

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "КУБИК"  
ООО «КУБИК»**

Юридический адрес: 141732, Московская Область, г.о. Лобня,  
г. Лобня, ул. Колычева, дом 1, помещение 002  
ИНН/КПП 5047248768/504701001 ОГРН 1215000021059  
Расч/счет 40702810640000100150  
в ПАО "СБЕРБАНК РОССИИ" г. МОСКВА БИК 044525225  
Кор/счет 30101810400000000225

Регистрационный номер в государственном реестре  
саморегулируемых организаций № СРО-П- 182-005047248768-2795 от 23.09.2022г.

Заказ: 1-24/01

Заказчик: ООО «Открытые мастерские»

**«Жилой комплекс, расположенный по адресу: г. Москва,  
внутригородское муниципальное образование Соколиная Гора, 8-я  
улица Соколиной Горы, земельный участок 26А».**

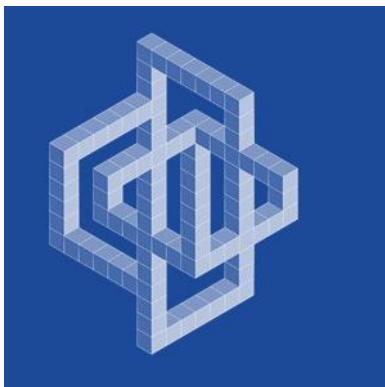
## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 3. Часть 2. Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения  
требований энергетической эффективности и требований оснащенности  
зданий, строений, сооружений приборами учета используемых  
энергетических ресурсов.**

**1-24/01-АР.ЭЭ**

**Том 3.2**

Изм.	№ док.	Подп.	Дата



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "КУБИК"  
ООО «КУБИК»**

Юридический адрес: 141732, Московская Область, г.о. Лобня,  
г. Лобня, ул. Колычева, дом 1, помещение 002  
ИНН/КПП 5047248768/504701001 ОГРН 1215000021059  
Расч/счет 40702810640000100150  
в ПАО "СБЕРБАНК РОССИИ" г. МОСКВА БИК 044525225  
Кор/счет 30101810400000000225

Регистрационный номер в государственном реестре  
саморегулируемых организаций № СРО-П- 182-005047248768-2795 от 23.09.2022г.

Заказ: 1-24/01

Заказчик: ООО «Открытые мастерские»

**«Жилой комплекс, расположенный по адресу: г. Москва,  
внутригородское муниципальное образование Соколиная Гора, 8-я  
улица Соколиной Горы, земельный участок 26А».**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 3. Часть 2. Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения  
требований энергетической эффективности и требований оснащенности  
зданий, строений, сооружений приборами учета используемых  
энергетических ресурсов.**

**1-24/01-АР.ЭЭ**

**Том 3.2**

Генеральный директор

Главный инженер проекта



Астахова Е.Е.

Майоров В.В.

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

### Содержание тома 3.2

Обозначение	Наименование	Примечание
1-24/01-АР.ЭЭ-С	Содержание тома	2
1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ	Текстовая часть	3...24

Согласовано	

Ивл. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	

						Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.С		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Содержание тома 3.2		
Разраб.		Дидина		<i>Дидина</i>	04.24			
ГИП		Майоров		<i>Майоров</i>	04.24			
Н.контр.		Каткова		<i>Каткова</i>	04.24			
						Стадия	Лист	Листов
						П	1	1
						ООО «Кубик»		

### Введение.

Из-за возросших требований к энергосбережению большинство эксплуатируемых ныне зданий относятся к числу неэнергоэкономичных и требуют реконструкции, особенно в части теплотехнических качеств ограждающих конструкций.

Вследствие этого выдвигается задача более интенсивного внедрения в строительство так называемых энергоэкономичных зданий.

Под энергоэкономичным следует понимать здание, в котором объемно-планировочное и конструктивное решения вместе с системой инженерного оборудования наилучшим образом обеспечивают требования экономии энергоресурсов.

Вся идея проектного решения такого здания нацелена на самое экономное противодействие неблагоприятным условиям внешней среды.

Для подтверждения соответствия показателей энергосбережения и энергетической эффективности здания по теплотехническим и энергетическим критериям предназначен Энергетический паспорт здания. С его помощью обеспечивается последовательный контроль качества при проектировании, строительстве и эксплуатации здания.

Контроль качества и соответствие теплозащиты здания и отдельных его элементов действующим нормам осуществляется путем определения теплотехнических и энергетических показателей эксплуатируемого здания.

Проектная документация разработана на основании задания на проектирование, утвержденного Заказчиком.

### Сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов энергетических ресурсов и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания равна  $q_{от}^{mp} = 0.290 \text{ Вт}/(\text{м}^3\text{°C})$ .

Согласно приказу №1550/пр от 17 ноября 2017 года для вновь возводимых зданий с 1 января 2023 года удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается на 40%. Следовательно,  $q_{от}^{mp} = 0.174 \text{ Вт}/(\text{м}^3\text{°C})$ .

Согласовано		
Взам. инв. №		
Подпись и дата		
Инв. № подл.		

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Текстовая часть	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.		Дидина		<i>Дидина</i>	03.24		ООО «Кубик»	П	1	22
ГИП		Майоров		<i>Майоров</i>	03.24					
Н.контр.		Каткова		<i>Каткова</i>	03.24					

## Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение показателя и	Единица измерения	Значение показателя
Удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период	q	кВтч/(м <sup>3</sup> ·год)	14,0
		кВтч/(м <sup>2</sup> ·год)	16,3
Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период	$q_{om}^p$	Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,131
Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период	$q_{om}^{mp}$	Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,174 (0,290)
<b>Класс энергосбережения</b>			В (Высокий)
Величина отклонения расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление		%	-25,9
Приведенный к базовому уровню фактический удельного расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию	$q_{m2}^{np}$	кВтч/(м <sup>2</sup> ·год)	37,6
Базовый уровень удельного расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию	$q_{bas}^{mp}$	кВтч/(м <sup>2</sup> ·год)	52,83
<b>Класс энергоэффективности</b>			С (повышенный)
Величина отклонения приведенного фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление от базового уровня		%	-28,8

### Сведения о классе энергетической эффективности и о повышении энергетической эффективности

Класс энергетической эффективности определяется органом государственного строительного надзора в соответствии с утвержденными уполномоченным федеральным органом исполнительной власти правилами определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов, требования к которым устанавливаются Правительством Российской Федерации. Класс энергетической эффективности вводимого в эксплуатацию многоквартирного дома указывается в заключении органа государственного строительного надзора о соответствии построенного, реконструированного, прошедшего капитальный ремонт многоквартирного дома также требованиям энергетической эффективности.

Выполнение требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений при проектировании, строительстве, реконструкции зданий, строений, сооружений обеспечивается путем достижения значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию согласно требованиям Приказа Минстроя и ЖКХ РФ от 17.11.2017г №1550/пр, при соблюдении санитарно-гигиенических требований к помещениям зданий, строений, сооружений.

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Лист

2

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

**Описание и обоснование принятых архитектурных, конструктивных, функционально-технологических и инженерно-технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе в отношении наружных и внутренних систем электроснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха помещений (включая обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, решений в отношении тепловой изоляции теплопроводов, характеристик материалов для изготовления воздуховодов), горячего водоснабжения, оборотного водоснабжения и повторного использования тепла подогретой воды, решений по отделке помещений, решений, обеспечивающих**

**естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей**  
**Требования к ограждающим конструкциям**

Принятые в проекте конструктивные решения ограждающих конструкций удовлетворяют минимальным требованиям тепловой защиты согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 “Проектирование тепловой защиты зданий”.

Значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания удовлетворяют минимальным требованиям теплозащиты и обеспечивают не выпадение конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

При строительстве использовать окна и балконные двери имеющие показатели не ниже: а) сопротивление теплопередаче  $R_F=0.66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ; б) сопротивление воздухопроницанию  $R^{TP}_F=0.843 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Конструкция наружных стен 1 состав:

- слой 1 (наружный) – Навесная вентилируемая фасадная система;
- слой 2 – утеплитель из минваты ( $\lambda_a=0,041$ ) - 150 мм;
- слой 3 – ЖБ основание – 200 мм;

Конструкция наружных стен 2 состав:

- слой 1 (наружный) – Навесная вентилируемая фасадная система;
- слой 2 – утеплитель из минваты ( $\lambda_a=0,041$ ) - 150 мм;
- слой 3 – Газобетонный блок Д600 – 200 мм;

Конструкция наружных стен 3 (ниже уровня земли на 1.5м) состав:

- слой 1 (наружный) – Уплотненный грунт;
- слой 2 – утеплитель из XPS ( $\lambda_a=0,035$ ) - 100 мм;
- слой 3 – ЖБ каркас – 200 мм;

Конструкция основного покрытия 1 и покрытия террас состав:

- слой 1 (наружный) – Щебень – 50 мм;
- слой 2 – Гидроизоляция;
- слой 3 – ц/п стяжка – 40 мм;
- слой 4 – керамзит Д600 по уклону – от 40 мм;

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Взам. инв. №
						Подпись и дата
						Инов. № подл.



## Энергетический паспорт.

### Общая информация.

Дата заполнения	04.2024
Адрес здания	г. Москва, внутригородское муниципальное образование Соколиная Гора, 8-я улица Соколиной Горы, земельный участок 26А
Разработчик проекта	ООО «Кубик»
Адрес и телефон разработчика	141732, Московская Область, г.о. Лобня, г. Лобня, ул. Колычева, дом 1, помещение 002
Шифр проекта	1-24/01
Назначение здания, строения	Жилое
Этажность	21/17
Количество квартир	642
Расчетное количество жителей	830
Размещение в застройке	Отдельно стоящее
Конструктивное решение	Железобетонный каркас

### Расчетные условия

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_n$	°C	-26
2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{om}$	°C	-2,4
3. Продолжительность отопительного периода	$Z_{om}$	Суток/год	204
4. Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C·суток/год	4529
5. Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_e$	°C	20
6. Расчетная температура подвала	$t_{под}$	°C	10
7. Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°C	-

### Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей здания	$A_{от}, м^2$	47641,8	
9. Площадь квартир, жилая	$A_{ж}, м^2$		
10. Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}, м^2$		
11. Отапливаемый объем	$V_{от}, м^3$	162167,2	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	$f$	0,36	
13. Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,22	
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций, в том числе:	$A_{сум}, м^2$	33841,9	
- фасадов	$A_{фас}, м^2$	20597,3	
- стены 1 тип (ж/б, минвата, вентфасад)	$A_{ст}, м^2$	5414,2	
- стены 2 тип (газоблок, минвата, вентфасад)		7476,8	
- светопрозрачных конструкций	$A_{ок1}, м^2$	7706,3	
- фонарей	$A_{ок2}, м^2$	-	
- входных дверей	$A_{дв1}, м^2$	155,6	
- покрытие 1 тип (основное, террасы)	$A_{кр}, м^2$	2516,2	
- покрытие 2 тип (подземная автостоянка)		3247,3	
- перекрытие над проездом	$A_{покр.}, м^2$	191,6	
- полы по грунту и стен ниже уровня земли	$A_{цок}$	5412,0	

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Лист

5

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата



## Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Факт. значение	
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе	, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$				
- стены 1 тип	$R_{o,ct}^{np}$	1,881	1,898		
- стены 2 тип			2,069		
- светопрозрачные конструкции	$R_{o,ок}^{np}$	0,66	0,66		
- входных дверей	$R_{o,дв1}^{np}$	0,8	1,2		
- покрытие 1 тип (основное, террасы)	$R_{o,покр}^{np}$	3,572	3,873		
- покрытие 2 тип (подземная автостоянка)			2,766	2,813	
- перекрытие над проездом			3,572	4,100	
- перекрытие над подвалом	$R_{o,цок}^{np}$		6,663		

## Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{общ}$ , Вт/ ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )	0,626
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_e$ , ч <sup>-1</sup>	0,43
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}$ , Вт/м <sup>2</sup>	11,0
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл}$ , руб/кВт·ч	-

## Удельные характеристики

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$K_{об}$ , Вт/ ( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ )	0,154	0,131
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$K_{вент}$ , Вт/ ( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ )		0,132
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделения здания	$K_{быт}$ , Вт/ ( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ )		0,121
23. Удельная характеристика теплопоступления в здание от солнечной радиации	$K_{рад}$ , Вт/ ( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ )		0,073

## Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя	Нормируемое значение
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$K_{эф}$	-

## Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ	Лист
							6

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Показатель	Обозначение и ед. изм	Нормируемое значение
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$ , Вт/ (м <sup>3</sup> ·°С)	0,129
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период	$q_{от}^{np}$ , Вт/ (м <sup>3</sup> ·°С)	0,290
30.1 Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период (с учетом понижения на 20 %)	$q_{от}^{np}$ , Вт/ (м <sup>3</sup> ·°С)	0,174
31. Класс энергосбережения	В (высокий)	
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите	да	

### Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Ед. изм.	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВтч/(м <sup>3</sup> ·год) кВтч/(м <sup>2</sup> ·год)	14,0 46,3
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт ч/год	2273873
35. Общие теплотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт ч/год	4635882

### **Перечень технических регламентов и нормативных документов**

1. Приказ №815 от 28.05.2021 г. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации.

2. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

3. Справочное пособие к СНиП «Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий».

4. СП 60.13330.2020 "СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха".

5. СП 50.13330-2012 «Тепловая защита зданий».

6. СП 230.1325800.2015 «Конструкции, ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей».

7. СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий».

8. ГОСТ 7076 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме».

9. ГОСТ 25609 «Материалы полимерные рулонные и плиточные для полов.

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Лист

7

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
------	--------	------	------	-------	------

Метод определения показателя теплоусвоения».

10. ГОСТ 7025 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости».

11. ГОСТ 17177 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний».

### Обосновывающая часть.

## 1. Расчет нормативных величин сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

### 1. Исходные данные:

Климатические параметры приняты в соответствии с СП131.13330.2020

Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_{in}=20$
Расчетная температура наружного воздуха, °С	$t_{in}=-26$
Расчетная температура подвала, °С	$t_{exdn}=10$
Средняя температура воздуха отопительного периода, °С	$t_{ht}=-2,2$
Продолжительность отопительного периода, сут.	$Z_{ht}=204$
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{in}=8,7$
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{ex}=23$
Коэффициент положения поверхности для стен	$n_w=1$
Нормативный температурный перепад для стен, °С	$\Delta t_w=4$
Нормативный температурный перепад для чердачного перекрытия, °С	$\Delta t_{tr}=3$

### 2. Определение требуемого сопротивления теплопередаче для стен:

$$GCOП=(t_{in}-t_{ht})\cdot Z_{ht}=(20+2,2)\cdot 204=4529\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$a=0,00035\quad b=1,4$$

$$R_{0u}=a\cdot GCOП+b=0,00035\cdot 4529+1,4=2,985\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Определение требуемого сопротивления теплопередаче для стен:

$$R_{min}=R_{0u}\cdot 0,63=2,985\cdot 0,63=1,881\text{ (п.5.2 СП50.13330.2012)}$$

Определение требуемого сопротивления теплопередаче стен между подвалом и отапливаемой частью:

$$n=\frac{t_{ex}-t_{exdn}}{t_{in}-t_{ex}}=\frac{20-10}{20+26}=0,217$$

$$R_{0udn}=n\cdot R_{0u}=0,217\cdot 2,985=0,649\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

### 3. Определение требуемого сопротивления теплопередаче для перекрытий и покрытий:

Инв. № инв. №	Взам. инв. №	Подпись и дата							Лист
									8
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ			

$$\text{ГСОП}=(t_{in}-t_{ht})\cdot Z_{ht}=(20+2,2)\cdot 204=4529\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$a=0,0005\quad b=2,2$$

$$R_{0u}=a\cdot\text{ГСОП}+b=0,0005\cdot 4529+2,2=4,464\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Определение минимального требуемого сопротивления теплопередаче для покрытий:

$$R_{\min}=R_{0u}\cdot 0,8=4,464\cdot 0,8=3,572\text{ (п.5.2 СП50.13330.2012)}$$

Определение требуемого сопротивления теплопередаче перекрытия между подвалом и помещениями:

$$n=\frac{t_{ex}-t_{exdn}}{t_{in}-t_{ex}}=\frac{20-10}{20+26}=0,217$$

$$R_{0udn}=n\cdot R_{0u}=0,217\cdot 4,464=0,971\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Определение требуемого сопротивления теплопередаче для покрытий над подземной автомобильной стоянкой:

$$\text{ГСОП}=(t_{in}-t_{ht})\cdot Z_{ht}=(10+2,2)\cdot 204=2489\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$a=0,0004\quad b=1,6$$

$$R_{0u}=a\cdot\text{ГСОП}+b=0,0005\cdot 2489+2,2=3,444\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Определение минимального требуемого сопротивления теплопередаче для покрытий:

$$R_{\min}=R_{0u}\cdot 0,8=3,444\cdot 0,8=2,756\text{ (п.5.2 СП50.13330.2012)}$$

4. Определение требуемого сопротивления теплопередаче для чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемыми помещениями:

$$\text{ГСОП}=(t_{in}-t_{ht})\cdot Z_{ht}=(20+2,2)\cdot 204=4529\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$a=0,00045\quad b=1,9$$

$$R_{0u}=a\cdot\text{ГСОП}+b=0,00045\cdot 4529+1,9=3,938\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Определение минимального требуемого сопротивления теплопередаче для покрытий:

$$R_{\min}=R_{0u}\cdot 0,8=3,938\cdot 0,8=3,150\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}\text{ (п.5.2 СП50.13330.2012)}$$

5. Определение требуемого сопротивления теплопередаче для светопрозрачных конструкций:

$$\text{ГСОП}=(t_{in}-t_{ht})\cdot Z_{ht}=(20+2,2)\cdot 204=4529\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

ГСОП	4000		$R_o^{mp}$	0.63	
	4529	$^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	$R_{ou}$	0.66	$\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

6000

 $R_o^{mp}$ 

0.73

$$R_{\min} = R_{0u} \cdot 0,8 = 0,66 \cdot 1 = 0,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \text{ (п.5.2 СП50.13330.2012)}$$

## 6. Определение требуемого сопротивления теплопередаче для светопрозрачных конструкций:

$$ГСОП = (t_{in} - t_{ht}) \cdot Z_{ht} = (20 + 2,2) \cdot 204 = 4529 \text{ °C} \cdot \text{сут}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче стен по формуле 5.4 СП 50.13330.2012.

$$R_{0ow} = \frac{(t_g - t_n)}{\Delta t_g \cdot \alpha_g} = \frac{20 + 26}{4 \cdot 8,7} = 1,322 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Нормируемое минимальное значение сопротивления теплопередаче входных дверей и ворот по п. 5.2 СП 50.13330.2012.

$$R_{0d} = 0,6 \cdot R_{0u} = 0,6 \cdot 1,322 = 0,793 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

## 2. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

### 1. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен

#### а. Исходные данные

Расчетная температура внутреннего воздуха, °C	$t_{in}=20$
Расчетная температура наружного воздуха, °C	$t_{ex}=20$
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, стены, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$\alpha_{in}=8,7$
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$\alpha_{ex}=8,7$
Толщина стен из железобетона, м	$\delta_1=0,2$
Коэффициент теплопроводности железобетона, Вт/(м·°C)	$\lambda_1=1,92$
Площадь опоры навесного фасада, м <sup>2</sup>	$S_2=0,002$
Количество опор навесного фасада на 1 м <sup>2</sup> , шт	$n_2=6$
Коэффициент теплопроводности навесного фасада из алюминия, Вт/(м·°C)	$\lambda_2=221$
Толщина минераловатного утеплителя стен, м	$\delta_3=0,15$
Коэффициент теплопроводности утеплителя из минваты, Вт/(м·°C)	$\lambda_3=0,041$
Толщина утеплителя стен из экструдированного пенополистирола, м	$\delta_{3,1}=0,1$
Коэффициент теплопроводности экструдированного пенополистирола, Вт/(м·°C)	$\lambda_{3,1}=0,035$
Толщина стены из газоблока D600, м	$\delta_4=0,2$
Коэффициент теплопроводности стены из газоблока D600, Вт/(м·°C)	$\lambda_4=0,22$
Толщина стены из цемблока, м	$\delta_{4,1}=0,2$
Коэффициент теплопроводности стены из цемблока, Вт/(м·°C)	$\lambda_{4,1}=0,8$
Толщина кирпичной кладки, м	$\delta_5=0,120$
Коэффициент теплопроводности кирпичной кладки, Вт/(м·°C)	$\lambda_5=0,7$
Толщина штукатурного слоя, м	$\delta_6=0,01$
Коэффициент теплопроводности штукатурного слоя, Вт/(м·°C)	$\lambda_6=0,76$
Толщина замкнутой воздушной прослойки (ЗПВ), м	$\delta_7=0,02$
Коэффициент теплопроводности ЗПВ, Вт/(м·°C)	$\lambda_7=0,15$
Коэффициент однородности наружных стен, учитывающий влияние стыков, откосов проема, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений	$r=0,8$

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Лист

10

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док Подп. Дата

## б. Сопротивление теплопередаче стен.

**Стены 1 - (ж/б, минераловатный утеплитель, система навесного фасада)**

слой	материал	толщина, мм
1	штукатурка	0
2	ж/б	200
3	минераловатный утеплитель	150
4	вентфасад	0

Термическое сопротивление наружной стены без теплопроводных включений (железобетон+утеплитель)

$$K_{ow} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{ex}} + \left(\frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_6}{\lambda_6}\right) + \frac{1}{\alpha_{in}}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \left(\frac{0,150}{0,041} + \frac{0,200}{1,92} + \frac{0,01}{0,76}\right) + \frac{1}{8,7}} = 0,255 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Термическое сопротивление теплопроводных включений

$$K_{on} = \frac{S_2 \cdot n_2}{\frac{1}{\alpha_{ex}} + \frac{\delta_3}{\lambda_2}} = \frac{0,002 \cdot 6}{\frac{1}{23} + \frac{0,150}{221}} = 0,272 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Приведенное сопротивление стены с теплопроводными включениями навесного фасада

$$R_{o1} = \frac{1}{K_{ow} \cdot K_{on}} = \frac{1}{0,255 + 0,272} = 1,898 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Коэффициент теплотехнической однородности

$$r_1 = K_{ow} \cdot R_{o1} = 0,255 \cdot 1,898 = 0,484$$

**Стены 2 - (газоблок, минераловатный утеплитель, система навесного фасада)**

слой	материал	толщина, мм
1	штукатурка	0
2	газоблок	200
3	минераловатный утеплитель	150
4	вентфасад	0

Термическое сопротивление наружной стены без теплопроводных включений (железобетон+утеплитель)

$$K_{ow} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{ex}} + \left(\frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_6}{\lambda_6}\right) + \frac{1}{\alpha_{in}}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \left(\frac{0,150}{0,041} + \frac{0,200}{0,22} + \frac{0,01}{0,76}\right) + \frac{1}{8,7}} = 0,212 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Термическое сопротивление теплопроводных включений

$$K_{on} = \frac{S_2 \cdot n_2}{\frac{1}{\alpha_{ex}} + \frac{\delta_3}{\lambda_2}} = \frac{0,002 \cdot 6}{\frac{1}{23} + \frac{0,150}{221}} = 0,272 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$$

Приведенное сопротивление стены с теплопроводными включениями навесного фасада

$$R_{\omega 2} = \frac{1}{K_{ow} \cdot K_{on}} = \frac{1}{0,212 + 0,272} = 2,069 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Коэффициент теплотехнической однородности

$$r_2 = K_{ow} \cdot R_{\omega 2} = 0,255 \cdot 2,069 = 0,528$$

### Стены 3 - (ниже уровня земли)

слой материал толщина, мм

1	штукатурка	0
2	ж/б	200
3	Утеплитель XPS	150

$$R_{\omega 3} = \left( \frac{1}{\alpha_{ex}} + \left( \frac{\delta_{3,1}}{\lambda_{3,1}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right) + \frac{1}{\alpha_{in}} \right) \cdot r = \left( \frac{1}{23} + \frac{0,1}{0,035} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{1}{8,7} \right) \cdot 0,8 = 2,496 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Коэффициент теплотехнической однородности

$$r_2 = K_{ow} \cdot R_{\omega 2} = 0,255 \cdot 2,069 = 0,528$$

в. Температура на внутренней поверхности стены, для типа стен с наиболее низким сопротивлением теплопередаче (в запас)

$$t_{in} = t_{in} - [n(t_{in} - t_{ex})]/(R_{w1}\alpha_{in}) = 20 - (1(20 - (-26)))/(1,898 \cdot 8,7) = 17,2 \text{ °С}$$

температура точки росы:

$$t_{\text{рос}} = 10,2 \text{ °С}, \quad t_{in} \geq t_{\text{рос}}$$

температура на внутренней поверхности стены выше температуры точки росы. Требование п.5.1.в) СП 50.13330.20212 соблюдается.

## 2. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих покрытий и перекрытий

### а. Исходные данные

Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_{in}=20$
Расчетная температура наружного воздуха, °С	$t_{ex}=20$
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{in}=8,7$
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{ex}=8,7$
Коэффициент теплопроводности железобетона, Вт/(м·°С)	$\lambda_1=1,92$
Коэффициент теплопроводности керамзита D600, Вт/(м·°С)	$\lambda_2=0,17$
Коэффициент теплопроводности XPS, Вт/(м·°С)	$\lambda_3=0,035$
Коэффициент теплопроводности минваты, Вт/(м·°С)	$\lambda_4=0,042$
Коэффициент теплопроводности стяжки, Вт/(м·°С)	$\lambda_5=0,7$
Коэффициент однородности	$r=0,8$

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

## б. Расчет.

Сопротивление теплопередаче основного покрытия 1 (в т.ч. террас).

$$K_{pr1} = \left( \frac{1}{\alpha_{ex}} + \left( \frac{0.04}{\lambda_5} + \frac{0.04}{\lambda_2} + \frac{0.15}{\lambda_3} + \frac{0.2}{\lambda_1} \right) + \frac{1}{\alpha_{in}} \right) \cdot r = \left( \frac{1}{23} + \frac{0.04}{0.7} + \frac{0.04}{0.17} + \frac{0.15}{0.035} + \frac{0.2}{1.92} + \frac{1}{8.7} \right) \cdot 0.8 = 3.873 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Сопротивление теплопередаче основного покрытия 2 (над подземными автостоянками).

$$K_{pr1} = \left( \frac{1}{\alpha_{ex}} + \left( \frac{0.04}{\lambda_5} + \frac{0.04}{\lambda_2} + \frac{0.1}{\lambda_3} + \frac{0.4}{\lambda_1} \right) + \frac{1}{\alpha_{in}} \right) \cdot r = \left( \frac{1}{23} + \frac{0.04}{0.7} + \frac{0.04}{0.17} + \frac{0.1}{0.035} + \frac{0.4}{1.92} + \frac{1}{8.7} \right) \cdot 0.8 = 2,813 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Сопротивление теплопередаче основного покрытия 3 (под выступами фасада в плане).

$$K_{pr1} = \left( \frac{1}{\alpha_{ex}} + \left( \frac{0.07}{\lambda_5} + \frac{0.2}{\lambda_4} + \frac{0.2}{\lambda_1} \right) + \frac{1}{\alpha_{in}} \right) \cdot r = \left( \frac{1}{23} + \frac{0.07}{0.7} + \frac{0.2}{0.042} + \frac{0.2}{1.92} + \frac{1}{8.7} \right) \cdot 0.8 = 4,100 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Температура на внутренней поверхности перекрытия (тип 1)

$$\tau_{in} = t_{in} - [n(t_{in} - t_{ex})]/(R_{w1}\alpha_{in}) = 20 - (1(20 - (-26)))/(3,873 \cdot 8,7) = 18,6 \text{ °C}$$

температура точки росы:

$$\tau_{рос} = 10,2 \text{ °C}, \quad \tau_{in} \geq \tau_{рос}$$

температура на внутренней поверхности перекрытия выше температуры точки росы. Требование п.5.1.в) СП 50.13330.20212 соблюдается.

## 3. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен

### а. Исходные данные

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, стены, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$\alpha_{in}=8,7$
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$\alpha_{ex}=8,7$
Толщина бетонной плиты пола, м	$\delta_1=0,2$
Коэффициент теплопроводности плиты пола, Вт/(м·°C)	$\lambda_1=2,04$
Толщина минераловатного утеплителя пола, м	$\delta_2=0,10$
Коэффициент теплопроводности утеплителя из минваты, Вт/(м·°C)	$\lambda_2=0,044$
Коэффициент теплопроводности стяжки, Вт/(м·°C)	$\lambda_3=0,93$
Коэффициент теплопроводности грунта (базовая величина), Вт/(м·°C)	$\lambda_r=1,6$
Приведенное сопротивление теплопередаче пола в зоне I, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R_{f1}=2.1$
Приведенное сопротивление теплопередаче пола в зоне II, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R_{f2}=3,8$
Приведенное сопротивление теплопередаче пола в зоне III, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R_{f3}=5,2$
Приведенное сопротивление теплопередаче пола в зоне IV, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R_{f4}=7,7$

### б. Определение сопротивления теплопередаче конструкции пола по грунту.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ	Лист
									13	



$$R_{hf} = \frac{0,1}{\lambda_3} + \frac{0,3}{\lambda_1} = \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,3}{2,04} = 0,255 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{hf1} = R_{f1} + R_{hf} = 2,1 + 0,255 = 2,355 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{hf2} = R_{f2} + R_{hf} = 3,8 + 0,255 = 4,055 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{hf3} = R_{f3} + R_{hf} = 5,2 + 0,255 = 5,455 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{hf4} = R_{f4} + R_{hf} = 7,7 + 0,255 = 7,955 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

### 3. Расчет объемно-планировочных решений

#### 1. Расчет отопляемой площади

$A_{от0}=5412,0$	$\text{м}^2$ , площадь подземного этажа	$A_{от11}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 11 этажа
$A_{от1}=2516,2$	$\text{м}^2$ , площадь 1 этажа	$A_{от12}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 12 этажа
$A_{от2}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 2 этажа	$A_{от13}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 13 этажа
$A_{от3}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 3 этажа	$A_{от14}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 14 этажа
$A_{от4}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 4 этажа	$A_{от15}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 15 этажа
$A_{от5}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 5 этажа	$A_{от16}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 16 этажа
$A_{от6}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 6 этажа	$A_{от17}=1996,5$	$\text{м}^2$ , площадь 17 этажа
$A_{от7}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 7 этажа	$A_{от18}=1380,8$	$\text{м}^2$ , площадь 18 этажа
$A_{от8}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 8 этажа	$A_{от19}=1380,8$	$\text{м}^2$ , площадь 19 этажа
$A_{от9}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 9 этажа	$A_{от20}=1380,8$	$\text{м}^2$ , площадь 20 этажа
$A_{от10}=2164,7$	$\text{м}^2$ , площадь 10 этажа	$A_{от21}=1104,2$	$\text{м}^2$ , площадь 21 этажа

$$A_{от} = 5412 + 2516,2 + 2164,7 \cdot 15 + 1996,5 + 1380,8 \cdot 3 + 1104,2 = 47641,8 \text{ м}^2$$

#### 2. Расчет отопляемого объема здания

$$V_{от} = A_{от0} \cdot 4,95 + A_{от1} \cdot 4,5 + (A_{от} - A_{от1} - A_{от1}) \cdot 3,3 = 5412,0 \cdot 4,95 + 2516,2 \cdot 4,5 + 39713,6 \cdot 3,3 = 162167,2 \text{ м}^3$$

#### 3. Расчет наружных ограждающих конструкций

Суммарная площадь вертикальных ограждающих конструкций выше поверхности земли:

$u_0=302,8$	м, периметр подземного этажа	$u_{11}=316,7$	м, периметр 11 этажа
$u_1=325,1$	м, периметр 1 этажа	$u_{12}=316,7$	м, периметр 12 этажа
$u_2=316,7$	м, периметр 2 этажа	$u_{13}=316,7$	м, периметр 13 этажа
$u_3=316,7$	м, периметр 3 этажа	$u_{14}=316,7$	м, периметр 14 этажа
$u_4=316,7$	м, периметр 4 этажа	$u_{15}=316,7$	м, периметр 15 этажа
$u_5=316,7$	м, периметр 5 этажа	$u_{16}=316,7$	м, периметр 16 этажа
$u_6=316,7$	м, периметр 6 этажа	$u_{17}=305,8$	м, периметр 17 этажа
$u_7=316,7$	м, периметр 7 этажа	$u_{18}=199,3$	м, периметр 18 этажа
$u_8=316,7$	м, периметр 8 этажа	$u_{19}=199,3$	м, периметр 19 этажа
$u_9=316,7$	м, периметр 9 этажа	$u_{20}=199,3$	м, периметр 20 этажа
$u_{10}=316,7$	м, периметр 10 этажа	$u_{21}=191,4$	м, периметр 20 этажа

$$A_w = u_1 \cdot 4,5 + (u_2 \cdot 15 + u_{17} + u_{18} \cdot 3 + u_{21}) \cdot 3,3 = 325,1 \cdot 4,5 + (316,7 \cdot 15 + 305,8 + 199,3 \cdot 3 + 191,3) \cdot 3,3 = 20753,1 \text{ м}^2$$

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Суммарная площадь вертикальных ограждающих конструкций ниже поверхности земли:

$$A_{wf} = u_1 \cdot 1,85 + u_1 \cdot 3,7 = 325,1 \cdot 1,85 + 302,8 \cdot 3,7 = 1721,8 \text{ м}^2$$

Суммарная площадь окон и балконных дверей, ориентированных по сторонам света:

$$A_{св} = 451,8 + 1481,9 = 1933,7 \text{ м}^2,$$

$$A_{юв} = 1432,4 + 515,0 = 1947,4 \text{ м}^2,$$

$$A_{юз} = 541,6 + 1314 = 1855,6 \text{ м}^2,$$

$$A_{с3} = 1551,8 + 417,9 = 1969,7 \text{ м}^2,$$

$$A_{ок} = 1933,7 + 1947,4 + 1855,6 + 1969,7 = 7706,4 \text{ м}^2$$

Суммарная площадь входных дверей:

$$A_{дв} = 155,7 \text{ м}^2$$

Суммарная площадь стен выше поверхности земли:

$$A_{ст} = A_w - A_{ок} - A_{дв} = 20753,1 - 7706,4 - 155,7 = 12891,0 \text{ м}^2$$

Суммарная площадь стен ниже поверхности земли:

$$A_{ст} = 1721,8 \text{ м}^2.$$

#### 4. Расчет теплоэнергетических показателей здания.

##### 1. Исходные данные:

- площадь стен выше поверхности земли - 18891,0 м<sup>2</sup>;
- площадь стен ниже поверхности земли – 1721,8 м<sup>2</sup>;
- площадь светопрозрачных конструкций – 7706,4 м<sup>2</sup>
- площадь дверей – 155,6 м<sup>2</sup>
- площадь перекрытий над проездами – 191,6 м<sup>2</sup>;
- площадь основного покрытия 1 (в т.ч. террас) – 2516,2 м<sup>2</sup>;
- площадь основного покрытия 1 (подземная автостоянка) – 32473, м<sup>2</sup>;
- площадь пола первого этажа – 2516,2 м<sup>2</sup>;
- площадь пола по грунту – 5412,0 м<sup>2</sup>;
- площадь пола по грунту, III зона – 136,3 м<sup>2</sup>;
- площадь пола по грунту, IV зона – 5275,7 м<sup>2</sup>;
- площадь стен 1 (ж/б, минвата, вентфасад) – 5414,2 м<sup>2</sup>;
- площадь стен 2 (газоблок, минвата, вентфасад) – 7476,8 м<sup>2</sup>;
- площадь стен 3 (ниже уровня земли) – 646,9 м<sup>2</sup>;
- площадь стен ниже уровня земли от 2 м до 4 м – 605,6 м<sup>2</sup>;
- площадь стен ниже уровня земли от 4 м до пола – 469,3 м<sup>2</sup>;
- приведенное сопротивление теплопередаче стен 1  $R_{ст1} = 1,898 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче стен 2  $R_{ст2} = 2,069 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче стен цокольного этажа до 2м -  $R_{ппг1} = 4,596 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Лист

15

- приведенное сопротивление теплопередаче стен цокольного этажа от 2 м до 4 м -  $R_{\text{штг2}}=3,947 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче стен цокольного этажа от 4м до пола -  $R_{\text{штг3}}=5,347 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту, III зона -  $R_{\text{штг3}}=5,347 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту, IV зона -  $R_{\text{штг4}}=7,955 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций -  $R_{\text{ок}}=0,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей -  $R_{\text{дв}}=1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче покрытия 1 (жилой дом и террасы) -  $R_{\text{пок1}}=3,873 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче покрытия 2 (подземная автостоянка) -  $R_{\text{пок2}}=2,813 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- приведенное сопротивление теплопередаче покрытия 3 (перекрытие над проездом) -  $R_{\text{пок3}}=4,100 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- ГСОП –  $4529 \text{ °C} \cdot \text{сут}$ ;
- удельная теплоемкость воздуха –  $c_a=1, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$ ;
- удельный нормативный расход воздуха –  $q_a=3 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ ;
- коэффициент, учитывающий внутренние конструкции -  $\beta_v=0,85$ ;
- отапливаемый объем –  $V_{\text{от}}=162167,2 \text{ м}^3$ ;
- температура внутреннего воздуха -  $t_v=20 \text{ °C}$ ;
- температура наружного воздуха -  $t_n=-26 \text{ °C}$ ;
- средняя температура наружного воздуха за отопительный период -  $t_{\text{от}}=-2,2 \text{ °C}$ ;
- коэффициент влияния встречного теплового потока –  $k=1$ ;
- коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление –  $\beta_n=1$ ;
- отапливаемая площадь здания –  $A_{\text{от}}=47641,8$ ;
- продолжительность отопительного периода –  $z_{\text{от}}=204 \text{ сут.}$ ;
- величина солнечной радиации по северо-восточному и северо-западному фасаду –  $256 \text{ МДж}/\text{м}^2$ ;
- величина солнечной радиации по юго-восточному и юго-западному фасаду –  $1544 \text{ МДж}/\text{м}^2$ ;
- величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность –  $1983,6 \text{ МДж}/\text{м}^2$ ;
- коэффициент, учитывающий затенение  $\tau=0,75$ ;
- коэффициент относительного проникания  $k=0,9$ .

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ	Лист
										16

## 2. Оболочка здания.

Суммарная площадь ограждающих конструкций:

$$A_{н. сум} = 12891,0 + 1721,8 + 7706,4 + 155,6 + 2516,2 + 3247,3 + 191,6 + 5412,0 = 33841,9 \text{ м}^2$$

Коэффициент остекленности фасадов:  $f = 7706,4 / (12891 + 7706,4 + 155,6) = 0,36$

Коэффициент компактности здания:  $33841,9 / 162167,2 = 0,22$

Приведенное сопротивление теплопередаче стен выше уровня земли:

$$R_{ст} = 12891 / (5414,2 / 1,898 + 7476,8 / 2,069) = 1,994 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче стен ниже уровня земли и пола по грунту:

$R_{ппг}$

$$= (1721,8 + 5412,0) / (646,9 / 4,596 + 605,6 / 3,947 + 469,3 / 5,347 + 136,3 / 5,347 + 5275,7 / 7,955) = 6,663 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Расчет удельной теплозащитной характеристики здания по форме таблицы Ж.1

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{ф,i}$ м <sup>2</sup>	$R_{oi}^{np}$ м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$\frac{n_{t,i} \cdot A_i}{R_{oi}^{np}}$ Вт/°C	%
Стены наружные выше земли	1	12891,0	1,994	6464,9	30,5
Стены ниже уровня земли и пол по грунту	1	7133,8	6,663	1070,7	5,1
Светопрозрачные конструкции	1	7706,4	0,66	11676,4	55,1
Входные двери	1	155,6	1,2	129,7	0,6
Покрытие 1 тип	1	2516,2	3,873	649,7	3,1
Покрытие 2 тип	1	3247,3	2,813	1154,4	5,4
Перекрытие над проездом	1	191,6	4,100	46,7	0,2
ИТОГО		33841,9		21192,5	100

Проектная удельная теплозащитная характеристика:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{ом}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{фi}}{R_{oi}^{np}} \right) = \frac{21192,5}{162167,2} = 0,131 \text{ Вт} / (\text{м}^3 / \text{сут})$$

Общий коэффициент теплопередачи здания:

$$K_{общ} = \frac{1}{A_{н сум}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{фi}}{R_{oi}^{np}} \right) = \frac{21192,5}{33841,9} = 0,626 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Требуемая теплозащитная характеристика:

Взам. инв. №	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ						Лист
							17
Подпись и дата	Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	
Инв. № подл.							

$$k_{об}^{mp} = \frac{0.16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0.00013 \cdot ГСОП + 0.61} = \frac{0.16 + \frac{10}{\sqrt{162167,2}}}{0.00013 \cdot 4529 + 0.61} = 0,154 \text{ Вт}/(\text{м}^3/\text{сут})$$

$$k_{об}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}} = \frac{8,5}{\sqrt{4529}} = 0,126 \text{ Вт}/(\text{м}^3/\text{сут})$$

Принимаем максимальное из 0,154 Вт/(м<sup>3</sup>/сут) и 0,126 Вт/(м<sup>3</sup>/сут).

Проектная удельная теплозащитная характеристика здания 0,131 Вт/(м<sup>3</sup>·°С) меньше нормируемого значения (комплексное требование) 0,154 Вт/(м<sup>3</sup>·°С).  
Условие выполняется.

### 3. Вентиляция здания.

Приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания:  
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период

$$\rho_{в}^{всн} = 353 / (273 + t_{от}) = 353 / (273 - 2,2) = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Жилая площадь квартир.  $A_{ж} = 29565,7 \text{ м}^2$

Расчетная площадь общественной части  $A_{п} = 1591,8 + \text{м}^2$

Расход приточного воздуха  $L_{общ} = 4 \cdot A_{п} = 4 \cdot (1591,8 + 4756,5) = 25393,2 \text{ м}^3/\text{ч}$

Коэффициент снижения объема воздуха в здании,  $\beta = 0,85$ ;

Число часов работы механической вентиляции в неделю –  $n_{вент} = 140 \text{ ч}$ ;

Высота здания от ур. пола первого этажа до верха вытяжной шахты  $H = 69 \text{ м}$ ;

Удельный вес наружного воздуха  $\gamma_n = \frac{3463}{273 + t_n} = 14,02 \text{ Н}/\text{м}^3$ ;

Удельный вес наружного воздуха  $\gamma_e = \frac{3463}{273 + t_e} = 11,82 \text{ Н}/\text{м}^3$ ;

Скорость ветра –  $v = 3 \text{ м}/\text{с}$ ;

Расчетное число жителей –  $m = 830 \text{ чел.}$ ;

Высота этажа  $h_{эт} = 3 \text{ м}$ .

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях стен, входных дверей и перекрытий  $\Delta p = 0.55H(\gamma_n - \gamma_e) + 0.03\gamma_n v^2 = 86,60 \text{ Па}$ .

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон  $\Delta p = 0.28H(\gamma_n - \gamma_e) + 0.03\gamma_n v^2 = 45,7 \text{ Па}$ .

Требуемое сопротивление воздухопроницаемости светопрозрачных конструкций:

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ	Лист
									18	

$$R_{иок}^{mp} = \frac{1}{5} \left( \frac{\Delta p}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,843 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$$

Требуемое сопротивление воздухопроницаемости входных дверей:

$$R_{ио\delta}^{mp} = \frac{1}{7} \left( \frac{\Delta p}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,602 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$$

Количество инфильтрующегося воздуха:

$$G_{инф} = \frac{A_{ок}}{R_{и,ок}^{mp}} \left( \frac{\Delta p_{ок}}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + \frac{A_{о\delta}}{R_{и,о\delta}^{mp}} \left( \frac{\Delta p_{о\delta}}{10} \right)^{\frac{1}{2}} = 39291,9 \text{ кг/ч}$$

Средняя кратность воздухообмена за счет вентиляции и инфильтрации:

Количество приточного воздуха в жилой части здания:

$$L_{\text{вент. жил}} = 30 \cdot m = 30 \cdot 830 = 24900 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вент. жил}} = 0,35 \cdot h_{\text{эт}} \cdot A_{\text{ж}} = 0,35 \cdot 3 \cdot 29565,7 = 31043,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вент. жил}} = 31043,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество приточного воздуха в общественной части здания

$$L_{\text{вент. общ}} = 25392,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n_{\text{в}} = \left[ L_{\text{вент. жил}} + \frac{L_{\text{вент. общ}} \cdot n_{\text{вент}}}{168} + \frac{G_{\text{инф}} \cdot n_{\text{инф}}}{168 \cdot \rho_{\text{в}}^{\text{вент}}} \right] / (\beta_{\text{в}} \cdot V_{\text{от}})$$

$$n_{\text{в}} = \left[ 29565,7 + \frac{28393,2 \cdot 140}{168} + \frac{39291,9 \cdot 28}{168 \cdot 1,3} \right] / (0,85 \cdot 162167,2)$$

$$= 0,423 \text{ 1/ч}$$

Удельная вентиляционная характеристика здания

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot (L_{\text{вент}} \cdot \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} \cdot n_{\text{вент}} (1 - \kappa_{\text{эф}}) + G_{\text{инф}} \cdot n_{\text{инф}}) / 168 V_{\text{от}} = 0,28 \cdot 1 \cdot (29565,7 \cdot 1,3 \cdot 168 + 28393,2 \cdot 1,3 \cdot 140 + 39291,9 \cdot 28) / (168 \cdot 162167,2) = 0,132 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

#### 4. Дополнительные поступления в здание

Бытовые тепловыделения на 1 м<sup>2</sup> площади помещений

$$A_{\text{м}} = A_{\text{ж}}/m = 29565,7/830 = 35,6 \text{ м}^2/\text{ч}$$

Бытовые тепловыделения от жилой части  $q_{\text{int1}} = 13,2 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

Бытовые тепловыделения от людей в общественной части  $q_{\text{int2}} = 90 \text{ Вт}/\text{чел}$ ;

Расход на освещение по установленной мощности  $q_{\text{int3}} = 5000 \text{ Вт}$

Бытовые тепlopоступления в течении отопительного периода

$$Q_1 = q_{int1} \cdot A_{ж} = 13,2 \cdot 29566,7 = 390280,4 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = (q_{int2} \cdot n_{вент} \cdot 10) / 168 = (90 \cdot 140 \cdot 10) / 168 = 750 \text{ Вт}$$

$$Q_3 = (q_{int3} \cdot n_{вент}) / 168 = (5000 \cdot 140) / 168 = 4166,7 \text{ Вт}$$

$$q_{быт} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) / (A_{ж} + A_p) = (390280,4 + 750 + 4166,7) / (29566,7 + 6348,3) = 11,0 \text{ Вт/м}^2$$

$$\kappa_{быт} = (q_{быт} \cdot (A_{ж} + A_p)) / (V_{от} \cdot (t_{в} - t_{н})) = (11,0 \cdot 35915) / (162167,2 \cdot (20 - (-2,2))) = 0,121 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)}$$

Теплопоступления от солнечной радиации в течении отопительного периода

$$Q_s = \tau_{ок1} \cdot \tau_{ок2} \sum A_{см.св} I_{см.св} + \tau_{фон1} \cdot \tau_{фон2} \sum A_{фон} I_{фон} = 0,9 \cdot 0,75 (3903,4 \cdot 254 + 3806 \cdot 1544) = 4635851,1 \text{ МДж}$$

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации

$$\kappa_{рад} = \frac{11,6 \cdot Q_{рад}^{зод}}{V_{от} \cdot ГСОП} = \frac{11,6 \cdot 4635851,1}{162167,2 \cdot 4528} = 0,073 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)}$$

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания:

$$q_{от}^p = \kappa_{об} + \kappa_{вент} - \beta_{кпн} (\kappa_{быт} + \kappa_{рад}) = 0,131 + 0,132 - 0,69 (0,121 + 0,073) = 0,129 \text{ кВтч/(м}^3 \cdot \text{год)}$$

Коэффициент эффективности регулирования подачи теплоты в системах отопления  $\kappa_{рег} = 0,9$

$$\beta_{кпн} = \kappa_{рег} / (1 + 0,5 \cdot n_{в}) = 0,9 / (1 + 0,5 \cdot 0,626) = 0,69$$

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию:

$$q_{от}^{mp} = 0,290 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)}$$

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом понижения на 40% (приказ Минстроя и ЖКХ РФ от 17 ноября 2017 г. №1550/пр).

$$q_{от}^{mp} = 0,174 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)}$$

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

Инв. № инв. №	Взам. инв. №					
	Подпись и дата					
Инв. № подл.	Изм.					
	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ
						Лист
						20

$$\frac{100 \cdot (q_{om}^p - q_{om}^{mp})}{q_{om}^{mp}} = \frac{100 \cdot (0,129 - 0,174)}{0,174} = -25,9\%$$

Для отклонения, равного -25,9 % класс энергосбережения для жилого дома «В» - **Высший.**

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$Q_{от}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{от} \cdot q_{от}^p$$

$$= 0,024 \cdot 4529 \cdot 162167,2 \cdot 0,129 = 2273873 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Общие теплотери здания за отопительный период:

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

$$= 0,024 \cdot 4529 \cdot 162167,2 \cdot (0,131 + 0,132) = 4635882 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{от}^p = 0,024 \cdot 4529 \cdot 0,129 = 14,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$$

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{от}^p \cdot h = 0,024 \cdot 4529 \cdot 0,129 \cdot 3,3 = 46,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Расчет приведенного фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания к расчетным условиям базового удельного расхода энергетических ресурсов ( $q_{bas}^{mp}$ ) в соответствии с п.23 приказа №399/пр министерства строительства и ЖКХ.

Бытовые тепловыделения от жилой части для условий Вт/м<sup>2</sup>

$$q_{быт1.1} = 17 \text{ Вт/м}^2$$

$$k_{быт} = (q_{быт1.1} \cdot A_{ж} + Q_2 + Q_3) / (V_{от} \cdot (t_v - t_n)) = (17 \cdot 29566,7 + 750 + 4166) / (162167,2 \cdot (20 - (-2,2))) = 0,141 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Количество приточного воздуха в жилой части здания

$$L_{вент1.1} = 30 \cdot 830 = 24900 \text{ Вт/м}^2$$

$$n_v = \left[ L_{вент1.1} + \frac{L_{вент.общ} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168 \cdot \rho_v^{вент}} \right] / (\beta_v \cdot V_{от})$$

$$n_v = \left[ 24900 + \frac{28393,2 \cdot 140}{168} + \frac{39291,9 \cdot 28}{168 \cdot 1,3} \right] / (0,85 \cdot 162167,2)$$

$$= 0,389 \text{ 1/ч}$$

Удельная вентиляционная характеристика здания

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ	Лист
							21



$$\kappa_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot (L_{\text{вент}} \cdot \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} \cdot n_{\text{вент}} (1 - \kappa_{\text{эф}}) + G_{\text{инф}} \cdot n_{\text{инф}}) / 168 V_{\text{от}} = 0,28 \cdot 1 \cdot (24900 \cdot 1,3 \cdot 168 + 28393,2 \cdot 1,3 \cdot 140 + 39291,9 \cdot 28) / (168 \cdot 162167,2) = 0,120 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$$

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания:

$$q_{\text{от}}^p = \kappa_{\text{об}} + \kappa_{\text{вент}} - \beta_{\text{кни}} (\kappa_{\text{быт}} + \kappa_{\text{рад}}) = 0,131 + 0,120 - 0,69(0,141 + 0,073) = 0,105 \text{ кВтч}/(\text{м}^3 \text{год})$$

Приведенный фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p = 0,024 \cdot 4529 \cdot 0,105 = 11,4 \text{ кВтч}/(\text{м}^3 \text{год})$$

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p \cdot h = 0,024 \cdot 4529 \cdot 0,105 \cdot 3,3 = 37,6 \text{ кВтч}/(\text{м}^2 \text{год})$$

Базовый уровень удельного расхода энергетических ресурсов в МКД на отопление и вентиляцию (по табл. 1 приказа №399/пр от 06.06.2016 министерства строительства и ЖКХ РФ).

Базовый уровень расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для ГСОП=4529 °С·сут равен  $q_{\text{bas}}^{\text{mp}} = 88,05 \text{ кВтч}/(\text{м}^2 \text{год})$

Базовый уровень с учетом понижения на 40 % равен  $q_{\text{bas}0,6}^{\text{mp}} = 52,83 \text{ кВтч}/(\text{м}^2 \text{год})$

Определение класса энергетической эффективности в соответствии с проектной документацией:

$$\frac{100 \cdot (q_{\text{м}^2}^{\text{mp}} - q_{\text{bas}0,6}^{\text{mp}})}{q_{\text{bas}0,6}^{\text{mp}}} = \frac{100 \cdot (37,6 - 52,83)}{52,83} = -28,8\%$$

Полученный фактический приведенный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, равный 37,6 кВтч/(м²год), меньше требуемой величины 52,83 кВтч/(м²год).

**Класс энергоэффективности здания в соответствии с проектной документацией «С» Повышенный.**

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

Заказчик: ООО «Открытые мастерские» 1-24/01-АР.ЭЭ.ТЧ

Лист

22