text{цок}}^{\text{np}} = \frac{A_{\text{цок}}}{\frac{A_{\text{цок.I}}}{R_{\text{о,цокI}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{цок.II}}}{R_{\text{о,цокII}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{цок.III}}}{R_{\text{о,цокIII}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{цок.IV}}}{R_{\text{о,цокIV}}^{\text{np}}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

где $A_{\text{цок.I}}$, $A_{\text{цок.II}}$, $A_{\text{цок.III}}$, $A_{\text{цок.IV}}$ – площади соответствующих зон, м^2 ; исходя из плана здания равны:

$$A_{\text{цок.I}} = 238,9 \text{ м}^2;$$

$$A_{\text{цок.II}} = 192,28 \text{ м}^2;$$

$$A_{\text{цок.III}} = 87,04 \text{ м}^2;$$

$$A_{\text{цок.IV}} = 71,64 \text{ м}^2.$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту:

$$R_{\text{цок}}^{\text{np}} = \frac{432,0}{\frac{238,9}{2,1} + \frac{192,28}{4,3} + \frac{87,04}{8,6} + \frac{71,64}{14,2}} = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.6.10. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

По приложению Ж СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания определяется по формуле (14):

$$K_{\text{общ}}^{\text{np}} = \frac{\frac{A_{\text{ст1}}}{R_{\text{ст1}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{ст2}}}{R_{\text{ст2}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{ок}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}^{\text{np}}} + \frac{n_{\text{покр}} \cdot A_{\text{покр}}}{R_{\text{покр}}^{\text{np}}} + \frac{A_{\text{цок}}}{R_{\text{цок}}^{\text{np}}}}{A_{\text{е}}^{\text{сум}}}, \text{ Вт} / \text{ м}^2 \cdot \text{°C} \quad (14)$$

где $A_{\text{ст}}$, $A_{\text{ок}}$, $A_{\text{дв}}$, $A_{\text{покр}}$, $A_{\text{цок}}$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, м^2 ;

$R_{\text{ст}}^{\text{np}}$, $R_{\text{ок}}^{\text{np}}$, $R_{\text{дв}}^{\text{np}}$, $R_{\text{покр}}^{\text{np}}$, $R_{\text{цок}}^{\text{np}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий, полов, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$;

$A_{\text{е}}^{\text{сум}}$ – согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м^2 .

Подставим значения в формулу (14):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$K_{общ}^{np} = \frac{\frac{529,86}{2,14} + \frac{81,0}{0,49} + \frac{16,56}{0,87} + \frac{1 \cdot 456}{1,65} + \frac{432,0}{2,5}}{381,16} = 2,31 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

6.6.11. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm} = \frac{n_{cm}(t_g - t_n)}{R_{cm}^{np} \cdot \alpha_g^{cm}}, \text{°C} \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{n_{покр}(t_g - t_n)}{R_{покр}^{np} \cdot \alpha_g^{покр}}, \text{°C} \quad (16)$$

для пола:

$$\Delta t_u^{цоок} = \frac{n_{цоок}(t_g - t_n)}{R_{цоок}^{np} \cdot \alpha_g^{цоок}}, \text{°C} \quad (17)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, \text{°C} \quad (18)$$

$R_{cm}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}, R_{цоок}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, определены ранее.

$\alpha_g^{cm}, \alpha_g^{покр}, \alpha_g^{ок}, \alpha_g^{цоок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\alpha_g^{cm} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\alpha_g^{покр} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\alpha_g^{ок} = 8,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\alpha_g^{цоок} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$

Подставим значения в формулы (15)-(18):

– для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (20 - (-25))}{2,14 \cdot 8,7} = 2,42 \text{°C},$$

– для цоколя :

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$\Delta t_u^{cm2} = \frac{1 \cdot (20 - (-25))}{2,14 \cdot 8,7} = 2,42^\circ\text{C},$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{1,22 \cdot (20 - (-25))}{1,65 \cdot 8,7} = 3,82^\circ\text{C},$$

– для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1,22 \cdot (20 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 14,0^\circ\text{C},$$

– для пола:

$$\Delta t_u^{цок} = \frac{1 \cdot (20 - (-25))}{2,5 \cdot 8,7} = 2,07^\circ\text{C}.$$

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88.

При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_8 = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_v = 20^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_v = 75\%$ соответствует температура точки росы:

$$t_p = +15,2^\circ\text{C}.$$

Таблица 26 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_g - t_p = 20 - 15,2 = 4,8^\circ\text{C}$	2,42 °C
Цоколь	$t_g - t_p = 20 - 15,2 = 4,8^\circ\text{C}$	2,42 °C
Покрытие	$0,8(t_g - t_p) = 0,8 \cdot (20 - 15,2) = 3,84^\circ$	3,82°C
Окна	20-0=20°C	14,0 °C
Пол	н/н	н/н

6.6.12. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.6.12.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (19):

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{от} \cdot q_{от}^p, \text{кВт} / \text{год} \quad (19)$$

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

							285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18			97
Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подп.	Дата			

где q_{om}^p – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, определяется далее в расчетах, $q_{om}^p = 0,70 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулу:

$$Q_{om}^{ood} = 0,024 \cdot 4551 \cdot 3067,2 \cdot 0,70 = 234508,3 \text{ кВт} / \text{год}.$$

Определим значения переменных, используемых в дальнейших расчетах.

ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025 \cdot (ГСОП - 100) = 0,7 + 0,000025 \cdot (4551 - 100) = 0,811.$$

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; примем

$$\zeta = 1,$$

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, для производственного здания примем

$$\xi = 0;$$

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; примем

$$\beta_h = 1,11.$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определяются по формуле (20):

$$Q_{om}^{ood} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{om} \cdot (k_{об} + k_{вент}), \text{ кВт} / \text{год}, \quad (20)$$

Средняя плотность наружного воздуха за отопительный период определяется по формуле (21):

$$\rho_6^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (t_6 - t_n)}, \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (21)$$

По формуле (21) средняя плотность наружного воздуха за отопительный период равна:

$$\rho_6^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (20 - (-25))} = 1,19 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (22):

$$n_6 = \frac{\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168 \cdot \rho_6^{вент}}}{\beta_v \cdot V_{om}}, \text{ 1/ч} \quad (22)$$

где $L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, $\text{м}^3/\text{ч}$; исходя из проектных данных примем:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$L_{\text{вент}} = 5985 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$n_{\text{вент}}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели, примем:

$$n_{\text{вент}} = 168;$$

$G_{\text{инф}}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч;

$n_{\text{инф}}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, примем

$$n_{\text{инф}} = 0;$$

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций:

$$\beta_v = 0,85.$$

По формуле (22):

$$n_g = \frac{\frac{5985 \cdot 168}{0,85 \cdot 3067,2} + 0}{168} = 2,3 \text{ 1/ч.}$$

Значения $k_{\text{об}}$, $k_{\text{вент}}$ определены в последующих расчетах.

По формуле (20) общие тепловые потери здания за отопительный период:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot 4551 \cdot 3067,2 \cdot (0,5 + 0,41) = 304861,0 \text{ кВт} / \text{год}.$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определяются по формуле (23):

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_{\text{ок}} \cdot \tau_{\text{ок}} \cdot (A_{\text{ок1}} \cdot I_1 + A_{\text{ок2}} \cdot I_2 + A_{\text{ок3}} \cdot I_3 + A_{\text{ок4}} \cdot I_4), \text{ МДж} \quad (23)$$

где $\tau_{\text{ок}}$ – коэффициент учитывающий затенения светового проема окна непрозрачными элементами заполнения, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{\text{ок}} = 0,8;$$

$\tau_{\text{ок}}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемый по приложению Л СП 23-101-2004;

$$\tau_{\text{ок}} = 0,74;$$

$A_{\text{ок1}}, A_{\text{ок2}}, A_{\text{ок3}}, A_{\text{ок4}}$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м²;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м².

Соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности приведены в таблице 27.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист			
			1	–	Зам.		250-18	МБШ	10.18	99
			Изм.	Кол.уч	Лист		№ док.	Подп.	Дата	

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	39,9	С	547
2	15,12	В	810
3	24,3	Ю	1285
4	1,62	З	810

По формуле (23):

$$Q_{\text{рад}}^{\text{зоо}} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (39,9 \cdot 547 + 15,12 \cdot 810 + 24,3 \cdot 1285 + 1,62 \cdot 810) = 39432,53 \text{ МДж}$$

Величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитывается по формуле (24):

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot n_h \cdot \frac{k_h}{168} + N_L \cdot \frac{k_L}{168}}{A_{\text{от}}}, \text{ Вт} / \text{ м}^2, \quad (24)$$

где 90 – тепловыделения от одного человека, Вт; согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

n_h – расчетное количество работников:

$$n_h = 7;$$

k_h – число рабочих часов в неделю,

$$k_h = 56;$$

N_L – тепловыделения от освещения, Вт, согласно пункту Г.5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» бытовые тепловыделения от освещения принимаются по установочной мощности; по проектным данным установочная мощность освещения составит:

$$N_L = 2450 \text{ Вт};$$

k_L – число часов работы освещения в неделю, примем:

$$k_L = 56.$$

Подставим значения в формулу (24):

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot 7 \cdot \frac{56}{168} + 2450 \cdot \frac{56}{168}}{400,0} = 2,54 \text{ Вт} / \text{ м}^2.$$

6.6.12.2. Удельные характеристики

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» определяется по формулам (25)-(27):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

при значении отопляемого объема $V_{от} < 960 \text{ м}^3$:

$$k_{оо}^{mp} = \frac{4,74}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} \cdot \frac{56}{\sqrt[3]{V_{от}}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (25)$$

при значении отопляемого объема $V_{от} > 960 \text{ м}^3$:

$$k_{оо}^{mp} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[3]{V_{от}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (26)$$

сверочная формула:

$$k_{оо}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (27)$$

и принимается как наибольшее значение, вычисленное по формулам (25) (или (26)) и (27).

Значение отопляемого объема $V_{от} > 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (26):

$$k_{оо}^{mp} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt[3]{3067,2}}}{0,00013 \cdot 4551 + 0,61} = 0,283 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

и (27)

$$k_{оо}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{4551}} = 0,12 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Примем в качестве нормируемого значения $k_{оо}^{mp} = 0,283 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определяется по формуле (28):

$$k_{оо} = K_{ком} \cdot K_{оо}^{np}, \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (28)$$

$K_{ком}$ – показатель компактности здания;

$K_{оо}^{np}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, он же общий коэффициент теплопередачи здания $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

По формуле (28):

$$k_{оо} = 0,212 \cdot 2,31 = 0,5 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_g \cdot \beta_v \cdot \rho_n^{om} \cdot (1 - k_{эф}), \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (29)$$

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций.

$$\beta_v = 0,85$$

ρ_n^{om} – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, кг/м³;

n_v – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, 1/ч;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, численно равный:

$$1 - k_{эф} = k = 0,8$$

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (29):

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 1,81 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 0,41 \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot A_{ом}}{V_{ом} \cdot (t_g - t_{ом})}, \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (30)$$

$q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания, Вт/м².

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (30):

$$k_{быт} = \frac{2,54 \cdot 400}{3067,2 \cdot (20 - (-25))} = 0,007 \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Удельная характеристика тепловых поступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле (31):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot Q_{рад}^{zod}}{V_{ом} \cdot ГСОП}, \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (31)$$

где $Q_{рад}^{zod}$ – тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период, МДж/год.

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (31):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot 39432,53}{3067,2 \cdot 4551} = 0,03 \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определим по формуле (32):

$$q_{ом}^p = (k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \cdot v \cdot \zeta)(1 - \xi) \cdot \beta_h, \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C}), \quad (32)$$

входящие в формулу переменные объявлены ранее.

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (32):

$$q_{ом}^p = (0,5 + 0,41 - (0,007 + 0,03) \cdot 0,8 \cdot 7)(1 - 0) \cdot 1,11 = 0,97 \text{ Bm} / (\text{M}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	102
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формулам (33), (34):

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{om}^p, \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (33)$$

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{om}^p \cdot h_{эм}, \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (34)$$

По формулам (33) и (34):

$$q = 0,024 \cdot 4551 \cdot 0,97 = 105,95 \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год}),$$

$$q = 0,024 \cdot 4551 \cdot 0,97 \cdot 3,4 = 360,22 \text{кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

6.7. Цех механического обезвоживания (ЦМО)

6.7.1 Общая характеристика здания

Цех механического обезвоживания (ЦМО) является вспомогательным зданием комплекса очистных сооружений и предназначен для обслуживания городских канализационных очистных сооружений производительностью 30000м³/сут.

Корпус включает в себя производственные и вспомогательные помещения без постоянного пребывания людей.

ЦМО представляет собой существующее двухэтажное здание, без подвала и чердака, прямоугольное в плане, размером в осях 12,0х21,0 м и высотой 6,61 м от уровня земли. Здание имеет плоскую кровлю.

Вход в здание осуществляются через металлические двери размерами 1,0х2,1м (ширина и высота проёма в метрах).

Дверные проемы в перегородках имеют размеры 0,7х2,1м; и 0,9х2,1м (ширина и высота проема в свету соответственно). Внутренние дверные блоки выполнены из поливинилхлоридных профилей.

Здание отапливаемое.

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлен в таблице 28.

Таблица 28 – Характеристики ограждающих конструкций здания ЦМО

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Кирпич керамический	380	$\lambda_{s1}^{cm1} = 0,81 \text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			
1	–	Зам.	250-18	МБЩа	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

2	Цоколь	Пенополистирольная плита ПСБ-С-35 Кирпич керамический	100 510	$\lambda_{s1}^{цок} = 0,046 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ $\lambda_{s2}^{цок} = 0,81 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
3	Полы (по грунту)			
4	Покрытие	Плита «ИЗОРУФ»	100	$\lambda_s^{нокр} = 0,044 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
5	Двери и ворота	Металлические утепленные		
6	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$		

Результаты обмера здания решеток в соответствии с разделом АР приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Результаты обмера здания ЦМО

Параметр	Перемен- ная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, м ² , из них:		
Наружная стена	A _{ст1}	353,6
Цоколь	A _{ст2}	49,5
Суммарная площадь окон и балконных дверей	A _{ок}	14,58
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, м ²	A _{дв}	23,42
Суммарная площадь покрытия, м ²	A _{покр}	241,0
Площадь пола, м ²	A _{цок}	239,7
Строительный объем, м ³	V _{ст}	1552,3
Отапливаемый объем, м ³	V _{от}	1552,3
Площадь наружных стен, включая окна и двери, м ²	A _{ст+} A _{ок+} A _{дв}	391,6
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, м ²	A _н ^{сум}	441,1
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, м ²	A _в ^{сум}	430,9
Высота этажа, м	h _{эт}	2,7
Высота здания, м	H	6,610
Количество квартир (помещений)	n _р	15
Площадь квартир (помещений) – без летних помещений	A _{от}	220,0

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = +18^\circ\text{C}.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{om}) \cdot z_{om}, ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (18 - (-2,2)) \cdot 205 = 4141^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

Взам. инв. №	Инв. № подл.	Подл. и дата	Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:			Лист
			$t_B = +18^\circ\text{C}.$			
Инв. № подл.	1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18
285861-18-П-ЭЭ.ПЗ						104

6.7.2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °С);
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.7.3. Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.7.3.1 Требуемое сопротивление теплопередаче

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;
- санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, м²·°С/Вт, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R_{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.			250-18	<i>МБШ</i>
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{ст1}^{мп} = 0,0002 \cdot 4141 + 1,0 = 1,83 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,000025 \cdot 4141 + 0,2 = 0,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покр}^{норм} = 0,00025 \cdot 4141 + 1,5 = 2,53 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола по грунту:

не нормируется;

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_e - t_n}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} = \frac{18 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 1,12 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ,$$

где Δt^n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^n = 4,4^\circ C$

Тогда по формуле (3):

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot 1,12 = 0,672 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

6.7.3.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

Подставим значения в при $n_{покр} = 1$

Вместо значения требуемого сопротивления теплопередаче пола в формулу подставим приведенное фактическое значение сопротивления теплопередаче пола по грунту (см. расчет далее)

$$K_{общ}^{мп} = \frac{\frac{353,6}{1,83} + \frac{14,58}{0,3} + \frac{23,42}{0,672} + \frac{1 \cdot 241,0}{2,53} + \frac{239,7}{2,43}}{430,9} = 1,1 Вт / м^2 \cdot ^\circ C$$

6.7.4. Требуемая воздухопроницаемость

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:

наружных стен: $G_n^{ст} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

окон: $G_n^{ок} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

входных дверей и ворот: $G_n^{дв} = 8,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

чердачных перекрытий: $G_n^{покр} = 1,0 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

6.7.4.1. Нормативная обобщенная воздухопроницаемость здания, строения, сооружения при фактической разности давлений

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H(\gamma_{н(дв)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_н \cdot v_n^2, \text{Па} \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H(\gamma_{н(ок)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_{н(ок)} \cdot v_n^2, \text{Па} \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_н, \gamma_в$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$;

v_n – расчетная скорость ветра, $\text{м}/\text{с}$;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + t_n), \text{Н} / \text{м}^3, \quad (10)$$

$$\gamma_в = 3463 / (273 + t_в), \text{Н} / \text{м}^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{от}), \text{Н} / \text{м}^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_в = 3463 / (273 + 18) = 12,32 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + (-2,2)) = 12,79 \text{ Н} / \text{м}^3.$$

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

						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18		107
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 6,69 \cdot (13,96 - 11,98) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 8,96 \text{ Па}.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон:

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot 6,69 \cdot (12,79 - 11,98) + 0,33 \cdot 12,79 \cdot 2^2 = 3,05 \text{ Па}.$$

Определим требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций; для наружных стен:

$$R_{ст}^{mp} = \frac{12,7}{1} = 12,7 (\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг};$$

для наружных окон:

$$R_{ок}^{mp} = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{12,7}{10} \right)^{2/3} = 0,15 (\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг};$$

для наружных дверей:

$$R_{дв}^{mp} = \frac{12,7^{1/2}}{8} = 0,45 (\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг};$$

для покрытий:

$$R_{покp}^{mp} = \frac{12,7}{1} = 12,7 (\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг}.$$

6.7.4.2. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 2.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 168.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{дв} + A_{цок} + A_{покp}, \text{ м}^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 353,6 + 14,58 + 23,42 + 49,5 + 240,0 = 681,1 \text{ м}^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{от}} = \frac{441,1}{430,9} = 1,023$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{ст} + A_{ок} + A_{дв}} = \frac{14,58}{391,6} = 0,04$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_{сум}}{V_{от}} = \frac{430,9}{1552,3} = 0,3$$

6.7.5. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_в^{cmi} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$\alpha_н^{cmi} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

В качестве утеплителя наружных стен используется минераловатная плита П-75 производства фирмы «Isoroc».

Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию наружных стен:

Кирпич керамический – $\lambda_{с1}^{cm1} = 0,81 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, $\sigma_s^{cm1} = 380 \text{ мм}$

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен:

$$R_{o,cm2}^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,628 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

6.7.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М₁-8-4М₁-8-4М₁. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.7.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей соответствии с ПЗ раздела АР равно:

$$R_{o,ок}^{np} = 1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.7.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

$$\alpha_6^{нокр} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$$

$$\alpha_n^{нокр} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$$

Определим сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_{0,нокр}^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,10}{0,044} + \frac{1}{12} = 2,47 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$$

6.7.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

Пол объекта не утеплен, следовательно, $R_f^k = 0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$.

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне.

Для зоны I:

$$R_{0,цокI}^{np} = 2,1 + 0 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт};$$

Для зоны II:

$$R_{0,цокII}^{np} = 4,3 + 0 = 4,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт};$$

Для зоны III:

$$R_{0,цокIII}^{np} = 8,6 + 0 = 8,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт};$$

Для зоны IV:

$$R_{0,цокIV}^{np} = 14,2 + 0 = 14,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт};$$

Среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту (всех зон в соответствии с площадью, занимаемой каждой зоной) определяется по формуле:

$$R_{цок}^{np} = \frac{A_{цок}}{\frac{A_{цок.I}}{R_{0,цокI}^{np}} + \frac{A_{цок.II}}{R_{0,цокII}^{np}} + \frac{A_{цок.III}}{R_{0,цокIII}^{np}} + \frac{A_{цок.IV}}{R_{0,цокIV}^{np}}}, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$$

где $A_{цок.I}$, $A_{цок.II}$, $A_{цок.III}$, $A_{цок.IV}$ – площади соответствующих зон, м^2 ; исходя из плана здания равны:

$$A_{цок.I} = 155,18 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.II} = 84,5 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.III} = 42,23 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.IV} = 3,51 \text{ м}^2.$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$R_{\text{цок}}^{\text{нр}} = \frac{239,7}{\frac{155,18}{2,1} + \frac{84,5}{4,3} + \frac{42,23}{8,6} + \frac{3,51}{14,2}} = 2,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.7.10. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

Подставим значения при $n_{\text{покр}} = 1$

$$K_{\text{общ}}^{\text{нр}} = \frac{\frac{30,98}{2,5} + \frac{2,4}{0,49} + \frac{5,06}{1,45} + \frac{1 \cdot 10,56}{1,76} + \frac{10,56}{0,83}}{50,05} = 0,8 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

6.7.11. Расчет фактической воздухопроницаемости

6.7.11.1 Сопротивление воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций при разности давлений 10 Па

Фактическое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций при разности давлений 10 Па принимается не более для:

наружных стен: $R_u^{cm10} = 12,7 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

окон: $R_u^{ок10} = 0,15 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

входных дверей и ворот: $R_u^{\text{дв}10} = 0,45 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

чердачных перекрытий: $R_u^{\text{покр}10} = 12,7 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$

6.7.11.2. Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания при фактической разности давлений

Определим фактическую воздухопроницаемость конструкций здания, для наружных стен, покрытий.

для наружных стен:

$$G_u^{cm} = \frac{12,7}{12,7} = 1 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для наружных окон:

$$G_u^{ок} = \frac{1}{0,15} \cdot \left(\frac{12,7}{10} \right)^{2/3} = 7,82 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
			1	–	Зам.	250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

для наружных дверей:

$$G_u^{дв} = \frac{12,7^{1/2}}{0,45} = 7,92 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для покрытий:

$$G_u^{см} = \frac{12,7}{12,7} = 1 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций при фактической разности давлений равна:

$$G_u^{np} = \frac{353,6 \cdot 1 + 14,58 \cdot 7,82 + 23,42 \cdot 7,92 + 241,0 \cdot 1}{430,9} = 2,075 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

6.7.12. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{см} = \frac{n_{см}(t_g - t_n)}{R_{см}^{np} \cdot \alpha_g^{см}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{n_{покр}(t_g - t_n)}{R_{покр}^{np} \cdot \alpha_g^{покр}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (16)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (17)$$

где $n_{см}, n_{покр}, n_{ок}$ – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху при $n_i=1$.

$R_{см}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, определены ранее.

$\alpha_g^{см}, \alpha_g^{покр}, \alpha_g^{ок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{см} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{покр} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{ок} = 8,0 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулы:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.		250-18	МЕША	10.18
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

– для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (18 - (-25))}{0,628 \cdot 8,7} = 7,82^\circ\text{C};$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{1 \cdot (18 - (-25))}{2,47 \cdot 8,7} = 2,0^\circ\text{C};$$

– для наружных окон :

$$\Delta t_u^{окл} = \frac{1 \cdot (18 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 10,97^\circ\text{C}.$$

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88.

При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_e = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = +18^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы

$$t_p = 13,2^\circ\text{C}.$$

Таблица 30 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_e - t_p = 18 - 13,2 = 4,8^\circ\text{C}$	7,82 °C
Покрытие	$0,8(t_e - t_p) = 0,8 \cdot (18 - 13,2) = 3,84^\circ$	2,0 °C
Окна	18-0=18°C	10,97 °C
Пол по грунту	н/н	н/н

6.7.13. Энергетические нагрузки здания

6.7.13.1. Потребляемая мощность систем инженерного оборудования

В соответствии с приложением 3 МДК 4-05.2004 расчетную часовую тепловую нагрузку отопления следует принимать по типовым или индивидуальным проектам

Согласно проектным данным потребляемая мощность систем инженерного оборудования составляет:

– система отопления:

$$Q_h^m = 2,0 \text{ кВт}$$

– других систем (вентиляции):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			Лист
			1	–	Зам. 250-18	10.18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$Q_l^m = 1,5 \text{ кВт}$$

Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на 1 кв.м площади помещений составит:

– на отопление и вентиляцию:

$$q_{h+v}^{des.m} = \frac{Q_h^m + Q_l^m}{A_{om}} = \frac{(2+1,5) \cdot 1000}{220,0} = 15,9 \text{ Вт/м}^2$$

– в том числе на вентиляцию:

$$q_v^{des.m} = \frac{Q_l^m}{A_{om}} = \frac{1,5 \cdot 1000}{220,0} = 6,82 \text{ Вт/м}^2$$

6.7.14. Удельная тепловая характеристика

Согласно главе 8 СП «Теплопотери здания» удельная тепловая характеристика рассчитывается по формуле:

$$q_m = \frac{Q_h^m \cdot 1000}{V_{от} \cdot (t_g - t_n)} = \frac{2 \cdot 1000}{1552,3 \cdot (18 - (-25))} = 0,03 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{°C}$$

где $V_{от}$ - отапливаемый объем, м³.

6.7.15. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.7.15.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Определим среднюю плотность наружного воздуха за отопительный период по формуле (30):

$$\rho_g^{вент} = \frac{353}{273 + 0,5(18 - (-25))} = 1,15 \text{ кг/м}^3$$

Значение количества инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции определим по формуле:

$$G_{инф} = G_u^{мп} \cdot A_g^{сум} = 2,07 \cdot 430,9 = 892,0 \text{ кг/ч}$$

где $G_u^{мп}$ - приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций при фактической разности давлений кг/(м²·ч);

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется по формуле (31) при $L_{вент} = 0 \text{ м}^3/\text{ч}$, $n_{вент} = 168$, $n_{инф} = 168$, $\beta_v = 0,85$:

$$n_g = \frac{0 \cdot 168 + 104 \cdot 168}{168 + \frac{168 \cdot 1,2}{0,85 \cdot 33,1}} = 3,1(1/\text{ч})$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации определим по формуле (29) при $k = 0,8$, $c = 1$ кДж/(кг·°С):

$$K_m^{инф} = \frac{0,28 \cdot 1 \cdot 3,1 \cdot 0,85 \cdot 1552,3 \cdot 1,2 \cdot 0,8}{430,9} = 2,55 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

По формуле (28):

$$K_m^{общ} = 0,8 + 2,55 = 3,35 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определим по формуле (27):

$$Q_{сод}^{общ} = 0,0864 \cdot 3,35 \cdot 4141 \cdot 430,9 = 516464,26 \text{ МДж}$$

что при переводе в кВт·ч составит:

$$Q_{сод}^{общ} = 516464,26 \cdot 1000 / 3600 = 143462,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

В таблице 31 приведены соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности.

Таблица 31 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	8,1	С	547
2	0	В	810
3	6,48	Ю	1285
4	0	З	810

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определим по формуле (32) при $\tau_{1ок} = 0,8$, $\tau_{2ок} = 0,74$:

$$Q_{рад}^{сод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (0 \cdot 810 + 8,1 \cdot 547 + 6,48 \cdot 1285 + 0 \cdot 810) = 7553,33 \text{ МДж}$$

Величину бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитаем по формуле при $n_p = 2$, $k_p = 168$, $N_L = 2000$ Вт, $k_L = 56$:

$$q_{быт} = \frac{90 \cdot 2 \cdot \frac{168}{168} + 2000 \cdot \frac{168}{168}}{220,0} = 10,0 \text{ Вт} / \text{м}^2,$$

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода определяем по формуле (33):

$$Q_{быт} = 0,0864 \cdot 10 \cdot 205 \cdot 220,0 = 38966,4 \text{ МДж}$$

Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода определим по формуле (26):

$$Q_{от}^{сод} = (516464,26 - (38966,4 + 7553,33) \cdot 0,8 \cdot 1) \cdot 1 = 471455,2 \text{ МДж}$$

что при переводе в кВт·ч составит:

$$Q_{от}^{сод} = 471455,2 \cdot 1000 / 3600 = 130960,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определим по формуле (35):

$$q_{от}^{зод} = \frac{130960 \cdot 10^3}{1552,3 \cdot 4141} = 20,4 \text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$$

6.7.15.2. Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию

Количество тепловой энергии на вентиляцию в течение отопительного периода по формуле (36):

$$Q_1^{зод} = 86,4 \cdot 1,5 \cdot \frac{18 - (-2,2)}{18 - (-25)} \cdot 205 = 12487,0 \text{МДж}$$

6.7.15.3. Удельные характеристики

Определим нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики.

Значение отапливаемого объема $V_{от} > 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (37):

$$k_{от}^{мп} = \frac{0,16 + \frac{1}{\sqrt[3]{1552,3}}}{0,00013 \cdot 4141 + 0,61} = 0,22 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

и (39):

$$k_{от}^{мп} = \frac{8,5}{\sqrt{4141}} = 0,132 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Примем в качестве значения

$$k_{от}^{мп} = 0,22 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определим по формуле (40):

$$k_{от} = 0,3 \cdot 0,8 = 0,24 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (41)

$$k_{вент} = \frac{2,55 \cdot 430,9}{1552,3} = 0,71 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (42):

$$k_{быт} = \frac{28,52 \cdot 7,48}{33,1 \cdot (22 - (-2,2))} = 0,27 \text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (43):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot 7553,33}{1552,3 \cdot 4141} = 0,013 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (44):

$$q_{от}^p = (0,24 + 0,71 - (0,27 + 0,013) \cdot 0,8 \cdot 1)(1 - 0) \cdot 1 = 0,726 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}),$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (46):

$$q = \frac{130960,0}{220} = 595,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

6.8. ЛОС-10

6.8.1 Общая характеристика здания

Здание ЛОС-10 запроектировано прямоугольным в плане и имеет один этаж, размеры в осях 9х12 м. Высота сооружения от нулевой отметки – 4,06 м.

Высота от нулевой отметки до карниза – 3,52 м, в соответствии с СП 56.13330.2011 на кровле не предусматривается ограждение. Станция имеет двускатную кровлю с уклоном кровли 10%.

Вход в здание осуществляется через металлические одностворчатые двери, размером 1,0х2,1(ширина и высота проёма в метрах). Сопротивление теплопередаче наружных дверей принять не ниже - 1,36 м²·°C/Вт. Также устройство отдельного входа в помещение ИТП с металлической одностворчатой дверью размером 1,0х2,1.

Станция отапливаемая.

Характеристики ограждающих конструкций здания решеток представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Характеристики ограждающих конструкций здания ЛОС-10

№	Наименование конструкции	Наименование материала	Толщина δ , мм	Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
1	2	3	4	5
1	Наружные стены	Сэндвич-панель МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ	100	$\lambda_s^{cm1} = 0,042 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
2	Цоколь	Пеноплэкс фундамент Кирпич керамический	100 200	$\lambda_{s1}^{цок1} = 0,044 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ $\lambda_{s2}^{цок1} = 0,81 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
3	Полы (по грунту)	Не утепляется		
4	Покрытие	Минераловатная плита	150	$\lambda_s^{покp} = 0,044 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$

Взам.инв.№	Инв. № подл.	Подп. и дата					Лист
						285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	117
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

		«ISOROK»		
5	Двери и ворота	Металлические утепленные		
6	Окна	Двухкамерный стеклопакет в ПВХ переплете, $R_{0,ок}^{np} = 0,49 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$		

Результаты обмера здания решеток в соответствии с разделом АР приведены в таблице 33.

Таблица 33 – АР здания ЛОС-10

Параметр	Переменная	Значение
1	2	3
Суммарная площадь наружных стен, м ² , из них:	$A_{ст}$	
стены, м ²	$A_{ст1}$	81,56
цоколь, м ²	$A_{ст2}$	25,92
Суммарная площадь окон и балконных дверей, м ²	$A_{ок}$	5,76
Суммарная площадь наружных дверей и ворот, м ²	$A_{дв}$	6,6
Суммарная площадь покрытия (с учетом скатности кровли), м ²	$A_{покp}$	117,85
Суммарная площадь пола, м ² из них:	$A_{цок}$	
пол по грунту, м ²	$A_{цок}$	103,84
Строительный объем, м ³	$V_{ст}$	400,0
Отапливаемый объем, м ³	$V_{от}$	300,0
Площадь наружных стен, включая окна и двери, м ²	$A_{ст+} A_{ок+} A_{дв}$	119,84
Общая площадь наружных поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_n^{сум}$	162,64
Общая площадь внутренних поверхностей огр. конструкций, м ²	$A_g^{сум}$	156,56
Высота этажа, м	$h_{эм}$	3,52
Высота здания (в коньке), м	H	4,060
Количество помещений	n_p	6
Площадь помещений	$A_{от}$	81,0

Примем расчетную среднюю температуру внутреннего воздуха здания равной:

$$t_B = +12^\circ C.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», градусосутки отопительного периода вычисляются по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{om}) \cdot z_{om}, ^\circ C \cdot сут. \quad (1)$$

Таким образом, по формуле (1):

$$ГСОП = (12 - (-2, 2)) \cdot 205 = 2911^\circ C \cdot сут.$$

6.8.2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии.

Основными энергосберегающими мероприятиями являются:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	-	Зам.	250-18		<i>МБШ</i>
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- применение энергоэффективного и экономичного оборудования и правильная его эксплуатация;
- использование энергосберегающих источников света и светильников с оптимальными светотехническими характеристиками;
- выключение рабочего освещения в светлое время суток, что позволяет исключить необоснованный расход электроэнергии на освещение;
- использование в качестве утеплителя ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности $\leq 0,050$ Вт/(м \times °С);
- использование двухкамерных стеклопакетов с высоким термическим сопротивлением;
- использование автоматического регулирования систем управления основными потребителями электрической энергии.

6.8.3. Нормативные параметры теплозащиты здания, строения, сооружения

6.8.3.1 Требуемое сопротивление теплопередаче

Нормативной документацией устанавливаются следующие показатели тепловой защиты здания:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- комплексное требование: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения;
- санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы. Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{пр}$, м 2 ·°С/Вт, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R_{норм}$.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче i -й ограждающей конструкции производственного здания определяется в соответствии с примечанием к таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по формуле (2):

$$R_i^{норм} = n_i \cdot (a \cdot ГСОП + b), \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} \quad (2)$$

где a , b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающих конструкций покрытий, перекрытий над подпольями, подвалами по отношению к наружному воздуху.

Таким образом, для наружных стен нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$R_{ст1}^{тр} = 0,0002 \cdot 2911 + 1,0 = 1,58 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для окон :

$$R_{ок1}^{норм} = 0,00025 \cdot 2911 + 0,2 = 0,27 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для покрытия :

$$R_{покр}^{норм} = 0,00025 \cdot 2911 + 1,5 = 2,23 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ;$$

для пола по грунту:

не нормируется;

для входных дверей и ворот:

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot R_{ст}^{норм}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт \quad (3)$$

$$R_{ст}^{норм} = \frac{t_в - t_н}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{12 - (-25)}{4,4 \cdot 8,7} = 0,97 м^2 \cdot ^\circ C / Вт ,$$

где $\Delta t^н$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^н = 4,4^\circ C$

Тогда по формуле (3):

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot 0,97 = 0,582 м^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

6.8.3.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания, строения, сооружения

Подставим значения в при $n_{покр} = 1$

Вместо значения требуемого сопротивления теплопередаче пола в формулу подставим приведенное фактическое значение сопротивления теплопередаче пола по грунту (см. расчет далее)

$$K_{общ}^{тр} = \frac{\frac{81,56}{1,58} + \frac{5,76}{0,27} + \frac{6,6}{0,582} + \frac{1 \cdot 117,85}{2,23} + \frac{103,84}{2,39}}{156,56} = 1,15 Вт / м^2 \cdot ^\circ C$$

6.8.4. Требуемая воздухопроницаемость

Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций промышленных зданий принимается равной:

наружных стен: $G_n^{ст} = 1,0 кг / (м^2 \cdot ч) ;$

окон: $G_n^{ок} = 8,0 кг / (м^2 \cdot ч) ;$

входных дверей и ворот: $G_n^{дв} = 8,0 кг / (м^2 \cdot ч) ;$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	-	Зам.	250-18	МБШОА	10.18	120
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

чердачных перекрытий:

$$G_n^{покр} = 1,0 \text{ кЗ} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

6.8.4.1. Нормативная обобщенная воздухопроницаемость здания, строения, сооружения при фактической разности давлений

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяется для дверей по формуле (8):

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H(\gamma_{н(дв)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_н \cdot v_н^2, \text{ Па} \quad (8)$$

для окон по формуле (9):

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H(\gamma_{н(ок)} - \gamma_в) + 0,33 \cdot \gamma_{н(ок)} \cdot v_н^2, \text{ Па} \quad (9)$$

где H – высота здания, м,

$\gamma_н, \gamma_в$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м^3 ;

$v_н$ – расчетная скорость ветра, м/с ;

Удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха определяется по формулам (10), (11):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + t_н), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (10)$$

$$\gamma_в = 3463 / (273 + t_в), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (11)$$

Для наружных окон удельный вес наружного воздуха определяется по формуле (12):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + t_{ом}), \text{ Н} / \text{м}^3, \quad (12)$$

Определим удельный вес наружного воздуха по формуле (10):

$$\gamma_{н(дв)} = 3463 / (273 + (-25)) = 13,96 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_в = 3463 / (273 + 12) = 12,15 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

Определим удельный вес внутреннего воздуха по формуле (11):

$$\gamma_{н(ок)} = 3463 / (273 + (-2,2)) = 12,79 \text{ Н} / \text{м}^3.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций:

$$\Delta p = 0,55 \cdot 4,06 \cdot (13,96 - 12,15) + 0,33 \cdot 13,96 \cdot 2^2 = 22,47 \text{ Па}.$$

Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон:

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot 4,06 \cdot (12,79 - 12,15) + 0,33 \cdot 12,79 \cdot 2^2 = 17,6 \text{ Па}.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Определим требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, для наружных стен:

$$R_{ст}^{mp} = \frac{12,7}{1} = 12,7(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг};$$

для наружных окон:

$$R_{ок}^{mp} = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{12,7}{10} \right)^{2/3} = 0,15(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг};$$

для наружных дверей:

$$R_{дв}^{mp} = \frac{12,7^{1/2}}{8} = 0,45(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг};$$

для покрытий:

$$R_{покp}^{mp} = \frac{12,7}{1} = 12,7(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) / \text{кг}.$$

6.8.4.2. Расчетные показатели и характеристики здания, строения, сооружения

Расчетное количество работников составляет:

$$n_h = 2.$$

Число часов работы персонала в неделю:

$$k_h = 168.$$

Общую площадь наружных ограждающих конструкций определим по формуле:

$$A_n^{сум} = A_{ст} + A_{ок} + A_{дв} + A_{цок} + A_{покp}, \text{м}^2$$

Подставим значения в формулу (13):

$$A_n^{сум} = 81,56 + 5,76 + 6,6 + 117,85 + 103,84 = 315,61 \text{м}^2$$

Отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений:

$$\frac{A_n^{сум}}{A_{от}} = \frac{315,61}{81,0} = 3,9$$

Коэффициент остекленности фасада здания:

$$f = \frac{A_{ок}}{A_{ст} + A_{ок} + A_{дв}} = \frac{5,76}{93,92} = 0,06$$

Показатель компактности здания:

$$K_{комп} = \frac{A_n^{сум}}{V_{от}} = \frac{156,56}{300} = 0,52$$

6.8.5. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных стен

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		122

Коэффициенты теплоотдачи для всех стен примем равными:

$$\alpha_e^{cmi} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$\alpha_n^{cmi} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Стеновая сэндвич-панель со скрытым креплением Secret FIX МП ТСП-S-100-1000-T-T-MB, $\lambda_s^{cm1} = 0,042 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, толщина – 100мм.

Коэффициенты теплопроводности и толщина элементов, входящих в конструкцию наружных стен:

Определим сопротивление теплопередаче наружных стен:

$$R_{o,cm1}^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{1}{23} = 2,538 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

6.8.6. Приведенное значение сопротивления теплопередаче окон

Проектом предусматривается установка оконных блоков из поливинилхлоридного профиля с двухкамерным стеклопакетом 4М1-8-4М1-8-4М1. В соответствии с ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» сопротивление теплопередаче данных блоков составляет:

$$R_{o,ок}^{np} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.8.7. Приведенное значение сопротивления теплопередаче наружных дверей

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей соответствии с ПЗ раздела АР равно:

$$R_{o,ок}^{np} = 1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.8.8. Приведенное значение сопротивления теплопередаче покрытия

$$\alpha_e^{нокр} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$\alpha_n^{нокр} = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определим сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_{o,покр}^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,044} + \frac{1}{12} = 3,61 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	МЕША	10.18	123
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

6.8.9. Приведенное значение сопротивления теплопередаче пола

Пол объекта не утеплен, следовательно, $R_f^k = 0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Определим приведенное термическое сопротивление пола с учетом слоя утеплителя по каждой зоне.

Для зоны I:

$$R_{0,цокI}^{np} = 2,1 + 0 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

Для зоны II:

$$R_{0,цокII}^{np} = 4,3 + 0 = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

Для зоны III:

$$R_{0,цокIII}^{np} = 8,6 + 0 = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

Для зоны IV:

$$R_{0,цокIV}^{np} = 14,2 + 0 = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

Среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту (всех зон в соответствии с площадью, занимаемой каждой зоной) определяется по формуле:

$$R_{цок}^{np} = \frac{A_{цок}}{\frac{A_{цок.I}}{R_{0,цокI}^{np}} + \frac{A_{цок.II}}{R_{0,цокII}^{np}} + \frac{A_{цок.III}}{R_{0,цокIII}^{np}} + \frac{A_{цок.IV}}{R_{0,цокIV}^{np}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

где $A_{цок.I}$, $A_{цок.II}$, $A_{цок.III}$, $A_{цок.IV}$ – площади соответствующих зон, м^2 ; исходя из плана здания равны:

$$A_{цок.I} = 77,76 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.II} = 26,08 \text{ м}^2;$$

$$A_{цок.III} = 3,344 \text{ м}^2;$$

Определим среднее приведенное термическое сопротивление пола по грунту:

$$R_{цок}^{np} = \frac{103,84}{\frac{77,76}{2,1} + \frac{26,08}{4,3} + \frac{3,344}{8,6}} = 2,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

6.8.10. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

Подставим значения при $n_{покр} = 1$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$K_{\text{общ}}^{\text{тпр}} = \frac{\frac{81,56}{2,538} + \frac{5,76}{0,49} + \frac{6,6}{1,45} + \frac{1 \cdot 117,85}{3,61} + \frac{103,84}{2,39}}{156,56} = 0,8 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$$

6.8.11. Расчет фактической воздухопроницаемости

6.8.11.1 Сопротивление воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций при разности давлений 10 Па

Фактическое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций при разности давлений 10 Па принимается не более для:

наружных стен: $R_u^{cm10} = 12,7 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

окон: $R_u^{ок10} = 0,15 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

входных дверей и ворот: $R_u^{дв10} = 0,45 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$

чердачных перекрытий: $R_u^{покр10} = 12,7 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$

6.8.11.2. Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания при фактической разности давлений

Определим фактическую воздухопроницаемость конструкций здания, для наружных стен, покрытий.

для наружных стен:

$$G_u^{cm} = \frac{12,7}{12,7} = 1 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для наружных окон:

$$G_u^{ок} = \frac{1}{0,15} \cdot \left(\frac{12,7}{10} \right)^{2/3} = 7,82 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для наружных дверей:

$$G_u^{дв} = \frac{12,7^{1/2}}{0,45} = 7,92 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

для покрытий:

$$G_u^{cm} = \frac{12,7}{12,7} = 1 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций при фактической разности давлений равна:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			
1	–	Зам.	250-18	МБШО	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$G_u^{np} = \frac{353,6 \cdot 1 + 14,58 \cdot 7,82 + 23,42 \cdot 7,92 + 241,0 \cdot 1}{430,9} = 2,075 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

6.8.12. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

В соответствии с п.5.2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчетный температурный перепад, °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, установленных в таблице 5, и определяется по формулам (15-18):

для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm} = \frac{n_{cm}(t_g - t_n)}{R_{cm}^{np} \cdot \alpha_g^{cm}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (15)$$

для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{n_{покр}(t_g - t_n)}{R_{покр}^{np} \cdot \alpha_g^{покр}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (16)$$

для наружных окон:

$$\Delta t_u^{ок} = \frac{n_{ок}(t_g - t_n)}{R_{ок}^{np} \cdot \alpha_g^{ок}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (17)$$

где $n_{cm}, n_{покр}, n_{ок}$ – коэффициенты, принимаемые в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху при $n_i=1$.

$R_{cm}^{np}, R_{ок}^{np}, R_{покр}^{np}$ – приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, определены ранее.

$\alpha_g^{cm}, \alpha_g^{покр}, \alpha_g^{ок}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{cm}=8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{покр}=8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$; $\alpha_g^{ок}=8,0 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C})$.

Подставим значения в формулы:

– для наружных стен:

$$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (12 - (-25))}{2,538 \cdot 8,7} = 1,67^\circ\text{C};$$

– для покрытия:

$$\Delta t_u^{покр} = \frac{1 \cdot (12 - (-25))}{3,61 \cdot 8,7} = 1,18^\circ\text{C};$$

– для наружных окон :

$$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1 \cdot (12 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 9,44^\circ\text{C}.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подставим значения в формулы:			Лист
			– для наружных стен:			
			$\Delta t_u^{cm1} = \frac{1 \cdot (12 - (-25))}{2,538 \cdot 8,7} = 1,67^\circ\text{C};$			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
			– для покрытия:			
			$\Delta t_u^{покр} = \frac{1 \cdot (12 - (-25))}{3,61 \cdot 8,7} = 1,18^\circ\text{C};$			
			– для наружных окон :			
			$\Delta t_u^{ок1} = \frac{1 \cdot (12 - (-25))}{0,49 \cdot 8,0} = 9,44^\circ\text{C}.$			
1	–	Зам.	250-18	МБШ/а	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подп.	Дата	

Примем значение относительной влажности в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.1.005-88.

При допустимых параметрах на рабочих местах примем относительную влажность равной:

$$\varphi_e = 75\%.$$

По I-d диаграмме температуре внутреннего воздуха $t_b = +12^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_b = 75\%$ соответствует температура точки росы

$$t_p = +7,5^\circ\text{C}.$$

Таблица 30 – Температурные перепады на поверхности конструкций

	Нормируемое значение	Проектное значение
Наружная стена	$t_e - t_p = 12 - 7,5 = 4,5^\circ\text{C}$	1,67 °C
Покрытие	$0,8(t_e - t_p) = 0,8 \cdot (12 - 7,5) = 3,6^\circ$	1,18°C
Окна	12-0=12°C	9,44°C
Пол по грунту	н/н	н/н

6.8.13. Энергетические нагрузки здания

6.8.13.1. Потребляемая мощность систем инженерного оборудования

В соответствии с приложением 3 МДК 4-05.2004 расчетную часовую тепловую нагрузку отопления следует принимать по типовым или индивидуальным проектам

Согласно проектным данным потребляемая мощность систем инженерного оборудования составляет:

– система отопления:

$$Q_h^m = 2,0 \text{ кВт}$$

– других систем (вентиляции):

$$Q_l^m = 1,5 \text{ кВт}$$

Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на 1 кв.м площади помещений составит:

– на отопление и вентиляцию:

$$q_{h+v}^{des.m} = \frac{Q_h^m + Q_l^m}{A_{om}} = \frac{(2+1,5) \cdot 1000}{81,0} = 43,21 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

– в том числе на вентиляцию:

$$q_v^{des.m} = \frac{Q_l^m}{A_{om}} = \frac{1,5 \cdot 1000}{81,0} = 18,52 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

6.8.14. Удельная тепловая характеристика

Согласно главе 8 СП «Теплопотери здания» удельная тепловая характеристика рассчитывается по формуле:

$$q_m = \frac{Q_n^m \cdot 1000}{V_{от} \cdot (t_g - t_n)} = \frac{2 \cdot 1000}{300 \cdot (12 - (-25))} = 0,18 \text{ Вт} / \text{м}^3 \cdot \text{°C}$$

где $V_{от}$ – отапливаемый объем, м³.

6.8.15. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание, строение, сооружение

6.8.15.1. Годовой расход тепловой энергии на отопление

Определим среднюю плотность наружного воздуха за отопительный период по формуле (30):

$$\rho_g^{ср} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (12 - (-25))} = 1,22 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Значение количества инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции определим по формуле:

$$G_{инф} = G_u^{нр} \cdot A_g^{ср} = 2,07 \cdot 156,56 = 324,08 \text{ кг} / \text{ч}$$

где $G_u^{нр}$ - приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций при фактической разности давлений кг/(м²·ч);

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период определяется по формуле (31) при $L_{вент} = 0 \text{ м}^3/\text{ч}$, $n_{вент} = 168$, $n_{инф} = 168$, $\beta_v = 0,85$:

$$n_g = \frac{0 \cdot 168 + 324,08 \cdot 168}{0,85 \cdot 300} = 1,05 (1/\text{ч})$$

Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации определим по формуле (29) при $k = 0,8$, $c = 1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$:

$$K_m^{инф} = \frac{0,28 \cdot 1 \cdot 3,1 \cdot 0,85 \cdot 300 \cdot 1,22 \cdot 0,8}{156,56} = 1,38 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

По формуле (28):

$$K_m^{общ} = 0,8 + 2,55 = 3,35 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Общие тепловые потери здания за отопительный период определим по формуле (27):

$$Q_{год}^{общ} = 0,0864 \cdot 3,35 \cdot 2911 \cdot 156,56 = 131911,2 \text{ МДж}$$

что при переводе в кВт·ч составит:

$$Q_{год}^{общ} = 131911,2 \cdot 1000 / 3600 = 36642 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	–	Зам.		250-18
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

В таблице 31 приведены соответствия площадей светопроемов, их ориентации по сторонам горизонта и величин средней за отопительный период солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности.

Таблица 31 – Таблица светопроемов

№	Площадь остекления фасада, м ²	Ориентация фасада	Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, МДж/м ²
1	2,88	С	547
2	1,44	В	810
3	1,44	Ю	1285
4	0	З	810

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период определим по формуле (32) при $\tau_{1ок} = 0,8$, $\tau_{2ок} = 0,74$:

$$Q_{рад}^{зод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (2,88 \cdot 547 + 1,44 \cdot 810 + 1,44 \cdot 1285 + 0 \cdot 810) = 2718,6 \text{ МДж}$$

Величину бытовых тепловыделений на 1 м² отапливаемой площади здания рассчитаем по формуле при $n_{\text{в}} = 2$, $K_{\text{в}} = 168$, $N_{\text{в}} = 960$ Вт, $K_{\text{л}} = 56$:

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot 2 \cdot \frac{168}{168} + 960 \cdot \frac{168}{168}}{81} = 10,74 \text{ Вт/м}^2,$$

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода определяем по формуле (33):

$$Q_{\text{быт}} = 0,0864 \cdot 10,74 \cdot 205 \cdot 81 = 15408,4 \text{ МДж}$$

Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода определим по формуле (26):

$$Q_{\text{от}}^{зод} = (516464,26 - (131911,2 + 2718,6) \cdot 0,8 \cdot 1) \cdot 1 = 408760,4 \text{ МДж}$$

что при переводе в кВт·ч составит:

$$Q_{\text{от}}^{\text{оби}} = 408760,4 \cdot 1000 / 3600 = 113544,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определим по формуле (35):

$$q_{\text{от}}^{зод} = \frac{113544,5 \cdot 10^3}{300 \cdot 2911} = 130,02 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$$

6.8.15.2. Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию

Количество тепловой энергии на вентиляцию в течение отопительного периода по формуле (36):

$$Q_1^{зод} = 86,4 \cdot 1,5 \cdot \frac{12 - (-2,2)}{12 - (-25)} \cdot 205 = 10095,8 \text{ МДж}$$

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

6.8.15.3. Удельные характеристики

Определим нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики.

Значение отапливаемого объема $V_{от} < 960 \text{ м}^3$, следовательно, подставим значение в формулу (37):

$$k_{оо}^{mp} = \frac{0,16 + \frac{1}{\sqrt[3]{300}}}{0,00013 \cdot 2911 + 0,61} = 0,31 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

и (39):

$$k_{оо}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{2911}} = 0,16 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Примем в качестве значения

$$k_{оо}^{mp} = 0,31 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Фактическое значение удельной теплозащитной характеристики определим по формуле (40):

$$k_{оо} = 0,52 \cdot 0,8 = 0,416 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Как мы видим, значение фактического значения удельной теплозащитной характеристики менее нормируемого значения, следовательно, требования энергетической эффективности соблюдаются.

Определим значение удельной вентиляционной характеристики по формуле (41):

$$k_{вент} = \frac{1,38 \cdot 156,56}{300} = 0,72 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Определим значение удельной характеристики бытовых тепловыделений по формуле (42):

$$k_{быт} = \frac{10,74 \cdot 81}{300 \cdot (12 - (-2,2))} = 0,12 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Определим значение удельной характеристики тепловых поступлений в здание от солнечной радиации по формуле (43):

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot 2718,6}{300 \cdot 2911} = 0,036 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Определим расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по формуле (44):

$$q_{от}^p = (0,416 + 0,72 - (0,12 + 0,036) \cdot 0,8 \cdot 1)(1 - 0) \cdot 1 = 1,01 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C}),$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определим по формуле (46):

$$q = \frac{113544,5}{81,0} = 1401,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист			
			1	–	Зам.		250-18	МБШО	10.18	130
			Изм.	Кол.уч	Лист		№ док.	Подп.	Дата	

7. СВЕДЕНИЯ О КЛАССЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Класс энергосбережения здания определяется на основании величины отклонения расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемой.

Таблица 32 – Классы энергетической эффективности

Класс	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, C
Для новых и реконструированных зданий		
A+ +	Очень высокий	менее -60 %
A+	Очень высокий	От -50 % до -60 % включительно
A	Очень высокий	От -40 % до -50 % включительно
B+	Высокий	От -30 % до -40 % включительно
B	Высокий	От -15 % до -30 % включительно
C+	Нормальный	От -5 % до -15 %
C	Нормальный	От +5 % до -5 %
C-	Нормальный	От +15 % до +5 %
Для существующих зданий		
D	Пониженный	От +15 % до +50 %
E	Низкий	Более +50 %

В соответствии с СП 50.13330.2012 для проектируемых зданий очистных сооружений значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию не нормируется.

Для зданий очистных сооружений значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию не нормируется.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОТОРЫМ ЗДАНИЕ, СТРОЕНИЕ И СООРУЖЕНИЕ ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ И В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Вводимое в эксплуатацию при строительстве сооружения канализационных очистных сооружений должны быть оборудованы:

- отопительными приборами, с классом энергетической эффективности не ниже первых двух;
- устройствами автоматического регулирования мощности электрокалориферов;
- приборами учета энергетических и водных ресурсов;

Взам.инв.№						Лист
Подп. и дата						Лист
Инв. № подл.						Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	
						131

– устройствами, оптимизирующими работу вентиляционных систем (воздухопропускные клапаны в окнах или стенах, автоматически обеспечивающие подачу наружного воздуха по потребности);

- энергосберегающими осветительными приборами в помещениях;
- отключение при пожаре системы вентиляции;
- устройствами компенсации реактивной мощности при работе электродвигателей;
- дверными доводчиками;
- ограничителями открывания окон.

Контроль требований энергетической эффективности и нормативных показателей на их соответствие нормам следует выполнять не ранее, чем после годичной эксплуатации здания с помощью натуральных испытаний.

Контроль нормативных показателей при эксплуатации зданий и оценку соответствия теплозащиты здания и отдельных его элементов следует осуществлять путем экспериментального определения основных показателей на основе государственных стандартов на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объекта в целом.

Перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации приведены в энергетическом паспорте здания.

В соответствии со статьей 11 №261-ФЗ от 23.11.2009 срок, в течение которого выполнение данных требований должно быть обеспечено, должен составлять не менее чем пять лет с момента ввода здания в эксплуатацию.

Инв. № подл.	Взам. инв. №					Лист
	Подп. и дата					
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	285861-18-П-ЭЭ.ПЗ
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

9. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОБЛЮДЕНИЯ УСТАНОВЛЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для экономии и рационального использования энергетических ресурсов, расходуемых на жизнеобеспечение здания, технологические нужды в различных частях проекта предусмотрены соответствующие мероприятия.

Архитектурно-планировочная и конструктивная часть

Для экономии расхода энергии на отопление и вентиляцию предусматривается:

- устройство теплоэффективных наружных ограждающих конструкций здания и заполнения световых проемов;
- тепло-гидроизоляция слоя утеплителя в составе ограждающих конструкций;
- зонирование внутренних объемов сооружения в соответствии с требованиями теплоэнергетической и экономической целесообразности.

Технологические процессы

Для экономии расхода электроэнергии на производственные нужды предусматривается:

- Выбор оптимального метода очистки сточных вод и обработки осадка в условиях сложившейся территории промышленного предприятия;
- устройство частотно-регулируемого насосного оборудования;
- подбор оптимального оборудования согласно технологическим задачам;
- устройство оборудования по контролю потребляемых источников;
- применение энергоэффективного оборудования.

Водопровод и канализация

Для экономии энергетических ресурсов в системе ВК предусматривается:

- применение водосберегающей арматуры и оборудования;
- установка узлов учета на вводе водопроводной сети в здание.

Отопление и вентиляция

Для экономии расхода энергии на отопление и вентиляцию предусматривается:

- устройство индивидуального термического регулирования на приборах отопления;
- применение электродвигателей вентиляторов и вентиляционных установок с максимальным КПД.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	-	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

ИТП:

Для экономии расхода тепловой энергии предусматривается:

- применение схемы автоматического регулирования подачи теплоносителя в местную систему;
- установка контрольно-измерительных приборов;
- теплоизоляция трубопроводов, арматуры и оборудования ИТП;
- установка коммерческого узла учета на вводе тепловой сети в ИТП.

Электроснабжение

Для экономии расхода электроэнергии на бытовые нужды предусматривается:

- преимущественное применение энергосберегающих люминесцентных ламп (ЛЛ) типа Т8, класс энергетической эффективности по ГОСТ Р 51388 – «А» с электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА);
- применение светодиодных светильников для наружного освещения;
- применение высокоэффективной, экономичной и надежной схемы электроснабжения

10. ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЧЕТУ И КОНТРОЛЮ РАСХОДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Для учета и контроля расходования используемых энергетических ресурсов проектом предусмотрена установка на объекте специализированных приборов учета.

Система водоснабжения

Для учета водопотребления в проектируемых зданиях предусмотрена установка водомерных узлов.

Узел учета водопроводной воды площадкой КОС расположен в существующей камере на водоводе Ду150.

Узлы учета водопроводной воды проектируемыми объектами расположены на вводе в здания и сооружения.

Система электроснабжения

Для ввода и распределения электроэнергии в трансформаторных подстанциях установлен вводно-распределительный узлы. Шкафы укомплектованы коммутационной и защитной аппаратурой. Предусмотрена установка узла коммерческого учета.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист			
			1	–	Зам.		250-18	<i>МВШ</i>	10.18	134
			Изм.	Кол.уч	Лист		№док.	Подп.	Дата	

11. ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ, КОНСТРУКТИВНЫХ, ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

11.1. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

Конструктивные решения утепления сооружения разработаны с целью создания непрерывной, устойчивой к атмосферному старению теплоизоляционной оболочки здания.

Толщина утепляющего слоя ограждающих конструкций определена теплотехническим расчетом с проверкой на соответствие санитарно-гигиеническим и нормативным требованиям. Толщина несущего слоя ограждающих конструкций определена статическим расчетом, который выполнен с учетом ветровых и снеговых нагрузок района строительства

11.2. Функционально-технологические и инженерно-технические решения

Электроснабжение

Внутриплощадочным источниками электроснабжения площадки КОС является проектируемая КТП, ТП-649 и ТП-631. Все проектируемые и реконструируемые здания и сооружения подключены к указанным ТП по двухпроводной схеме включения (с использованием основного и резервного ввода).

Уровень напряжения на низкой стороне - 0,4 кВ, с глухозаземленной нейтралью.

Категория надежности электроснабжения – 2.

Подстанция ТП-649 выполняет электроснабжение АБК, ЛОС, КПП, ЦМО. Подстанция ТП-649 выполняет электроснабжение здание лаборатории. Проектируемая КТП выполняет электроснабжение ЦТЕ-2, БТЕ-1, здания решеток, песколовок, НС сырого осадка и иловой НС, первичных отстойников и ацидофикатора, вторичных отстойников, цеха доочистки и обеззараживания.

Сети наружного и охранного освещения запитаны от ТП-649.

Установленная мощность электроприемников площадки – 1242 кВт, в т.ч.:

- ТП-649 – 322кВт;
- ТП-631 – 50кВт;
- КТП (проектируемая) – 870кВт.

Расчетная мощность электроприемников площадки – 1053 кВт, в т.ч.:

- ТП-649 – 219кВт;
- ТП-631 – 35кВт;
- КТП (проектируемая) – 799 кВт.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
1	–	Зам.	250-18	<i>МБШ</i>	10.18	135
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Установленная и расчетная мощности определены по паспортным данным технологического и вспомогательного электрооборудования с учетом коэффициентов использования этого оборудования, взятых из технологических процессов. По расчетным мощностям и расчетным токам выбраны коммутационные, защитные аппараты, а также питающие кабели. В расчет не включены задвижки и клапаны, так как их работа кратковременна, а также не включены установки, находящиеся в холодном и горячем резерве. Расчетная реактивная мощность потребителей Q_p определена по $\cos \varphi$, групповой $\cos \varphi$ определен по отношению P_p и Q_p .

Освещение.

В объеме проекта разработана организация электрического освещения фильтровального зала, служебных и технических помещений. В случае отказа рабочего освещения, для продолжения безаварийной работы комплекса предусматривается аварийное освещение.

В качестве источников света используются как внутри, так и снаружи здания светодиодные светильники. Осветительные приборы выбраны отечественного производства соответственно назначению, геометрическим параметрам помещений и условиям среды.

Напряжение сети освещения 230/400В.

Управление внутренним освещением ручное по месту. Управление наружным освещением – в ручном или автоматическом режимах (в зависимости от освещенности).

12. СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО К ПРИМЕНЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗДЕЛИЙ, МАТЕРИАЛОВ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ИСКЛЮЧИТЬ НЕРАЦИОНАЛЬНЫЙ РАСХОД ЭНЕРГИИ И РЕСУРСОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОСНОВНЫЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СВЕДЕНИЯ О ТИПЕ И КЛАССЕ ПРЕДУСМОТРЕННЫХ ПРОЕКТНОМ ПРОВОДОВ И ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

Спецификации предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, а так же сведения об их типе и классе см. в соответствующих разделах проектной документации.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист		
			1	–	Зам.	250-18		<i>МБШ</i>	10.18	136
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.		Подп.	Дата	

13. ОПИСАНИЕ МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИБОРОВ УЧЕТА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, УСТРОЙСТВ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОТ ТАКИХ ПРИБОРОВ

В соответствии с действующим законодательством не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Настоящим проектом производится учет используемых источников энергоресурсов для технологических и вспомогательных нужд комплекса очистки сточных вод и обработки осадка.

Система холодного и горячего водоснабжения

Узлы учета водопроводной воды проектируемыми объектами расположены на вводе в здания и сооружения.

Узлы учета водопроводной воды проектируемыми объектами расположены на вводе в здания и сооружения в удобных для обслуживания и снятия показаний местах.

В Цехе технологических емкостей №2 узел учета со счетчиком СКБ-20 расположен на трубопроводе Ø25 мм (между осями 2-3 по оси И);

В Цехе доочистки и обеззараживания узел учета расположен на вводе в здание, тип счетчика ВСХ-20 ВР;

В здании решеток СХи-15 Ду=15мм.

В здании насосной сырого осадка СХи-15 Ду=15мм.

В здании АБК на вводе водопровода установлен водомерный узел с водосчетчиком СКБи-40 Ду=40мм.

Система электроснабжения

В РУ-6 кВ существующих и проектируемых КТП расположены узлы коммерческого учета потребления электроэнергии площадки очистных сооружений. Узлы выполнены на основе многофункционального счетчика электрической энергии.

Система теплоснабжения

Узел учета энергоресурсов на отопление проектируемых и существующих зданий и сооружений расположен в существующем здании котельной.

Также на вводе в каждое отапливаемое здание в ИТП предусмотрены приборы учета тепловой энергии и теплоносителя на базе измерительных модулей М121-И6 и системного блока СБ-04-БП.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ			
1	-	Зам.	250-18	<i>МБЩа</i>	10.18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

14. ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ (ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ) И ПРОЦЕССОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

В проектной документации решены вопросы регулирования теплового потока отопительных приборов, регулирования теплового потока агрегатов воздушного отопления (АВО) и регулирования теплового потока воздухонагревателей приточных установок.

Системой автоматизации АВО, при помощи выносных датчиков внутренней температуры, сблокированных с настенными контроллерами и двухходового клапана с электроприводом, обеспечивается поддержания заданной внутренней температуры в обслуживаемых помещениях. Предусмотрена установка резервных агрегатов, находящихся в «горячем» резерве.

Системой автоматизации приточных установок обеспечивается:

- защиту калориферов от замораживания по температуре воздуха после калориферов;
- защиту калориферов от замораживания по температуре обратного теплоносителя;
- включение защитного термостата и закрытие воздушных клапанов по сигналу о снижении по температуре воздуха после калориферов и/или температуры обратного теплоносителя;
- подогрев калориферов перед пуском системы;
- регулирование теплового потока по температуре выходящего из приточных установок воздуха (поддержание заданной температуры приточного воздуха);
- контроль перепада давления на вентиляторах и фильтрах;
- выбор режима работы зима/лето по температуре наружного воздуха;
- управление насосным оборудованием приточных систем;
- отключение системы приточно-вытяжной вентиляции по сигналу «Пожар» от АПС с сохранением функции контроля защиты от замораживания теплоносителя.

Щиты автоматики вентиляционных установок включает в себя: соответствующий комплект автоматики и электрическую схему для подключения к внешним силовым сетям и обеспечивают:

- мониторинг температуры наружного воздуха;
- мониторинг температуры приточного воздуха;
- мониторинг температуры воздуха в обслуживаемых помещениях;
- мониторинг и регистрацию температуры вытяжного воздуха;
- мониторинг работы приводов вентиляторов, насосов (включено/отключено, срабатывание теплового реле
- мониторинг положения регулирующих клапанов (открыто\закрыто), промежуточное положение;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	-	Зам.		
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

- мониторинг загрязнённости воздушных фильтров;
- мониторинг режима работы системы ручной, автоматический, авария;
- включение аварийной сигнализации в случае выхода оборудования из строя.

При возникновении пожара все системы общеобменной вентиляции отключаются.

Все металлические нетоковедущие части электрооборудования занулены путем присоединения к нулевому защитному проводнику РЕ.

15. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА

Противопожарное водоснабжение зданий и сооружений площадки канализационных очистных сооружений (КОС) предусматривается от проектируемого кольцевого хозяйственно-питьевого (противопожарного) водопровода.

В соответствии с п. 5.3.1 СП 30.13330.2012 и п. 4.1.5 СП 10.13130.2009 устройство установок внутреннего пожаротушения проектируемых зданий не требуется.

Наружное пожаротушение предусматривается от проектируемых пожарных гидрантов, расположенных в колодцах. Схема противопожарного водопровода с пожарными гидрантами представлена на л.1 285861-18-П-ПБ.ГЧ. Колодцы приняты из сборного железобетона по ТПР 901-09-11.84 «Колодцы водопроводные» ал. 1,2. Сборные железобетонные элементы приняты по серии 3.900.1-14.

Согласно п.16 ст.67. ФЗ №123 от 22 июля 2008г., предусматривается установка пожарных гидрантов вдоль проектируемых дорог на расстоянии не более 2,5 метра от края проезжей части, но не менее 5 метров от стен зданий.

Согласно п.17 ст.67. ФЗ №123 от 22 июля 2008г. и п. 8.6 СП 8.13130.2009 расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети обеспечивает пожаротушение любого обслуживаемого проектируемой противопожарной водопроводной сетью здания, сооружения или строения КОС, не менее чем от 2 гидрантов.

В соответствии с СП 8.13130.2009 расход воды на наружное пожаротушение – 10 л/с (36м³/ч). Расчетное количество пожаров – 1.

Внутриплощадочные трубопроводы хозяйственно-питьевого (противопожарного) водопровода запроектированы из:

- полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001;
- стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91.

К проектируемой площадке очистных сооружений обеспечен свободный подъезд пожарных машин по дорогам с твердым покрытием.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				285861-18-П-ЭЭ.ПЗ	Лист
			1	-	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Время тушения пожара для зданий II степени огнестойкости с негорючими несущими конструкциями и утеплителем с помещениями категории Д по пожарной и взрывопожарной опасности, согласно п.2 Примечания табл. 2 и п.9.3 СП 8.13130.2009, составляет 3 часа.

16. СВЕДЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ И ИСТОЧНИКАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ВОДОЙ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ, ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИЕЙ.

16.1. Потребность в воде строительной площадки

Потребность в питьевой воде удовлетворяется за счёт поставок в ПЭТ бутылках. Потребность воды на производственные нужды осуществляется от временной водопроводной сети согласно ТУ. Потребность воды для противопожарных целей осуществляется путем установки емкости объемом 5м³. Суммарный расчетный расход воды составляет – 1.958 м³/час

16.2. Потребность в электроэнергии строительной площадки

Потребность строительства в электроэнергии решается посредством подключения к сетям электроэнергии очистных сооружений согласно ТУ.

16.3. Потребность в тепловой энергии строительной площадки

Отопление временных сооружений для работников, занятых на строительном-монтажных работах осуществляется в инвентарных зданиях при помощи электроконвекторов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист	
			285861-18-П-ЭЭ.ПЗ				140
			1	–	Зам.		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		