



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**Методические указания**  
к практическим занятиям  
«Энергоэффективность: энергетический  
паспорт здания»  
по дисциплине

**«Современные системы  
климатизации зданий»**



Авторы  
Галкина Н. И.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Приведена методика составления раздела энергоэффективность, заполнения формы энергетического паспорта объекта, расчета основных энергетических параметров с присвоением класса по энергетической эффективности зданию.

Предназначены для бакалавров направления 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной формы обучения

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
Галкина Н.И.



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ .....</b>	<b>8</b>
<b>3. ФОРМЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА .....</b>	<b>13</b>
<b>4. ЗАДАЧИ С ПРИМЕРАМИ РАСЧЕТА И СОСТАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА. ....</b>	<b>23</b>
<b>5. УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЗДАНИЯ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД .....</b>	<b>31</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>56</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Для решения проблемы неэффективного расходования энергии на отопление жилищно-коммунальным фондом (около 40 % всех энергетических ресурсов страны) внедряются в строительство современные энергосберегающие технологии. Для контроля над внедрением этих технологий и соблюдением технологических норм необходимо регулярное энергетическое обследование (энергетический аудит), в результате которого выдается энергетический паспорт здания [1].

В данной работе детально рассмотрена структура, содержание и расчет обязательных показателей и параметров энергетических паспортов жилых и общественных зданий в соответствии с требованиями Федерального закона 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Энергопаспорт – это документ, цель которого показать, сколько энергии потребляет здание для поддержания внутреннего климата по сравнению с другими подобными зданиями. В нем указывается потребление энергии домом в целом или отдельной его части. В документе также указываются расходы на отопление, охлаждение здания, вентиляцию и освещение, а также перечень необходимых мер, направленных на уменьшение энергопотребления здания [2]. Практикум является результатом обобщения и анализа действующего законодательства, нормативно-правовых актов и научной литературы в сфере энергоснабжения и энергосбережения. Приведены данные о функциональном назначении, типе и конструктивной схеме здания, климате в районе его размещения, геометрических и теплоэнергетических показателях и коэффициентах. Также приведен пример энергетического паспорта здания, составленного на основании проектной документации, разбитый на задачи.

Экономия топливно-энергетических ресурсов и охрана окружающей среды – две неразрывно связанные и актуальные проблемы, решению которых во всем мире уделяется большое внимание.

## 1. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

В состав разделов проектной документации согласно [3] входит раздел №10.1 «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов». Этот раздел должен содержать следующее:

а) 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;

б) 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;

в) сведения об источниках энергетических ресурсов, их характеристиках (в соответствии с техническими условиями), о параметрах энергоносителей, требованиях к надежности и качеству поставляемых энергетических ресурсов;

г) перечень мероприятий по резервированию электроэнергии и описание решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах;

д) сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в объекте капитального строительства;

е) сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов энергетических ресурсов и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются);

ж) сведения о классе энергетической эффективности (в случае если присвоение класса энергетической эффективности объекту капитального строительства является обязательным в соответствии с законодательством Российской Федерации об энергосбережении) и о повышении энергетической эффективности;

з) перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются);

и) перечень технических требований, обеспечивающих достижение показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности и требования оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов не распространяются), в том числе:

- требований к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

- требований к отдельным элементам и конструкциям зданий, строений, сооружений и к их эксплуатационным свойствам;

- требований к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям (в том числе применяемым системам внутреннего освещения и теплоснабжения), включая инженерные системы;

- требований к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющих исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта, так и в процессе эксплуатации;

к) перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности и требования оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов не распространяются), включающий мероприятия по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к архитектурным, конструктивным, функционально-технологическим и инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую

эффективность зданий, строений и сооружений, и если это предусмотрено в задании на проектирование, - требований к устройствам, технологиям и материалам, используемым в системах электроснабжения, водоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и газоснабжения, позволяющих исключить нерациональный расход энергии и ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта, так и в процессе эксплуатации;

л) перечень мероприятий по учету и контролю расхода используемых энергетических ресурсов;

м) обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов (с учетом требований энергетической эффективности в отношении товаров, используемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсоснабжения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений);

н) 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, обратного водоснабжения и повторного использования тепла подогретой воды, решений по отделке помещений, решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей;

о) спецификацию 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;

п) описание мест расположения приборов учета используемых энергетических ресурсов, устройств сбора и передачи данных

от таких приборов;

р) описание и обоснование применяемых систем автоматизации и диспетчеризации и контроля тепловых процессов (для объектов производственного назначения) и процессов регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

с) описание схемы прокладки наружного противопожарного водопровода;

т) сведения об инженерных сетях и источниках обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, тепловой энергией.

Помимо представленной выше текстовой информации в раздел должен входить энергетический паспорт. Результате его составления является класс энергосбережения (п. ж).

## 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

**Энергетический паспорт проекта здания** - документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций, и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов и класс энергетической эффективности [4].

Энергетический паспорт проекта здания - это нормативный документ, который разрабатывается в целях обеспечения системы мониторинга расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданием, что подразумевает установление соответствия теплотехнических и энергетических характеристик здания нормируемым показателям, требованиям энергетической эффективности объектов капитального строительства, определяемых федеральным законодательством.

Энергетический паспорт разрабатывается при проектировании новых или реконструируемых зданий. Для зданий производственного назначения с температурой внутреннего воздуха ниже +12 °С энергетический паспорт не разрабатывается, а проводится расчет на соответствие ограждающих конструкций нормативным требованиям.

Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании потребности энергии на отопление и вентиляцию, установлены классы энергосбережения.

Класс энергосбережения – это характеристика энергосбережения здания, представленная интервалом значений удельного годового потребления энергии на отопление и вентиляцию, % от базового нормируемого значения.



Классы энергосбережения представлены в табл. 2.1.

При расчете запроектированного здания класс энергосбережения должен быть не ниже "С". Проектирование зданий с классом энергосбережения "D, E" не допускается. Классы "А, В, С" устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проектной документации. Впоследствии, при эксплуатации класс энергосбережения здания должен быть уточнен в ходе энергетического обследования.

С целью увеличения доли зданий с классами "А, В" субъекты Российской Федерации должны применять меры по экономическому стимулированию, как к участникам строительного процесса, так и к эксплуатирующим организациям.

Таблица 2.1

Классы энергосбережения жилых и общественных зданий

Обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %	Рекомендуемые мероприятия, разрабатываемые субъектами РФ
При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
A++ A+ A	Очень высокий	Ниже -60 От -50 до -60 включительно От -40 до -50 включительно	Экономическое стимулирование

В+ В	Высокий	От -30 до - 40 включительно От -15 до -30 включительно	Экономическое стимулирование
С+ С С-	Нормальный	От -5 до -15 включительно От +5 до -5 включительно От +15 до +5 включительно	Мероприятия не разрабатываются
При эксплуатации существующих зданий			
Д	Пониженный	От +15,1 до +50 включительно	Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании
Е	Низкий	Более +50	Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании, или снос

Присвоение зданию класса "В" и "А" производится только при условии включения в проект следующих **обязательных энергосберегающих мероприятий**:

- устройство индивидуальных тепловых пунктов, снижающих затраты энергии на циркуляцию в системах горячего водоснабжения и оснащенных автоматизированными системами управления и учета потребления энергоресурсов, горячей и холодной воды;

- применение энергосберегающих систем освещения общественных помещений, оснащенных датчиками движения и освещенности;

- применение устройств компенсации реактивной мощности двигателей лифтового хозяйства, насосного и вентиляционного

оборудования.

Энергетический паспорт проекта здания разрабатывается раздельно для жилой и нежилой частей для жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, полезная площадь которых превышает 20% площади квартир, и для нежилых пристроенных помещений, не объединенных со встроенными помещениями.

Энергетический паспорт проекта здания разрабатывается единым для жилых зданий со встроенно-пристроенными помещениями меньшей площади.

Контроль за соответствием показателей расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания нормируемым показателям на стадии разработки проектной документации осуществляют органы экспертизы.

Регулярность проведения обязательного энергетического обследования – не менее раза в пять лет.

Проверка соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляется органом государственного строительного надзора при осуществлении государственного строительного надзора. В иных случаях контроль и подтверждение соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляются застройщиком.

Класс энергосбережения при вводе в эксплуатацию законченного строительством или реконструкцией здания устанавливается на основе результатов обязательного расчетно-экспериментального контроля нормируемых энергетических показателей.

На стадии оформления ввода объекта строительства в эксплуатацию - проектная организация на основе анализа отступлений от проекта, допущенных при строительстве, разрабатывает перечень мероприятий по повышению энергетической эффективности здания.

В случае необходимости (несогласованное отступление от проекта, отсутствие необходимой технической документации, брак) инспекция Государственного строительного надзора вправе потребовать у Заказчика подтверждения соответствия основных показателей энергоэффективности и теплозащитных параметров

## Современные системы климатизации зданий

проекту, расчетно-экспериментальными методами, включая испытания конструкций и инженерных систем объекта.

Энергетический паспорт здания заполняется по форме, представленной в п.3. Энергетический паспорт проекта здания разрабатывает проектная организация в составе раздела "Энергоэффективность".

### 3. ФОРМЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА

#### 1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	
Количество квартир	
Расчетное количество жителей или служащих	

Размещение в застройке	
Конструктивное решение	

### **2 Расчетные условия**

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{\text{н}}$	°C	
2 Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{\text{от}}$	°C	
3 Продолжительность отопительного периода	$z_{\text{от}}$	Сут/год	
4 Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C·сут/год	

5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°С	
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°С	
7 Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°С	

### 3. Показатели геометрические

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5	6
8	Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$	—		
9	Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	—		

10	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, \text{м}^2$	—		
11	Отапливаемый объем здания	$V_{от}, \text{м}^3$	—		
12	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$			
13	Показатель компактности здания	$k_{комп}$			
14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания	$A_n^{сум}, \text{м}^2$	—		
	В том числе:				
	фасадов	$A_{фас}, \text{м}^2$	—		
	навесной фасадной системы с основанием из керамзитобетона	$A_{см1}, \text{м}^2$	—		
	навесной фасадной системы с основанием из железобетона	$A_{см2}, \text{м}^2$	—		



## Современные системы климатизации зданий

трехслойной стены по кладке из керамзитобетона	$A_{ст3}, \text{M}^2$	—		
трехслойной стены по монолитному железобетону	$A_{ст4}, \text{M}^2$	—		
входных дверей	$A_{дв}, \text{M}^2$	—		
покрытий (совмещенных)	$A_{кр1}, \text{M}^2$	—		
эксплуатируемой кровли	$A_{кр2}, \text{M}^2$	—		
перекрытий над техподпольями	$A_{цок1}, \text{M}^2$	—		
перекрытий над проездами и под эркерами	$A_{цок2}, \text{M}^2$	—		
окон и балконных дверей	$A_{ок.1}, \text{M}^2$	—		
окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок.2}, \text{M}^2$	—		
окон по сторонам света		—		
С		—		
СВ		—		
В		—		
ЮВ		—		
Ю		—		
ЮЗ		—		

	3		—	
	СЗ		—	

#### 4. Теплотехнические показатели

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_0^{np}$ , $m^2 \cdot ^\circ C / W$			
навесной фасадной системы с основанием из керамзитобетона	$R_{o,cm1}^{np}$			
навесной фасадной системы с основанием из железобетона	$R_{o,cm2}^{np}$			
трехслойной стены по кладке из керамзитобетона	$R_{o,cm3}^{np}$			
трехслойной стены по монолитному железобетону	$R_{o,cm4}^{np}$			
окон и балконных дверей	$R_{ок1}$			
окон лестнично-лифтовых уз-	$R_{ок2}$			

ЛОВ				
входных дверей	$R_{дв}$			
покрытий (совмещенных)	$R_{кр1}$			
эксплуатируемой кровли	$R_{кр2}$			
перекрытий над техническими подпольями	$R_{цок1}$			

### 5. Показатели вспомогательные

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр},$ $Вт/(м^2*0C)$			
Кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_6, ч^{-1}$	—	0,296	

Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}$ , Вт/м <sup>2</sup>	—	15,6	
Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл}$ , рубл./кВт ч			

### 6. Удельные характеристики

Удельная теплозащитная характеристика здания	$K_{об}$ , Вт/(м <sup>3</sup> *°С)			
Удельная вентиляционная характеристика здания	$K_{вент}$ , Вт/(м <sup>3</sup> *°С)			
Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$K_{быт}$ , Вт/(м <sup>3</sup> *°С)			
Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$K_{рад}$ , Вт/(м <sup>3</sup> *°С)			

### 7. Коэффициенты

Коэффициент эффективности авторегулирования	$\zeta$	0,95	
Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	0	
Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0	
Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	0,8	
Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_h$	1,13	

### 8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_{от}^p, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$	0,288	
	$[\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})]$		
Нормируемый удельный расход тепловой	$q_{от}^{np}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$	0,319	

энергии на отопление здания	[Вт/(м <sup>2</sup> ·°С·сут)]		
Класс энергетической эффективности	Высокий	В	

### 9. Энергетические нагрузки здания

Удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период	$q$ кВт*ч/(м <sup>3</sup> год)		
	$q$ кВт*ч/(м <sup>2</sup> год)	90,3	
Расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период	$Q^{год}_{от}$ , кВт ч/год	1180588	
Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q^{год}_{общ}$ , кВт ч/год	1500331	

Для того чтобы заполнить все таблицы энергетического паспорта необходимо провести ряд расчетов.

## 4. ЗАДАЧИ С ПРИМЕРАМИ РАСЧЕТА И СОСТАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА.

Исходные данные для решения задач представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

### Варианты для решения задач.

№ вар.	Город	Тип здания	Вариант плана*	Состав ограждающих конструкций**
1	Ростов-на-Дону	Жилой дом 12 эт.	1	2
2	Ставрополь	Общественное 5 эт.	5	4
3	Краснодар	Административное 4эт.	2	6
4	Москва	Жилой дом 10 эт.	2	8
5	Санкт-Петербург	Общественное 6 эт.	2	10
6	Сочи	Административное 8 эт.	4	12

Современные системы климатизации зданий

7	Тверь	Жилой дом 11 эт.	3	14
8	Псков	Общественное 4 эт.	1	16
9	Уфа	Административное 5 эт.	5	18
10	Казань	Жилой дом 9 эт.	4	20
11	Воронеж	Общественное 5 эт.	2	3
12	Липецк	Административное 4 эт.	3	5
13	Тамбов	Жилой дом 10 эт.	5	1
14	Тверь	Общественное 3 эт.	3	7
15	Нижний Новгород	Административное 6.эт.	1	9
16	Рязань	Жилой дом 11 эт.	6	11
17	Ижевск	Общественное 7 эт.	4	15
18	Курск	Административное 5 эт.	2	17
19	Екатеринбург	Жилой дом 9 эт.	7	13
20	Владимир	Общественное 4 эт.	1	19

Примечание:



\*- принимаем по МУ «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)» 2 часть;

\*\* - принимаем по МУ «Определение тепло- и влагозащитных свойств ограждения».

**Задача 1: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №1.**

**Пример:** Рассматривается двухэтажное административно-бытовое здание, расположенное в Орловской области.

### 1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	Декабрь 2018
Адрес здания	Орловская область, Орловский район, Станово-Колодезьское сельское поселение, с. Становой-Колодезь
Разработчик проекта	ДГТУ каф. ТГСИБ
Адрес и телефон разработчика	344012, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
Шифр проекта	У
Назначение здания, серия	Административно-бытовое
Этажность, количество секций	2

Расчетное количество служащих	48
Размещение в застройке	встроенное
Конструктивное решение	кирпичное

### Задача 2: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №2.

**Пример:** Определение климатических параметров осуществляется по [2].

### 2 Расчетные условия

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{\text{н}}$	°C	-25
2 Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{\text{от}}$	°C	-2,4
3 Продолжительность отопительного периода	$z_{\text{от}}$	Сут/год	199

4 Градусо-сутки отопительного период	ГСОП	°С·сут/год	4458
5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°С	20
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°С	-
7 Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°С	-

### Задача 3: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №3.

**Пример:** Производится обмер наружных ограждающих конструкций. При заполнении таблицы следует учитывать определения следующих позиций:

**10. Расчетная площадь здания** - сумма площадей, входящих в него помещений, за исключением: коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, внутренних открытых лестниц и пандусов; лифтовых шахт; помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей.

**11. Отапливаемый объем здания** - объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания - стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.

**12. Коэффициент остекленности фасада здания** - отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы.

**13. Показатель компактности здания** – отношение общей площади внутренней поверхности

наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему.

Далее вписывается в соответствующие графы.

### 3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$	386,7	
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	-	
10. Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}, м^2$	264,2	
11. Отапливаемый объем здания	$V_{от}, м^3$	1534,2	
12. Коэффициент остекленности фасада здания	$f$	0,076	
13. Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,63	
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:		973,7	
стена	$A_{ст1}, м^2$	408,3	
входных дверей	$A_{дв}, м^2$	6,3	

покрытий	$A_{кр1}, \text{м}^2$	272	
пол по грунту	$A_{цок1}, \text{м}^2$	256	
окон по сторонам света (С)	$A_{ок.1}, \text{м}^2$	26,3	
окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок.2}, \text{м}^2$	4,8	

#### Задача 4: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №4.

**Пример:** Определение расчетного приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений согласно составу наружных ограждающих конструкций.

#### 4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_{0пр}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$			
наружная стена	$R_{ст1}$	2,54	2,71	



Современные системы климатизации зданий

окон	$R_{окл}$	0,42	0,46	
входных дверей	$R_{дв}$	0,78	0,78	
покрытий	$R_{кр1}$	2,86	3,14	
Пол по грунту 1 зона		2,1		
Пол по грунту 2 зона		4,3		

## 5. УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЗДАНИЯ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Показателем расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания на стадии разработки проектной документации, является **удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания** численно равная расходу тепловой энергии на 1 м<sup>3</sup> отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1°С, Вт/(м<sup>3</sup> ·°С).

**Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период**  $q_{от}^p$ , **Вт/(м<sup>3</sup> ·°С)** - количество тепловой энергии, необходимое для компенсации теплотерь здания за отопительный период с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади или к единице отапливаемого объема:

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\psi\xi](1 - \xi)\beta_n, \quad (5.1)$$

где  $k_{об}$  - удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup> ·°С);

$k_{вент}$  - удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup> ·°С);

$k_{быт}$  - удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м<sup>3</sup> ·°С);

$k_{рад}$  - удельная характеристика тепlopоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м<sup>3</sup> ·°С);

$\xi$  - коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических

данных фактического снижения  $\xi = 0,1$ ;

$\beta_h$  - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для:

- многосекционных и других протяженных зданий  
 $\beta_h = 1,13$ ;

- зданий башенного типа  $\beta_h = 1,11$ ;

- зданий с отапливаемыми подвалами или чердаками

$\beta_h = 1,07$ ;

- зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также

с квартирными генераторами теплоты  $\beta_h = 1,05$ .

$\zeta$  - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления:

$\zeta = 1,0$  - в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;

$\zeta = 0,95$  - в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

$\zeta = 0,9$  - однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,85$  - в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,7$  - в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

$\zeta = 0,5$  - в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе - регулирование центральное в ЦТП или котельной.

$\nu$  - коэффициент снижения теплоступлений



## Современные системы климатизации зданий

за счет тепловой инерции ограждающих конструкций:

$$\nu = 0,7 + 0,000025(\text{ГСОП} - 1000) \quad (5.2)$$

ГСОП - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})z_{\text{от}}, \quad (5.3)$$

$t_{\text{от}}$ ,  $z_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода;

$t_{\text{в}}$  - расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С.

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания,  $q_{\text{от}}^{\text{р}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяется по [ ] с учетом климатических условий района строительства, выбранных объемно-планировочных решений, ориентации здания, теплозащитных свойств ограждающих конструкций, принятой системы вентиляции здания, а также применения энергосберегающих технологий.

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания должно быть меньше или равно нормируемого значения  $q_{\text{от}}^{\text{тр}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С):

$$q_{\text{от}}^{\text{р}} \leq q_{\text{от}}^{\text{тр}}$$

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий,  $q_{\text{от}}^{\text{тр}}$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяется для различных типов жилых и общественных зданий по табл. 5.1 или табл. 5.2.

Таблица 5.1

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных жилых многоквартирных зданий,

$$q_{\text{от}}^{\text{тр}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

Площадь здания, м <sup>2</sup>	С числом этажей			
	1	2	3	4

50	0,579	-	-	-
100	0,517	0,558	-	-
150	0,455	0,496	0,538	-
250	0,414	0,434	0,455	0,476
400	0,372	0,372	0,393	0,414
600	0,359	0,359	0,359	0,372
1000 и более	0,336	0,336	0,336	0,336

Примечание - При промежуточных значениях отапливаемой площади здания в интервале 50-1000 м<sup>2</sup> значения  $q_{от}^{тр}$  должны определяться линейной интерполяцией.

Таблица 5.2

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий,  $q_{от}^{тр}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С)

Тип здания	Этажность здания							
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1 Жилые многоквартирные, гостиницы, общежития	0,455	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,290

2 Общественные, кроме перечисленных в строках 3-6	0,487	0,440	0,417	0,371	0,359	0,342	0,324	0,311
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	0,394	0,382	0,371	0,359	0,348	0,336	0,324	0,311
4 Дошкольные учреждения, хосписы	0,521	0,521	0,521	-	-	-	-	-
5 Сервисного обслуживания, культурно-досуговой деятельности, технопарки, склады	0,266	0,255	0,243	0,232	0,232	-		
6 Административного назначения (офисы)	0,417	0,394	0,382	0,313	0,278	0,255	0,232	0,232

Примечание - Для регионов, имеющих значение  $\Gamma_{\text{СОП}} = 8000 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$  и более, нормируемые  $q_{\text{от}}^{\text{тр}}$  следует снизить на 5%.

**Удельная теплозащитная характеристика здания,**  
 $k_{\text{об}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ :

$$k_{об} = \frac{1}{V_{об}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{\Phi,i}}{R_{o,i}^{пр}} \right) = K_{комп} K_{общ} \quad , \quad (5.4)$$

где  $R_{o,i}^{пр}$  - приведенное сопротивление теплопередаче  $i$ -го фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$ ;

$A_{\Phi,i}$  - площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $м^2$ ;

$V_{от}$  - отапливаемый объем здания,  $м^3$ ;

$n_{t,i}$  - коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП:

$$n_t = \frac{t_{в}^* - t_{от}^*}{t_{в} - t_{от}} \quad , \quad (5.5)$$

$t_{в}^*$ ,  $t_{от}^*$  - средняя температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения,  $^\circ C$ ;

$t_{в}$ ,  $t_{от}$  - то же, что в формуле (5.3).

$K_{общ}$  - общий коэффициент теплопередачи здания,  $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ :

$$K_{общ} = \frac{1}{A_{н}^{сум}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{\Phi,i}}{R_{o,i}^{пр}} \right) \quad , \quad (5.6)$$

$K_{комп}$  - коэффициент компактности здания,  $м^{-1}$ :

$$K_{комп} = \frac{A_{н}^{сум}}{V_{от}} \quad ; \quad (5.7)$$

$A_{н}^{сум}$  - сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания,  $м^2$ ).

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формуле (5.4) должна

полностью замыкать оболочку отапливаемой части здания.

Расчет удельной теплозащитной характеристики здания оформляется в виде таблицы, содержащей следующие сведения:

1 наименование каждого фрагмента, составляющего оболочку здания;

2 площадь каждого фрагмента;

3 приведенное сопротивление теплопередаче каждого фрагмента;

4 коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у фрагмента конструкции от принятых в расчете ГСОП.

После определения удельной теплозащитной характеристики здания необходимо определить нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания  $k_{об}^{ТР}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°C) по приложению В.

Должно выполняться условие: удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения  $k_{об} \leq k_{об}^{ТР}$ .

**Задача 6: Выполнить расчет удельной теплозащитной характеристики здания,  $k_{об}$ .**

**Пример:**  $K_{об} = (1/V_{от}) * \sum(n_{i,j} * (A_{ф,i} / R^{пр,o,i})) = (1/1534,2) \cdot (85+34+19+2+51+14+ 14+67+20+46+1+3+7) = 0,237$  Вт/(м<sup>3</sup>·°C)  
 Результаты расчета сведены в табл.

Наименование фрагмента	$t_{\text{пом}}$	$n_{i,j}$	$A_{\phi,I}, \text{ м}^2$	$R_{\text{о},i}^{\text{пр}}, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$	$n_{i,j} \cdot (A_{\phi,i}/R_{\text{о},i}^{\text{пр}}, \text{ Вт}/\text{°C})$	%
Стена	18	0,911	253	2,71	85	23,4
	23	1,134	81,3		34	9,4
	16	0,821	62		19	5,2
	10	0,554	12		2	0,6
Покрытие	18	0,911	177	3,14	51	14
	16	0,821	55		14	3,9
	23	1,134	40		14	3,9
Пол по грунту 1 зона	18	0,911	153,6	2,1	67	18,5
Пол по грунту 2 зона	16	0,821	102,4	4,3	20	5,5
Окна	18	0,911	23,4	0,46	46	12,7
	16	0,991	4,8		1	0,3
	10	0,554	2,9		3	0,8
Входные двери	16	0,821	6,3	0,78	7	1,9
Сумма	-	-	973,7		363	100

$$k_{об}^{ТР} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}} & V_{от} \leq 960 \\ \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} & V_{от} > 960 \end{cases} \quad (1)$$

$$k_{об}^{ТР} = \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}} \quad (2)$$

При достижении величиной  $k_{об}^{ТР}$ , вычисленной по (1), значений меньших, чем определенных по формуле (2), следует принимать значения  $k_{об}^{ТР}$ , определенные по формуле (2).

$$K^{ТР_{об}} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

Условие  $K^{ТР_{об}} > K_{об}$  (удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование) выполняется:  $0,349 > 0,237$ .

### **Удельная вентиляционная характеристика здания,**

$k_{вент}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ :

$$k_{вент} = 0,28 c_{в} \beta_{в} \rho_{в}^{вент} (1 - k_{эф}) \quad (5.8)$$

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

$\beta_{в}$  - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать  $\beta_{в} = 0,85$ ;

$\rho_{в}^{вент}$  - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,  $\text{кг}/\text{м}^3$

$$\rho_B^{\text{ВЕНТ}} = 353 / [273 + t_{\text{от}}], \quad (5.9)$$

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

$k_{\text{эф}}$  - коэффициент эффективности рекуператора, отличен от нуля в том случае, если средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью  $n_{50}$ , ч<sup>-1</sup>, при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции - с механическим побуждением  $n_{50} \leq 2 \text{ ч}^{-1}$ .

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период  $n_B$ , ч<sup>-1</sup>, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации:

$$n_B = [(L_{\text{ВЕНТ}} n_{\text{ВЕНТ}}) / 168 + (G_{\text{ИНФ}} n_{\text{ИНФ}}) / (168 \rho_B^{\text{ВЕНТ}})] / (\beta V_{\text{от}}), \quad (5.10)$$

где  $L_{\text{ВЕНТ}}$  - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, либо нормируемое значение при механической вентиляции, м<sup>3</sup>/ч, равное для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека -  $3A_{\text{ж}}$ ;

б) других жилых зданий -  $0,35 \cdot n_{\text{ЭТ}} (A_{\text{ж}})$ , но не менее 30 м; где  $m$  - расчетное число жителей в здании;

в) общественных и административных зданий принимают условно: для административных зданий, офисов, складов и супермаркетов -  $4A_{\text{р}}$ ; для магазинов шаговой доступности, учреждений здравоохранения, комбинатов бытового обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок -  $5A_{\text{р}}$ ; для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений -  $7A_{\text{р}}$ ; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, ресторанов, кафе, вокзалов -



$10A_p;$ 

$A_{ж}$ ,  $A_p$  - для жилых зданий - площадь жилых помещений ( $A_{ж}$ ), к которым относятся спальни, детские, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые; для общественных и административных зданий - расчетная площадь ( $A_p$ ), определяемая как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей,  $m^2$ ;

$h_{эт}$  - высота этажа от пола до потолка, м;

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

168 - число часов в неделе;

$G_{инф}$  - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч: для жилых зданий - воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое для общественных зданий - воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время в зависимости от этажности здания: до трех этажей - равным  $0,18 V_{общ}$ , от четырех до девяти этажей -  $0,158 V_{общ}$ , выше девяти этажей -  $0,28 V_{общ}$ , где  $V_{общ}$  - отапливаемый объем общественной части здания;

$n_{инф}$  - число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и  $(168 - n_{вент})$  для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$  - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зда-

ний, м<sup>3</sup>;

В случаях, когда здание состоит из нескольких зон с различным воздухообменом, средние кратности воздухообмена находятся для каждой зоны в отдельности (зоны, на которые разделено здание, должно составлять весь отапливаемый объем). Все полученные средние кратности воздухообмена суммируются и суммарный коэффициент подставляется в формулу (5.8) для расчета удельной вентиляционной характеристики здания.

Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнений проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, определяются по формуле

$$G_{\text{инф}} = (A_{\text{ок}} / R_{\text{н,ок}}^{\text{тр}})(\Delta p_{\text{ок}} / 10)^{2/3} + (A_{\text{дв}} / R_{\text{н,дв}}^{\text{тр}})(\Delta p_{\text{дв}} / 10)^{1/2}, \quad (5.11)$$

где  $A_{\text{ок}}$  и  $A_{\text{дв}}$  - соответственно суммарная площадь окон, балконных дверей и входных наружных дверей, м<sup>2</sup>;

$R_{\text{н,ок}}^{\text{тр}}$  и  $R_{\text{н,дв}}^{\text{тр}}$  - соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и входных наружных дверей, (м<sup>2</sup>·ч)/кг;

$\Delta p_{\text{ок}}$  и  $\Delta p_{\text{дв}}$  - соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон и балконных дверей и входных наружных дверей:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03\gamma_{\text{н}}v^2, \quad (5.12)$$

где  $H$  - высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

$\gamma_{\text{н}}$ ,  $\gamma_{\text{в}}$  - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>:

$$\gamma = 3463 / (273 + t), \quad (5.13)$$

$t$  - температура воздуха: внутреннего (для определения

$\gamma_B$ ) - принимается согласно оптимальным параметрам по [3], [4], [5]; наружного (для определения  $\gamma_H$ ) - принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [6];

$v$  - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по [6].

- для окон и балконных дверей по формуле (5.12) с заменой в ней величины 0,55 на 0,28 и с вычислением удельного веса по формуле (5.13) при температуре воздуха равной  $t_{от}$ .

Для общественных зданий в нерабочее время - количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей - равным  $0,1\beta_v V_{общ}$ , от четырех до девяти этажей -  $0,15\beta_v V_{общ}$ , выше девяти этажей -  $0,2\beta_v V_{общ}$ , где  $V_{общ}$  - отапливаемый объем общественной части здания.

Для лестнично-лифтовых узлов (ЛЛУ) жилых зданий - количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности заполнения проемов; допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей - равным  $0,3\beta_v V_{ЛЛУ}$ , от четырех до девяти этажей -  $0,45\beta_v V_{ЛЛУ}$ , выше девяти этажей -  $0,6\beta_v V_{ЛЛУ}$ , где  $V_{ЛЛУ}$  - отапливаемый объем лестнично-лифтовых холлов здания. Для ЛЛУ без поэтажных выходов на балконы количество инфильтрующегося воздуха, полученное по упрощенным формулам следует уменьшать в два раза.

**Задача 7: Выполнить расчет удельной вентиляционной характеристики здания,  $k_{вент}$ ,**

**Пример.**

$$k_{вент} = 0,28 \alpha_B \beta_v \rho_B^{вент} (1 - k_{зф})$$

$$\rho_{\text{В}}^{\text{ВЕНТ}} = 353 / [273 + t_{\text{от}}] = 353 / (273 - 2,4) = 1,29$$

кг/м<sup>3</sup>

$$n_{\text{в}} = n_{\text{в}^2} + n_{\text{в}^3} = 0,81 + 0,008 = 0,818 \text{ ч}^{-1}$$

$n_{\text{в}^2}$  - средняя кратность воздухообмена для общественного здания за счет вентиляции и инфильтрации:

$$n_{\text{в}^2} = [(L_{\text{ВЕНТ}} \cdot \eta_{\text{ВЕНТ}}) / 168 + (G_{\text{инф}^2} \cdot \eta_{\text{инф}}) / (168 \cdot \rho_{\text{В}}^{\text{ВЕНТ}})] / (\beta_{\text{в}} \cdot V_{\text{от}}) =$$

$$= [(1056,8 \cdot 168) / 168 + (172 \cdot 0) / (168 \cdot 1,29)] / (0,85 \cdot 1534,2) = 0,81 \text{ ч}^{-1}$$

$$L_{\text{ВЕНТ}} = 4 \cdot A_{\text{р}} = 1056,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$T_{\text{ВЕНТ}} = 168 \text{ ч.}$$

$$n_{\text{инф}} = 0 \text{ ч.}$$

$$G_{\text{инф}^2} = (A_{\text{ок}} / R_{\text{TP}_{\text{и,ок}}}^2) \cdot (\rho_{\text{ок}} / 10)^{2/3} + A_{\text{дв}} / R_{\text{TP}_{\text{и,дв}}}^2) \cdot (\rho_{\text{дв}} / 10)^{1/2} =$$

$$= (26,3 / 0,24) \cdot (13,16 / 10)^{2/3} + (6,3 / 0,203) \cdot (16,93 / 10)^{1/2} = 172 \text{ кг/ч}$$

где  $A_{\text{ок}}$  и  $A_{\text{дв}}$  - соответственно суммарная площадь

окон, балконных дверей и входных наружных дверей, м<sup>2</sup>;

$$A_{\text{ок}} = 26,3 \text{ м}^2 \quad A_{\text{дв}} = 6,3 \text{ м}^2$$

$\Delta p_{\text{ок}}$  и  $\Delta p_{\text{дв}}$  - соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон и балконных дверей и входных наружных дверей:

Для окон:

$$\rho_{\text{ок}} = 0,28 \text{ Н} (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03 \gamma_{\text{н}} v^2 = 0,28 \cdot 6,52 \cdot (13,96 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,96 \cdot 4,7^2 = 13,16 \text{ Па}$$

Для входных наружных дверей

$$\rho_{\text{дв}} = 0,55 \text{ Н} (\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03 \gamma_{\text{ext}} v^2 = 0,55 \cdot 6,52 \cdot (13,96 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,96 \cdot 4,7^2 = 16,93 \text{ Па}$$

$$\gamma_{\text{н}} = 13,96 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_{\text{в}} = 11,82 \text{ Н/м}^3;$$

## Современные системы климатизации зданий

$$H = 6,52 \text{ м};$$

$$v = 4,7 \text{ м/с}.$$

$R_{\text{н,ок}}^{\text{ТР}}$  и  $R_{\text{н,дв}}^{\text{ТР}}$  - соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и

входных наружных дверей, ( $\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ )/кг;

$$R_{\text{н,ок}}^{\text{ТР}} = (1/G^n) \cdot (\rho_{\text{ок}} / \rho_0)^{2/3} = (1/5) \cdot (13,16 / 10)^{2/3} = 0,24$$

$$R_{\text{н,дв}}^{\text{ТР}} = (1/G^n) \cdot (\rho_{\text{дв}} / \rho_0)^{2/3} = (1/7) \cdot (16,93 / 10)^{2/3} = 0,203$$

$G^n$  - нормируемая воздухопроницаемость

Для окон и балконных дверей  $G^n = 5,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

Для входных наружных дверей  $G^n = 7,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

$$\rho_0 = 10 \text{ Па}$$

$n^{\text{вз}}$  - средняя кратность воздухообмена лестнично-лифтовых узлов за отопительный период:

$$n^{\text{вз}} = (G_{\text{лифз}} \cdot \eta_{\text{лиф}}) / (168 \cdot n^{\text{вент}}) / (\beta_V \cdot V_{\text{от}}) =$$

$$= [(13 \cdot 168) / (168 \cdot 1,29)] / (0,85 \cdot 1534,2) = 0,008 \text{ ч}^{-1}$$

$$G_{\text{лифз}} = (A_{\text{ок}} / R_{\text{н,ок}}^{\text{ТР}}) \cdot (\rho_{\text{ок}} / 10)^{2/3} = (4,8 / 0,243) \cdot (13,4/10)^{2/3} = 13 \text{ кг/ч}$$

где  $A_{\text{ок}}$  - суммарная площадь окон лестнично-лифтовых узлов,  $\text{м}^2$ ;  $A_{\text{ок}} = 4,8 \text{ м}^2$

$$K_{\text{вент}} = 0,28 \text{ с } n^{\text{в}} \beta_V n^{\text{вент}} (1 - K_{\text{эф}}) = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,818 \cdot 0,85 \cdot 1,29 \cdot (1 - 0) = 0,251 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

**Удельная характеристика бытовых тепловыделений зда-**

**ния,  $k_{\text{быт}}$ ,**

**Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}):**

$$k_{\text{БЫТ}} = \frac{q_{\text{БЫТ}} A_{\text{Ж}}}{V_{\text{ОТ}} (t_{\text{В}} - t_{\text{ОТ}})}, \quad (5.14)$$

где  $q_{\text{БЫТ}}$  - величина бытовых тепловыделений на  $1 \text{ м}^2$  площади жилых помещений ( $A_{\text{Ж}}$ ) или расчетной площади общественного здания ( $A_{\text{р}}$ ),  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , принимаемая для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее  $20 \text{ м}^2$  общей площади на человека  $q_{\text{БЫТ}} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

б) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир  $45 \text{ м}^2$  общей площади и более на человека  $q_{\text{БЫТ}} = 10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины  $q_{\text{БЫТ}}$  между 17 и  $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей ( $90 \text{ Вт}/\text{чел.}$ ), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники ( $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ) с учетом рабочих часов в неделю.

**Задача 8: Выполнить расчет удельной характеристики бытовых тепловыделений здания,  $k_{\text{БЫТ}}$ .**

**Пример:**

$$k_{\text{БЫТ}} = \frac{q_{\text{БЫТ}} A_{\text{Ж}}}{V_{\text{ОТ}} (t_{\text{В}} - t_{\text{ОТ}})} = (17 \cdot 264,2) / (1534,2 \cdot (20 + 2,4)) = 0,131 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$q_{\text{БЫТ}} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

**Задача 9: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта № 5.**

**Пример:** Из задачи №7 выписать кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена. Из задачи №8 выписать удельные бытовые тепловыделения в здании.

### 5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение
16. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр},$ Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	—	—
17. Кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_v, ч^{-1}$	—	0,81
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int},$ Вт/м <sup>2</sup>	—	17
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл},$ руб/кВт ч	—	—

**Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации,  $k_{рад},$  Вт/(м<sup>3</sup> ·°С):**

$$k_{рад} = \frac{11,6 Q_{рад}^{год}}{(V_{от} \Gamma_{СОП})}, \quad (5.15)$$

где  $Q_{рад}^{год}$  - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по формуле

$$Q_{рад}^{год} = \tau_{1ок} \tau_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1фон} \tau_{2фон} A_{фон} I_{гор}, \quad (5.16)$$

$\tau_{1ок}, \tau_{1фон}$  - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соот-

ветственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; мансардные окна с углом наклона заполнения к горизонту  $45^\circ$  и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее  $45^\circ$  - как зенитные фонари;

$\tau_{\text{ок}}$ ,  $\tau_{\text{фон}}$  - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по табл. 5.3;

$A_{\text{ок1}}$ ,  $A_{\text{ок2}}$ ,  $A_{\text{ок3}}$ ,  $A_{\text{ок4}}$  - площадь светопроемов фасадов здания (глухая часть балконных дверей исключается), соответственно ориентированных по четырем направлениям,  $\text{м}^2$ ;

$A_{\text{фон}}$  - площадь светопроемов зенитных фонарей здания,  $\text{м}^2$ ;

$I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания,  $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ;

$I_{\text{гор}}$  - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности,  $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .



Таблица 5.3

Значения коэффициентов затенения светового проема  $\tau_F$  и  $\tau_{SQ}$   
и относительного проникания солнечной радиации  $k_F$  и  $k_{SQ}$   
соответственно окон и зенитных фонарей

N п.п.	Заполнение светового проема	Коэффициенты			
		в деревянных или ПВХ переплетах		в металлических переплетах	
		$\tau_F$ и $\tau_{SQ}$	$k_F$ и $k_{SQ}$	$\tau_F$ и $\tau_{SQ}$	$k_F$ и $k_{SQ}$
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,75/0,7	0,85	-	-
2	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,65/0,6	0,85	0,8/0,6(0,8)	0,85
3	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм: 194x194x98 244x244x98	0,9 0,9	0,65 (без переплета) 0,7 (без переплета)		
4	Профильное стекло коробчатого сечения	0,9	0,75 (без переплета)		
5	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,9	-	-

6	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,83		-
7	Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,5/-	0,76	0,7/-	0,76
8	Однокамерный стеклопакет из стекла: обычного	0,8/-	0,85	0,9/-	0,85
	с твердым селективным покрытием	0,8/-	0,57	0,9/-	0,57
	с мягким селективным покрытием	0,8/-	0,57	0,9/-	0,57
9	Двухкамерный стеклопакет из стекла:				
	обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,78/-	0,76	0,85/-	0,76
	обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,78/-	0,76	0,85/-	0,76
	с твердым селективным покрытием	0,78/-	0,51	0,85/-	0,51
	с мягким селективным покрытием	0,78/-	0,51	0,85/-	0,51
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,78/-	0,51	0,85/-	0,51
10	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в раздельных переплетах из стекла: обычного	0,75/-	0,76	-	-
	с твердым селективным покрытием	0,75/-	0,51	-	-

	с мягким селективным покрытием	0,75/-	0,51	-	-
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,75/-	0,51	-	-
11	Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:				
	обычного	0,73/-	0,72	-	-
	с твердым селективным покрытием	0,73/-	0,48	-	--
	с мягким селективным покрытием	0,73/-	0,48	-	-
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,73/-	0,48	-	-
12	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7/-	0,72	-	-
13	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,6/-	0,72	-	-
14	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,5/-	0,72	-	-

#### Примечания

1. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым - более 0,15.

2. Перед чертой приведены значения  $t$  для светопрозрачных конструкций жилых, общественных и вспомогательных зданий, за чертой - промышленных зданий, в скобках - для светопрозрачных конструкций с глухими переплетами.

**Задача 10: Выполнить расчет удельной характеристики теплопоступлений в здание от солнечной радиации,**

$k_{\text{рад}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}):$

**Пример:**

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{(V_{\text{от ГСОП}})} = 11,6 \cdot 11542 / 1534,2 \cdot 4458 = 0,02$$

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_{1\text{ок}} \tau_{2\text{ок}} (A_{\text{ок1}} I^1 + A_{\text{ок2}} I^2 + A_{\text{ок3}} I^3 + A_{\text{ок4}} I^4)$$

$$= 0,76 \cdot 0,78 \cdot (26,3 \cdot 587 + 4,8 \cdot 840) = 11542 \text{ МДж}$$

$$\tau_{1\text{ок}} = 0,76 \quad \tau_{2\text{ок}} = 0,78 \quad A_{\text{ок1}}, A_{\text{ок2}}, A_{\text{ок3}}, A_{\text{ок4}}$$

$$A_{\text{ок1}} = 26,3 \quad A_{\text{ок2}} = 4,8$$

$$I^1 = 587 \quad I^2 = 840$$

**Задача 11: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №6.**

**Пример:** Вписываем в таблицу рассчитанные в задачах №6,7,8,10 значения в соответствующие ячейки.

### 6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$K_{\text{об}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$		0,237
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$K_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,251
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$K_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,131
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$K_{\text{рад}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		0,02

### Задача 12: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №7.

**Пример:** Выбираем из ф-лы 5.1 соответствующие значения коэффициентов, подходящие для нашего объекта.

#### 7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормируемое значение
24. Коэффициент эффективности авторегулирования	$\xi$	0,95
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	0,1
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	0,79
28. Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_h$	1,1

### Задача 13: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №8.

#### Пример:

1. Определить расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зда-

ния,  $q_{от}^p$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°C)

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})\nu\xi](1 - \xi)\beta_h =$$

$$= [0,237 + 0,251 - (0,131 + 0,02) \cdot 0,79 \cdot 0,95] \cdot (1 - 0,1)$$

$$\cdot 1,1 = 0,371 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)}$$

2. Определить нормируемую удельную характеристику

расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q_{от}^{ТП}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С) по таблицам 5.1 и 5.2.

3. По величине отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания  $q_{от}^P$  от нормируемого  $q_{от}^{ТП}$ , % определяем класс энергосбережения по таблице 2.1.
4. Поскольку класс проектируемого здания – В, то здание соответствует нормативному требованию по теплозащите.

### 8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение и единицы измерения	Нормируемое значение
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$q_{от}^P$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,371
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{ТП}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,440
31. Класс энергосбережения	Высокий	В
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		Да

#### **Энергетические нагрузки здания**

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q$ , кВт·ч/(м<sup>3</sup>·год) или, кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год):

$$q = 0,024 ГСОП q_{от}^P, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (5.17)$$

$$q = 0,024 ГСОП q_{от}^P k, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (5.17a)$$

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

$A_{от}$  - сумма площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, м<sup>2</sup>, за исключением технических этажей и гаражей;

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $Q_{от}^{год}$ , кВт·ч/год:

$$Q_{от}^{год} = 0,024 ГСОП V_{от} q_{от}^p \quad (5.18)$$

Общие теплотери здания за отопительный период  $Q_{общ}^{год}$ , кВт·ч/год:

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 ГСОП V_{от} (k_{об} + k_{вент}), \quad (5.19)$$

#### Задача 14: Заполнить форму таблиц энергетического паспорта №9.

##### Пример:

1. Определить удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q$  :

$$Q_{от}^{год} = 0,024 ГСОП V_{от} q_{от}^p = 0,024 \cdot 4458 \cdot 1534,2 \cdot 0,37$$

$$1 = 60899 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

2. Определить расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период

$$Q_{от}^{год} :$$

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 ГСОП V_{от} (k_{об} + k_{вент}) = 0,024 \cdot 4458 \cdot 15$$

$$34,2 \cdot (0,237 + 0,251) = 80104 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$$

3. Определить общие теплотери здания за отопительный период  $Q_{общ}^{год}$  :

$$q = Q_{от}^{год} / A_{от} = 60899 / 386,7 = 157,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

### 9. Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период	$q$	кВт*ч/(м <sup>2</sup> год)	157,5
34. Расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период	$Q^{од}_{от}$	кВт ч/год	60899
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q^{од}_{общ}$	кВт ч/год	80104

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
2. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».
3. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
4. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные – параметры микроклимата в помещениях».
5. Федеральный закон 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
6. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями на 21 апреля 2018 года) ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 16 февраля 2008 года N 87.
7. СТО НОП 2.1-2014 Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания.
8. ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения (с Изменением N 1).
9. ГОСТ Р 54860-2011 Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения.
10. ГОСТ Р 54862-2011 Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания.