

Некоммерческое партнерство
«ИНЖЕНЕРЫ ПО ОТОПЛЕНИЮ, ВЕНТИЛЯЦИИ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЮ
ВОЗДУХА, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЮ И СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОФИЗИКЕ»
(НП «АВОК»)

Стандарт Национального объединения проектировщиков

Требования по составу и содержанию энергетического
паспорта проекта жилого и общественного здания

1-ая редакция

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия

Москва, 2013

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации - ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Сведения о стандарте

- 1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством АВОК
- 2 ВНЕСЕН
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Введение

Разработка проекта стандарта «Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» предусмотрена Программой стандартизации Национального объединения проектировщиков и направлена на решение задач, сформулированных Федеральным законом от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1] и Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.01. 2011г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» [2], в которых содержатся требования о включении в проектную документацию на строительство зданий и сооружений показателя энергетической эффективности и о соответствии этого показателя классу энергетической эффективности. Эти показатели и класс энергоэффективности включаются в энергетический паспорт здания (п.10 Правил) [3].

Разрабатываемый Стандарт корреспондируется и учитывает положения: СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» в части выбора конструкции и расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений здания, обеспечения теплоустойчивости ограждающих конструкций, требуемой их воздухопроницаемости, влажностного состояния и недопущения конденсации влаги на внутренней поверхности; СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»; СП 30.13330.2012 «СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий» и Приказом Минэнерго РФ от 08.12.2011 г. № 577 «О внесении изменений в требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и в правила направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования, утвержденные приказом Минэнерго России от 19.04.2010 № 182».

Представленный Стандарт гармонизирован с требованиями европейских стандартов:

- EN-ISO 13789 Thermal performance of buildings. Transmission and ventilation heat transfer coefficients. Calculation method;
- EN-ISO 13790 Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling;
- EN 15603:2008 Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings;
- EN 15217:2007 Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings.

По сути требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта здания сформулированы в приказе Минэнерго России от 08.12.2011 г. № 577 «О внесении изменений в требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и

энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, утвержденные приказом Минэнерго России от 19.04.2010 № 182» [4], за исключением отдельных дополнений, которые будут отражены в тексте разрабатываемого стандарта. Но в настоящее время отсутствует методика расчета этих показателей, а потому не выполняется требование постановления Правительства РФ №18 об «уменьшении показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании с 1 января 2011г. (на период 2011-15 г.г.) – не менее чем на 15% по отношению к базовому уровню, с 1 января 2016г. – не менее чем на 30% и с 1 января 2020г. – не менее чем на 40% по отношению к базовому уровню».

В связи с этим Департамент энергоэффективности и модернизации ТЭК Минэнерго России был вынужден выпустить предписание от 18.05.2012г. № 02-733, что ввиду отсутствия утвержденных величин базового и нормируемого суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, по которым согласно постановлению Правительства РФ №18 осуществляется сравнение фактических (расчетных) и нормативных значений показателей энергоэф-фективности, в энергетическом паспорте зданий не проводить такого сравнения и не указывать класс энергетической эффективности. Поэтому, задача данного Стандарта обеспечить возможность такого сравнения с указанием достигнутого класса энергетической эффективности здания.

В настоящем Стандарте приводятся методики расчета годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов, на основании которых в СП (EN ISO 13790:2008) «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления тепловой энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения» рассчитаны базовые и нормируемые по годам строительства показатели энергетической эффективности жилых и общественных зданий различного назначения для всего диапазона регионов России.

В соответствии с п.7 Правил установления требований энергетической эффективности, утвержденных постановлением №18, к нормируемым показателям, по которым устанавливается класс энергоэффективности, относится «суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, включая расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию отдельной строкой». Последнее потому, что на стадии разработки проектной документации строящегося или капитально ремонтируемого здания только по рассчитанному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период можно наиболее достоверно оценить достаточность принятой теплозащиты наружных ограждений запроектированного здания и соответствие проекта современным требованиям энергетической эффективности, поскольку теплопотребление на горячее водоснабжение слишком субъективно, зависит от индивидуальных привычек и пристрастий жителей.

Но в том же пункте говорится, что «к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности, относится показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды»,

который включает освещение и лифты, затраты электрической энергии на системы инженерного оборудования, в том числе центрального кондиционирования. Однако нигде не указывается, что этот показатель нормируемый, как перечисленные ранее на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, и о нем нигде не упоминается при определении классов энергетической эффективности.

Поэтому, в рассматриваемом стандарте приводится методика расчета удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды, и результаты расчета вносятся в энергетический паспорт, как информативные. По мере накопления определенного опыта в нормировании электрического энергопотребления на общедомовые нужды здания и установления объективного коэффициента пересчета между электрическим и тепловым кВт·ч, можно будет включить этот показатель при нормировании по удельному годовому расходу первичной энергии, что предполагается п.16 тех же Правил, но позже с 2015г.

Настоящий стандарт включает методику определения классов энергоэффективности проектируемого здания в зависимости от отклонения рассчитанного при составлении энергетического паспорта показателя тепловой энергоэффективности проекта здания, представляющего удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период, от нормируемого базового значения, соответствующего нормальному классу «D». В данном стандарте приводится уточненная по сравнению с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011г. № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффективности...» [5], таблица классов энергоэффективности зданий, соответствующая по обозначениям общеевропейской классификации.

Класс энергетической эффективности эксплуатируемых зданий определяется по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического нормализованного удельного годового теплоснабжения на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилого или общественного здания (показателя тепловой энергоэффективности эксплуатируемого здания) от нормируемого по годам строительства в соответствии с постановлением Правительства России № 18. Причем, несмотря на то, что указанное постановление распространяется на многоквартирные дома, но в соответствии с записью п.3 Требований к правилам определения классов «для иных зданий класс энергетической эффективности может быть установлен по решению застройщика или собственника», стандарт позволяет оценивать класс энергетической эффективности многоквартирных отдельностоящих и сблокированных домов, общественных зданий различного назначения.

При достижении более высокого класса, чем требуется в соответствии с годом выполнения обследования или начала строительства (на стадии проектирования), предполагается экономическое стимулирование участников работы [6], при установлении класса ниже того, чем требуется – предлагается выполнение утепления здания и других энергосберегающих мероприятий.

При выполнении энергетического обследования необходимо также сопоставлять фактическое теплоснабжение, измеренное приборами учета и

пересчитанное к нормализованному отопительному периоду, с рассчитанным по приведенной в стандарте методике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Во-первых, потому что из-за особенностей взаимного влияния теплового и воздушного режимов на человека можно в стремлении к еще большему энергосбережению получить синдром «больного здания».

Во-вторых, только в сравнении фактического теплопотребления с проектными показателями [7] можно оценить правильность режима отопления, причины отклонения фактического теплопотребления от расчетного, приоритетность энергосберегающих мероприятий и потенциал энергосбережения. Поэтому и при энергетическом обследовании необходимо иметь или рассчитать энергетический паспорт проекта обследуемого здания, но с использованием уже фактических данных по заселенности и, возможно, по теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций.

В стандарте устанавливается порядок разработки энергетического паспорта проекта здания при проектировании вновь возводимых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых энергоэффективных жилых и общественных зданий, включая выбор конструкции и расчет сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций в соответствии с требованиями СП 50.13330 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003», определение показателя тепловой энергоэффективности здания и формулирование предложений по ее повышению, уточнение энергетических нагрузок инженерных систем, определенных по единой методике в целом по зданию, для сравнения с рассчитанными в соответствующих разделах проекта, и расчет эксплуатационной энергоемкости здания за год.

В основу выбора теплозащиты зданий принят потребительский подход [8] – когда достижение требуемого показателя энергоэффективности возможно как за счет повышения теплозащиты здания, так и за счет применения других энергосберегающих решений, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических условий с учетом рационального использования энергетических ресурсов и эффективности систем обеспечения микроклимата (отопления, охлаждения, вентиляции и кондиционирования воздуха) при рассмотрении здания и его отопительно-вентиляционных и охлаждающих установок как единой энергетической системы, но уровень теплозащиты здания не может опускаться ниже задаваемого предела.

Содержание

Введение	3
1 Область применения	9
2 Нормативные ссылки, термины и определения	10
3 Нормы и классы энергетической эффективности зданий	10
4 Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки	20
5 Состав энергетического паспорта проекта здания	22
6. Принципы расчета теплотехнических показателей ограждающих конструкций.	25
7. Определение расчетных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию по проектной документации	32
8. Определение годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Проверка соответствия показателей тепловой энергетической эффективности проекта здания нормативным требованиям, установление класса энергетической эффективности проекта здания	34
9. Определение годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественного здания по проектной документации. Проверка запроектируемой вентиляции на энергоэффективность.	39
10. Установление базового удельного годового водо- и теплopotребления системами водоснабжения зданий различного назначения	42
11. Сопоставление рассчитанного, ожидаемого теплopotребления здания с фактически измеренным. Установление класса энергетической эффективности эксплуатируемых жилых домов по результатам энергоаудита	46
12. Расчет ожидаемого электропотребления на общедомовые нужды	51
Приложение А (обязательное) Нормативные ссылки	59
Приложение Б (обязательное) Термины и определения	61
Приложение В (обязательное) Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания	74
Приложение Г (обязательное) Справочные таблицы	80
Приложение Д (обязательное) Методика определения расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов	91
Приложение Е (обязательное) Определение изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха при регулировании ее подачи в ИТП или автоматическом узле управления отоплением (АУУ) при теплоснабжении с ЦТП	93
Приложение Ж (справочное) Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности	95
Приложение И (справочное) Примеры расчета удельного годового	100

расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий	
Приложение К (справочное) Пример составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного здания	104
Приложение Л (справочное) Пример составления энергетического паспорта проекта общественного здания (школы)	121
Приложение М (справочное) Пример составления энергетического паспорта проекта высотного здания многофункционального назначения	133
Библиография	146

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания

Дата ведения – ____ - ____ - ____

1. Область применения

1.1. Настоящий стандарт распространяется на разработку энергетического паспорта проекта здания при проектировании, экспертизе, строительстве и приемке в эксплуатацию новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых отапливаемых жилых и общественных зданий общей площадью более 50 м² для всех регионов страны с расчетной температурой внутреннего воздуха в них выше 12°C, а также группы смежных помещений с такой же температурой воздуха, в зданиях с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°C и ниже (например, мойка или помещения сервисного обслуживания с температурой воздуха в них выше 12°C, расположенных в гаражах-автостоянках с расчетной температурой воздуха ниже 12°C), независимо от высоты здания с нормируемой температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха (далее – здание).

1.2. При частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) допускается требования настоящих норм распространять на изменяемую часть здания, если она по площади не превышает 20% от существующего здания. При большей площади реконструкции требования настоящих норм распространяются на все здание.

1.3. Стандарт содержит нормы, предназначенные для применения юридическими лицами независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, принадлежности и государственности, гражданами (физическими лицами), занимающимися индивидуальной трудовой деятельностью или осуществляющими индивидуальное строительство, а также иностранными юридическими и физическими лицами, осуществляющими деятельность в области проектирования и строительства, если иное не предусмотрено федеральным законом.

1.4. Настоящий стандарт не распространяется на разработку энергетического паспорта проекта здания при проектировании промышленных зданий металлургических и подобных предприятий с большим выделением теплоты при производстве продукции.

1.5. Для зданий, отапливаемых периодически менее 5 дней в неделю или

сезонно менее трех месяцев в году; мобильных (передвижных) зданий; временных зданий, которые находятся на одном месте не более одного отопительного сезона; надувных оболочек, палаток и шатров; зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже энергетический паспорт не составляется.

1.6. Применение настоящего стандарта при реконструкции, капитальном ремонте и модернизации зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, определяют на основании согласования с Управлением государственного контроля охраны и использования памятников истории и культуры региона в каждом конкретном случае. Выбор теплозащитных свойств возводимых сооружений культового назначения допускается при соответствующем обосновании выполнять по СП 23-103 и [9] с учетом специфики соответствующих конфессий.

1.7. Энергетический паспорт проекта здания не предназначен для расчетов за коммунальные услуги, оказываемые квартиросъемщикам и владельцам (собственникам) квартир и зданий службами эксплуатации жилищного фонда, теплоснабжающими и другими организациями.

2. Нормативные ссылки, термины и определения

2.1. Нормативные ссылки, использованные в настоящем стандарте, приведены в приложении А.

2.2. Термины с соответствующими определениями, приведены в приложении Б.

3. Нормы и классы энергетической эффективности зданий.

3.1. Уровень требований тепловой энергоэффективности для жилых и общественных зданий в зависимости от года строительства, представлен в таблицах 1 – 3 (вместо табл.13 и 14 СП 50.13330). За базовый уровень принят 2007г., рекомендованный Указом Президента России № 889 от 4 июня 2008 г. [10], относительно которого повышаются требования энергоэффективности. В том году единственным действующим федеральным документом, по которому нормировалась энергетическая эффективность зданий, был СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», представленный таблицами 8 и 9.

Основные результаты этих таблиц из СНиП 23-02-2003 приведены в табл.1-3 стандарта с пересчетом размерности показателей теплопотребления с кДж на Вт·ч – принятой в [4]. Таблица 9 разделена на табл.1 – многоквартирные дома, где результаты представлены в зависимости от этажности зданий для конкретных значений градусо-суток отопительного периода, и табл.3 – общественные здания, где результаты представлены в зависимости от их назначения и этажности, но отнесенные к градусо-суткам отопительного периода [11].

Причем в многоквартирных домах, для которых обязательно установление

класса энергетической эффективности по суммарной величине удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, приводятся значения этого суммарного расхода и отдельно на отопление и вентиляцию, потому что по последнему расходу оценивается энергетическая эффективность проекта. Нормы водопотребления приняты по СП 30.13330, климатические данные – по СП 131.13330.

Таблица 1. Базовый и нормируемый в зависимости от года строительства удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов

Наименование удельного показателя	°С·сут. отопит. периода	Удельный годовой расход тепловой энергии в зави- симости от этажности здания, кВт·ч/м ²					
		2 эт.	4 эт.	6 эт	8 эт	10 эт	≥12 эт.
		Базовые значения					
на отопление, венти- ляцию и горячее водоснабжение, год.баз Q _{от+вент+гв.}	2000	215	201	198	195	193	191
	3000	234	213	208	204	201	199
	4000	255	229	224	219	215	213
	5000	272	242	236	230	226	224
	6000	299	263	256	250	244	241
	8000	356	309	300	291	284	280
	10000	411	352	340	329	320	315
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно, год.баз Q _{от+вент.}	2000	66	52	49	46	44	43
	3000	99	78	73	69	66	64
	4000	120	94	89	84	80	78
	5000	137	107	101	95	91	89
	6000	164	128	121	115	109	106
	8000	218	171	162	153	146	142
	10000	273	214	202	191	182	177
		Нормируемые значения устанавливаемые со дня вступления в силу требований энергоэффективности					
на отопление, венти- ляцию и горячее водоснабжение, год.норм Q _{от+вент+гв.}	2000	183	171	168	166	164	162
	3000	199	181	177	174	171	169
	4000	217	195	190	186	183	181
	5000	231	206	201	196	192	190
	6000	254	224	218	213	207	205
	8000	303	263	255	247	241	238
	10000	349	299	289	280	272	268
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно, год.норм Q _{от+вент.}	2000	56	44	42	39	37	36
	3000	84	66	62	59	56	54
	4000	102	80	76	71	68	66
	5000	116	91	86	81	77	76
	6000	139	109	103	98	93	90
	8000	185	145	138	130	124	121
	10000	232	182	172	162	155	150
		Нормируемые значения, устанавливаемые с 01.01.2016					
на отопление, венти- ляцию и горячее водоснабжение, год.норм Q _{от+вент+гв.}	2000	151	141	139	137	135	134
	3000	164	149	146	143	141	139
	4000	179	160	157	153	151	149
	5000	190	169	165	161	158	157
	6000	209	184	179	175	171	169

	8000	249	216	210	204	199	196
	10000	288	246	238	230	224	221
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно, $q_{от+вент.}$ год.норм	2000	46	36	34	32	31	30
	3000	69	78	55	48	46	45
	4000	84	66	62	59	56	55
	5000	96	75	71	67	64	62
	6000	115	90	85	81	76	74
	8000	153	120	113	107	102	99
	10000	191	150	141	134	127	124
Нормируемые значения, устанавливаемые с 01.01.2020							
на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, $q_{от+вент+гв.}$ год.норм	2000	129	121	119	117	116	115
	3000	140	213	128	122	121	119
	4000	153	137	134	131	129	128
	5000	163	145	142	138	136	134
	6000	179	158	154	150	146	145
	8000	214	185	180	175	170	168
	10000	247	211	204	197	192	189
в том числе на отопление и вентиляцию отдельно, $q_{от+вент.}$ год.норм	2000	40	31	29	28	26	26
	3000	59	47	44	41	40	38
	4000	72	56	53	50	48	47
	5000	82	64	61	57	55	53
	6000	98	77	73	69	65	64
	8000	131	103	97	92	88	85
	10000	164	128	121	115	109	106

Примечание. 1. При установлении базовых величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов было принято расчетное заселение 20 м² общей площади квартир на одного жителя. Исходя из этого были приняты нормативный воздухообмен в квартирах 30 м³/ч на человека и удельные внутренние теплопоступления 17 Вт/м² жилой площади квартир.

2. При промежуточных значениях ГСОП = ГСОП_і $q_{от+вент+гв.}$ год.норм і находим из:
 $q_{от+вент+гв.}$ год.норм і = $q_{от+вент.}$ год.норм

3. Для регионов, имеющих значение ГСОП выше 8000 °С·сут, нормируемые значения допускается повысить до 5 %.

Таблица 2. Базовый и нормируемый удельный годово́й расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных многоквартирных (отдельно стоящих или блокированных) домов при $k_{рег} = 1$ для ГСОП = 4000 °С·сут.

Отапливаемая площадь домов, м ²	Удельный годово́й расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{н/эф}$, Вт·ч/(м ² ·°С·сут)			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
Базовый				
60 и менее	38,9	—	—	—
100	34,7	37,5	—	—
150	30,6	33,3	36,1	—
250	27,8	29,2	30,6	32,0
400	—	25,0	26,4	27,8
600	—	22,2	23,6	25,0
1 000 и более	—	19,4	20,8	22,2
Нормируемый с 2012 года				
60 и менее	33,1	—	—	—
100	29,5	31,9	—	—

150	26,0	28,3	30,7	–
250	23,6	24,8	26,0	27,2
400	–	21,3	22,4	23,6
600	–	18,9	20,1	29,8
1 000 и более	–	16,5	17,7	18,9
Нормируемый с 2016 года				
60 и менее	27,2	–	–	–
100	24,3	26,3	–	–
150	21,4	23,3	25,3	–
250	19,5	20,4	21,4	22,4
400	–	17,5	18,5	19,5
600	–	15,5	16,5	17,5
1 000 и более	–	13,6	14,6	15,5

Примечания: 1. При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 60–1000 м² значения $\theta_{\text{н/эф}}$ должны определяться по линейной интерполяции.
2. Под отапливаемой площадью многоквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных домов – площадь квартиры, а для многоквартирных домов с общей лестничной клеткой – сумму площадей квартир без летних помещений.

Таблица 3. Базовый и нормируемый по годам строительства удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{\text{н/эф}}$, Вт·ч/(м²·°С·сут)

Типы зданий	Этажность зданий:							
	1	2	3,4	5	6, 7	8, 9	10,11	12 и выше
1. Административного (офисы) и общеобразовательного назначения*								
Базовый	34,2	31,2	27,7	24,7	21,6	19,8	18,6	18,4
	38,6	36,0	33,0	30,3	27,5	26,0	25,1	25,0
Нормируемый с 2012г.	29,1	26,5	23,5	21,0	18,4	16,8	15,8	15,6
	32,8	30,6	28,1	25,8	23,4	22,1	21,3	21,2
Нормируемый с 2016г.	23,9	21,8	19,4	17,3	15,1	13,9	13,0	12,9
	27,0	25,2	23,1	21,2	19,3	18,2	17,6	17,5
2.Поликлиники и лечебные учреждения с 1,5-сменным режимом работы								
Базовый	33,8	32,8	31,8	30,8	29,3	28,3	27,7	26,9
Нормируемый с 2012г.	28,7	27,9	27,0	26,2	24,9	24,1	23,5	22,9
Нормируемый с 2016г.	23,7	23,0	22,3	21,6	20,5	19,8	19,4	18,8
3. Лечебные учреждения, хосписы с круглосуточным режимом работы, дошкольные учреждения								
Базовый	37,8	36,8	35,8	34,8	33,4	32,4	31,8	31,0
Нормируемый с 2012г.	32,1	31,3	30,4	29,6	28,4	27,5	27,0	26,4
Нормируемый с 2016г.	26,5	25,8	25,1	24,4	23,4	22,7	22,3	21,7
4.Сервисного обслуживания, культурно-досуговой, физкультурно-оздоровительной и производственной направленности**								
Базовый при температуре:								
$t_{\text{int}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	28,8	27,5	26,1	25,2	24,7	24,2	23,7	
	[6,4]	[6,1]	[5,8]	[5,6]	[5,5]	[5,4]	[5,3]	
$t_{\text{int}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	26,6	25,7	23,9	23,0	22,5	22,0	21,5	
	[5,9]	[5,7]	[5,3]	[5,1]	[5,0]	[4,9]	[4,8]	
$t_{\text{int}} = 13\text{-}17\text{ }^{\circ}\text{C}$	23,9	23,0	22,1	21,2	20,7	20,2	19,7	
	[5,3]	[5,1]	[4,9]	[4,7]	[4,6]	[4,5]	[4,4]	

Нормируемый с 2012 при: $t_{\text{int}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	24,5 [5,4]	23,4 [5,2]	22,2 [4,9]	21,4 [4,8]	21,0 [4,7]	20,6 [4,6]	20,1 [4,5]	
$t_{\text{int}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	22,6 [5,0]	21,8 [4,8]	20,3 [4,5]	19,6 [4,3]	19,1 [4,2]	18,7 [4,2]	18,3 [4,1]	
$t_{\text{int}} = 13-17\text{ }^{\circ}\text{C}$	20,3 [4,5]	19,6 [4,3]	18,8 [4,2]	18,0 [4,0]	17,6 [3,9]	17,2 [3,8]	16,7 [3,7]	
Нормируемый с 2016 при: $t_{\text{int}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	20,2 [4,5]	19,3 [4,3]	18,3 [4,1]	17,6 [3,9]	17,3 [3,8]	16,9 [3,8]	16,6 [3,7]	
$t_{\text{int}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	18,6 [4,1]	18,0 [4,0]	16,7 [3,7]	16,1 [3,6]	15,8 [3,5]	15,4 [3,4]	15,1 [3,4]	
$t_{\text{int}} = 13-17\text{ }^{\circ}\text{C}$	16,7 [3,7]	16,1 [3,6]	15,5 [3,4]	14,8 [3,3]	14,5 [3,2]	14,1 [3,2]	13,8 [3,1]	
Примечания: * Верхняя строка с односменным режимом работы, нижняя – 1,5-сменным режимом; ** В квадратных скобках для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м – в Вт·ч/(м ³ ·°C·сут), отнесенной к отапливаемому объему помещений полезной площади здания, в который входят также площади занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения - на м ² полезной площади помещений. Нормируемые показатели в позициях 1, 2, 3 приведены на м ² при высоте этажа от пола до потолка 3,3 м; Для регионов, имеющих значение ГСОП выше 8000 °C·сут, нормируемые значения допускается повысить до 5 %.								

3.2 Достижение показателей нормируемых по годам строительства в таблицах 1-3 обусловлено следующими обязательными требованиями к повышению тепловой защиты зданий по сравнению с табл. 4 базовых значений для жилых, общественных и ряда производственных зданий (табл. 3 СП 50.13330):

- приведенное сопротивление теплопередаче несветопрозрачных наружных ограждений должно быть увеличено по сравнению с базовым значением со дня вступления в силу требований энергетической эффективности на 15%, с 2016г. еще на 15% или в целом на 30% к базовому показателю;

- приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных ограждений (окон и витражей) должно составлять со дня вступления в силу требований энергетической эффективности не менее 0,8 м²·°C/Вт для местностей с величиной градусо-суток более 4000 и 0,55 для остальных, а с 2016 г. – соответственно не менее 1,0 м²·°C/Вт для местностей с величиной градусо-суток более 4000 и 0,8 м²·°C/Вт для остальных.

Примечания.

1. Не допускается снижение сопротивления теплопередаче несветопрозрачных наружных ограждений, ниже нормируемых значений в предыдущий период требований, когда расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания ниже нормируемого для соответствующего периода времени. Например, в период до 2016г. сопротивление теплопередаче стен, покрытий и перекрытий не должно опускаться ниже базовых требований табл.4 стандарта; в период с 2016 по 2020 г.г. – ниже требований до 2016г.; после 2020г. – ниже требований предыдущего периода 2016 – 2020 г.г. Для светопрозрачных ограждений допускается снижение сопротивления теплопередаче не более чем на 5% от требований текущего временного периода.

2. О пересчете показателей $\theta_{\text{эн/эф}}$ в $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год}}$ и сложении с удельным годовым расходом

тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв.}^{год}$ в п.3.4

3. Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности, приводится в Приложении Ж.

Таблица 4. Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций (из СП 50.13330)

Здания и помещения, коэффициенты а и b	Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут	Базовые значения требуемого приведенного сопротивления теплопередаче R_o^{mp} , м ² ·°С/Вт, наружных ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами и эркерами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
b	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимами	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a	—	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	—	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами*	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
a	—	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
b	—	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Примечания

1 Значения R_o^{mp} для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_o^{mp} = a \cdot ГСОП + b,$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6, для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С·сут/год: a = 0,000075, b = 0,15; для интервала 6000-8000 °С·сут/год: a = 0,00005, b = 0,3; для интервала 8000 °С·сут/год и более: a = 0,000025; b = 0,5.

2 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче глухой части

балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого значения светопрозрачной части.

3* Для зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м³, нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче, должны определяться для каждого конкретного здания отдельно.

3.3 Обязательные требования к системам отопления, вентиляции и горячего водоснабжения:

- системы водяного отопления проектируются по методике, изложенной в СП (EN ISO 13790:2008) с автоматическим регулированием подачи теплоты на вводе в дом, с термостатами на отопительных приборах и с поквартирным измерением потребления теплоты;

- системы горячего водоснабжения проектируются с приготовлением горячей воды непосредственно в доме (с индивидуальными тепловыми пунктами на дом ИТП или с квартирными КТП и общедомовым узлом учета количества тепловой энергии, поступающей в дом на все системы теплопотребления) и квартирными водосчетчиками и регуляторами давления;

- системы отопления и приточной механической вентиляции общественных и производственных зданий с периодическим режимом эксплуатации проектируются с разным режимом подачи теплоты в рабочее и нерабочее время и использованием режима «фрикулинг» – понижение температуры приточного воздуха, но не ниже температуры наружного (не догревая его) для компенсации внутренних теплопоступлений в рабочее время.

3.4 Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв.}^{год.баз}$ одноэтажных жилых домов и общественных зданий не может складываться с базовым удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенным к градусо-суткам отопительного периода $\theta_{эн/эф.}$. Он находится из формул (1-3) и табл.8 главы 13 СП (EN ISO 13790:2008) и складывается с показателем базового удельного расхода данного региона $q_{от+вент.}^{год.баз}$, кВт·ч/м²:

$$q_{от+вент.+гв.}^{год.баз} = q_{от+вент.}^{год.баз} + q_{гв.}^{год.баз} \quad (1)$$

$$\text{где } q_{от+вент.}^{год.баз} = \theta_{эн/эф.}^{баз} \cdot ГСОП \cdot k_{рег.} \cdot 10^{-3}; \quad (2)$$

$\theta_{эн/эф.}^{баз}$ – из таблиц 2 и 3;

$k_{рег.}$ – региональный коэффициент пересчета удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий, $k_{рег.}$ при задании показателя базового теплопотребления в размерности Вт·ч/(м²·°С·сут), принимается в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода региона строительства для зданий с ГСОП=3000 °С·сут и ниже $k_{рег.}=1,1$; с ГСОП=4900 °С·сут и выше $k_{рег.}=0,91$; с ГСОП=4000 °С·сут $k_{рег.}=1,0$; в интервале 3000-4900 °С·сут - по линейной интерполяции.

Вводится потому что, если бы пересчет базовых значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, выраженных в кДж/(м²·°С·сут) или Вт·ч/(м²·°С·сут), на кВт·ч/м² выполнялся бы только умножением на ГСОП, то возникала бы ошибка из-за увеличения сопротивления теплопередаче с повышением ГСОП и независимости внутренних

теплопоступлений от расчетной температуры наружного воздуха в разных регионах. Введение в формулу (2) множителя $k_{\text{рег}}$ устраняет эту ошибку.

После получения базового суммарного удельного теплопотребления, оно в зависимости от года строительства уменьшается на 15, 30 и 40% по сравнению с базовым и становится нормируемым значением $q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.норм.}}$, с которым сравнивается рассчитанная в проекте величина суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение строящегося здания или установленная по результатам энергетического обследования эксплуатируемого здания.

Примечания. 1. При установлении расчетных величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов на стадии проекта следует принимать нормативный воздухообмен в квартирах и удельные внутренние теплопоступления из расчета заселенности, как и при установлении базового теплопотребления - 20 м² общей площади квартир на одного жителя, независимо от расчетного количества жителей, назначаемых архитектором или административными органами. По фактическому количеству жителей определяется предполагаемое теплопотребление на горячее водоснабжение эксплуатируемого здания.

2. При определении базового и расчетного суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение значение $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год}}$, отнесенное на единицу объема следует пересчитать на единицу площади, умножая это значение на соотношение $h_{\text{ср.эт}}/4,5$, где $h_{\text{ср.эт}}$ – средняя высота от пола до потолка всех этажей здания.

3. При установлении расчетных величин удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение эксплуатируемого здания для сравнения с результатами измеренного значения количество жителей принимается по фактическому списочному составу, а нормативный воздухообмен и удельные внутренние теплопоступления из расчета фактической заселенности дома.

3.5 Расчетные удельные суммарные годовые расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и горячее водоснабжение, $q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.расч.}}$, находятся путем деления суммарных расходов, включая отопление и вентиляцию для многоквартирных домов с притоком наружного воздуха через окна по формуле (37 СП (EN ISO 13790:2008)), то же с механической приточной вентиляцией и для общественных зданий с постоянным режимом работы по формуле (51 того же СП), для общественных зданий с периодическим режимом работы по формуле (60 того же СП), на площадь квартир здания $A_{\text{кв}}$ или полезную площадь помещений общественных и производственных зданий $A_{\text{пол}}$ или части их. Расчетные значения не должны превышать нормируемые для соответствующего года строительства с учетом п. 3.4.

$$q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.расч.}} \leq q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.норм.}} \quad (3)$$

3.6 На стадии проект оценка тепловой энергетической эффективности здания проводится сравнением расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование за отопительный период (с использованием формул 37, 51, 60, отнесенных к площади $A_{\text{кв}}$ или $A_{\text{пол}}$, с учетом примечания к п.3.4) с нормируемым на год предположительного ввода в эксплуатацию здания удельным годовым расходом из табл. 1-3:

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} \leq q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.норм}}. \quad (4)$$

При оценке энергетической эффективности здания по результатам энергетического обследования обязательно сравнение $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$ с фактически измеренной величиной, пересчитанной на нормализованные условия $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.факт.н}}$, для установления правильности режима отопления.

3.7 В жилых зданиях не нормируется требование обязательного кондиционирования (охлаждения) воздуха в помещениях даже в тех домах, где предусмотрена возможность их оснащения установками кондиционирования, это выполняется при заселении по желанию жителей. Поэтому на стадии разработки проекта в удельном показателе затраты на кондиционирование не учитываются, а в последующем при эксплуатации здания должны быть приняты решения не увеличивающие целевой удельный показатель энергоэффективности дома в целом при реализации кондиционирования воздуха в ряде квартир (например, применение кондиционирования вместе с утилизацией тепла/холода вытяжного воздуха для нагрева/охлаждения приточного).

3.8 Сокращение расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию по сравнению с нормируемой величиной возможно либо за счет снижения комфортных условий, что недопустимо, либо за счет снижения теплопотребления по потребности, т.е. при уменьшении воздухообмена в период отсутствия людей (например, при использовании гигрорегулируемых приточных клапанов) или при понижении температуры воздуха в неиспользуемых комнатах с помощью перенастройки в них термостатов, но это реально достижимо только при оснащении домов приборами квартирного учета потребляемой на отопление тепловой энергии и термостатами.

Из-за отсутствия такого опыта предварительно оценивается эффект поквартирного учета теплопотребления на отопление в размере минимального значения названного респондентами – 10% от нормируемого теплопотребления в целом на здание за отопительный период, путем умножения рассчитанного значения годового теплопотребления на отопление и вентиляцию на скобку $(1 - \xi)$, где $\xi = 0,1$ для центральных систем отопления с измерением теплоотдачи на отопительном приборе или на стояке и $\xi = 0,15$ для квартирных систем отопления с измерением теплосчетчиком в целом на квартиру.

3.9 Для оценки достигнутой энергоэффективности здания в соответствии с «Требованиями к правилам определения класса...», утвержденных [2] и [5], устанавливаются классы энергетической эффективности зданий по величине отклонения расчетного (фактического) показателя энергоэффективности от базового. Ниже приводится табл.5 классов энергетической эффективности зданий, составленная с учетом аналогичной табл.3 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», приказа [5], предложений специалистов и соответствующая по обозначениям общеевропейской классификации. Она распространяется как на многоквартирные дома, так и на многоквартирные и здания общественного назначения, как при оценке по показателю тепловой энергоэффективности, так и по показателю расхода первичной энергии всех потребляемых энергоресурсов.

Таблица 5. Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, % ^{*)}
A	Очень высокий	-40 и менее
B	Высокий	от -30 до -40
C	Повышенный	от -15 до -30
D	Нормальный	от 0 до -15
E	Пониженный	от +35 до 0
F	Низкий	от +70 до +35
G	Особо низкий	более +70

Примечание: ^{*)} на стадии проектирования - только расчетного значения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;
^{**) при необходимости очень высокий класс может быть разбит на наивысшие подклассы A⁺; A⁺⁺; A⁺⁺⁺.}

3.10 Присвоение класса «D» и выше производится только при условии включения в проект следующих обязательных энергосберегающих мероприятий:

- повышение теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций до уровней не ниже, установленных п. 3.2 соответствующего срока реализации, в том числе за счет улучшения теплотехнической однородности наружных стен;
- применение 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 в соответствии с ФЗ №261 поквартирного учета тепловой энергии, горячей и холодной воды и электроэнергии, с использованием отопительных систем преимущественно с горизонтальной поквартирной разводкой, оснащенных теплосчетчиком и термостатическими вентилями на отопительных приборах, либо с поквартирными тепловыми пунктами, присоединяемыми к домовому системе теплоснабжения;
- применение систем освещения общедомовых помещений, использующих энергосберегающие лампы, оснащенных датчиками движения и освещенности, а также устройствами компенсации реактивной мощности двигателей лифтового хозяйства, насосного и вентиляционного оборудования.

Примечание. Другие рекомендуемые энергосберегающие мероприятия, повышающие энергоэффективность зданий:

- применение авторегулируемой вытяжной вентиляции с механическим побуждением и естественным притоком через вентиляционные клапаны в наружных ограждающих конструкциях;
- рекуперация и утилизация теплоты вентиляционных выбросов для нагрева приточного воздуха или воды на горячее водоснабжение, в том числе с помощью теплонасосных систем теплоснабжения;
- использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов, рекуперации и утилизации

низкопотенциального тепла канализационных стоков.

- использование солнечной энергии для нагрева воды и производства электроэнергии, применение топливных элементов для выработки электроэнергии и нанотехнологий.

3.11 Контроль соответствия назначаемого класса по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период возлагается на стадии разработки проектной документации на органы государственной экспертизы проектной продукции.

Класс энергетической эффективности при сдаче-приемке в эксплуатацию законченного строительством, реконструкцией или капитальным ремонтом здания устанавливается органами государственного строительного надзора на основе результатов обязательного инструментального контроля нормируемых энергетических показателей дома, в том числе удельного энергопотребления на отопление и вентиляцию, пересчитанного на нормализованный отопительный период.

3.12 Для многоквартирных домов нормального класса энергоэффективности (класс «D») и повышенного (класс «C») срок, в течение которого выполнение таких требований обеспечивается застройщиком, должен составлять не менее пяти лет с момента ввода их в эксплуатацию. Для многоквартирных домов высокого класса энергетической эффективности (по классу «B») и очень высокого (по классу «A») выполнение таких требований должно быть обеспечено застройщиком в течение первых десяти лет эксплуатации. При этом во всех случаях на застройщике лежит обязанность проведения обязательного инструментального контроля нормируемых энергетических показателей дома как при сдаче-приемке дома в эксплуатацию, так и последующего инструментального их подтверждения не реже, чем один раз в пять лет. Инструментальный контроль и присвоение класса энергетической эффективности при сдаче-приемке дома в эксплуатацию осуществляется за счет средств застройщика.

4. Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки

4.1 Энергетический паспорт проекта здания должен содержать следующие данные о проекте здания:

- общую информацию;
- условия расчетные климатические;
- показатели геометрические;
- показатели теплотехнические;
- показатели теплоэнергетические;
- коэффициенты, характеризующие отдельные технические решения;
- показатели тепловой энергетической эффективности;
- присуждаемый класс энергетической эффективности;
- нагрузки энергетические и ресурсные;

- расходы энергии и ресурсов годовые;
- пояснительную записку.

4.2 Энергетические паспорта проекта здания составляют отдельно по жилой части и нежилым помещениям для жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, полезная площадь которых превышает 20 % площади квартир, и для пристроенных помещений общественного назначения, не объединенных со встроенными помещениями. Энергетический паспорт проекта здания составляют единым для жилых зданий со встроенными помещениями меньшей площади.

4.3 Энергетический паспорт проекта здания заполняют по форме, приведенной в приложении В, и оформляют подписями главного инженера (архитектора) комплексного проекта, главных инженеров проекта по разделам инженерного оборудования и других ответственных исполнителей.

4.4 Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта проекта здания несет проектная организация, разработавшая энергетический паспорт.

4.5 Стоимость составления энергетического паспорта проекта здания и величину стимулирующих надбавок к ценам на проектные работы в зависимости от класса энергетической эффективности объекта устанавливают в соответствии с распорядительными документами администрации региона по следующим принципам:

- экономическое стимулирование согласно положению о стимулировании при достижении классов выше нормального «D», с 01.01.2016г. выше повышенного (класс «C») и с 01.01.2020г. выше высокого (класс «B»);
- штрафные санкции для заказчика при установлении по результатам энергетического обследования здания класса ниже присвоенного по проектной документации и для управляющей компании при установлении класса ниже «G» (самый низкий) и отказе от устранения дефектов, приведших к этому классу.

4.6 Энергетический паспорт проекта здания следует принимать в качестве основы для сопоставления с измеренным фактическим тепловодопотреблением и при натурных испытаниях теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций для проверки уровня показателя тепловой энергетической эффективности здания и энергоемкости внутренних инженерных систем здания.

4.7 В задании на проектирование согласно раздела 3 следует устанавливать класс тепловой энергетической эффективности здания в соответствии с классификацией по таблице 5. Присвоение класса «E» и ниже, а с 01.01.2016г. и класса «D» на стадии проектирования не допускается.

4.8 Энергетический паспорт проекта здания разрабатывает проектная организация за счет средств заказчика на утверждаемой стадии. Строительная экспертиза должна осуществлять проверку правильности составления энергетического паспорта проекта здания, выполненных расчетов и соответствия удельного показателя тепловой энергетической эффективности нормируемому

значению, а соответственно и класса энергетической эффективности для всех перечисленных в п. 1.1 зданий, сооружаемых или привязываемых по типовому проекту.

5. Состав энергетического паспорта проекта здания

Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания приведена в приложении В.

5.1 Общая информация

В данном разделе указывают следующие сведения: дату заполнения (число, месяц, год); адрес здания; наименование разработчика проекта; адрес и телефон разработчика; шифр проекта; назначение здания (жилое, жилое с первым нежилым этажом, общественное (указать назначение)); тип (строительная серия здания); этажность и количество секций; количество квартир; расчетное количество жителей (служащих); вариант размещения в застройке (среди других зданий, у реки, парка и т. д.); конструктивное решение (панельный, каркасный с заполнением (указать тип заполнения), монолитный); установленную мощность системы отопления из проекта ОВ, кВт; установленную мощность системы приточной вентиляции из проекта ОВ, кВт; установленную тепловую мощность тепловых завес из проекта ОВ, кВт.

5.2 Условия расчетные климатические

5.2.1 Расчетную температуру наружного воздуха для проектирования отопления, вентиляции и теплозащиты в холодный период года t_n^p , °С, принимают равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 в соответствии с СП 60.13330 и СП 131.13330. Для зданий выше 75 м – с условием, что температура снижается на 1°С каждые 150 м высоты здания.

Примечание – Высоту здания определяют от отметки пола нижнего входа в здание до верха вытяжной шахты или выбросной решетки на фасаде здания.

5.2.2 Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период $t_{н.от.п.}$, °С и продолжительность отопительного периода $z_{от.п.}$, сут, следует принимать в соответствии с СП 124.13330, СП 131.13330, а для зданий с приточной механической вентиляцией и подогревом приточного воздуха, как и для зданий с периодическим режимом работы – с учетом положений раздела 8 СП (EN ISO 13790:2008).

5.2.3 Расчетную температуру внутреннего воздуха в жилых и общественных зданиях в холодный период года и в рабочее время, $t_{в.}$, °С, следует принимать как минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494; то же в нерабочее время, $t_{в.от.н/р.}$, °С – как минимальную из допустимых температур по ГОСТ 30494. Расчетные параметры микроклимата в отдельных помещениях – по табл. Г.1 Приложения Г.

5.2.4 Величина градусо-суток отопительного периода, ГСОП, зависит от климатических условий региона строительства и находится по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н.от.п}}) \cdot z_{\text{от.п}} \quad (5)$$

5.2.5 Расчетную температуру воздуха в «теплом» чердаке $t_{\text{ч}}$, °С, и расчетную температуру воздуха в техническом подполье $t_{\text{п}}$, °С, принимают по данным проекта или по расчету теплового баланса этих помещений согласно СП 23-101.

5.2.6 Расчетную скорость ветра v , м/с, при определении разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций принимают на уровне середины здания (зоны, при разбивке на пожарные отсеки) и устанавливают по СП 131.13330 с коррекцией по данным таблицы Г.2 (приложение Г) для зданий высотой свыше 75 м.

5.3 Показатели геометрические

5.3.1 Площадь квартир $A_{\text{кв}}$, м², или полезная площадь помещений общественных зданий $A_{\text{пол}}$, м², определяют как сумму площадей пола квартир без летних помещений или полезной площади помещений общественных зданий, за исключением площади лестниц, лифтовых шахт, тамбуров, технических этажей и гаражей (см. приложение Б).

5.3.2 Площадь жилых помещений $A_{\text{ж}}$, м² – по приложению Б.

5.3.3 Расчетную площадь (общественных зданий) $A_{\text{р}}$, м² (см. приложение Б), допускается принимать умножением величины полезной площади на 0,8 для многоэтажных зданий или на 0,9 в случае встроенных помещений первого нежилого этажа.

5.3.4 Отапливаемый объем $V_{\text{от}}$, м³, принимают равным объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, исключая помещения с расчетной температурой воздуха ниже 12 °С, а также техподполье и неотапливаемый чердак.

5.3.5 При определении суммарной площади наружных ограждающих конструкций здания $A_{\text{огр.сум}}$, м², учитывают площади покрытия (перекрытия) верхнего этажа и перекрытия пола нижнего отапливаемого помещения (цокольное перекрытие), площади отапливаемой части фасадов и каждой наружной ограждающей конструкции (см. приложение Б).

5.3.6 Коэффициент остекленности фасада здания f определяют как отношение площадей световых проемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая световые проемы (см. приложение Б).

5.3.7 Показатель компактности здания $k_{\text{комп}}$ определяют по формуле

$$k_{\text{комп}} = A_{\text{огр.сум}} / V_{\text{от}} \quad (6)$$

где $A_{\text{огр.сум}}$ – суммарная площадь наружных ограждающих конструкций здания, м²; принимают согласно приложению Б;

$V_{\text{от}}$ – отапливаемый объем, м³; принимают согласно 5.3.4.

Показатель компактности здания $k_{\text{комп}}$ для жилых зданий (домов), как правило, не должен превышать следующих значений:

- 0,25 для зданий 16 этажей и выше;
- 0,29 для зданий от 10 до 15 этажей включительно;
- 0,32 для зданий от шести до девяти этажей включительно;
- 0,36 для пятиэтажных зданий;
- 0,43 для четырехэтажных зданий;
- 0,54 для трехэтажных зданий;
- 0,61; 0,54 и 0,46 соответственно для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных домов;
- 0,9 для двухэтажных и одноэтажных домов с мансардой;
- 1,1 для одноэтажных домов.

5.4 Показатели теплотехнические, теплоэнергетические и энергетической эффективности.

Расчет показателей теплотехнических, теплоэнергетических и энергетической эффективности, которые также заносятся в энергетический паспорт, приводится в разделах **6-9** стандарта

5.5 Пояснительная записка

Энергетический паспорт проекта здания сопровождают пояснительной запиской, которая должна содержать:

- общую характеристику запроектированного здания;
- сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования энергии:

а) описание технических решений ограждающих конструкций с расчетом приведенного сопротивления теплопередаче всех наружных ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных) с приложением протоколов теплотехнических испытаний, подтверждающих принятые расчетные теплофизические показатели строительных материалов, отличающихся от упомянутых в СП 23-101, и сертификата соответствия для светопрозрачных конструкций с характеристиками, отличающимися от данных таблицы Г.3 (приложение Г);

б) принятые виды пространства под нижним и над верхним этажами (техническое подполье, «холодный» чердак и пр.) с указанием температуры внутреннего воздуха; наличие мансардных этажей, используемых для жилья, тамбуров входных дверей, вестибюлей, остекления лоджий;

в) принятые системы отопления, горячего и холодного водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха; сведения о наличии приборов учета и регулирования, обеспечивающих эффективное использование энергии; описание подключения систем отопления и горячего водоснабжения к тепловым сетям и приборов автоматического регулирования подачи и учета тепловой энергии и воды;

г) специальные приемы повышения энергетической эффективности здания: устройства по пассивному использованию солнечной энергии; системы

регулируемой вентиляции по потребности, утилизации теплоты вытяжного воздуха, теплоизоляция трубопроводов отопления и горячего водоснабжения, проходящих в неотапливаемых помещениях, применение тепловых насосов, солнечных батарей и пр.;

д) принятые системы электро- и газоснабжения с указанием типа бытовых кухонных плит, наличия устройств управления и регулирования освещением, автоматизированных систем учета;

– информацию о выборе и размещении источников энергоснабжения для объекта. В необходимых случаях приводят технико-экономическое обоснование энергоснабжения от автономных источников вместо централизованных;

– сопоставление проектных решений и технико-экономических показателей в части энергопотребления с требованиями настоящего стандарта;

– заключение о соответствии проекта здания нормируемым теплотехническим и энергетическим показателям, о присвоении класса энергетической эффективности.

В пояснительной записке должны быть рассчитаны температурные графики подачи теплоты на отопление с учетом наличия запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, определенные по методике в приложениях Д и Е.

В Приложении приводятся также пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности – Приложение Ж и примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий – Приложение И.

Стандарт завершается примерами составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного здания (приложение К), общественного здания – школы (приложение Л) и высотного многофункционального комплекса (приложение М).

Примечание: примеры выполнены на нормативные требования, действующие в базовом 2007г.

6 Принципы расчета теплотехнических показателей ограждающих конструкций.

6.1 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений $R_{o.}^{пр}$, в том числе стен (раздельно по типу конструкций) $R_{o.ст.}^{пр}$, окон и балконных дверей $R_{o.ок.1}^{пр}$, витражей $R_{o.ок.2}^{пр}$, фонарей $R_{o.ок.3}^{пр}$, окон лестнично-лифтовых узлов (далее – ЛЛУ) $R_{o.ок.ЛЛУ}^{пр}$, балконных дверей наружных переходов $R_{o.б.дв.ЛЛУ}^{пр}$, входных дверей и ворот (раздельно) $R_{o.вх.дв.}^{пр}$, покрытий (совмещенных) $R_{o.покр.}^{пр}$, чердачных перекрытий $R_{o.пер.ч}^{пр}$, перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами или подпольями $R_{o.пер.п}^{пр}$,

перекрытий над проездами или под эркерами $R_{o,пер.пр}^{пр}$, стен в земле и пола по грунту (раздельно) $R_{o,гр}^{пр}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, определяют согласно требованиям СП 50.13330, СП 23-101 и настоящего стандарта. Расчет сопротивления теплопередаче каждой конкретной конструкции приводят в пояснительной записке к энергетическому паспорту проекта здания в соответствии с формулой (7):

$$R_{o.}^{пр} = r \cdot (1/\alpha_{в} + \sum \delta/\lambda_{б} + 1/\alpha_{н}) \quad (7)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности конструкции, учитывающий наличие мостиков холода, определяется в соответствии с СП 23-101, либо с учетом потерь теплоты через линейную и точечную теплотехническую неоднородность по СП 50.13330;

δ – толщина слоя конструкции, м;

остальные обозначения – из Приложения Б.

6.2 Минимально допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, за исключением светопрозрачных $R_{o,мин.}^{пр}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, при условии обеспечения требуемого на текущий год строительства удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период, должно быть не ниже значений, установленных в табл.4, с учетом ограничения по температурному перепаду Δt_n между температурой внутреннего воздуха и средней температурой внутренней поверхности согласно 6.6 и 6.7.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o.}^{пр}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, для ограждающих конструкций, в том числе для внутренних ограждений, разделяющих помещения с разностью температуры $6^\circ C$ и более, должно быть не менее нормируемых значений для непрозрачных конструкций, приведенных в табл. 4 в зависимости от типа здания и с учетом п.3.2 настоящего стандарта; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий технических подполий с температурой воздуха в них t_c большей t_n^p , но меньшей $t_{в}$, эти значения следует умножать на коэффициент n , определяемый по формуле (8):

$$n = (t_{в} - t_c) / (t_{в} - t_n^p), \quad (8)$$

где $t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, $^\circ C$; принимают согласно 5.2.3;

t_n^p – расчетная температура наружного воздуха для расчета теплозащиты в холодный период года, $^\circ C$; принимают согласно 5.2.1;

t_c – температура внутреннего воздуха в смежном помещении.

6.3 Для светопрозрачных конструкций квартир и помещений общественных зданий приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o,ок}$ должно быть не менее указанных в табл.4. и с учетом п.3.2 настоящего стандарта в зависимости от года и региона строительства. Приведенное сопротивление теплопередаче несветопрозрачной конструкции балконных дверей квартир должно быть в 1,5 раза выше, чем светопрозрачной.

6.4 Для окон и балконных дверей наружных переходов лестнично-лифтового узла сопротивление теплопередаче $R_{o,ок.ЛЛУ}$ следует принимать не менее указанных в табл.4. с учетом расчетной температуры воздуха в ЛЛУ.

6.5 Нормируемое сопротивление теплопередаче входных дверей $R_{o,вх.дв}$ следует принимать не менее:

- $0,55 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ для входных дверей в квартиры, расположенные выше первого этажа;
- $1,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ для входных дверей в многоквартирные дома и квартиры, расположенные на первых этажах многоэтажных зданий, а также зданий для размещения в них малых производств бытового назначения и ворот для хранения автомобилей в жилых зданиях;
- $0,95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ для входных дверей в многоквартирные здания независимо от их назначения.

6.6 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_{o,пр}$ должно быть не менее нормируемого сопротивления теплопередаче, определяемого согласно 2.2. При этом следует выполнять проверку ограждающих конструкций на величину нормируемого температурного перепада Δt_n между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности согласно СП 50.13330.

Приведенное сопротивление теплопередаче для наружных стен следует рассчитывать для фасада здания, либо для промежуточного этажа с учетом откосов проемов без учета их заполнений и проверкой соответствия требованиям 6.7 на участках в зонах теплопроводных включений. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, следует определять согласно СП 23-101. Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, фонарей), а также наружных дверей определяют на основании данных сертификационных испытаний, проведенных лабораториями, аккредитованными в установленном порядке. При отсутствии результатов сертификационных испытаний допускается принимать значения по табл.Г.3 (приложение Г).

6.7 Температура внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах, а также в зоне непрозрачных элементов оконных блоков должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха, принимаемой по таблице Г.1 (приложение Г); для конструкций, граничащих с лестничной клеткой, – не ниже 7°C при расчетной температуре внутреннего воздуха 16°C и относительной влажности 55 %. Температура внутренней поверхности вертикального остекления должна быть не ниже 3°C при расчетных условиях.

6.8 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций зданий должна быть не более нормируемых значений $G_{и}$, указанных в СП 50.13330.

6.9 Нормируемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением светопрозрачных, $R_{и}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$, следует определять согласно СП 50.13330 и СП 23-101 с учетом высоты здания.

6.10 Окна и балконные двери в зданиях следует выбирать согласно

классификации воздухопроницаемости притворов по ГОСТ 26602.2: трехэтажных и выше – не ниже класса Б; двухэтажных и ниже – в пределах классов В-Д, при соблюдении нормируемых сопротивлений воздухопроницанию по СП 50.13330.

6.11 Нормируемое сопротивление паропроницанию наружных ограждающих конструкций следует определять по СП 50.13330 с учетом рекомендаций СП 23-101.

6.12 Поверхность пола зданий должна иметь показатель теплоусвоения Y_f , Вт/(м²·°С), не более нормируемых величин, указанных в СП 50.13330.

6.13 Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери через наружные ограждения, $K_{тр.}^{np}$, Вт/(м²·°С), рассчитывают по формуле (9):

$$K_{тр}^{np} = \left(nA_{ст} / R_{о,ст}^{np} + nA_{ок} / R_{о,ок}^{np} + nA_{дв} / R_{о,дв}^{np} + nA_{покр} / R_{о,покр}^{np} + nA_{черд} / R_{о,черд}^{np} + nA_{цок} / R_{о,цок}^{np} + nA_{пр} / R_{о,пр}^{np} \right) / A_{огр}^{сум} \quad (9)$$

где

$A_{ст}$, $R_{о,ст}^{np}$ – площадь (по наружному обмеру), м², и приведенное сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт, наружных стен (за исключением проемов);

$A_{ок}$, $R_{о,ок}^{np}$ – то же, заполнений светопроемов (окон, витражей, фонарей);

$A_{дв}$, $R_{о,дв}^{np}$ – то же, наружных дверей и ворот;

$A_{покр}$, $R_{о,покр}^{np}$ – то же, совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

$A_{черд}$, $R_{о,черд}^{np}$ – то же, чердачных перекрытий;

$A_{цок}$, $R_{о,цок}^{np}$ – то же, цокольных перекрытий или пола по лагам, по грунту;

$A_{пр.}$, $R_{о,проезд}^{np}$ – то же, перекрытий над проездами и под эркерами.

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху: для наружных стен, покрытий и перекрытий, контактирующих с наружным воздухом $n=1$; для чердачных перекрытий холодных чердаков и перекрытий над холодными подвалами, сообщаемыми с наружным воздухом $n=0,9$; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий техподполий и подвалов с разводкой в них трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения по формуле (8);

$A_{огр.сум}$ – сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания, м².

При проектировании отапливаемых подвалов, заглубленных в землю, вместо $A_{цок}$ и $R_{о,цок}$ перекрытий над цокольным этажом в формуле (9) следует указать общую площадь и приведенное сопротивление теплопередаче стен и полов, контактирующих с грунтом, разделяя их по зонам шириной 2 м согласно СП 23-101 и определяя соответствующие значения $A_{цок}$ и $R_{о,цок}$; при этом n принимают равным единице. В случае подземных автостоянок отапливаемый объем ограничивают перекрытием над автостоянкой, которое следует относить к перекрытиям над цокольным этажом.

6.14 При расчете по формуле (9) приведенных трансмиссионных коэффициентов теплопередачи по отдельным объемно-планировочным элементам здания приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи всего здания в целом, Вт/(м²·°C), определяют по формуле (10):

$$K_{\text{тр.пр}} = \sum K_{\text{тр.и.пр}} \cdot A_{\text{огр.сум.и}} \cdot (t_{\text{в.и}} - t_{\text{н}}^{\text{п}}) / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{п}}) / \sum A_{\text{огр.сум.и}} \quad (10)$$

где $K_{\text{тр.и.пр}}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждения i -го объемно-планировочного элемента здания, Вт/(м²·°C);

$A_{\text{огр.сум.и}}$ – сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки i -го объемно-планировочного элемента здания, м²;

$t_{\text{в.и}}$ – температура внутреннего воздуха i -го элемента здания, °C;

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}^{\text{п}}$ – то же, что в формуле (8).

6.15 Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции в объеме нормативного воздухообмена для жилых домов при отсутствии приточной механической вентиляции квартир, $K_{\text{инф.ж.}}^{\text{усл.}}$, Вт/(м²·°C):

$$K_{\text{инф.ж.}}^{\text{усл.}} = 0,28 \cdot (L_{\text{вент}} \cdot \rho_{\text{в}} + G_{\text{инф}} \cdot k_{\text{ок}}) \cdot c_{\text{а}} / A_{\text{огр.сум}} \quad (11)$$

где $K_{\text{инф.ж.}}^{\text{усл.}}$ – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, Вт/(м²·°C);

$L_{\text{вент}}$ – расход наружного приточного воздуха для вентиляции, м³/ч, поступающего через специальные воздухопропускные клапаны в наружных ограждениях, неплотности в них или путем открывания окон, определяется по норме объема наружного воздуха для вентиляции квартир:

- при заселенности 20 м² и более общей площади квартир на человека исходя из воздухообмена 30 м³/ч наружного воздуха на человека, но не менее 0,35 обмена в час от объема квартиры;
- при заселенности менее 20 м² общей площади квартир на человека по норме 3 м³/ч на 1 м² жилой площади квартир;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха при расчетной температуре внутреннего воздуха, кг/м³, определяется по формуле:

$$\rho_{\text{в}} = 353 / (273 + t_{\text{в}}) \quad (12)$$

$G_{\text{инф}}$ – расход инфильтрующегося наружного воздуха, кг/ч, через воздухопроницаемые элементы лестничной клетки многоквартирного дома (окна, витражи, балконные двери наружных противопожарных переходов, входные двери); определяется согласно п. 6.16.

$k_{\text{ок}}$ – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимается равным:

- $k_{\text{ок}} = 0,7$ – для окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами;
- $k_{\text{ок}} = 0,8$ – для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами;

- $k_{ок} = 0,9$ – для окон и балконных дверей со спаренными переплетами;
 - $k_{ок} = 1$ – для окон и балконных дверей с одинарными переплетами;
- c_a – удельная теплоемкость воздуха, принимается $c_a = 1,006$ кДж/(кг·°С);
 $A_{огр.сум}$ – то же, что и в формуле (9).

6.16 Удельный расход инфильтрующегося воздуха $g_{инф}$, кг/(ч·м²), через воздухопроницаемый элемент здания (окно, витраж, дверь), отнесенный на м² площади этого ограждения, рассчитывается по формулам (13) и (14):

- через окна, витражи, витрины, зенитные фонари, балконные двери:

$$g_{инф.ок} = (1/R_{инф.ок}) \cdot (\Delta P / \Delta P_o)^{2/3}; \quad (13)$$

- через входные двери и ворот:

$$g_{инф.дв.вх} = (1/R_{инф.дв.вх}) \cdot (\Delta P / \Delta P_o)^{1/2}. \quad (13a)$$

Для нахождения расхода инфильтрующегося воздуха $G_{инф}$, кг/ч, проходящего через все проемы здания, следует использовать формулу (14):

$$G_{инф} = \sum g_{инф} \cdot A \quad (14)$$

где $R_{инф.ок}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, м²·ч/кг, при $\Delta P_o = 10$ Па; принимается по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию. При отсутствии данных можно принимать величину, соответствующую требуемой по СП 23-101. Для балконных дверей лестничных клеток и лифтовых холлов в переходах через наружную воздушную зону принимается при $\Delta P_o = 10$ Па:

- $R_{инф.б.дв} = 0,47$ м²·ч/кг – для одинарной двери;
- $R_{инф.б.дв} = 0,7$ м²·ч/кг – для двойной двери с тамбуром;
- $R_{инф.б.дв} = 0,85$ м²·ч/кг – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними.

$R_{инф.вх.дв}$ – сопротивление воздухопроницанию входных дверей или ворот, м²·ч/кг, принимается при $\Delta P_o = 10$ Па:

- $R_{инф.вх.дв} = 0,14$ м²·ч/кг – для входов в муниципальные жилые здания, продуктовые магазины и др. объекты с массовым проходом людей.
- $R_{инф.вх.дв} = 0,16$ м²·ч/кг – для жилых домов повышенной комфортности.
- $R_{инф.вх.дв} = 0,14$ м²·ч/кг – для вращающихся дверей с тремя перегородками.
- $R_{инф.вх.дв} = 0,16$ м²·ч/кг – для вращающихся дверей с четырьмя перегородками.

ΔP – расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па. При расчете инфильтрации на здание в целом допускается рассматривать расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей ЛПУ жилого дома и окон и витражей общественного здания, как средневзвешенное значение на уровне середины здания по высоте с использованием формул СП (EN ISO 13790:2008), и полагая, что все здание находится под разрежением, а все помещения – с наветренной стороны:

$$\Delta P_{ок.и б.дв.} = 0,28 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2. \quad (15)$$

При расчете инфильтрации через входные двери и окна встроенного 1-го нежилого этажа многоквартирного дома по формуле (16):

$$\Delta P_{вх.дв} = 0,55 \cdot (H - h) \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2. \quad (16)$$

где H – высота здания от пола нижнего входа в здание до обреза вытяжной шахты или середины воздуховыбросной решетки (при выбросе удаляемого воздуха в плоскости фасада), м;

h – высота от пола нижнего входа в здание до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании (окна, витража, входной двери в здание), м;

γ_n, γ_v – удельный вес наружного и внутреннего воздуха, Н/м^3 , определяемый по формулам:

$$\gamma_n = 3463 / (273 + t_n) \quad (17)$$

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v) \quad (17a)$$

v – скорость ветра, м/с, на уровне середины здания (зоны, при разбивке на пожарные отсеки), определяемая в соответствии с п. 5.2.6 стандарта.

6.17 Высотные здания (выше 75 м) разбивают по высоте на противопожарные зоны, перетекание воздуха между которыми отсутствует. Как правило, при высоте зданий свыше 150 м сборные вытяжные каналы не выводят на кровлю, а организуют выброс удаляемого вытяжного воздуха в пределах каждой зоны через решетки в стене, расположенные на последнем этаже зоны. При таком решении количество инфильтрующегося воздуха $G_{\text{инф}}$, кг/ч, определяют отдельно для каждой зоны по формулам (13 и 15) настоящего стандарта, принимая высоту H , м, равной высоте зоны, а скорость ветра v , м/с, измеренную на уровне середины высоты зоны по отношению к уровню земли с использованием корректирующих коэффициентов таблицы Г.2 (приложение Г).

6.18 При оценке энергоэффективности общественных зданий условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, рассчитывается исходя из периодического режима работы этих зданий: в рабочее время – на нагрев наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена, в нерабочее время – на нагрев наружного воздуха, инфильтрующегося через закрытые окна и витражи под действием расчетной разности давлений наружного и внутреннего воздуха при выключенной вентиляции, $K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл.}}$, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$):

$$K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл.}} = 0,28 \cdot (L_{\text{вент}} \cdot \rho_v \cdot n_{\text{вент}} + G_{\text{инф}} \cdot k \cdot n_{\text{инф}}) \cdot c_a / (168 \cdot A_{\text{огр.сум}}) \quad (18)$$

где $L_{\text{вент}}$ – расход наружного приточного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, подаваемого для вентиляции помещений общественных зданий, в зависимости от назначения принимают условно: для административных зданий, офисов, складов и супермаркетов – исходя из воздухообмена $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ на м^2 расчетной площади помещений здания A_p , то-есть $L_{\text{вент}} = 4A_p$; для магазинов шаговой доступности, учреждений здравоохранения, комбинатов бытового обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок – $5A_p$; для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений – $7A_p$; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, ресторанов, кафе, вокзалов – $10A_p$;

A_p – расчетная площадь общественного здания, м^2 (см. Приложение Б);

$\rho_v, G_{\text{инф}}, k, c_a, A_{\text{огр.сум}}$ – то же, что в формуле (11);

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

$n_{\text{инф}}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, равное 168 для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и в лестничных клетках жилого здания; $(168 - n_{\text{вент}})$ для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

168 – число часов в неделе.

6.19 Во встроенно-пристроенных к жилому зданию помещениях общественного назначения, система отопления которых оборудована термостатическими клапанами, количество инфильтрующегося воздуха через закрытые окна, витражи и двери в нерабочее время зависит от их сопротивления воздухопроницанию и от расчетной разности давлений. Разность давлений следует определять по формуле (16) на уровне встроенного этажа, полагая, что все помещения находятся с наветренной стороны.

7. Определение расчетных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию по проектной документации

7.1 Требуемую мощность системы отопления $Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}}$, кВт, определяют как расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания по следующей формуле

$$Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} = (Q_{\text{огр.}}^{\text{р}} + Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{р}} - Q_{\text{вн.}}^{\text{р}}) \cdot \beta_{\text{тп}} \quad (19)$$

где

$Q_{\text{огр.}}^{\text{р}}$ – расчетный расход теплоты на компенсацию трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждение оболочки здания, кВт; определяют по 7.3;

$Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{р}}$ – расчетный расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего за счет инфильтрации и вентиляции определяют по 7.4;

$Q_{\text{вн.}}^{\text{р}}$ – теплопоступления с бытовыми (внутренними) тепловыделениями в квартирах, кВт (для нежилых зданий не учитываются), определяют по 7.5;

$\beta_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления, связанные с теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений; в приточной вентиляции общественных зданий – учитывающий теплопотери воздухопроводов, проложенных в неотапливаемых помещениях:

– для многосекционных и других протяженных зданий с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем – 1,13;

– для зданий башенного типа также с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем – 1,11;

– для жилых домов с отапливаемыми подвалами или отапливаемыми чердаками – 1,07;

– для жилых домов с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты – 1,05.

7.2 Требуемая мощность системы отопления, определенная по формуле (19), должна отличаться от установленной мощности из проекта ОВ $Q_{от.р.пр.}$, приведенной в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация», не более чем на 10 %. В противном случае обе величины уточняются. Если система отопления запроектирована с запасом более 10 % к требуемой мощности, определенной по формуле (19), необходимо пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, и режим регулирования подачи теплоты в соответствии с методикой, изложенной в приложениях Д и Е.

7.3 Расчетные трансмиссионные теплотопотери через наружные ограждения оболочки здания, кВт, определяют по следующей формуле:

$$Q_{огр.р.} = K_{тр.пр.} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_v - t_n^p) \cdot \beta_{доп} \quad (20)$$

где

$K_{тр.пр.}$ и $A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (9);

t_v и t_n^p – то же, что в формуле (8);

$\beta_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотопотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам света и повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, при определении нагрузки системы отопления в целом по дому: для жилых зданий – $\beta_{доп} = 1,13$, для общественных зданий – $\beta_{доп} = 1,1$.

7.4 Расчетный расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего за счет инфильтрации и вентиляции в жилых зданиях, $Q_{инф/вент.ж.р.}$, кВт, или за счет инфильтрации в общественных зданиях, $Q_{инф/вент.общ.р.}$, кВт; определяют по формулам:

$$Q_{инф/вент.ж.р.} = K_{инф.ж.усл.р.} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_v - t_n^p) \quad (21)$$

$$Q_{инф/вент.общ.р.} = K_{инф.общ.усл.р.} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_v - t_n^p) \quad (21a)$$

где $K_{инф.ж.усл.р.}$ – то же, что в формуле (11);

$K_{инф.общ.усл.р.}$ – то же, что в формуле (18);

остальные обозначения – то же, что в формуле (20).

7.5 Внутренние или бытовые тепlopоступления за средний час суток отопительного периода, Вт, равны:

$$Q_{вн.р.} = q_{вн} \cdot A_{ж}, \quad (22)$$

$A_{ж}$ – жилая площадь квартиры, m^2 (см. Приложение Б);

$q_{вн}$ – удельная величина бытовых тепlopоступлений в квартирах за средний час суток отопительного периода, отнесенная к m^2 жилой площади, Вт/ m^2 :

- в жилых домах принимают в зависимости от расчетной заселенности квартир $A_{кв}/m$ (где $A_{кв}$ – площадь квартир, m – количество жителей):

- при расчетной заселенности 20 m^2 общей площади квартир на человека и менее – $q_{вн} = 17$ Вт/ m^2 жилой площади квартир;

- при расчетной заселенности квартир 45 m^2 общей площади на человека и более – $q_{вн} = 10$ Вт/ m^2 жилой площади;

○ при расчетной заселенности квартир более 20 м², но менее 45 м² площади на человека – по формуле:

$$q_{\text{вн}} = 17 - (A_{\text{кв}}/m - 20) \cdot 7/25 \quad (23)$$

- в общественных зданиях (при оценке годового теплопотребления на отопление и вентиляцию) принимается по среднечасовой величине регулярных теплопоступлений от оборудования в рабочее время, от освещения и людей согласно расчету или по табл. Г.4 в зависимости от назначения здания и полезной площади, приходящейся на одно рабочее место;

- в лестничных клетках жилых и общественных зданий бытовые теплопоступления не учитываются.

7.6 Установленную тепловую мощность приточной вентиляции $Q_{\text{вент. пр. пр.}}$, кВт, принимают как расчетный часовой расход тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию и кондиционирование воздуха при расчетной температуре наружного воздуха $t_{\text{н}}^{\text{р}}$ из проекта ОВ.

7.7 Установленную тепловую мощность воздушно-тепловых завес $Q_{\text{т.з. пр. пр.}}$, кВт, принимают по проектным данным.

7.8 Удельные показатели расчетных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование в холодный период года).

7.8.1 Удельный расчетный расход тепловой энергии на систему отопления здания (отопление и вентиляцию жилого дома) $q_{\text{от. пр. пр.}}$, Вт/м²:

$$q_{\text{от. пр. пр.}} = Q_{\text{от. пр. пр.}} \cdot 10^3 / A \quad (24)$$

где $Q_{\text{от. пр. пр.}}$ – требуемая мощность системы отопления, кВт, по ф-ле (19);

A – общая площадь квартир, $A_{\text{кв}}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{\text{пол}}$, м² (см. Приложение Б).

7.8.2 Удельный расчетный расход тепловой энергии на вентиляцию (кондиционирование) здания, включая тепловые завесы $q_{\text{вент. пр. пр.}}$, Вт/м²:

$$q_{\text{вент. пр. пр.}} = (Q_{\text{вент. пр. пр.}} + Q_{\text{т.з. пр. пр.}}) \cdot 10^3 / A_{\text{пол}} \quad (25)$$

7.8.3 Укрупненный показатель удельной объемной тепловой характеристики здания $q_{\text{м}}$, Вт/(м³·°С), равный расчетному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенному на единицу отапливаемого объема здания и 1°С перепаду температур внутреннего и наружного воздуха:

$$q_{\text{м}} = (Q_{\text{от. пр. пр.}} + Q_{\text{вент. пр. пр.}} + Q_{\text{т.з. пр. пр.}}) \cdot 10^3 / V_{\text{от}} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) \quad (26)$$

где $V_{\text{от}}$ – то же, что в формуле (6);

остальные обозначения – то же, что в формулах (20, 24, 25).

8. Определение годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Проверка соответствия показателей тепловой энергетической эффективности проекта здания нормативным требованиям, установление класса энергетической эффективности

8.1 Трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, $Q_{\text{огр. год}}$, кВт·ч, следует определять по формуле

$$Q_{\text{огр. год}} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{тр. пр.}} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{\text{огр. сум}} \quad (27)$$

где

$K_{\text{тр.}}^{\text{пр}}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°C), рассчитывается по формуле (9);

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °C·сут; принимают согласно 5.2.4;

$A_{\text{огр.сум}}$ – то же, что в формуле (9);

24 – количество часов в сутках.

8.2 Теплотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период $Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{год}}$, кВт·ч:

$$Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{год}} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{инф.}}^* \cdot K_{\text{инф.}}^{\text{усл}} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{\text{огр.сум}} \quad (28)$$

где $K_{\text{инф.}}^* \cdot K_{\text{инф.}}^{\text{усл}}$ – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, Вт/(м²·°C), рассчитывается в зависимости от назначения здания по формулам (11 или 18);

остальные обозначения – то же, что в формуле (27).

Примечание. * – $G_{\text{инф}}$, входящее в состав $K_{\text{инф.}}^{\text{усл}}$, определяемое по формулам (11 и 18), рассчитывается при удельном весе наружного воздуха не при расчетной температуре $t_{\text{н}}^{\text{р}}$, а при средней температуре отопительного периода $t_{\text{н.от.п.}}$.

8.3 Теплоступления в здание от внутренних (бытовых) тепловыделений за отопительный период $Q_{\text{вн.}}^{\text{год}}$, кВт·ч:

$$Q_{\text{вн.}}^{\text{год}} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot q_{\text{вн.}} \cdot z_{\text{от.п.}} \cdot A, \quad (29)$$

где

$q_{\text{вн.}}$ – удельная величина внутренних тепловыделений в квартирах за средний час суток отопительного периода, отнесенная к м² жилой или в общественных зданиях, отнесенная к полезной площади помещений, Вт/м², принимается по 7.5;

$z_{\text{от.п.}}$ – продолжительность отопительного периода, сут.; принимают согласно 5.2.2;

A – жилая площадь квартир, $A_{\text{ж}}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{\text{пол}}$, м² (см. Приложение Б).

8.4 Теплоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации в течение отопительного периода $Q_{\text{инс}}^{\text{год}}$, кВт·ч, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле:

$$Q_{\text{инс}}^{\text{год}} = [\tau_{1\text{ок}} \tau_{2\text{ок}} (A_{\text{ок1}} I_1 + A_{\text{ок2}} I_2 + A_{\text{ок3}} I_3 + A_{\text{ок4}} I_4) + \tau_{1\text{фон}} \tau_{2\text{фон}} A_{\text{фон}} I_{\text{гор}}] \quad (30)$$

где $\tau_{1\text{ок}}$, $\tau_{1\text{фон}}$ – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема непрозрачными элементами, соответственно окон и зенитных фонарей, принимают по паспортным данным; при отсутствии данных допускается принимать по таблице Г.3 (приложение Г);

$\tau_{2\text{ок}}$, $\tau_{2\text{фон}}$ – коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации для светопрозрачных заполнений соответственно окон и зенитных фонарей; принимают по паспортным данным; при отсутствии данных допускается принимать по таблице Г.3 (приложение Г); мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более следует считать, как вертикальные

окна, с углом наклона менее к горизонту 45° – как зенитные фонари;

$A_{ок.1}, A_{ок.2}, A_{ок.3}, A_{ок.4}$ – площадь световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по разным направлениям, исключая площадь окон, витражей и прозрачной части балконных дверей ЛЛУ, m^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 разным фасадам здания, $кВт \cdot ч / m^2$; определяют по СП 23-101;

$A_{фон}$ – площадь световых проемов зенитных фонарей здания, m^2 ;

$I_{гор}$ – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, $кВт \cdot ч / m^2$; определяют по СП 23-101.

8.5 Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) здания в течение отопительного периода при непрерывном и постоянном режиме отопления $Q_{от+вент.}^{год.расчд}$, $кВт \cdot ч$, следует определять по формуле (31):

$$Q_{от+вент.}^{год.расчд} = [Q_{огр.}^{год} + Q_{инф/вент.}^{год} - (Q_{вн.}^{год} + Q_{инс}^{год}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_{тп}, \quad (31)$$

где

обозначения всех составляющих теплового баланса здания приведены в данном разделе;

v – коэффициент, учитывающий снижение использования тепlopоступлений в период превышения их над тепlopотерями, принимают равным 0,8 при градусо-сутках отопительного периода 5000, $v = 0,9$ при ГСОП = 9000 $^\circ C \cdot сут.$ и $v = 0,7$ при ГСОП = 1000 $^\circ C \cdot сут.$, для других значений ГСОП – интерполяцией;

ζ – коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление, имеет следующие значения:

- в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе, в однотрубной или двухтрубной системе с поквартирной горизонтальной разводкой – 1,00;

- в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе (в ИТП или АУУ) – 0,95;

- в 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 – 0,90;

- в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе – 0,85;

- в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха – 0,70;

- то же без автокоррекции по температуре внутреннего воздуха – 0,60;

- в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (регулирование центральное в ЦТП или котельной в зависимости от изменения наружной температуры) – 0,50;

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета потребленной тепловой энергии, из-за отсутствия статистических данных принимается равным 0,1 для центра-льных систем отопления с измерением теплоотдачи на отопи-тельном прибо-ре или на стояке и $\xi = 0,15$ для квартир-ных систем отопления с измерением тепло-счетчиком в целом на квартиру. Для общественных зданий $\xi = 0$;

$\beta_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери системы отопления, принимают в соответствии с 7.1.

8.6 Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$, кВт·ч/м², определяют по формуле (35):

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} / A; \quad (32)$$

где

$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$ – то же, что в формуле (31);

A – общая площадь квартир, $A_{\text{кв}}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{\text{пол}}$, м² (см. Приложение Б).

Для общественных зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м (расчетная высота учебных помещений школ) удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию относится к отапливаемому объему помещений полезной площади, тогда $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$, кВт·ч/м³ определяют по формуле (33):

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч.}} / V_{\text{пол}} \quad (33)$$

где $V_{\text{пол}}$ – отапливаемый объем помещений полезной площади общественного здания, включая площади занимаемые эскалаторными линиями и атриумами, м³ (см. Приложение Б).

8.7 Встроенно-пристроенные помещения 1-го нежилого этажа в многоквартирном доме и помещения общедомового назначения.

8.7.1 Помещения нежилого этажа включаются в энергопотребление дома в целом. При оценке удельного годового расхода энергоресурсов полезная площадь помещений нежилого этажа складывается с площадью квартир дома. Теплотери через наружные ограждения этого этажа приплюсовываются к теплотериям жилой части дома. Поскольку на стадии проект, как правило, еще не известно функциональное назначение нежилых помещений, принимается, что это офисы с заполнением помещений исходя из 10 м² полезной площади на 1 сотрудника и с 8-часовым рабочим днем при 5-дневной рабочей неделе.

Внутренние тепlopоступления учитываются в объеме тепловыделений от работающих людей (90 Вт/человека), от осветительных приборов – 25 Вт/м² полезной площади при использовании 50 % времени, от оргтехники – в рабочее время не менее 10 Вт/м² при использовании 40 % времени. Тогда, удельные тепlopоступления в час за средние сутки отопительного периода:

$$q_{\text{вн.общ}} = [(90/10 + 25 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,4) \cdot 8 \cdot 5/7] / 24 = 6,07 \text{ Вт/м}^2.$$

Механическая приточная вентиляция, как правило, отсутствует, и система отопления нежилых помещений компенсирует не только теплотери через наружные ограждения, но и на нагрев нормативного воздухообмена в рабочее время (4 м³/ч наружного воздуха на м² расчетной площади помещений) и

инфильтрующегося через закрытые окна наружного воздуха в нерабочее время. Условный коэффициент теплопередачи здания $K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл}}$, учитывающий теплотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, рассчитывается исходя из периодического режима работы этих помещений по формуле (18).

Водопотребление из-за неопределенности и несоизмеримости с водопотреблением жилой части здания не учитывается на стадии проект, но, конечно, измеряется на стадии эксплуатации. Электропотребление учитывается только на искусственное освещение исходя из удельной нормы освещенности согласно табл. Г.9 Приложения Г, поскольку системы отопления и водоснабжения нежилых помещений общественного назначения подключаются к единому для дома в целом центру и обеспечиваются общими насосными установками.

8.7.2 Помещения общедомового назначения, включающие лестничные клетки, входные вестибюли, лифтовые холлы, межквартирные коридоры, чердаки, техподполья, тепловые пункты, водопроводные вводы и узлы учета, являются помещениями кратковременного пребывания людей, и площадь этих помещений не учитывается при оценке удельного годового расхода энергоресурсов. Но в расчете суммарного теплопотребления зданием они учитываются как теплотери через наружные ограждения, так и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через входные двери и закрытые окна и балконные двери пожарных переходов лестнично-лифтового узла (ЛЛУ).

Выделять в отдельные системы отопления и водоснабжения, обслуживающие эти помещения, с установкой на них приборов учета не целесообразно, поскольку по системе отопления это сделать затруднительно и такое дорогостоящее мероприятие не может привести к энергосбережению, а водопотребление на мытье полов помещений ЛЛУ такое мизерное, что его измерение станет дороже. Расход электрической энергии на освещение общедомовых помещений, на перемещение лифтов и на вращение электродвигателей насосов, вентиляторов и приборов автоматического управления измеряется отдельным электросчетчиком и учитывается в энергопотреблении здания.

8.8 Тепловая энергетическая эффективность проекта здания, характеризующаяся расчетным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$, кВт·ч/м² [кВт·ч/м³], соответствует нормативным в зависимости от года предполагаемого строительства требованиям при соблюдении следующего уравнения:

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} \leq q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.норм}}. \quad (34)$$

где

$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.норм}}$ — нормируемый расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за отопительный период, кВт·ч/м² [кВт·ч/м³]; принимают в зависимости назначения здания и года строительства по табл. 1-3. При наличии в многоквартирном доме встроенно-пристроенных нежилых помещений, не превышающих по площади 15 % от площади квартир, энергоэффективность здания в целом оценивается в сравнении с нормативами многоквартирного дома.

При большей полезной площади встроенно-пристроенных нежилых помещений на них составляется отдельный энергетический паспорт.

При превышении расчетного удельного показателя тепловой энергетической эффективности проекта здания над нормируемым значением следует предусмотреть его снижение путем повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания и типа, эффективности и метода регулирования используемых систем отопления и вентиляции, а также применением других энергосберегающих решений до удовлетворения требуемому условию.

Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности, приводится в Приложении Ж.

8.9 Класс энергетической эффективности проекта здания устанавливается в зависимости от величины отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от базового уровня требований энергоэффективности в соответствии с табл.5. Величина отклонения в % находится из следующего уравнения:

$$(q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} - q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.баз}}) \cdot 100 / q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.баз}} \quad (35)$$

8.10 При соответствии класса энергетической эффективности проекта здания требуемому полученный показатель тепловой энергетической эффективности и достигнутый класс энергетической эффективности записывают в энергетический паспорт здания.

9. Определение годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественного здания по проектной документации. Проверка запроектируемой вентиляции на энергоэффективность.

9.1 Для общественных зданий после проверки соответствия уровня энергетической эффективности теплозащиты по 8.7, с целью регламентации количества потребляемой энергии на вентиляцию, определяют расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) за отопительный период отдельно: на отопление исходя из компенсации теплопотерь через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время, а на приточную механическую вентиляцию и тепловые завесы исходя из нагрева приточного наружного воздуха в объеме проектной производительности указанных систем.

9.2 Годовой расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, $Q_{\text{от+инф.}}^{\text{год.расч}}$, следует определять по формуле (36), преобразованной из формулы (31) для общественного здания:

$$Q_{\text{от+инф.}}^{\text{год.расч}} = [(Q_{\text{огр}}^{\text{год}} + Q_{\text{инф.н/р.}}^{\text{год}}) - (Q_{\text{быт}}^{\text{год}} + Q_{\text{инс}}^{\text{год}}) \nu \zeta] \cdot \beta_{\text{тп}} \quad (36)$$

где $Q_{\text{инф.н/р.}}^{\text{год}}$ – теплопотери здания на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время, кВт·ч, по формуле (28), где при

определении $K_{\text{инф.}}^{\text{усл}}$ (формула 18) принимается $L_{\text{вент}} = 0$ и $n_{\text{инф}} = 168 - n_{\text{вент}}$; остальные обозначения – то же, что и в формуле (31), $\xi = 0$.

9.3 Годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию $Q_{\text{вент.}}^{\text{год.расч.пр}}$, кВт·ч, за отопительный период с учетом проектного значения расчетного расхода и при отсутствии энергосберегающих мероприятий (только автоматическое регулирование температуры приточного воздуха $t_{\text{пр}} = t_{\text{в}}$ и отключение установок в нерабочее время) составит:

$$Q_{\text{вент.}}^{\text{год.расч.пр}} = Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} \cdot n_{\text{вент.}} / 7 \cdot \text{ГСОП} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}), \quad (37)$$

где $Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}}$ – то же, что в 7.6;

$n_{\text{вент.}}$ – то же, что в формуле (18);

ГСОП – то же, что в формуле (27);

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}^{\text{р}}$ – то же, что в формуле (8).

При применении на одной из приточных систем вентиляции установки утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного вместо $Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}}$, представляющей сумму всех систем приточной вентиляции здания, догревающих воздух до одной температуры притока, следует подставить:

$$Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} = Q_{\text{вент1.}}^{\text{р.пр}} + Q_{\text{вент2.}}^{\text{р.пр}} \cdot (1 - \eta_{\text{ут}}), \quad (38)$$

где $Q_{\text{вент1.}}^{\text{р.пр}}$ – расчетный расход тепловой энергии (установленная мощность) системы приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, кВт, из раздела отопление и вентиляция проекта здания, приведенный в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация»;

$Q_{\text{вент2.}}^{\text{р.пр}}$ – то же, что и $Q_{\text{вент1.}}^{\text{р.пр}}$, но с утилизацией теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного;

$\eta_{\text{ут}}$ – коэффициент эффективности устройств утилизации при нагреве приточного воздуха, назначает разработчик или по таблице 6.

Таблица 6 Эффективность систем утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного

№№ п/п	Тип утилизатора	$\eta_{\text{ут}}$
1.	Роторный с аккумулирующей насадкой	0,8
2.	Пластинчатый противоточный	0,8
3.	Пластинчатый перекрестно-точный	0,6
4.	С промежуточным теплоносителем	0,45

9.4 Годовой расход тепловой энергии на тепловые завесы $Q_{\text{т.з.}}^{\text{год.расч.пр}}$, кВт·ч, определяют по формуле (39), предполагая снижение температуры притока с повышением температуры наружного воздуха при постоянстве расхода теплоносителя:

$$Q_{\text{т.з.}}^{\text{год.расч.пр}} = Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}} \cdot n_{\text{вент.}} / 7 \cdot \text{ГСОП} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) \quad (39)$$

где $Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}}$ – то же, что в 7.7;

остальные обозначения – то же, что в формуле (37).

При применении электрических тепловых завес годовой расход электрической энергии $E_{Т.З.}^{год}$, кВт·ч, определяют по формуле (40) и при оценке энергетической эффективности относят к расходу первичной энергии.

$$E_{Т.З.}^{год} = N_{Т.З.} \cdot n_{вент.} / 7 \cdot z_{от.п} \quad (40)$$

где $N_{Т.З.}$ – электрическая мощность тепловой завесы, кВт; из проекта;

$n_{вент.}$ – то же, что в формуле (18);

$z_{от.п}$ – продолжительность отопительного периода, сут.; принимают согласно 5.2.2.

9.5 Суммарный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы за отопительный период $Q_{от+вент.}^{год.расч.}$, кВт·ч, с использованием формул (36, 37 и 39) будет:

$$Q_{от+вент.}^{год.расч.пр} = Q_{от+инф.}^{год.расч.} + Q_{вент.}^{год.расч.пр} + Q_{Т.З.}^{год.расч.пр} \quad (41)$$

9.6 Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы общественного здания за отопительный период на проектные параметры вентиляционной нагрузки $q_{от+вент.}^{год.расч.пр}$, кВт·ч/м², следует определять по формуле (42):

$$q_{от+вент.}^{год.расч.пр} = Q_{от+вент.}^{год.расч.пр} / A_{пол} \quad (42)$$

где $Q_{от+вент.}^{год.расч.пр}$ – то же, что в формуле (41);

$A_{пол}$ – полезная площадь помещений общественного здания, м².

Если полученная величина удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы здания превышает указанные в табл.3 для $q_{от+вент.}^{год.норм}$ соответствующего года строительства, то система вентиляции здания имеет недостаточную энергетическую эффективность. В этом случае следует либо предусмотреть дополнительные энергосберегающие мероприятия и повторить расчет при новых значениях $Q_{вент.}$ и $\eta_{ут}$ или выбрать систему отопления с более высоким коэффициентом эффективности авторегулирования ζ , либо применить другие энергосберегающие решения.

9.7 Для общественных зданий с периодическим режимом эксплуатации с целью повышения энергоэффективности следует использовать режим периодического отопления (охлаждения) и вентиляции таких зданий с выключением отопления после окончания рабочего дня, «натоп» перед началом работы, чтобы восстановить температуру воздуха в помещениях до комфортных показателей (в пределах того запаса поверхности нагрева отопительных приборов, который достигается при их подборе без учета внутренних теплопоступлений), и умеренное отопление в течение рабочего дня с использованием режима «фрикулинга» (охлаждение без затрат энергии на производство холода, например, охлаждение наружным воздухом, когда его температура ниже температуры воздуха охлаждаемого помещения).

При этом следует осуществлять контроль температуры воздуха в помещениях, чтобы при снижении ее ниже допустимой на длительный период отключения, особенно в выходные дни, также автоматически происходило включение отопления, пока температура воздуха не восстановится до заданного

значения. Методика определения длительности отопительного и охлаждающего периодов и расчета величин годовых затрат теплоты/холода на отопление/охлаждение и вентиляцию (кондиционирование) приведены в СП (EN ISO 13790:2008) «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления тепловой энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения».

10. Установление базового удельного годового водо- и тепло-потребления системами водоснабжения зданий различного назначения

В СП 30.13330 приводятся таблицы А.2 и А.3 нормируемых средних за год суточных расходов воды, в том числе горячей, л/сут, на 1 жителя в жилых домах и на 1 потребителя в зданиях общественного и производственного назначения. Для определения годового теплопотребления на горячее водоснабжение эти показатели должны быть пересчитаны на средние за отопительный период расчетные расходы воды.

10.1 Средний расчетный за сутки отопительного периода расход горячей воды на одного жителя в жилом здании $g_{гв.ср.сут.от.п.ж}$, л/сут, следует определять по формуле:

$$g_{гв.ср.сут.от.п.ж} = a_{гв.табл.А.2} \cdot 365 / [z_{от.п} + \alpha \cdot (351 - z_{от.п})]; \quad (43)$$

То же в общественном и производственном зданиях:

$$g_{гв.ср.сут.от.п.н/ж} = a_{гв.табл.А.3} \cdot 365 / 351, \quad (44)$$

Где $a_{гв.табл. А.2}$ или $А.3$ – расчетный средний за год суточный расход горячей воды на 1 жителя из табл. А.2 или 1 потребителя общественного и производственного здания из табл. А.3 СП 30.13330;

365 – количество суток в году;

351 – продолжительность пользования централизованным горячим водоснабжением в течение года с учетом исключения на ремонт, сут.;

$z_{от.п}$ – длительность отопительного периода;

α – коэффициент, учитывающий снижение уровня водоразбора в жилых зданиях в летний период $\alpha = 0,9$, для остальных зданий $\alpha = 1$.

10.2 Удельный среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв}$, Вт/м², определяется по формуле:

$$q_{гв} = [g_{гв.ср.сут.от.п} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{hl}) \cdot \rho_w \cdot c_w] / (3,6 \cdot 24 \cdot A_h), \quad (45)$$

Где $g_{гв.ср.сут.от.п}$ – то же, что в формуле (43) или (44);

$t_{гв}$ – температура горячей воды, принимаемая в местах водоразбора равной 60°C в соответствии с СанПиН 2.1.4.2496;

$t_{хв}$ – температура холодной воды, принимаемая равной 5°C;

k_{hl} – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами системы горячего водоснабжения; принимается согласно нижеследующей таблицы 7, для ИТП жилых домов с централизованной системой гвс $k_{hl} = 0,2$; для ИТП общественных зданий и для жилых домов с квартирными водонагревателями $k_{hl} = 0,1$;

**Таблица 7. Значение коэффициента k_{hl} , учитывающего
потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения**

Тип системы горячего водоснабжения	Коэффициент k_{hl}	
	при наличии сетей гвс после ЦТП	без сетей горячего водоснабжения
С изолированными стояками без полотенцесушителей	0,15	0,1
То же, с полотенцесушителями	0,25	0,2
С неизолированными стояками и полотенцесушителями	0,35	0,3

ρ_w – плотность воды, равная 1 кг/л;

c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 Дж/(кг·°С);

A_h – норма общей площади квартир на 1 жителя или полезной площади помещений на 1 пользователя в общественных и производственных зданиях, принятое значение в зависимости от назначения здания приведено в табл.Г.5 Приложения Г.

10.3 Удельный годовой расход тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения на м² площади квартир или полезной площади помещений в общественном и производственных зданиях $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м², рассчитывается по формуле (46):

$$q_{гв}^{год} = \frac{0,024 q_{гв}}{1 + k_{hl}} \left(351 k_{hl} + z_{от.п} + \frac{\alpha (351 - z_{от.п}) (60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}} \right), \quad (46)$$

где $q_{гв}$, k_{hl} , $t_{хв}$ – то же, что в формуле (45)

$z_{от.п}$, α , – то же, что в формуле (43);

$t_{хв.л}$ – температура холодной воды в летний период, принимаемая равной 15 °С при водозаборе из открытых источников.

После подстановки в формулу (46) известных постоянных величин вместо обозначений, она будет иметь следующий вид.

а) для жилых домов с централизованной системой гвс и ИТП, в зависимости от степени оснащённости квартирными водосчетчиками:

$$q_{гв}^{год} = 0,02 \cdot q_{гв} \cdot (1 - 0,4 \cdot n_{уст}/n_{кв}) \cdot [(70,2 + z_{от.п}) + 0,74 \cdot (351 - z_{от.п})] \cdot A_h / A_{h,i} \quad (46a)$$

б) для жилых домов с гвс от квартирных водонагревателей

$$q_{гв}^{год} = 0,024 \cdot q_{гв} \cdot [z_{от.п} + 0,74 \cdot (365 - z_{от.п})] \cdot A_h / A_{h,i}, \quad (46б)$$

в) для гостиниц с душами и полотенцесушителями в отдельных номерах и больниц с санитарными узлами, приближенными к палатам:

$$q_{гв}^{год} = 0,02 \cdot q_{гв} \cdot [(70,2 + z_{от.п}) + 0,82 \cdot (365 - z_{от.п})] \cdot A_h / A_{h,i}, \quad (46в)$$

г) для гостиниц и больниц с общими ваннами и душами без полотенцесушителей и других общественных и производственных зданий:

$$q_{гв}^{год} = 0,022 \cdot q_{гв} \cdot [(35,1 + z_{от.п}) + 0,82 \cdot (351 - z_{от.п})] \cdot A_h / A_{h,i}, \quad (46г)$$

где A_h – норма плотности заселения/размещения в м^2 общей площади квартиры в жилом доме на одного жителя или полезной площади помещений на одного больного, работающего, учащегося или ребенка, указанная в табл. Г.5, которой соответствует определенный в той же таблице удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{\text{гв}}^{\text{год}}$.

Если в действительности окажется иная величина общей или полезной площади на одного человека, $A_{h,i}$, то удельный норматив тепловой энергии данного конкретного дома $q_{\text{гв},i}$ следует пересчитать по следующей зависимости:

$$q_{\text{гв},i}^{\text{год}} = q_{\text{гв}}^{\text{год}} \cdot A_h / A_{h,i}. \quad (47)$$

$n_{\text{уст}}$ – количество квартир, где расчет ведется по квартирным водосчетчикам;

$n_{\text{кв}}$ – общее количество квартир в доме.

Результаты расчета удельного среднечасового за отопительный период и годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, в зависимости от назначения здания приводятся в той же табл. Г.5 Приложения Г.

Примечания.

1. Уровень теплопотребления на 1 жителя в СП 30.13330.2012 выше, чем в предыдущей редакции СНиП 2.04.01-85*, из-за того, что в СП норма водопотребления принимается в среднем за год и при минимальной температуре в точках водоразбора 60°C , а в СНиП – за отопительный период и при минимальной температуре 55°C .

2. Расчеты показывают, что даже приведя нормируемое водопотребление к одинаковой заселенности жилых зданий и учитывая сокращение излишнего против нормируемого водопотребления на 40% при расчете по квартирным водосчетчикам, удельное теплопотребление в нашей стране остается в 2 раза выше, чем принимается в странах Европы. Теплопотребление в офисных зданиях, залах собраний, торговых и производственных зданиях примерно совпадают, а в больницах, ресторанах, физкультурно-оздоровительных и досуговых комплексах расходования очень большие с завышением в российских нормах. Для установления истинного значения необходимо натурными измерениями уточнить исходные данные удельного водопотребления в таблицах А.2 и А.3 СП 30.13330.2012.

В Приложении И приводятся примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий.

10.4 Годовой расход тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения здания, $Q_{\text{гв}}^{\text{год}}$, кВт·ч, следует определять по формуле:

$$Q_{\text{гв}}^{\text{год}} = q_{\text{гв}}^{\text{год}} \cdot A \cdot 10^{-3} \quad (48)$$

где $q_{\text{гв}}^{\text{год}}$ – то же, что в формуле (46), зависит от назначения здания и длительности отопительного периода региона строительства (пример расчета приведен в Приложении И);

A – общая площадь квартир, $A_{\text{кв}}$, м^2 или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{\text{пол}}$, м^2 (см. Приложение Б).

10.5 Среднечасовой за отопительный период расход горячей воды на

здание, $G_{ГВ}^{ср.от.п}$, м³/ч, следует определять по формуле:

$$G_{ГВ}^{ср.от.п} = g_{ГВ.ср.сут.от.п} \cdot A \cdot 10^{-3} / 24 \quad (49)$$

где $g_{ГВ.ср.сут.от.п}$ – то же, что в формулах (43 и 44), л/(сутки · м²);

A – то же, что в формуле (48).

10.6 Максимальночасовой за сутки наибольшего водопотребления расход горячей воды на здание $G_{ГВ}^{макс}$, м³/сут, следует определять по формуле:

$$G_{ГВ}^{макс} = G_{ГВ}^{ср.от.п} \cdot k_h \quad (50)$$

где $G_{ГВ}^{ср.от.п}$ – то же, что в формуле (49);

k_h – коэффициент часовой неравномерности водопотребления; принимают согласно таблице 8.

Таблица 8 – Коэффициент часовой неравномерности водопотребления k_h

Число жителей m_k	Значение коэффициента k_h	Число жителей m_k	Значение коэффициента k_h
150	5,15	1 000	3,27
250	4,50	1 500	3,09
350	4,10	2 000	2,97
500	3,75	3 000	2,85
700	3,50	5 000	2,74

Примечание – Других потребителей приравнивают по своей норме водопотребления к числу жителей.

10.7 Среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания $Q_{ГВ}^{ср.от.п}$, кВт, следует определять:

$$Q_{ГВ}^{ср.от.п} = q_{ГВ} \cdot A \cdot 10^{-3} \quad (51)$$

где $q_{ГВ}$ – то же, что в формуле (45);

A – то же, что в формуле (48).

10.8 Требуемую мощность системы горячего водоснабжения $Q_{ГВ}^{макс}$, кВт, определяют как максимальный часовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение с учетом циркуляции по формуле:

$$Q_{ГВ}^{макс} = Q_{ГВ}^{ср.от.п} \cdot (k_{hl} + k_h) / (1 + k_h) \quad (52)$$

где $Q_{ГВ}^{ср.от.п}$ – то же, что в формуле (51);

k_{hl} – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения; принимают согласно таблице 7;

k_h – коэффициент часовой неравномерности водопотребления; принимают согласно таблице 8.

10.9 Средний расчетный за сутки отопительного периода расход холодной воды на одного жителя в жилом здании $g_{ХВ.ср.сут.от.п.ж}$, л/сут, следует определять по формуле:

$$g_{ХВ.ср.сут.от.п.ж} = (a_{об.табл.А.2} - a_{ГВ.табл.А.2}) \cdot 365 / [z_{от.п} + \alpha \cdot (351 - z_{от.п})]; \quad (53)$$

То же в общественном и производственном зданиях:

$$g_{ХВ.ср.сут.от.п.н/ж} = (a_{об.табл.А.2} - a_{ГВ.табл.А.2}) \cdot 365 / 351, \quad (54)$$

где $a_{об.табл.А.2}$ или $А.3$ – расчетный средний за год суточный общий расход холодной и горячей воды на 1 жителя из табл. А.2 или на 1 потребителя общественного и производственного здания из табл. А.3 СП 30.13330;

остальные обозначения – то же, что в формулах (43 и 44).

10.10 Среднечасовой за отопительный период расход холодной воды на здание, $G_{\text{хв}}^{\text{ср.от.п}}$, м³/ч, следует определять по формуле:

$$G_{\text{хв}}^{\text{ср.от.п}} = g_{\text{хв.ср.сут.от.п}} \cdot A \cdot 10^{-3} / 24 \quad (55)$$

где $g_{\text{хв.ср.сут.от.п}}$ – то же, что в формулах (53 и 54), л/(сутки · м²);

A – общая площадь квартир, $A_{\text{кв}}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{\text{пол}}$, м² (см. Приложение Б);

10.11 Максимальночасовой за сутки наибольшего водопотребления расход холодной воды на здание $G_{\text{хв}}^{\text{макс}}$, м³/сут, следует определять по формуле:

$$G_{\text{хв}}^{\text{макс}} = G_{\text{хв}}^{\text{ср.от.п}} \cdot k_h \quad (56)$$

где $G_{\text{хв}}^{\text{ср.от.п}}$ – то же, что в формуле (55);

k_h – коэффициент часовой неравномерности водопотребления; принимают согласно таблице 8.

11. Сопоставление рассчитанного, ожидаемого теплотребления здания с фактически измеренным. Установление класса энергоэффективности эксплуатируемых жилых домов по результатам энергоаудита

11.1 Расчетная (ожидаемая) величина суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование), тепловые завесы и горячее водоснабжение жилого или общественного здания $q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.расч.пр}}$, кВт·ч/м², определяется путем сложения отдельных составляющих теплоемкости здания по формуле:

$$q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.расч.пр}} = q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч.пр}} + q_{\text{гв.}}^{\text{год.расч.пр}} \quad (57)$$

где $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч.пр}}$ – то же, что в формуле (32) $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$ для жилого дома и в формуле (42) для общественного здания при наличии приточной механической вентиляции с подогревом воздуха;

$q_{\text{гв.}}^{\text{год.расч.пр}}$ – то же, что в формуле (46) в зависимости от назначения здания.

11.2 Фактически измеренная величина теплотребления. Узел учета тепловой энергии, потребляемой зданием, при теплоснабжении через ИТП, как правило, устанавливается на вводе тепловых сетей в здание и измеряет суммарное количество тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Для возможности их разделения на трубопроводе холодной воды, направляемой в водонагреватель горячего водоснабжения, устанавливается водосчетчик, по которому вычисляется теплотребление на горячее водоснабжение $Q_{\text{гв.}}^{\text{изм}}$, кВт·ч, по формуле:

$$Q_{\text{гв.}}^{\text{изм}} = G_{\text{гв.}}^{\text{изм}} \cdot (t_{\text{гв}} - t_{\text{хв}}) \cdot (1 + k_{\text{hl}}) \cdot \rho_w \cdot c_w / 3,6 \quad (58)$$

где $G_{\text{гв.}}^{\text{изм}}$ – измеренное водосчетчиком количество воды, м³, потребленное на горячее водоснабжение за период времени z_i , суток;

остальные обозначения – то же, что в формуле (45).

Тогда, измеренное за тот же период z_i количество тепловой энергии на отопление и вентиляцию $Q_{\text{от+вент.}}^{\text{изм}}$, кВт·ч (при отсутствии установок приточной

вентиляции и тепловых завес), будет:

$$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{изм}} = Q_{\text{сум.}}^{\text{изм}} - Q_{\text{гв.}}^{\text{изм}} \quad (59)$$

где $Q_{\text{сум.}}^{\text{изм}}$ – измеренное теплосчетчиком количество тепловой энергии, кВт·ч, поступившее в здание за период времени z_i ;

$Q_{\text{гв.}}^{\text{изм}}$ – то же, что в формуле (58).

11.3 Для возможности сопоставления измеренного количества $Q_{\text{от+вент.}}^{\text{изм}}$ с рассчитанным по 8.5 расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома за отопительный период $Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}}$, следует пересчитать измеренное количество тепловой энергии за период z_i с учетом средних за этот период температур наружного $t_{\text{н.}z_i}$ и внутреннего $t_{\text{в.}z_i}$ воздуха на нормализованный отопительный период, соответствующий расчетным градусо-суткам рассматриваемого региона строительства ГСОП, по формуле:

$$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{изм.пер.}} = Q_{\text{от+вент.}}^{\text{изм}} \cdot \text{ГСОП} / [(t_{\text{в.}z_i} - t_{\text{н.}z_i}) \cdot z_i] \quad (60)$$

где $Q_{\text{от+вент.}}^{\text{изм.пер.}}$ – измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период количество тепловой энергии на отопление и вентиляцию обследуемого здания;

остальные обозначения – в тексте.

При отсутствии измерений $t_{\text{в.}z_i}$ следует принимать по нижнему значению оптимальных параметров согласно ГОСТ 30494-96 – для жилых зданий и помещений общественного назначения, где люди заняты умственным трудом, 20°C на территориях с $t_{\text{н}}^{\text{р}} > -30^\circ\text{C}$ и 21°C на территориях с более низкой расчетной наружной температурой; для других помещений – по СНиП; при явном перегреве здания принимают $t_{\text{в.}z_i} = 22^\circ\text{C}$.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение выше рассчитанного (с учетом возможного в процессе эксплуатации повышения теплозащиты здания), то это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты, и оно перегревается. Причиной может быть несоответствие поддерживаемого контроллером и требуемого в соответствии с Приложением Д и Е настоящего стандарта температурного графика в системе отопления – надо пересчитать температурный график и перенастроить контроллер. Либо завышенный расход теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, о чем также будет свидетельствовать завышенная температура в обратном трубопроводе системы отопления против расчетного графика при соответствии требуемой для текущей $t_{\text{н}}$ в подающем трубопроводе – надо уменьшить число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение ниже рассчитанного, то это может означать, что в здание поступает сниженное количество теплоты. Надо проверить, какова фактическая средняя по дому заселенность квартир, и если она выше 20 м² общей площади квартир, то исходя из реальной заселенности, которая влияет на вентиляционную составляющую теплопотерь и удельную величину бытовых теплопоступлений, следует пересчитать расчетный расход теплоты на отопление и вентиляцию. Если после пересчета поступающее в систему отопления

количество теплоты продолжает быть ниже рассчитанного, а средняя температура воздуха в здании выше нижней границы комфортного уровня, есть опасность «синдрома больного здания» – надо принять меры к увеличению воздухообмена в квартирах до нормируемого.

11.4 При наличии установок приточной вентиляции и тепловых завес следует провести измерение расхода воздуха, перемещаемого этими установками, $L_{\text{вент.}}^{\text{изм}}$, м³/ч, и до какой температуры этот воздух нагревается в калориферах, $t_{\text{пр}}$. Количество тепловой энергии в приточных системах, $Q_{\text{вент.}}^{\text{изм}}$, кВт·ч, за период времени измерения, z_i , суток, при работе в течение $n_{\text{вент}}$ часов в неделю, находится по формуле:

$$Q_{\text{вент.}}^{\text{изм}} = 0,04 \cdot 10^{-3} \cdot L_{\text{вент.}}^{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot c_a \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{н.}z_i}) \cdot z_i \quad (61)$$

где обозначения – в тексте, за исключением:

0,04 = 0,28·24/168, здесь 24 - число часов в сутках, чтобы z_i представить в часах; 168 - число часов в неделю, потому что $n_{\text{вент}}$ – это время за неделю;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха при расчетной температуре внутреннего воздуха, кг/м³, определяется по формуле (12);

c_a – удельная теплоемкость воздуха, принимается $c_a = 1,006$ кДж/(кг·°C);

$t_{\text{н.}z_i}$ – средняя температура наружного воздуха за период времени измерения z_i ; в тепловых завесах вместо нее следует подставлять температуру внутреннего воздуха, $t_{\text{в}}$, °C; в установках приточной вентиляции с рециркуляцией воздуха – температуру смеси обеих предыдущих значений в пропорции количеств смешивающихся сред.

Тогда, измеренное за тот же период z_i количество тепловой энергии на отопление, компенсирующее теплопотери через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося через закрытые окна наружного воздуха при выключенной в нерабочее время вентиляции, $Q_{\text{от+инф.}}^{\text{изм}}$, кВт·ч, будет:

$$Q_{\text{от+инф.}}^{\text{изм}} = Q_{\text{сум.}}^{\text{изм}} - Q_{\text{гв.}}^{\text{изм}} - Q_{\text{вент.}}^{\text{изм}} \quad (62)$$

Затем эта величина аналогично формулы (60) пересчитывается на нормализованный отопительный период, $Q_{\text{от+инф.}}^{\text{изм.пер}}$ и сравнивается с расчетной.

11.5 Количество тепловой энергии на вентиляцию и тепловые завесы, $Q_{\text{вент+т.з.}}^{\text{изм.пер}}$, кВт·ч, пересчитанное на отопительный период, $z_{\text{от.п}}$, суток, находится по формуле:

$$Q_{\text{вент+т.з.}}^{\text{изм.пер}} = 0,04 \cdot 10^{-3} \cdot L_{\text{вент.}}^{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot c_a \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{н.от.п}}) \cdot z_{\text{от.п}} \quad (63)$$

где обозначения – в тексте или то же, что в формуле (61).

Искомое значение также сравнивается с рассчитанным по проектным нагрузкам $Q_{\text{вент.т.з.}}^{\text{год.расч.пр}}$, полученное суммированием $Q_{\text{вент.}}^{\text{год.расч.пр}}$ – по формуле (37) и $Q_{\text{т.з.}}^{\text{год.расч.пр}}$ – по формуле (39). Причинами завышения измеренного количества тепловой энергии на вентиляцию по сравнению с рассчитанным может быть увеличенная производительность вентилятора на реальную сеть воздухопроводов – надо уменьшить число оборотов электродвигателя вентилятора или выполнить аэродинамическую регулировку распределения воздушных потоков путем увеличения сопротивления воздуховыпускных

клапанов.

Другой причиной увеличенного теплоснабжения на вентиляцию может быть завышенная теплоотдача калориферов, которая приводит к сбою работы системы автоматики – автоматическое уменьшение расхода теплоносителя через калориферы при увеличении температуры приточного воздуха выше заданного значения приводит к снижению температуры воды в обратном трубопроводе ниже заданной уставки автоматической защиты калориферов от замерзания, которой отдается предпочтение, и клапан на теплоносителе раскрывается, увеличивая теплоснабжение на вентиляцию сверх требуемого значения. Для исключения этого следует изменить обвязку калориферов (искусственное ограничение поверхности нагрева калориферов перекрытием ее части щитом положительного эффекта не дает). Следует проверить также соответствие уставок температуры приточного воздуха и обратной воды в контроллере проектным значениям.

11.6 Следует пересчитать измеренное количество потребленной тепло-вой энергии на горячее водоснабжение за период времени z_i на годовое теплоснабжение, $Q_{гв.изм.пер}$, кВт·ч (как правило, измерение проводят в отопительный период, чтобы оценить правильность работы отопления):

$$Q_{гв.изм.пер} = [Q_{гв.изм} / (1 + k_h) / z_i] \cdot \left(351k_{hl} + z_{om} + \frac{\alpha(351 - z_{om})(60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}} \right), \quad (64)$$

Искомое значение также сравнивается с рассчитанным, $Q_{гв.год.расч}$, кВт·ч:

$$Q_{гв.год.расч} = q_{гв.год} \cdot A, \quad (65)$$

где $q_{гв.год}$ – удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в зависимости от назначения здания, кВт·ч/м², и все остальные обозначения то же, что в формулах (46), для жилых домов с учетом степени оснащённости квартирными водосчетчиками – формула (46а);

A – общая площадь квартир, $A_{кв}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{пол}$, м² (см. Приложение Б).

Если измеренное и пересчитанное на отопительный период значение выше рассчитанного, то следует проверить величину фактического среднесуточного потребления горячей воды одним человеком за период времени измерения z_i и сравнить ее с нормируемым значением из табл.Г.5. Например, в жилом доме фактическое среднесуточное в отопительном периоде водопотребление одним жителем, $g_{гв.сп.от.п.ж.ф}$, л/сут., будет:

$$g_{гв.сп.от.п.ж.ф} = G_{гв.изм} \cdot 10^3 / (m_{ф} \cdot z_i), \quad (66)$$

нормируемое с учетом степени оснащённости квартирными водосчетчиками:

$$g_{гв.сп.от.п.ж.н} = g_{гв.сп.от.п.ж} \cdot (1 - 0,4 \cdot n_{уст} / n_{кв}), \quad (67)$$

где $G_{гв.изм}$ – то же, что в формуле (58);

$m_{ф}$ – фактическое количество жителей проживающих в доме;

$g_{гв.сп.от.п.ж}$ – то же, что в формуле (И.1) Приложения И;

$n_{уст}$ и $n_{кв}$ – то же, что в формуле (46а).

Причинами завышенного водопотребления может быть превышение давления в системе водопровода выше минимально рекомендованного уровня, излишние сливы воды из-за ее выстывания в точках разбора вследствие нарушения циркуляции в системе – необходимо устранить эти недостатки. Следует измерить температуру воды в циркуляционном трубопроводе системы на входе в тепловой пункт – разность между температурой в подающем и циркуляционном трубопроводах в ночное время не должна быть ниже 7-8°C, в противном случае надо сократить циркуляцию, уменьшив число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса, и выполнить гидравлическую наладку распределения потоков циркуляции.

11.7 После пересчета измеренных составляющих фактического расхода тепловой энергии, потребленной зданием, определяется величина суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания $q_{от+вент+гв. год.изм.пер.}$ по формуле:

$$q_{от+вент+гв. год.изм.пер.} = (Q_{от+вент. изм.пер.} + Q_{вент+гв. изм.пер.} + Q_{гв. изм.пер.}) / A, \quad (68)$$

где $Q_{от+вент. изм.пер.}$ – то же, что в формуле (60), при этом $Q_{вент+гв. изм.пер.} = 0$;
 $Q_{вент+гв. изм.пер.}$ – то же, что в формуле (63), при этом $Q_{от+вент. изм.пер.} = Q_{от+инф. изм.пер.}$, определенная по 11.4;

$Q_{гв. изм.пер.}$ – то же, что в формуле (64);

A – общая площадь квартир, $A_{кв}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{пол}$, м² (см. Приложение Б).

По сравнению искомой величины $q_{от+вент+гв. год.изм.пер.}$ с нормируемой в зависимости от года строительства $q_{от+вент+гв. год.норм.}$ для многоквартирных домов по табл.1 стандарта, а для многоквартирных и общественных зданий по табл.2 и 3 с учетом п.3.4, устанавливается соответствует ли обследуемое здание требованиям энергоэффективности на данный момент времени.

По степени отклонения искомой величины $q_{от+вент+гв. год.изм.пер.}$ и базовой $q_{от+вент+гв. год.баз}$, определяемой по тем же табл.1-3 с учетом п.3.4, устанавливается класс энергетической эффективности здания по результатам энергетического обследования в соответствии с табл.5. Величина отклонения в % находится из следующего уравнения:

$$(q_{от+вент+гв. год.изм.пер.} - q_{от+вент+гв. год.баз}) \cdot 100 / q_{от+вент+гв. год.баз} \quad (69)$$

Если энергообследование выполняется при приемке здания в эксплуатацию, и по результатам обследования получается класс энергетической эффективности здания ниже класса, установленного по проектной документации, следует устранить причины завышенного теплопотребления здания, используя рекомендации перечисленные выше или, применив иные энергосберегающие решения, пока не будет достигнуто соответствие.

11.8 Показатели, характеризующие годовые удельные величины расхода энергетических ресурсов в здании, в том числе: суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, а также величины отклонений от нормируемых показателей и достигнутый класс энергетической эффективности здания, приводятся в энергетическом паспорте

здания.

12. Расчет ожидаемого электропотребления на общедомовые нужды

12.1 Требуемую мощность системы электроснабжения жилых зданий N_e , кВт, определяют в соответствии с СП 31-110 как расчетную нагрузку питающих линий установленных электроприемников, включая нагрузку квартир, силового оборудования жилых домов (электродвигателей лифтовых, санитарно-технических и отопительно-вентиляционных установок) и технологического оборудования встроенных и пристроенных нежилых помещений, по формуле

$$N_e = 0,9N_a + N_p + k_1N_1 + \dots + k_nN_n, \quad (70)$$

где N_a – расчетная электрическая нагрузка квартир, включая освещение общедомовых помещений, кВт; принимают согласно 12.2;

N_p – расчетная электрическая нагрузка силового оборудования, кВт; принимают согласно 12.3;

$k_1 \dots k_n$ – коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых домов (квартир и силовых электроприемников) в наибольшей расчетной нагрузке, принимают по таблице 6.13 СП 31-110;

$N_1 \dots N_n$ – расчетные электрические нагрузки встроенных и пристроенных нежилых помещений, кВт; принимают по таблице 6.14 СП 31-110.

12.2 Расчетную электрическую нагрузку квартир, не оборудованных джакузи, электроводонагревателями и т. д., N_a , кВт, определяют по формуле

$$N_a = N_{a.sp}n, \quad (71)$$

где $N_{a.sp}$ – удельная расчетная нагрузка электроприемников квартир жилых зданий, кВт/квартира; принимают по таблице Г.6 Приложения Г в зависимости от количества квартир, присоединенных к линии, и типа кухонных плит; установлена с учетом того, что расчетная неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам трехфазных линий и вводов не превышает 15 %; для квартир повышенной комфортности – с учетом табл.Г.7 и Г.8;

n – количество квартир.

12.3 Требуемую электрическую мощность на силовое оборудование N_p , кВт, включающую расчетную нагрузку лифтовых установок и электродвигателей сантехнического оборудования, следует определять по формуле

$$N_p = K_c \cdot \sum_1^n N_1, \quad (72)$$

где K_c – коэффициент спроса в зависимости от числа лифтов $K_{c.л.}$ в табл.9, от числа электродвигателей сантехустройств $K_{c.э.}$ в табл.10;

$\sum_1^n N_1$, – сумма установленных мощностей электродвигателей лифтов или сантехнического оборудования по паспорту от 1 до n , кВт, без резервных электродвигателей и электроприемников пожарных устройств.

Таблица 9. Коэффициент спроса в зависимости от числа лифтовых установок

Число лифтовых установок	Коэффициент $K_{с.л}$ для домов высотой	
	до 12 этажей	12 этажей и выше
2–3	0,80	0,90
4–5	0,70	0,80
6	0,65	0,75
10	0,50	0,60
20	0,40	0,50
25 и более	0,35	0,40

Примечание – Коэффициент спроса для числа лифтовых установок, не указанных в таблице, определяют интерполяцией.

Таблица 10. Коэффициент спроса в зависимости от числа электродвигателей сантехнических устройств

Удельный вес работающего оборудования в установленной мощности электродвигателей, %	Значение коэффициента $K_{с.э}$ при числе электроприемников*										
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100–85	1,00 (0,80)	0,90 (0,75)	0,80 (0,70)	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50
84–75	–	–	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
74–50	–	–	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45
49–25	–	–	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
24 и менее	–	–	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

* В скобках приведены коэффициенты спроса для электродвигателей единичной мощностью более 30 кВт.
Примечание. Коэффициент спроса для числа присоединенных электроприемников, не указанного в таблице, определяют интерполяцией.

12.4 Определение мощности электродвигателя отдельной насосной установки исходя из расхода перекачиваемой жидкости и переменного во времени напора развиваемого насосом, N_p , кВт :

$$N_p = \frac{K_3 * Q * H * \gamma}{102 * 3600 * \eta_n * \eta_{пер}}, \quad (73)$$

где K_3 – коэффициент запаса мощности электродвигателя (при $Q_{нас} \leq 100$ м³/ч, $K_3 = 1,2 \div 1,3$; при $Q_{нас} > 100$ м³/ч, $K_3 = 1,1 \div 1,15$);

$Q_{нас}$ = $G_{нас}$ – производительность насоса, м³/ч;

$H_{нас}$ – напор развиваемый насосом, м.вод.ст.;

γ – плотность жидкости, кг/м³ (плотность воды $\gamma=1000$ кг/м³);

$\eta_{нас}$ – КПД насоса;

$\eta_{пер}$ – КПД передачи, определяется из таблицы 11.

Таблица 11. КПД передачи электродвигателя

Тип передачи	Значение КПД, $\eta_{\text{пер}}$
Насадка на вал эл/двигателя	1,0
Ременная	0,94-0,98
Муфтовая	0,97-0,99
Редукторная	0,88-0,96

12.5 Определение потребления электроэнергии $E_{\text{нас.}}^{\text{год}}$, кВт·ч, при работе насоса с постоянным напором расхода перекачиваемой жидкости и $K_3=0$:

$$E_{\text{р.нас.}}^{\text{год}} = 0,00272 \cdot G_{\text{нас}} \cdot H_{\text{нас}} \cdot n_{\text{нас}} / (\eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{нас}}), \quad (74)$$

где $n_{\text{нас}}$ – число часов работы насоса с заданной производительностью; остальные обозначения те же, что в формуле (73).

По вышеприведенной формуле можно определить расход электроэнергии, потребляемой циркуляционным насосом, установленным в контуре двухтрубной системы отопления без термостатов (либо однострубно с термостатами и без них) с независимым присоединением к тепловым сетям через теплообменник и с зависимым присоединением с подмешиванием обратной воды при размещении насоса на подающем или обратном трубопроводе системы отопления, предварительно определив по номограмме работы насоса его КПД в рабочей точке.

При установке насоса на подмешивающей перемычке максимальный расход теплоносителя, перекачиваемый насосом, будет в начале/конце отопительного периода, уменьшаясь с понижением температуры наружного воздуха. Поэтому для определения электропотребления насоса необходимо сначала построить график длительности стояния наружных температур (график Росандра), установить требуемую производительность насоса для каждого периода и КПД насоса, перемножить на длительность в часах каждого периода и просуммировать электропотребление за все периоды.

В двухтрубной системе отопления с термостатами возможен переменный расход теплоносителя через насос, из-за автоматического закрытия термостатов, и снижения при этом требуемого напора, что наилучшим образом обеспечивается применением устройств регулирования числа оборотов электродвигателя, но затрудняет заранее установить закономерность режима работы системы.

Для циркуляционных насосов системы горячего водоснабжения, установленных на подающем трубопроводе нагреваемой воды после смешения с циркулирующей в контуре ГВС, электропотребление насоса определяется также по вышеприведенной формуле при производительности равной сумме среднечасового водоразбора плюс сохраняющийся при этом расход на

циркуляцию в объеме 60% от расчетной в ночном режиме, и напору необходимому на преодоление сопротивления второй ступени водонагревателей горячего водоснабжения и подающего трубопровода системы ГВС при прохождении суммарного расхода, и сопротивления циркуляционного трубопровода при прохождении сохраняющегося циркуляционного расхода. При такой установке насоса давления, необходимого в системе холодного водоснабжения, достаточно для обеспечения надежной работы системы ГВС.

Для циркуляционных насосов системы горячего водоснабжения, установленных на циркуляционном трубопроводе в контуре ГВС, производительность насоса будет зависеть от уровня водоразбора: в ночной период она будет максимальной при напоре необходимом на преодоление сопротивления подающих и циркуляционных трубопроводов при прохождении этого расхода, уменьшаясь при увеличении водоразбора, а потому электропотребление насоса будет также переменным и будет зависеть от уровня водоразбора. С целью сокращения электропотребления здесь возможно применение устройств регулирования числа оборотов электродвигателя. Но при такой установке насоса для обеспечения надежной работы системы ГВС в системе холодного водоснабжения необходимо давление, требуемое для этой системы и для преодоления сопротивления второй ступени водонагревателей горячего водоснабжения при прохождении расхода в объеме расчетного водоразбора.

Учитывая, что вышеприведенный расчет требует подробного знания расчетной производительности и напора систем отопления и горячего водоснабжения и режима их изменения во времени, в зависимости от изменения наружной температуры и уровня водоразбора, при определении удельного энергопотребления насосного и вентиляционного оборудования для оценки энергоэффективности зданий допускается выполнять расчет исходя из установленной мощности насосного оборудования (без резерва). Но если при этом не будут обеспечиваться требуемые нормативные значения, разработчик будет вынужден прибегнуть к расчету энергопотребления через производительность, напор и КПД насосной установки.

12.6 Требуемую электрическую нагрузку искусственного освещения N_t , кВт, определяют исходя из нормируемой освещенности помещений по максимально допустимой удельной установленной мощности на m^2 помещения из табл. Г.9 с учетом коэффициента полезного действия применяемых светильников и световой отдачи применяемого источника света по формуле:

$$N_t = w \cdot A \cdot \zeta_t \quad (75)$$

где w – удельная на m^2 пола мощность (Вт/ m^2), из табл.Г.9,

A – площадь пола освещаемого помещения,

ζ_t – коэффициент полезного действия примененных светильников.

12.7 Требуемую мощность электроприемников общественного здания принимают из проекта с учетом коэффициентов одновременности и спроса, указанных в СП 31-110–2003. Мощность резервных электродвигателей, а также

электроприемников противопожарных устройств и уборочных механизмов при расчете электрических нагрузок питающих линий и вводов в здание не учитывают, за исключением тех случаев, когда она определяет выбор защитных аппаратов и сечений проводников, в том числе отдельно выделяется нагрузка на искусственное освещение $N_{т.н/ж}$ и лифтовое, сантехническое и вентиляционное оборудование, $N_{р.н/ж}$.

12.8 Годовое электропотребление в многоквартирных домах $E_{ж}^{год}$, кВт·ч, определяют по формуле (76) в соответствии с пунктом 27 [3], по которым средний уровень электропотребления при социальной норме площади жилья на человека 18 м^2 в домах с лифтами составляет в жилых домах с газовыми плитами – $480 \text{ кВт·ч/чел. в год}$, или $480/18 = 27 \text{ кВт·ч/м}^2$; в жилых домах с электрическими плитами – $770 \text{ кВт·ч/чел. в год}$, или $770/18 = 43 \text{ кВт·ч/м}^2$. При наличии в жилых помещениях кондиционирования воздуха расход электроэнергии увеличивают на $160 \text{ кВт·ч/чел. в год}$ или на 9 кВт·ч/м^2 . С повышением категоричности здания увеличивается энерго-потребление на человека, но при этом растет и количество квадратных метров на человека. Поэтому удельный расход электроэнергии следует относить не на человека, а на квадратный метр общей площади квартир.

$$E_{е.ж}^{год} = (27 \div 43) A_{кв} \quad (76)$$

где $A_{кв}$ – общая площадь квартир жилого дома.

Удельный годовой расход электрической энергии в целом на здание в зависимости от его назначения и заселенности можно принимать по табл.Г.4.

В том числе годовой расход электрической энергии на общедомовые нужды жилого и общественного здания $E_{е.о/д.}^{год}$, кВт·ч/м², определяется:

$$E_{е.о/д.}^{год} = E_{т.}^{год} + E_{р.}^{год} + E_{конд.}^{год} \quad (77)$$

12.9 Годовое электропотребление на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных домов $E_{е.т.ж}^{год}$ (лестничных клеток, техподполий, технических этажей, чердаков и т. д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитков противопожарных устройств, приборов автоматики и учета, устройств очистки мусоропроводов, подъемников для инвалидов), оцениваемые как 5% надбавку к годовому электропотреблению на освещение при применении датчиков движения $K_t=1,05$, и неучитываемые при отсутствии этих датчиков ($K_t=1,0$):

$$E_{е.т.ж}^{год} = \sum N_{т.ж} \cdot Z_{ч.макс} \cdot K_t \quad (78)$$

где: $N_{т.ж}$ – то же, что и в формуле (74) жилого дома;

$Z_{ч.макс}$ – годовое число часов использования максимума, ч, принимать по табл. Г.10 Приложения Г.

12.10 Годовое электропотребление на искусственное освещение в общественных зданиях $E_{е.т.н/ж}^{год}$, кВт·ч, выполняемое с учетом разделения помещения на зоны, разно удаленные от окна и по характеру проводимой работы, определяется в соответствии с табл. Г. 10 по формуле:

$$E_{е.т.н/ж}^{год} = \sum N_{т.н/ж} \cdot Z_{ч.макс} \quad (79)$$

где: $N_{т.н/ж}$ – то же, что и в формуле (75) нежилого здания;

$Z_{чч}$ – то же, что и в формуле (78).

12.11 Годовое электропотребление жилых и общественных зданий на силовое оборудование, включающее лифты $E_{е.р.лифт.}^{год}$ и электродвигатели сантехнического $E_{е.р.БК.}^{год}$ и отопительно-вентиляционного $E_{е.р.ОВ.}^{год}$ оборудования (вентиляционное оборудование общественных зданий только за отопительный период), кВт·ч:

$$E_{е.р.}^{год} = \Sigma (N_{р.лифт} \cdot Z_{ч.макс} + N_{р.БК} \cdot Z_{ч.год} + N_{р.ОВ} \cdot Z_{ч.от.п}) \quad (80)$$

где: $N_{р.л}$ – расчетная нагрузка лифтовых установок, кВт;

$N_{р.БК}$ – расчетная нагрузка сантехнических установок, кВт;

$N_{р.ОВ}$ – расчетная нагрузка отопительно-вентиляционных уст-ок, кВт;

$Z_{ч.макс}$ – то же, что и в формуле (78) с учетом табл.Г.10, ч;

$Z_{ч.год}$ – число часов работы насосов в году, для циркуляционных насосов горячего водоснабжения: $24 \cdot 351 = 8424$ ч;

$Z_{ч.от.п}$ – число часов работы насосов и вентиляторов в отопительном сезоне, для циркуляционных насосов отопления: $24 \cdot z_{от.п} = 8424$ ч;

$z_{от.п}$ – продолжительность отопительного периода, сут., принимать в соответствии с 5.2.

12.12 Годовое электропотребление в общественных зданиях на центральное кондиционирование (охлаждение) и вентиляцию в переходный и летний периоды года (за пределами отопительного периода) $E_{е.конд.}^{год}$, кВт·ч,

$$E_{е.конд.}^{год} = k_{пот} \cdot Q_{охл.}^{год} + N_{р.конд} \cdot Z_{ч.конд}, \quad (81)$$

где $Q_{охл.}^{год}$ – годовые затраты холода на охлаждение помещений здания, кВт·ч, принимается из СП (EN ISO 13790:2008);

$k_{пот}$ – коэффициент, учитывающий потери в расходе электрической энергии при использовании ее для получения холода;

$N_{р.конд}$ – расчетная нагрузка оборудования системы кондиционирования (приточные и вытяжные вентиляторы, насосы, чиллеры), кВт;

$Z_{ч.конд}$ – число часов работы оборудования системы кондиционирования в летний и переходный период года, ч.

12.13 Электропотребление за средний сутки на общедомовые нужды $N_{ав}$, кВт·ч/сут, определяют по формуле

$$q_{е.о/д.}^{сут.} = E_{е.о/д.}^{год} / 365 \quad (82)$$

где $E_{е.о/д.}^{год}$ – годовой расход электрической энергии зданием на общедомовые нужды, кВт·ч; принимают согласно формулы (77).

12.14 Удельный годовой расход электрической энергии многоквартирных домов $q_{е.ж}^{год.}$, кВт·ч/м², принимают по табл.Г.4 или определяют по ф-ле:

$$q_{е.ж}^{год.} = E_{ж}^{год} / A_{кв} \quad (83)$$

где $E_{ж}^{год.}$, $A_{кв}$ – то же, что в формуле (76).

В том числе, удельный расход электрической энергии на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных домов и на привод электродвигателей лифтов, насосов и вентиляторов $q_{е.(t+p).ж}^{год.}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{е.(t+p).ж}^{год.} = (E_{е.т.ж}^{год} + E_{е.р.ж}^{год}) / A_{кв} \quad (84)$$

где $E_{e.t.ж}^{год}$ – то же, что и в формуле (78);

$E_{e.p.ж}^{год}$ – то же, что и в формуле (80) для жилого дома.

12.15 Удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение и инженерное оборудование общественных зданий $q_{e.(t+p).н/ж}^{год}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{e.(t+p).н/ж}^{год} = (E_{e.t.н/ж}^{год} + E_{e.p.н/ж}^{год}) / A_{пол} \quad (85)$$

где $E_{e.t.н/ж}^{год}$ – то же, что и в формуле (79);

$E_{e.p.н/ж}^{год}$ – то же, что и в формуле (80) для нежилого дома.

12.16 Удельный годовой расход электрической энергии в общественных зданиях на системы центрального кондиционирования (охлаждение) и вентиляцию в переходный и летний периоды года (за пределами отопительного периода) $q_{e.конд.}^{год}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{e.конд.}^{год} = E_{e.конд.}^{год} / A_{пол} \quad (86)$$

где $E_{e.конд.}^{год}$ – то же, что и в формуле (81).

12.17 Годовой расход природного газа $Q_{ng}^{год}$, м³, определяют по формуле

$$Q_{ng}^{год} = V_{ng} \cdot 365, \quad (87)$$

где V_{ng} – средний суточный расход природного газа, м³/сут; определяют из проекта.

12.18 Удельный годовой расход природного газа $q_{ng}^{год}$, м³/м², определяют по формуле

$$q_{ng}^{год} = \frac{Q_{ng}^{год}}{A}, \quad (88)$$

где $Q_{ng}^{год}$ – годовой расход природного газа, м³; принимают по 12.17;

A – общая площадь квартир, $A_{кв}$, м² или полезная площадь помещений общественного здания, $A_{пол}$, м² (см. Приложение Б).

12.19 Удельную расчетную электрическую энергоемкость здания (не включая энергопотребление квартир многоквартирных домов) $q_{e.}^{год.расч}$, кВт·ч/м², определяют в зависимости от назначения здания по формулам

$$q_{e.ж}^{год.расч} = q_{e.(t+p).ж}^{год} \quad (89)$$

$$\text{или } q_{e.н/ж}^{год.расч} = q_{e.(t+p).н/ж}^{год} + q_{e.конд.}^{год} \quad (90)$$

где $q_{e.ж.}^{год.расч}$, $q_{e.н/ж.}^{год.расч}$, $q_{e.конд.}^{год}$ – удельный годовой расход электрической энергии, соответственно на освещение и на привод электродвигателей лифтов, насосов и вентиляторов многоквартирных домов; то же плюс центральное кондиционирование (охлаждение) в общественных зданиях, кВт·ч/м²; принимают согласно 12.14–12.16.

12.20 Удельную расчетную энергоемкость здания при отсутствии потребления газа $q_{т+е}^{год.расч}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{т+е}^{год.расч} = q_{от+вент+гв.}^{год.расч} + \theta \cdot q_{e.}^{год.расч} \quad (91)$$

где $q_{от+вент+гв.}^{год.расч}$ – удельная расчетная годовая тепловая энергоемкость здания, кВт·ч/м², принимают согласно 11.1;

$q_{e.}^{год.расч}$ – удельная расчетная годовая электрическая энергоемкость здания, кВт·ч/м²; принимают для жилых зданий по (89), общественных (90);

θ – коэффициент приведения электрической энергии (с учетом сниженного ночного тарифа) к тепловой энергии, принимается по данным Региональной энергетической комиссии.

12.21 Удельную расчетную топливную энергоемкость здания $q^{\text{год.расч}}$, в кг у. т./м², определяют:

* для газифицированного – по формуле (92) с учетом теплоты сгорания 1 кг условного топлива в размере 29,31 кДж, или 8,14 кВт·ч, и коэффициента пересчета теплотворной способности 1 м³ природного газа в 1 кг у. т., равного 1,154 [4]:

$$q^{\text{год.расч}} = 1,154 \cdot q_{\text{ng}}^{\text{год.расч}} + q_{\text{т+е}}^{\text{год.расч}} / 8,14 \quad (92)$$

где $q_{\text{ng}}^{\text{год.расч}}$ – удельный расчетный годовой расход природного газа, м³/м²; принимают по формуле (88);

$q_{\text{т+е}}^{\text{год.расч}}$ – удельная расчетная энергоемкость здания при отсутствии потребления газа, кВт·ч/м²; принимают по формуле (91);

* для негазифицированного - по формуле (93)

$$q^{\text{год.расч}} = q_{\text{т+е}}^{\text{год.расч}} / 8,14 \quad (93)$$

где $q_{\text{т+е}}^{\text{год.расч}}$ – то же, что в формуле (92).

Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. СП 30.13330.2011 «СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий»
2. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»
3. СП 44.13330.2011 (СНиП 2.09.04-87) Административные и бытовые здания
4. СП 52.13330.2011 (СНиП 23-05-95*) Естественное и искусственное освещение
5. СП 54.13330.2011 (СНиП 31-01-2003) Здания жилые многоквартирные
6. СП 55.13330.2011 (СНиП 31-02-2001) Дома жилые одноквартирные
7. СП 56.13330.2011 (СНиП 31-03-2001) Производственные здания
8. СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»
9. СП 118.13330.2011 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»
10. СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02-2003 Тепловые сети»;
11. СП 131.13330.2011 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»;
12. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
13. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий;
14. СП 31-103-2003 Проектирование жилых и общественных зданий;
15. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий;
16. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов;
17. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
18. ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление»
19. ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности»
20. ГОСТ Р 51380-99 «Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования»
21. ГОСТ Р 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Общие положения»
22. ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения»
23. ГОСТ Р 54860-2011 «Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения»
24. ГОСТ Р 54862-2011 «Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания»
25. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
26. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.

27. СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»;
28. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
29. МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепловодозлектрообеспечения».
30. МГСН 4.19–2005 Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве.

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим сводом правил следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Термины и определения

Термин	Обозначение	Характеристика	Единица измерения
1. Общие понятия			
1.1 Отопление	-	Искусственный нагрев помещений в холодный период года для компенсации тепловых потерь и поддержания нормируемой температуры со средней необеспеченностью 50 ч/год	-
1.2 Вентиляция	-	Организованный обмен воздуха в помещениях для обеспечения параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой зоне помещений в пределах допустимых норм при средней необеспеченности 400 ч/год при круглосуточной работе и 300 ч/год при односменной работе в дневное время	-
1.3 Инфильтрация	-	Неорганизованное поступление наружного воздуха в здание через неплотности ограждающих конструкций вследствие ветрового и гравитационного напоров, формируемых разностью температур и давлений воздуха снаружи и внутри помещений	-
1.4 Индивидуальный тепловой пункт (ИТП)		Устройство с комплектом оборудования, устанавливаемое в здании или его части для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок к тепловым сетям и позволяющее изменять температурный и гидравлический режимы систем отопления и ГВ, обеспечить учет и автоматическое ре-	

		гулирование подачи тепловой энергии на ОВ и ГВ	
1.5 Автоматизированный узел управления системой отопления АУУ		Устройство с комплектом оборудования, устанавливаемое в месте подключения системы отопления здания или его части к внутриквартальным сетям отопления от ЦТП и позволяющее изменять температурный и гидравлический режимы системы отопления, обеспечить учет и автоматическое регулирование подачи тепловой энергии на отопление	
1.6 График температуры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления		График, реализуемый в контроллере АУУ или ИТП для регулирования подачи теплоты на отопление. Строится в расчетных условиях (при $t_n^{\text{расч}}$) с учетом запаса производительности системы отопления, выявленной по результатам энергоаудита; при других температурах наружного воздуха t_n – с углом наклона, зависящим от соотношения теплоотдачи системы отопления при изменении наружной температуры; для жилых домов – с учетом увеличивающейся доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе квартир с повышением t_n	
1.7 Прибор учета	-	Техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и/или хранящее единицу физической вели-	-

		чины, размер которой принимается неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение определенного интервала времени, и разрешенное к использованию для коммерческого учета	
1.8 Общедомовой прибор учета теплоты	-	Прибор учета, установленный на вводе тепловых сетей в дом (при этом необходим расходомер на трубопроводе холодной воды в водонагреватель горячего водоснабжения) или отдельно на систему отопления и горячего водоснабжения	-
1.9 Индивидуальный прибор учета теплоты на отопление	-	Прибор учета, установленный на комнатных отопительных приборах, либо на вводе системы отопления в квартиру и в нежилые помещения здания	-
1.10 Индивидуальный прибор учета холодной и горячей воды	-	Прибор учета, установленный на вводе системы холодного и горячего водоснабжения в квартиру и в нежилые помещения	-
1.11 Энергосбережение	-	Реализация организационных, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования	-
1.12 Энергетическое обследование здания		Сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с	

		отражением полученных результатов в энергетическом паспорте (ФЗ №261)	
1.13 Энергетический паспорт проекта здания и составляемый по результатам его энергетического обследования	—	Единый документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов и класс энергетической эффективности	—
2 Показатели энергетической эффективности			
2.1 Базовый, нормируемый и расчетный удельные показатели тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания	$q_{\text{от+вент}}^{\text{год.баз}},$ $q_{\text{от+вент}}^{\text{год.норм}}$ и $q_{\text{от+вент}}^{\text{год.расч}}$	Количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации тепловых потерь здания с учетом нормируемого воздухообмена и тепловыделений, при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное на квадратный метр площади квартир или полезной площади помещений общественного здания или к их отапливаемому объему (при высоте этажа от пола до потолка более 3,6 м)	$\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$ $[\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3]$
2.2 Базовый и нормируемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода	$\theta_{\text{эн/эф}}$	Количество тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, отнесенное на единицу площади/объема (указанные выше) и к градусо-суткам отопительного периода	$\text{Вт} \cdot \text{ч} /$ $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}),$ $[\text{Вт} \cdot \text{ч} /$ $(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})]$
2.3 Фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию и пересчитанный через реальные градусо-сутки на нормализованный отопительный период	$q_{\text{от+вент}}^{\text{год.изм.пер}}$	Количество тепловой энергии на отопление и вентиляцию, измеренное теплосчетчиком за достоверный период, пересчитанное через градусо-сутки этого периода на нормализованный отопительный период	$\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$ $[\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3]$

2.4 Фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, пересчитанный на нормализованный отопительный период, и на горячее водоснабжение, пересчитанное с периода измерений на теплопотребление за год.	$Q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.изм.пер}}$	Количество измеренной теплосчетчиком тепловой энергии на отопление, вентиляцию, пересчитанное на нормализованный отопительный период, и на горячее водоснабжение за достоверный период, пересчитанное за год.	$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, [$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$]
2.5 Базовый, нормируемый и расчетный удельные показатели тепловой энергетической эффективности здания	$Q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.баз}}$, $Q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.норм}}$ и $Q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.расч}}$	Количество тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период и горячего водоснабжения за год, отнесенное к площади квартир или полезной площади помещений общественного здания.	$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$
2.6 Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного здания при оценке затрат энергии на нагрев приточного воздуха, исходя из проектных расчетных значений, для нормирования затрат на вентиляцию	$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч.пр}}$	Количество теплоты за отопительный период, потребляемое системой отопления и на нагрев приточного воздуха системами вентиляции и тепловыми завесами исходя из проектных расчетных значений, отнесенное к полезной площади общественного здания или к их отапливаемому объему	$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, [$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$]
2.7 Класс энергетической эффективности	A, B, C, D, E, F, G	Обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризуемого интервалом значений соотношений расчетного и базового удельного расхода энергетических ресурсов здания	—
2.8 Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	Показатель, численно равный произведению разности расчетной температуры внутреннего воздуха и средней температуры наружного воздуха за отопительный период на продолжительность отопительного периода	$^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$
2.9 Продолжительность отопительного периода	$Z_{\text{от.п}}$	Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году,	сут

		когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания	
2.10 Средняя температура наружного воздуха отопительного периода	$t_{н.от.п}$	Расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха	°С
3 Тепловая защита зданий			
3.1 Тепловая защита здания	—	Теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений	—
3.2 Микроклимат помещения	—	Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха	—
3.3 Тепловой режим здания	—	Совокупность всех факторов и процессов, формирующих тепловой внутренний микроклимат здания в процессе эксплуатации	—
3.4 Теплопроводность	—	Свойство материала конструкции переносить теплоту под действием разности (градиента) температур на ее поверхностях	—
3.5 Теплопередача	—	Перенос теплоты через ограждающую конструкцию от взаимодействующей с ней среды с более высокой	—

		температурой к среде с другой стороны конструкции с более низкой температурой	
3.6 Теплоусвоение поверхности конструкции	—	Свойство поверхности ограждающей конструкции поглощать или отдавать теплоту	—
3.7 Тепловой поток	Q	Количество теплоты, проходящее через конструкцию или среду в единицу времени	Дж
3.8 Относительная влажность воздуха	ϕ	Отношение парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре	%
3.9 Теплоемкость	c	Количество теплоты, переданное массе материала при повышении его температуры на 1°C	кДж/°C
3.10 Удельная теплоемкость	Воздуха: c_a ; Воды: c_w	Отношение теплоемкости материала к его массе	кДж/(кг•°C)
3.11 Плотность материала	ρ	Отношение массы (свойства материала, характеризующего его инерционность и способность создавать гравитационное поле) материала к его объему	кг/м ³
4 Ограждающие конструкции зданий			
4.1 Теплоустойчивость ограждающей конструкции	—	Свойство ограждающей конструкции, определяемое отношением амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности и амплитуды теплового потока при его гармонических колебаниях	—
4.2 Воздухопроницаемость ограждающей конструкции		Свойство ограждающей конструкции пропускать воздух под действием разности давлений на наружной и внутренней поверхностях, численно выраженное массовым потоком воздуха че-	

		рез единицу площади поверхности ограждающей конструкции в единицу времени при постоянной разности давлений воздуха на ее поверхностях	
4.3 Паропроницаемость ограждающей конструкции	—	Свойство материалов ограждающей конструкции пропускать влагу под действием разности парциальных давлений водяного пара на ее наружной и внутренней поверхностях	—
4.4 Коэффициент теплообмена (тепловосприятости или теплоотдачи)	$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}}$	Величина, численно равная поверхностной плотности теплового потока при перепаде температур между поверхностью и окружающей средой в 1°C соответственно для внутренней и наружной поверхностей	Вт/(м ² •°C)
4.5 Термическое сопротивление ограждающей конструкции	R_k	Величина, обратная поверхностной плотности теплового потока, проходящего через однородную ограждающую конструкции при разности температур на ее поверхностях в 1°C, численно равная отношению толщины конструкции и ее теплопроводности $\lambda_{\text{б}}$	м ² •°C/Вт
4.6 Коэффициент теплопроводности материала ограждающей конструкции	$\lambda_{\text{б}}$	Величина, численно равная плотности теплового потока, проходящего в изотермических условиях через слой материала толщиной в 1 м при разности температур на его поверхностях в один градус Цельсия	Вт/(м•°C)
4.7 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания	$R_{\text{о. пр}}$	Физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади	м ² •°C/Вт

		плотности потока теплоты через фрагмент	
4.8 Коэффициент тепло-технической однородности конструкции	γ	Безразмерный показатель, численно равный отношению потока теплоты через фрагмент ограждающей конструкции к потоку теплоты через условно однородную конструкцию той же площадью поверхности, что и фрагмент	-
4.9 Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания (трансмиссионный)	$K_{тр. пр}$	Величина, численно равная среднему кондуктивному тепловому потоку, приходящемуся на единицу площади совокупности наружных ограждающих конструкций здания при разности внутренней и наружной температур воздуха в 1°C	Вт/(м ² •°C)
4.10 Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	$K_{инф. усл}$	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции в объеме нормативного воздухообмена	Вт/(м ² •°C)
4.11 Коэффициент воздухопроницаемости ограждающей конструкции (за исключением световых проемов)	$G_{и}$	Воздухопроницаемость ограждающей конструкции, приходящаяся на один Паскаль разности давлений на ее поверхностях	кг/(м ² •ч•Па)
4.12 Сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкции	$R_{и}$	Величина, обратная коэффициенту воздухопроницаемости ограждающей конструкции	м ² •ч•Па/кг
4.13 Сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции	$R_{п}$	Величина, обратная потоку водяного пара, проходящего через единицу площади ограждающей конструкции в изотермических условиях в единицу времени при разности парциальных давлений внутреннего и наружного воздуха в 1 Па	м ² •ч•Па/мг
4.14 Тепловая инерция ограждающей конструкции	D	Величина, численно равная сумме произведений термических сопротивлений отдельных слоев огражда-	—

		ющей конструкции на коэффициенты теплоусвоения материала этих слоев	
5 Геометрические показатели			
5.1 Общая площадь квартиры (одноквартирного дома)	$A_{\text{кв}}$	Сумма площадей помещений квартиры и встроенных шкафов без учета лоджий, балконов, террас, веранд, холодных кладовых и тамбуров	м^2
5.2 Площадь жилых помещений квартиры (одноквартирного дома)	$A_{\text{ж}}$	Сумма площадей всех общих комнат (гостиных) спален	м^2
5.3 Полезная площадь общественного здания	$A_{\text{пол}}$	Сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т. п., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов	м^2
5.4 Расчетная площадь общественных зданий	$A_{\text{р}}$	Сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей	м^2
5.5 Площадь наружных ограждающих конструкций	$A_{\text{огр.сум}}$	Сумма площадей внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения	м^2
5.6 Отапливаемый объем помещений полезной площади общественного здания, включая площади занимаемые эскалаторными линиями и атриумами	$V_{\text{пол}}$	Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений помещений полезной площади, включая площади занимаемые эскалаторными линиями и атриумами	м^3
5.7 Отапливаемый объем здания	$V_{\text{от}}$	Объем, ограниченный внутренними поверхностями	м^3

		наружных ограждений здания – стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале	
5.8 Показатель компактности здания	$K_{\text{комп}}$	Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему	м^{-1}
5.9 Коэффициент остекленности фасада здания	f	Отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы	—
5.10 Классификация зданий по высоте (от отметок пола нижнего входа в здание до покрытия последнего этажа)		Малоэтажные – до пяти этажей; многоэтажные – от пяти до 25 этажей (75 м); повышенной этажности – 75,1-150 м; высотные – 150,1-300 м; сверхвысокие – выше 300м	
6 Энергетические показатели			
6.1 Установленная в проекте мощность системы отопления здания	$Q_{\text{от.}}^{\text{р.пр}}$	Проектный расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания из проекта ОВ	кВт
6.2 Требуемая мощность системы отопления здания из расчета энергоэффективности	$Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}}$	Расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания, необходимый для компенсации теплопотерь здания с учетом нормируемого воздухообмена и тепловыделений и обеспечения в помещениях нормируемой температуры внутреннего воздуха	кВт
6.3 Установленная в проекте мощность систем механической приточной вентиляции здания и тепловых завес	$Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр.}};$ $Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}}$	Проектный расчетный часовой расход тепловой энергии на механическую вентиляцию (кондиционирование)	кВт

6.4 Удельный расчетный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_{от.}^p$	Максимальный тепловой поток на отопление, равный требуемой мощности системы отопления, отнесенный на 1 м^2 площади квартир или полезной площади общественного здания	Вт/м^2
6.5 Удельный расчетный расход тепловой энергии на вентиляцию здания	$q_{вент.}^p$	Максимальный тепловой поток на вентиляцию, отнесенный на м^2 полезной площади общественного здан.	Вт/м^2
6.6 Удельная объемная тепловая характеристика здания	q_m	Максимальный тепловой поток на отопление здания при разности температур внутренней и наружной среды в 1°C , отнесенный к 1 м^3 отапливаемого объема	$\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
7 Энергоемкость потребления			
7.1 Годовой расход тепловой энергии на систему отопление здания	В жилых домах: $Q_{от+вент.}^{\text{год}}$ В общественных зданиях: $Q_{от+инф.}^{\text{год}}$	Количество тепловой энергии, потребляемой системой отопления здания за отопительный период для поддержания в помещениях нормируемой температуры внутреннего воздуха и воздухообмена	$\text{МВт} \cdot \text{ч}$
7.3 Годовой расход тепловой энергии на приточную механическую вентиляцию и тепловые завесы (в общественных зданиях)	$Q_{вент+т.з.}^{\text{год.п.}}$	Количество тепловой энергии, необходимое на приточную вентиляцию и тепловые завесы за отопительный период, исходя из проектной нагрузки для обеспечения заданной температуры приточного воздуха в течение времени работы систем	$\text{МВт} \cdot \text{ч}$
7.4 Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания	$Q_{гв.}^{\text{год}}$	Количество тепловой энергии за год с учетом циркуляции и отключения системы на ремонт, необходимое на горячее водоснабжение для обеспечения нормируемого водопотребления при температуре водоразбора 60°C	$\text{МВт} \cdot \text{ч}$
7.5 Удельный годовой рас-	$q_{е.о/д}^{\text{год}}$	Включает для многоквартир-	$\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$

ход электрической энергии на общедомовые нужды, отнесенный на 1 м ² площади квартир или полезной площади общественного здания		тирных домов освещение лестничных клеток, вестибюлей, техподполий, технических этажей, чердаков (для общественных зданий - освещение всех помещений), также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования ($q_{e.t.}^{год}$), перемещение вертикального транспорта и электроснабжение систем инженерного оборудования ($q_{e.p.}^{год}$), в т.ч. центрального кондиционирования ($q_{e.k.}^{год}$)	
7.6 Удельная расчетная энергоемкость здания при отсутствии потребления газа	$q_{т+e.o/д}^{год.ра}$ сч	Включает сумму удельного расхода тепловой и электрической энергии (с учетом коэф. пересчета) потребляемой зданием в год	кВт•ч/м ²

Приложение В
(обязательное)

Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания

1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес, телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	
Количество квартир	
Расчетное количество жителей (служащих)	
Размещение в застройке	
Конструктивное решение	
Установленная мощность системы отопления из проекта ОВ, кВт	
Установленная мощность приточной вентиляции из проекта ОВ, кВт	
Установленная тепловая мощность тепловых завес из проекта ОВ, кВт	

2 Условия расчетные климатические

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	t_n^p	°C	
2	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{н.от.п}$	°C	
3	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от.п}$	сут	
4	Градусо-сутки нормализованного отопительного периода (ОП)	ГСОП	°C•сут	
5	Расчетная температура внутреннего воздуха в топительный период	t_b	°C	
6	Расчетная температура воздуха в «теплом» чердаке	$t_{ч}$	°C	
7	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{п}$	°C	
8	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования охлаждения	$t_{н.ох.п}$	°C	
9	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования охлаждения	$t_{в.ох.п}$	°C	

3 Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Факти- ческое значение
10	Площадь квартир	$A_{кв}, м^2$		
11	Полезная площадь (общественных зд.)	$A_{пол}, м^2$		
12	Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$		
13	Расчетная площадь (общественных зд.)	$A_p, м^2$		

14	Отапливаемый объем помещений полезной площади общественного здания	$V_{\text{пол}}, \text{ м}^3$		
15	Отапливаемый объем здания	$V_{\text{от}}, \text{ м}^3$		
15а	Высота здания до обреза вытяжной шахты	$H, \text{ м}$		
16	Показатель компактности здания	$K_{\text{комп}}$		
16а	Коэффициент остекленности фасада зд.	f		
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: – фасадов – стен (раздельно по типу конструкции) – окон и балконных дверей (светопрозрачная часть) – глухая часть балк. дверей – витражей – фонарей – окон лестнично-лифтовых узлов (ЛЛУ) – балк. дверей наружных переходов ЛЛУ – входных дверей и ворот (раздельно) – покрытий (совмещенных) – чердачных перекрытий – перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная) – перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентная) – перекрытий над проездами или под эркерами – стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$A_{\text{огр.сум}}, \text{ м}^2$ $A_{\text{фас}}$ $A_{\text{ст}}$ $A_{\text{ок.1}}$ $A_{\text{ок.2}}$ $A_{\text{ок.3}}$ $A_{\text{ок.4}}$ $A_{\text{ок.ЛЛУ}}$ $A_{\text{б.дв.ЛЛУ}}$ $A_{\text{вх.дв}}$ $A_{\text{покр}}$ $A_{\text{пер.ч.1}}$ $A_{\text{пер.ч.2}}$ $A_{\text{пер.п}}$ $A_{\text{пер.пр}}$ $A_{\text{п/ст.гр}}$		

4 Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе: – стен (раздельно по типу конструкции) – окон и балконных дверей (светопрозрачная часть) – глухая часть балк. дверей – витражей – фонарей – окон ЛЛУ – балконных дверей наружных переходов ЛЛУ – входных дверей и ворот (раздельно) – покрытий (совмещенных) – чердачных перекрытий – перекрытий «теплых»	$R_{0.}^{\text{пр}}, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ $R_{0.\text{ст.}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{ок.1}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{ок.2}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{ок.3}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{ок.4}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{ок.ЛЛУ}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{б.дв.ЛЛУ}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{вх.дв}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{покр}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{пер.ч}}^{\text{пр}}$ $R_{0.\text{пер.ч.}}^{\text{пр.экв}}$			

	чердаков (эквивалентное) – перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентное) – перекрытий над проездами или под эркерами – стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$R_{o,пер.п}^{пр.экв}$ $R_{o,пер.пр}^{пр}$ $R_{o,гр}^{пр}$			
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: – окон – витражей – окон ЛЛУ – балконных дверей ЛЛУ – входных наружных дв.	$R_{и}, м^2 \cdot ч/кг$ $R_{и.ок..1}$ $R_{и.ок..2}$ $R_{и.ок..ЛЛУ}$ $R_{и.б.дв.ЛЛУ}$ $R_{и.вх.дв}$			
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр}^{пр}, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$	–		
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	$K_{инф}^{усл}, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$	–		
22	Кратность воздухообмена здания при заклеенных вентиляционных отверстиях (испытание при 50 Па)	$n_{50}, ч^{-1}$			

5 Тепловые энергетические показатели за отопительный период

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр.}^{год}, кВт \cdot ч$	–		
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП (для оценки теплозащиты здания)	$Q_{инф/вент.}^{год}, кВт \cdot ч$	–		
25	Удельные бытовые теплопоступления в здание в ОП	$q_{вн}, Вт/м^2$			
26	Бытовые теплопоступления в здание за ОП	$Q_{вн.}^{год}, кВт \cdot ч$	–		
27	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП.	$Q_{инс.}^{год}, кВт \cdot ч$	–		
28	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета)	$Q_{от+вент.}^{год}, кВт \cdot ч$	–		

	показателя тепловой энергоэффективности)				
29	Расход тепловой энергии здания на отопление и ин - фильтрацию в нерабочее время общественного зда - ния за ОП (для оценки энергоэффективности проекта вентиляции)	$Q_{от+инф.}^{год},$ кВт•ч	—		

6 Коэффициенты, характеризующие отдельные технические решения

№ п/п	Показатель	Обо-зна-чение	Норма-тивное значение	Проект-ное значение	Факти-ческое значение
30	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0		
31	Коэффициент, учитывающий снижение теплотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой эн.	ξ	0,7–1,0		
32	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	1,0		
33	Коэффициент затенения окон, витражей непрозрачными элементами	τ_1	0,8		
34	Коэффициент относительного пропус-кания солнечной радиации окон	τ_2	0,74		
35	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений при превышении над теплотерями	ν	0,8		

7 Показатели тепловой энергетической эффективности, класс тепловой энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначе-ние и ед. измерения	Норма-тивное значен.	Расче-тное значен.	Факти-ческое значен.
36	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания	$q_{от+вент.}^{год},$ кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]			
37	Класс тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания				
38	Соответствует ли проект здания норма-тивному требованию по теплозащите			ДА	ДА/ НЕТ
39	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности зд. с учетом про-ектного значения расхода тепловой энер-гии на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент.}^{год.пр}$ кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]		-	
40	Соответствует ли проект здания норма-тивному требованию по энергоэффективно-сти приточной механической вентиляции	-		ДА/ НЕТ	
41	Суммарный удельный годовой расход те-пловой энергии на отопление, вентиля-цию	$q_{от+вент+гв.}^{год}$ кВт•ч/м ²			ДА/ НЕТ

	и горячее водоснабжение (ОВ и ГВ)				
42	Фактическое значение суммарного удельного годового расхода на ОВ и ГВ. Класс тепловой энергоэффективности здания	$Q_{от+вент+гв. \text{ изм и пересч. }}^{\text{год}}$ кВт•ч/м ²		-	

8 Энергетические нагрузки здания

п/п	Параметры	Обозначение	Един. измер.	Расчетное значение	Фактическое знач.
43	Мощность систем инженерного оборудов.: – требуемая на отопление – требуемая на горячее водоснабжение – установленная на приточную вентиляцию – установленная на тепловые завесы – электроснабжения здания, в том числе на общедомовые нужды: – на лифтовое оборудование – на водоснабжение и канализацию – на отопление, вентиляцию – на кондиционирование (охлаждение)	$Q_{от. \text{ р.тр. }}^{\text{р.тр.}}$ $Q_{гв. \text{ макс. }}$ $Q_{вент. \text{ р.тр. }}$ $Q_{т.з. \text{ р.тр. }}$ $N_e^{\text{расч}}$ $N_{р.лифт}$ $N_{р.БК}$ $N_{р.ОВ}$ $N_{конд}$	кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт		
44	Среднечасовой за ОП расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв. \text{ ср. }}$	кВт		
45	Средний суточный расход за ОП: – природного газа – холодной воды – горячей воды – электроэнергии на общедомовые нужды и освещение помещений 1-го нежилого этажа	$V_{пг}$ $g_{хв}$ $g_{гв}$ $Q_{е. (о/д+ \text{ т.н/ж. })}^{\text{сут}}$	м ³ /сут м ³ /сут м ³ /сут кВт•ч		
46	Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на м ² площади квартир (полезной площади н/ж помещений): – на отопление – на вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	Вт/м ² Вт/м ²		
47	Удельная объемная тепловая характеристика здания	q_m	Вт/(м ³ •°С)		

9 Показатели ожидаемой эксплуатационной энергоемкости здания за год

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерен.	Расчетное значение	Фактическое значен.
48	Годовые расходы энергии и ресурсов: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авторегулирования теплопотребления – тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания – тепловой энергии на горячее водосн. – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии на общедомовые нужды, в том числе: – на освещение мест общего	$Q_{от+вент. \text{ год. }}$ $Q_{от+инф. \text{ год. }}$ $Q_{гв. \text{ год. }}$ $Q_{вент. \text{ год. }}$ $Q_{т.з. \text{ год. }}$ $E_{е.о/д. \text{ год. }}$ $E_{т.ж. \text{ год. }}$	МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч		

	<p>пользования</p> <ul style="list-style-type: none"> - на силовое оборудование лифтов - на силовое оборудование ОВ - на силовое оборудование ВК - на кондиционирование (охлаждение) <p>– то же на освещение помещен. 1 н/ж эт</p> <p>– природного газа</p>	$E_{р.л.}^{год}$ $E_{р.ОВ.}^{год}$ $E_{р.ВК.}^{год}$ $E_{конд.}^{год}$ $E_{т.н/ж.}^{год}$ $Q_{ng}^{год}$	МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч тыс. м ³		
49	<p>Годовые удельные расходы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – тепловой энергии на ОВ жилого дома – тепловой энергии на горячее водосн. – тепловой энергии на систему отопления общественного здания с прит. вент. – тепловой энергии на приточную вент – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии в зданиях, в том числе, - общедомовые нужды, – то же на освещение помещен. 1 н/ж эт – природного газа 	$q_{от+вент.}^{год}$ $q_{гв.}^{год}$ $q_{от+инф.}^{год}$ $q_{вент.}^{год}$ $q_{т.з.}^{год}$ $q_e^{год}$ $q_{е.о/д.}^{год}$ $q_{е. т.н/ж.}^{год}$ $q_{ng}^{год}$	кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² м ³ /м ²		
50	<p>Удельная тепловая энергоёмкость здания за год</p> <p>Удельная электрическая энергоёмкость здания на общедомовые нужды и освещение помещений 1 н/ж этажа с $\theta = 2,5$</p>	$q_{от+вент+гв.}^{г}$ $q_{e(t+p+кон)}^{год}$	кВт•ч/м ² кВт•ч/м ²		
51	<p>Удельная энергоёмкость здания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – не газифицированного – газифицированного 	$q_{т+е}^{год}$ $q_{т+е+ng}^{год}$	кВт•ч/м ² кг.у.т./м ²		

10. Сведения об оснащённости приборами учета			
52	Количество точек ввода в здание со стороны энергоресурсов и воды, оборудованных приборами учета, при централизованном снабжении		
	электрической энергии	шт.	
	тепловой энергии	шт.	
	газа	шт.	
	воды	шт.	
53	Оснащённость квартир приборами учета потребляемых:		
	электрическую энергию	%	
	тепловую энергию	%	
	газ	%	
	воду	%	

54	Паспорт заполнен	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Справочные таблицы

Таблица Г.1 – Температура, относительная влажность и температура точки росы внутреннего воздуха помещений, принимаемые при теплотехнических расчетах ограждающих конструкций

Тип помещения	Температура внутреннего воздуха t_{int} , °C	Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int} , %	Температура точки росы t_d , °C
1 Помещения жилых зданий, гостиниц, общежитий, классы в школах	20	55	10,7
2 Помещения общественных зданий, приведенные в 1.1, кроме перечисленных в строках 3, 4 таблицы	20	50	9,3
3 Помещения поликлиник и лечебных учреждений, домов-интернатов	21	55	11,6
4 Помещения групповых дошкольных учреждений, хосписов	22	55	12,6
5 Помещения сервисного обслуживания и культурно-досуговой деятельности, офисы	20	50	9,30
	18	50	7,40
	16	50	5,60
	15	50	4,70
	12	50	1,90
6 Кухни	20	60	12,00
7 Отапливаемые лестничные клетки жилых зданий	16	55	7,00
8 Ванные комнаты, душевые и плавательные бассейны:			
для взрослых	27	67	20,30
для детей	30	67	23,00
9 Отапливаемые автостоянки:			
надземные	5	75	0,94
подземные	10	75	5,77
Примечание – Расчетную температуру внутреннего воздуха устанавливают по основным помещениям, преобладающим в здании. Для помещений, не указанных в таблице, температуру внутреннего воздуха t_{int} , относительную влажность внутреннего воздуха φ_{int} и соответствующую им температуру точки росы следует принимать по минимальным значениям оптимальной температуры и по максимальным значениям относительной влажности по ГОСТ 30494 и нормам проектирования соответствующих зданий.			

Таблица Г.2 – Коэффициент изменения расчетной скорости ветра по высоте здания

Высота, м	Коэффициент ξ при расчетной скорости ветра, м/с	
	4,0	4,9
10	1,0	1,0
50	1,5	1,4
100	1,9	1,8

150	2,1	2,0
200	2,3	2,1
250	2,5	2,3
300	2,6	2,4
350	2,6	2,4
400	2,8	2,5
450	2,9	2,6
500	2,9	2,6
Примечание – При определении расчетной скорости ветра на соответствующей высоте значения скоростей ветра, приведенные в таблице Г.6 следует умножать на коэффициент ξ с соответствующей интерполяцией.		

Таблица Г.3 – Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o,пр}$, коэффициент затенения непрозрачными элементами τ_1 , коэффициент относительного пропускания солнечной радиации τ_2 окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
	В деревянных и ПВХ-переплетах			В алюминиевых переплетах		
	$R_{o,пр},$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	τ_1	τ_2	$R_{o,пр},$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	τ_1	τ_2
Двойное остекление с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ +К4 в переплетах: – спаренных – раздельных	0,55	0,75	0,76	0,44	0,70	0,76
	0,57	0,65	0,76	0,45	0,60	0,76
Однокамерный стеклопакет СПО 4М ₁ -16-4И* в одинарном переplete из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,80	0,51	0,47	0,80	0,51
Тройное остекление в раздельных и спаренных переплетах из стекла: – обычного 4М ₁ +4М ₁ +4М ₁ – с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ +4М ₁ +4К	0,55	0,50	0,74	0,46	0,50	0,74
	0,60	0,50	0,72	0,50	0,50	0,72

Двухкамерный стеклопакет (межстекольное расстояние 12 мм) в одинарном переплете из стекла:						
– обычного СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4М ₁	0,54	0,80	0,74	0,45	0,80	0,74
– с твердым селективным покрытием (К-стекло) СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К	0,58	0,80	0,72	0,52	0,80	0,72
– то же СПД 4М ₁ -12Аг-4М ₁ -12Аг-4К (с заполнением аргоном)	0,65	0,80	0,72	0,55	0,80	0,72
– с мягким селективным покрытием (I-стекло*) СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4И*	0,68	0,80	0,50	0,55	0,80	0,50
– то же СПД 4М ₁ -12Аг-4М ₁ -12Аг-4И* (с заполнением аргоном)	0,75	0,80	0,50	0,59	0,80	0,50
– с мягким селективным покрытием (I-стекло**) СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4И**	0,75	0,80	0,55	0,62	0,80	0,55
– то же СПД 4М ₁ -12Аг-4М ₁ -12Аг-4И** (с заполнением аргоном)	0,81	0,80	0,55	0,68	0,80	0,55
– то же СПД 4М ₁ -12(Аг50 %, Kr50 %)-4М ₁ -12(Аг50 %, Kr50 %)-4И** (с заполнением аргоном и криптоном пополам)	0,91	0,80	0,55	0,78	0,80	0,55
– то же СПД 4М ₁ -12Kr-4М ₁ -12Kr-4И** (с заполнением криптоном)	1,00	0,80	0,55	0,87	0,80	0,55
* ³⁾ Блок оконный деревянный с коробкой толщиной 83 мм и 2-х камерным стеклопакетом с мягким селективным покрытием внутреннего стекла и заполнением аргоном СПД 4М ₁ -12Аг-4М ₁ -12 Аг-4И, производства ОАО «ДОК-3»	0,88	0,80	0,55			
* ⁴⁾ Оконный блок из ПВХ профиля с 2-х камерным стеклопакетом с К-стеклом и заполнением аргоном СПД 4М ₁ -16Аг- 4М ₁ -16Аг -4К (ФРАМ-Виндоуз ДСК-1)	0,90	0,80	0,72			
* ⁵⁾ Блок оконный с рамочными элементами из 4-х камерных ПВХ профилей и 2-х камерным стетклопакетом СПД 4М ₁ -14- 4И**-14- 4И**						

(Пик-профиль ДСК-3) * ⁶⁾ Оконный блок из ПВХ профиля, усиленного фиброволокнами в массе системы RENAУ GENEО толщиной 86 мм с 2-х камерным стеклопакетом СПД 4И-16Ar-4М ₁ -16Ar-И4 пр-ва Arnold Glas(Германия)	0,95	0,80	0,54			
Стекло и однокамерный сте- клопакет (с межстекольным расстоянием 12 мм) в разде- льных переплетах из стекла: – 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4М ₁ – с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4К – то же 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12Ar- 4К (с заполнением аргоном) – с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4И*	1,05	0,80	0,54			
Обычное стекло и двухкаме- рный стеклопакет в разде- льных переплетах из стекла: – обычного 4М ₁ +СПД 4М ₁ - 10-4М ₁ -10-4М ₁ – с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ + СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4К – то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10Ar- 4М ₁ -10Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,56	0,60	0,74	0,50	0,60	0,74
– с мягким селективным покрытием (I-стекло*)	0,65	0,60	0,72	0,56	0,60	0,72
4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4И*	0,69	0,60	0,72	0,60	0,60	0,72
– с мягким селективным покрытием (I-стекло*)	0,72	0,60	0,50	0,60	0,60	0,50
Обычное стекло и двухкаме- рный стеклопакет в разде- льных переплетах из стекла: – обычного 4М ₁ +СПД 4М ₁ - 10-4М ₁ -10-4М ₁ – с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ + СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4К – то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10Ar- 4М ₁ -10Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,65	0,60	0,60	0,59	0,60	0,60
– с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М ₁ + СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4И*	0,72	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56
– с мягким селективным покрытием (I-стекло**) 4М ₁ + СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4И** – то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10Ar- 4М ₁ -10Ar-4И** (с заполне- нием аргоном) – то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ - 12(Ar50 %, Kr50 %)-4М ₁ - 12(Ar50 %, Kr50 %)-4И** (с заполнением аргоном и криптоном пополам) – то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -12Kr- 4М ₁ -12Kr-4И** (с заполне- нием криптоном) Два однокамерных стеклопакета из обычного	0,80	0,60	0,46	0,68	0,60	0,46
– с мягким селективным покрытием (I-стекло**) 4М ₁ + СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4И**	0,87	0,60	0,40	0,75	0,60	0,40
– то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10Ar- 4М ₁ -10Ar-4И** (с заполне- нием аргоном)	0,94	0,60	0,40	0,82	0,60	0,40
– то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ - 12(Ar50 %, Kr50 %)-4М ₁ - 12(Ar50 %, Kr50 %)-4И** (с заполнением аргоном и криптоном пополам)	1,03	0,60	0,40			
– то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -12Kr- 4М ₁ -12Kr-4И** (с заполне- нием криптоном)	1,12	0,60	0,40			

стекла в переплетах: – спаренных СПО 4М ₁ -16-4М ₁ +СПО 4М ₁ -16-4М ₁	0,70	0,70	0,59	0,59	0,70	0,59
– раздельных СПО 4М ₁ -16-4М ₁ +СПО 4М ₁ -16-4М ₁	0,75	0,60	0,54	0,69	0,60	0,54
Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах 4М ₁ +4М ₁ +4М ₁ +4М ₁	0,80	0,50	0,59	0,74	0,50	0,59
Дерево-алюминиевый профиль с термовставкой и 2-х камерным стеклопакетом с мягким селективным покрытием (I-стекло**) и с заполнением аргоном (данные А.В.Спиридонова) СПД 4М ₁ -10Ar-4М ₁ -10Ar-4И**	1,15	0,80	0,55			

Примечания

1. Значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в государственных стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.

2. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15 (I-стекло* – не менее 0,1; I-стекло** – менее 0,1), к твердым (K-стекло) – 0,15 и более.

3. Значения приведенного сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75; при этом относительная площадь остекления установлена по размерам наружной створки.

4. Значения для окон со стеклопакетами приведены:

– для деревянных окон при толщине переплета не менее 78 мм;

– для конструкций окон в ПВХ-переплетах толщиной 60 мм с тремя воздушными камерами и с металлическим армирующим профилем внутри. При применении ПВХ-переплетов толщиной 70 мм и с пятью воздушными камерами приведенное сопротивление теплопередаче увеличивается на 0,03 м²·°C/Вт, за исключением окон с I-стеклом** и с заполнением инертным газом, переплеты которых выполняются с пятью воздушными камерами;

– в случае алюминиевых окон для переплетов с термоизоляционными вставками.

5. Обоснование показателей приведенного сопротивления теплопередаче оконных блоков, применяемых в типовых проектах многоквартирных домов в г. Москве с 2011г.: *³⁾ – серия П46М/14; *⁴⁾ – П44Т, К, ТМ/17-25; *⁵⁾ – ПЗМ/17-23, КОПЭ/22; *⁶⁾ – экспериментальные дома повторного применения по проекту ЗАО «Капстройпроект»:

*³⁾ – Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ16.В00050 со сроком действия 05.11.2008 - 05.11.2011 № 6833600;

*⁴⁾ – Техническое заключение по результатам теплотехнических испытаний ГУП «НИИМосстрой» от 05.04.2010г;

*⁵⁾ – Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ34.В00726 со сроком действия 08.07.2010 - 08.07.2012 № 0210009;

*⁶⁾ – Протокол испытаний № 01/53230 от 22.11.2009г. Испытательный Центр «ФАСАДЫ-СПК» НИИСФ РААСН.

Таблица Г.4 – Стандартные входные данные, относящиеся к пользователям зданий.

Тип здания	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о
<div> <div>Категория здания</div> <div>Входные данные</div> </div>	Одноквартирный дом	Многоквартирный дом класс I	Многоквартирный дом класс II	Офисное здание кл. I	Офисное здание кл. II	Образование	Больница класс I	Больница класс II	Поликлиники	Рестораны	Здание торговли	Спортивные сооружения	Зал собраний, зрелищные учреждения	Склады
Внутренняя заданная температура зимой, °C	20	20	20	20	20	20	21	21	21	20	20	18	20	18
Внутренняя заданная температура летом, °C	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Площадь на человека (заселенность), A_p , м ² /чел.	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	100
Средняя величина метаболических тепловыделений от человека, Q_p , Вт/чел.	70	70	70	80	80	70	80	80	80	100	90	100	80	100
Метаболические притоки на общую кондиционируемую площадь ^{*)} , Q_p/A_p , Вт/м ²	1,2	1,8	3,5	4,0	10	7,0	4,0	8,0	8,0	20	9	5	16	1,0
Время использования метаболичес. притока в день, $t_{мет}$, ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6
Рабочее время использования в день (средне-месячное), t , ч	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6
Годовое потребление электроэнергии на общую кондиционируемую площадь ^{*)} , q_e , кВт·ч/м ² в год	20	30	40	20	30	10	30	35	20	30	30	10	20	6
Часть потребления эл/эн в кондицион. части здания, f_E	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9
Удельные среднечасовые за рабочее время ^{**) (включая: от людей, электроприборов, освещения, (для жилых домов и от гвс), $q_{вн.от}$, Вт/м²}	10	11,4	17	14,2	25,3	13,1	8,5	14,0	14,0	13,1	9,8	6,1	20,6	4,1

Таблица Г.5. Нормы суточного расхода горячей воды потребителями и удельной часовой величины тепловой энергии на ее нагрев в средние за отопительный период сутки, а также значения удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, исходя из нормативной площади на 1-го измерителя для центрального региона с $z_{от} = 214$ суток.

№ п/п	Потребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды из табл. А.2 СП 30.13330.2012 за год $a_{гвс}$	Норма общей, полезной площади на 1 измеритель $A_{л}$	Удельный среднечасовой расход тепловой энергии на гвс за отопител. период	Удельный годовой расход тепловой энергии на гвс $q_{гв. год}$, кВт·ч/м ² общей
-------	-------------	------------	---	---	---	--

			л/сутки	м ² /чел.	q _{гв} , Вт/м ²	площади
1	2	3	4	5	6	7
1	Жилые дома независимо от этажности с централизованным горячим водоснабжением оборудованные умывальниками, мойками и ваннами, с квартирными регуляторами давления КРД	1 житель	100	20	17,3	133/80*
	То же с умывальниками, мойками и душем с КРД	То же	95	18	15,2	117/70*
	Жилые дома с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	То же	85	18	13,2	100/60*
	То же с водонагревателями, работающими на твердом топливе	То же	60	18	9,3	70/42*
2	Гостиницы и пансионаты с ваннами во всех отдельных номерах	1 житель	180	18	32,1	262
	То же с душами во всех отдельных номерах	То же	140	15	30	245
	То же с общими ваннами и душами	То же	70	12	17,8	141
3	Больницы с санитарными узлами, приближенными к палатам	1больной	90	20	19,3	158
	То же с общими ваннами и душами	То же	75	10	22,9	181
4	Поликлиники и амбулатории (10 м ² на одного медработника, работа в 2 смены и 6 пациентов на 1 работника)	1больной в смену	4	-	-	
		1раб.в смену	12	10	11	87
5	Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1ребенок	20	10	6,1	49
	То же с круглосуточным пребыванием детей	То же	30	10	9,1	72
	То же со столовыми, работающими на сырье, и прачечными	То же	40	10	12,2	97
6	Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми на п/фабрикатах	1учащ 1преподаватель	8	10	2,8	20
7	Физкультурно-оздоровительные комплексы со столовыми на полуфабрикатах	1 место	30	5	18,3	145
8	Кинотеатры, залы собраний // театры, клубы и досугово-развлекательные учреждения	1 зритель	3	5	1,8 // 3	14//24
		1 артист	25	-	-	
9	Административные здания	1работающ.	6	10	1,8	14
10	Предприятияобщественного питания для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале	1блюдо на 1 место	4	5	44	350
11	Магазины продовольственные	1работающ.	12	30	1,2	10
12	Магазины протоварные	то же	8	30	0,8	6

13	Производственные цеха и техно-парки с тепловыдел. менее 84 кДж	1рабо- тающ.	11	20	1,6	13
14	Склады	то же	8	100	0,3	

Примечания: * - над чертой и без черты базовые значения, под чертой с учетом оснащённости квартир водосчетчиками и из условия, что при квартирном учете происходит 40% сокращение водопотребления.

1. Нормы расхода воды в колонке 4 установлены для I и II климатических районов, для III и IV районов следует принимать с учетом коэффициента из табл. А.2 СП 30.13330.

2. Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, посетителями, душевыми для обслуживающего персонала, на уборку помещений и т.п.). Потребление воды в групповых душевых и на ножные ванны в бытовых помещениях производственных предприятий, на приготовление пищи на предприятиях общественного питания, а также на водолечебные процедуры в водолечебницах и приготовление пищи, входящих в состав больниц, санаториев и поликлиник, надлежит учитывать дополнительно.

3. Для водопотребителей гражданских зданий, сооружений и помещений, не указанных в таблице, нормы расхода воды следует принимать как для потребителей, аналогичных по характеру водопотребления.

4. На предприятиях общественного питания количество блюд (^), реализуемых за один рабочий день, допускается определять по формуле $U = 2,2nmT\psi$

где n - количество посадочных мест;

m - количество посадок, принимаемых для столовых открытого типа и кафе - 2; для столовых студенческих и при промышленных предприятиях - 3; для ресторанов - 1,5;

T - время работы предприятия общественного питания, ч;

ψ - коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня, принимаемый: для столовых и кафе - 0,45; для ресторанов - 0,55; для других предприятий общественного питания при обосновании допускается принимать 1,0.

5. Норма удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение в колонке 7 $q_{гв.}^{год}$ приведена для регионов с длительностью отопительного периода $z_{от.п} = 214$ суток, для иной продолжительности следует в формулы 47а-г раздела 10 стандарта подставлять искомые значения $z_{от.п}$ региона строительства.

6. В настоящей таблице удельный часовой норматив тепловой энергии $q_{гв.}^{год}$, Вт/м² на нагрев нормы расхода горячей воды в средние сутки отопительного периода с учетом потерь теплоты в трубопроводах системы и полотенцесушителях соответствует указанной в соседнем столбце принятой величине общей площади квартиры в жилом доме на одного жителя или полезной площади помещений в общественном здании на одного больного, работающего, учащегося или ребенка, A_h , м²/чел.. Если в действительности окажется иная величина общей или полезной площади на одного человека, $A_{h.i}$, то удельный норматив тепловой энергии данного конкретного дома $q_{гв.i}$ следует пересчитать по следующей зависимости: $q_{гв.i}^{год} = q_{гв.}^{год} \cdot A_h / A_{h.i}$.

Таблица Г.6 – Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий

Характеристика квартиры	Значение удельной расчетной нагрузки электроприемников $N_{a.sp}$, кВт/квартира, при количестве квартир													
	1–5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000

С плитой на природном газе	4,50	2,80	2,30	2,00	1,80	1,65	1,40	1,20	1,05	0,85	0,77	0,71	0,69	0,67
С электроплитой 8,5 кВт	10,0	5,10	3,80	3,20	2,80	2,60	2,20	1,95	1,70	1,50	1,36	1,27	1,23	1,19

Примечания: 1 Удельные расчетные нагрузки для числа квартир, не указанного в таблице, определяют интерполяцией.

2 Удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничных клеток, подполий, технических этажей, чердаков и т. д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитков противопожарных устройств, приборов автоматики и учета, устройств очистки мусоропроводов, подъемников для инвалидов).

3 Удельные расчетные нагрузки приведены для квартир средней общей площадью 70 м² (квартиры от 35 до 90 м²) в зданиях по типовым проектам.

4 Расчетную нагрузку для квартир с повышенной комфортностью следует определять в соответствии с заданием на проектирование или в соответствии с заявленной мощностью и коэффициентами спроса и одновременности по формуле

$$N_a = \left(\sum_1^n N_i K_c \right) K_o,$$

где $\sum_1^n N_i$ – сумма заявленных мощностей квартир повышенной комфортности, кВт;

K_c – коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности; принимают согласно таблице Г.7;

K_o – коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности; принимают согласно таблице Г.8.

Таблица Г.7 – Коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности K_c

Заявленная мощность N, кВт	До 14	20	30	40	50	60	70 и более
Коэффициент K_c	0,80	0,65	0,60	0,55	0,50	0,48	0,45

Таблица Г.8 – Коэффициенты одновременности для квартир повышенной комфортности K_o с электроплитами мощностью 8,5 кВт

Количество квартир	1–5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600 и более
Коэффициент K_o	1,00	0,51	0,38	0,32	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11

Таблица Г.9 – Максимально допустимая удельная установленная мощность искусственного освещения исходя из нормируемой освещенности

Тип помещения	Максимальная нормируемая освещенность по МГСН 2.06–99, лк	Максимально допустимая удельная мощность, Вт/м ² , не более
---------------	---	--

Административные здания		
Кабинеты и рабочие комнаты, офисы, машинописные	400	25
Проектные комнаты и залы, конструкторские бюро	500	35
Помещения для ксерокопирования, электрофотографирования и т. п.	400	25
Помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами, мониторами	400	25
Читальные залы	400	25
Лаборатории	500	35
Банковские и страховые учреждения		
Операционный зал, кассовый зал	500	35
Образовательные учреждения		
Классы, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, кабинеты информатики и вычислительной техники	400	25
Детские дошкольные учреждения		
Групповые, игральные, столовые, комнаты для музыкальных и гимнастических занятий	400	25
Предприятия общественного питания		
Обеденные залы столовых, закусочных, буфетов	200	14
Помещения приготовления пищи	400	25
Магазины		
Торговые залы супермаркетов	500	35
Торговые залы магазинов	400	25
Предприятия бытового обслуживания населения		
Парикмахерские	400	25
Ателье пошива и ремонта одежды	750	52
Аптеки		
Залы обслуживания посетителей	200	14
Жилые здания		
Комнаты общежитий	300	20
Вестибюли многоквартирных домов, лифтовые холлы	50	6
Лестничные клетки, поэтажные межквартирные коридоры	20	4
Технические чердаки и подполья	20	4
Примечание – значения даны с учетом потребления мощности пускорегулирующих устройств.		

Таблица Г.10 – Годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, z_{yy} для общественных зданий, общедомовых помещений многоквартирных домов и электропотребления лифтами

Объект	Режим работы	Географическая широта	z_{yy} , ч
1	2	3	4

Освещение в помещениях общественных зданий: помещения с естественным освещением	односменный	южнее 50° с.ш.	700
		от 50° до 60° вкл	750
		севернее 60° с.ш.	850
	2-х сменный	любая	2250
	3-х сменный	любая	4150
	непрерывная работа	любая	4800
помещения без естественного освещения	односменный	любая	2150
	2-х сменный	любая	4300
	3-х сменный	любая	6500
	непрерывная работа	любая	8760
Освещение общедомовых помещений многоквартирных домов помещения с естественным освещением: помещения без естественного освещения	лестничная клетка	любая	2920/120
	вестибюль 1-го этажа,	любая	4380/360
	<u>лифтовый холл</u>	<u>любая</u>	<u>2920/120</u>
	приквартирный коридор, лифтовый холл	любая	8760/240
	техподполье	любая	300
	технический чердак	любая	100
	машинное помещение лифтов	любая	40
Лифтами			2200/1460

Примечание:

1. В освещении общедомовых помещений многоквартирных домов в числителе – при постоянной работе в периоды недостаточной освещенности, в знаменателе – при применении датчиков движения или автоматического отключения через заданный период;

2. В электропотреблении лифтами в знаменателе – при применении более совершенной программы.

Таблица Г.11 Годовое число часов использования установленной мощности электрооборудования общедомовых инженерных систем жилых и общественных зданий

Наименование оборудования	Годовое число часов использования установленной электрической мощности, ч/год
Циркуляционные насосы систем отопления	$24 \cdot z_{от.п}$
Циркуляционные насосы систем горячего водоснабжения	8424
Вытяжные вентиляторы систем вентиляции жилых зд.	8760
Вентиляторы систем вентиляции общественных зданий	Определяется проектом
Системы автоматизированного управления и исполнительные механизмы систем отопления и вентиляции	$24 \cdot z_{от.п}$
Системы автоматизированного управления и исполнительные механизмы систем горячего водоснабжения	8424
Электрооборудование систем центрального кондиционирования жилых и общественных зданий	Определяется проектом

**Методика определения расчетных параметров теплоносителя,
циркулирующего в системе отопления, при наличии запаса в поверхности
нагрева отопительных приборов**

При выявлении несоответствия фактической производительности системы отопления $Q_{от.р.пр}$ (проектный расчетный расход тепловой энергии на отопление, на который подобраны отопительные приборы; принимают из проекта или по результатам фактических испытаний) требуемому расчетному расходу тепловой энергии на отопление $Q_{от.р.тр}$ (определяют согласно разделу 7 стандарта) необходимо рассчитать новые значения расчетных температур воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления. Выразив отношение фактической производительности системы отопления к требуемому расходу тепловой энергии на отопление из энергетического паспорта проекта конкретного здания в виде коэффициента запаса поверх-ности нагрева отопительных приборов $K_{зап} = Q_{от.р.пр} / Q_{от.р.тр}$, определяют требуемые значения температур воды в подающем $t_{01тр}$ и обратном $t_{2тр}$ трубопроводах системы отопления соответственно по формулам:

$$t_{1\text{ тр}} = 18 + 0,5(t_1^p - t_2^p) \frac{\overline{Q}_{от}}{K_{зап}} + \left(\frac{t_1^p + t_2^p}{2} - 18 \right) \left(\frac{\overline{Q}_{от}}{K_{зап}} \right)^{\frac{1}{1+m}} \quad (Д.1)$$

$$t_{2\text{ тр}} = t_{1\text{ тр}} - (t_1^p - t_2^p) \left(\frac{\overline{Q}_{от}}{K_{зап}} \right) \quad (Д.2)$$

где 18 – расчетная внутренняя температура, принимаемая при расчете температурных графиков центрального регулирования, то же, что в 5.2.3;

t_1^p – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С;

t_2^p – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С;

$\overline{Q}_{от}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление, представляющий отношение требуемых расходов тепловой энергии на отопление, определенных при текущей температуре наружного воздуха t_n и расчетной для проектирования отопления t_n^p ; определяют по формулам (Е.1) или (Е.2) Приложения Е в зависимости от назначения здания;

m – показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора; как правило, принимают равным 0,25;

$t_{1\text{ тр}}$, $t_{2\text{ тр}}$ – требуемые значения температур воды, соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, определяемые в зависимости от изменения $\overline{Q}_{от}$ и с учетом запаса в поверхности нагрева отопительных приборов $K_{зап} = Q_{от.р.пр} / Q_{от.р.тр}$.

Для определения значений требуемых температур при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха t_n^p необходимо подставить $\overline{Q}_{от} = 1$.

Как следует из расчетов, приведенных в Приложении К, при завыше-нии поверхности нагрева отопительных приборов на 20 % параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, должны составлять в расчетных условиях 84–63 °С вместо 95–70 °С.

Расчетный расход теплоносителя, кг/ч, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения:

$$G_{от}^p = 3600 \cdot Q_{от}^{p, tp} / (t_{1тр}^p - t_{2тр}^p) / c_w, \quad (Д.3)$$

где $G_{от}^p$ – расчетный расход теплоносителя, кг/ч,
 $Q_{от}^{p, tp}$ – расчетная тепловая нагрузка на систему отопления, кВт, то же, что и в формуле (19),
 $t_{1тр}^p, t_{2тр}^p$ – то же, что и в формулах (34) и (35) при подстановке $\bar{Q}_{от} = 1$,
 c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 кДж/(кг·°С).

Определение изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха при регулировании ее подачи в ИТП или АУУ

Е.1 При построении температурных графиков центрального регулирования подачи тепловой энергии на отопление в ИТП согласно приложению 18 СП 41-101-95 необходимо знать алгоритм изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха, который может отличаться для зданий разного назначения.

Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление $\bar{Q}_{от}$ в зависимости от температуры наружного воздуха t_n для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования приведены на рисунке Е.1.

Е.2 Для общественных зданий, при расчете теплотерь которых не учитывают бытовые тепловыделения (рисунок Е.1, линия 1), относительный расход тепловой энергии на отопление $\bar{Q}_{от.общ}$ определяют по формуле

$$\bar{Q}_{от.общ} = Q_{от}/Q_{от}^{p.тр} = (t_b - t_n) / (t_b - t_n^p) \quad (Е.1)$$

где $Q_{от}$ – расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха t_n , кВт;

$Q_{от}^{p.тр}$ – расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчет-ной температуре наружного воздуха для проектирования отопления t_n^p , кВт;

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С;

t_n – текущая температура наружного воздуха, °С.

Е.3 Для жилых зданий при расчете изменения расхода тепловой энергии на отопление в соответствии с СП 60.13330 учитывают бытовые тепловыделения в квартирах, которые, в отличие от теплотерь через ограждающие конструкции, не зависят от величины t_n . С повышением температуры t_n доля бытовых тепловыделений в тепловом балансе жилого здания возрастает, за счет чего можно сократить подачу тепловой энергии на отопление по сравнению с величиной, определенной по формуле (Е.1). Относительный расход тепловой энергии на отопление жилого здания $\bar{Q}_{от.ж}$, ориентируясь на квартиры с угловыми помещениями верхнего этажа, где доля бытовых тепловыделений от теплотерь самая низкая, определяют по формуле

$$\bar{Q}_{от.ж} = \frac{\left(Q_{от}^{p.тр} + Q_{вн}^p \right) \frac{t_{вн}^{опт} - t_n}{t_b - t_n^p} - 0,85 Q_{int}}{Q_{от}^{p.тр}}, \quad (Е.2)$$

где $Q_{от}^{p.тр}$ – то же, что в формуле (Е.1);

$Q_{вн}^p$ – средне часовые за отопительный период тепlopоступления с бытовыми тепловыделениями в квартирах, Вт;

$t_{\text{вн.}}^{\text{опт}}$ – оптимальная температура воздуха в отапливаемых помещениях, принимаемая с учетом принятого способа регулирования, °С;

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}, t_{\text{н}}^{\text{р}}$ – то же, что в формуле (Е.1).

Е.4 При регулировании систем отопления поддержанием графика подачи тепловой энергии в зависимости от $t_{\text{н}}$ без коррекции по температуре внутреннего воздуха (рисунок Е.1, линия 2), когда скорость ветра при расчете теплотерь принимают равной расчетной, что соответствует примерно постоянному объему инфильтрующегося наружного воздуха в течение всего отопительного периода, $t_{\text{вн.}}^{\text{опт}}$ принимают равной 20,5 °С при $t_{\text{н}}$, соответствующей параметрам А (см. СП 60.13330), постепенно снижаясь до 19 °С с понижением $t_{\text{н}}$ до $t_{\text{н}} = t_0$ (рисунок Е.1, линия 2).

Е.5 При регулировании системы отопления с автоматической коррекцией графика подачи тепловой энергии при отклонении температуры внутреннего воздуха от заданной (рисунок Е.1, линия 3), когда скорость ветра при расчете теплотерь принимают равной нулю, что соответствует сокращению объемов инфильтрующегося наружного воздуха, но не менее санитарной нормы притока, $t_{\text{вн.}}^{\text{опт}}$ принимают равной 21,5 °С. График изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление будет представлять собой прямую линию, пересекающую ось абсцисс в той же точке, что и при регулировании без коррекции по $t_{\text{в}}$, а при $t_{\text{н}} = t_{\text{н}}^{\text{р}}$ относительный расход тепловой энергии будет равен $0,9 \bar{Q}_{\text{от.}}^{\text{р.тр.}}$.

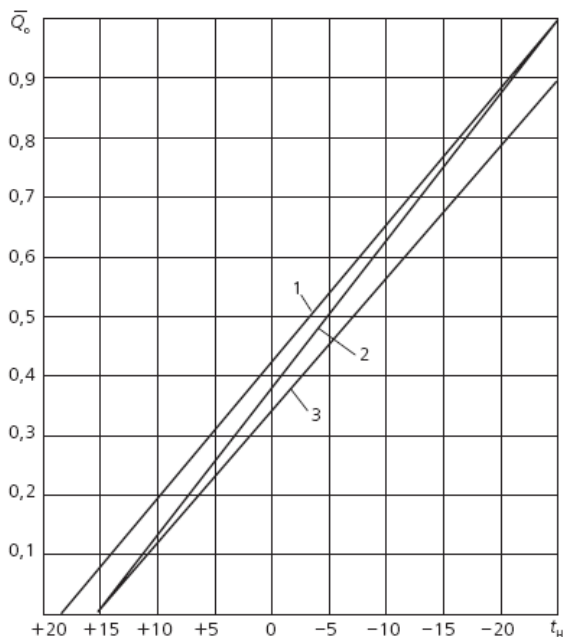


Рисунок Е.1 – Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление $\bar{Q}_{\text{от}}$ в зависимости от температуры наружного воздуха $t_{\text{н}}$ для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования: 1 – для промышленных и общественных зданий; 2 – для жилых зданий при регулировании без коррекции по отклонению температуры внутреннего воздуха от заданной; 3 – для жилых зданий при регулировании с коррекцией по температуре внутреннего воздуха в системах отопления без термостатов.

Пример расчета, показывающий, что заданное увеличение теплозащиты многоквартирного дома в сочетании с оптимальным авторегулированием подачи и учета теплоты на отопление обеспечивают требуемое по годам повышение энергетической эффективности

Расчеты выполнены [14] на примере конкретного многоквартирного крупнопанельного дома типовой московской серии ПЗМ/17Н1 – 17-ти этажный 4-х секционный жилой дом с 1-ым нежилым этажом на 256 квартир. Площадь отапливаемых этажей здания $A_S = 23310 \text{ м}^2$; Общая площадь квартир без летних помещений $A_{\text{кв}} = 16262 \text{ м}^2$; Полезная площадь нежилых, арендуемых помещений $A_{\text{пол}} = 880 \text{ м}^2$; Общая площадь квартир, включая полезную площадь нежилых помещений $A_{\text{кв+пол}} = 17142 \text{ м}^2$; Жилая площадь (площадь жилых комнат) $A_{\text{ж}} = 9609 \text{ м}^2$; Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{\text{огр.сум}} = 16795 \text{ м}^2$; Отапливаемый объем здания $V_{\text{от}} = 68500 \text{ м}^3$; Компактность здания $A_{\text{огр.сум}} / V_{\text{от}} = 0,25$; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – 0,17. Отношение $A_S / A_{\text{кв+пол}} = 23310/17142 = 1,36$.

Строительство выполняется для региона с ГСОП = $(20+3,1) \cdot 214 = 4943 \text{ }^\circ\text{С}\cdot\text{сут.}$ и по требованиям СНиП 23-02-2003, табл.9 согласно которому удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, отнесенный к м^2 площади пола квартир без летних помещений ($70 \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{С}\cdot\text{сут.})$) с пересчетом на $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ должен быть $q_{\text{н}}^{\text{y.bas}} = 70\cdot 4943/3600 = \mathbf{96 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2}$. Принята заселенность дома 20 м^2 общей площади квартир на чело-века, тогда нормируемый воздухообмен в квартирах будет $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на жителя, а удельная величина бытовых теплопоступлений $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ жилой площади.

Система отопления – вертикально-однотрубная с термостатами на отопительных приборах, присоединяется к внутриквартальным тепловым сетям от ЦТП через элеватор, коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления $\zeta = 0,85$. Система вытяжной вентиляции с естественным побуждением и «теплым» чердаком, на 2-х последних этажах устанавливаются индивидуальные канальные вентиляторы; приток – через ставорки окон с фиксированным открытием для обеспечения нормативного воздухообмена.

Расчеты выполняем по усовершенствованной методике, развивающей приведенную в Приложении Г СНиП 23-02-2003 в части упрощения расчета инфильтрационной составляющей теплопотерь, добавления коэффициента снижения теплопотребления на отопление при осуществлении поквартирного учета тепловой энергии в размере 10% при покомнатном учете и 15% при установке квартирных теплосчетчиков и перехода на размерность теплопотребления с кДж на $\text{кВт}\cdot\text{ч}$, а удельного расхода тепловой энергии, как указано в приказе Минэнерго РФ N 577 от 08.12.11, на $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ общей площади квартир без летних помещений.

Сначала выполним расчет энергоэффективности данного дома по СНиП

23-02-2003, требования которого по показателям теплозащиты и удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию принимаются за базовые значения (табл.Ж.1, колонка 3). Расчетный удельный годовое расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составил $q_{h,y.des} = 95,4$ кВт·ч/м², что соответствует требуемому по СНиП 23-02-2003 – не более $q_{h,y.bas} = 96$ кВт·ч/м², и в соответствии с приказом МРР № 161 зданию может быть присвоен нормальный класс энергоэффективности «С».

Табл.Ж.1 Результаты расчета энергоэффективности многоквартирного 17-ти эт.,4-х секционного дома с 1-ым нежилым этажом типовой серии ПЗМ/17Н1

Показатель	Требования и результаты расчета				
	СП 50-13330-2012	СНиП 23-02-2003	Постановления РФ № 18		
			с 2011 года	с 2016 года	с 2020 года
1	2	3	4	5	6
Требуем. ^{*)} удельный годовое расход тепловой энергии на ОВ, $q_{h,y.req}$, кВт·ч/м ²	нет нормы	96	81,6	67,2	57,6
Приведенное сопротивление теплопередаче, м ² ·°С/Вт:					
$R_{ст}^r$, стен площадью 11 414 м ²	1,97	3,13	3,5	4,0	4,0
$R_{ок}^r$, окон нежилых помещений (104 м ²)	0,51	0,54	0,8	1,0	1,0
$R_{ок}^r$, окон квартир (2 270 м ²)	0,51	0,54	0,8	1,0	1,0
$R_{ок}^r$, окон ЛЛУ (167 м ²)	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54
$R_{дв}^r$, входных дверей (36 м ²)	0,74	0,74	0,95	0,95	0,95
$R_{эр}^r$, перекрытий под эркер (16 м ²)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
$R_{ч.п}^r$, чердачных перекрытий (1 151 м ²)	3,3	4,12	4,74	5,35	5,35
$R_{пок}^r$, покрытий ЛЛУ (251 м ²)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$R_{ц.п}^r$, цокольных перекрытий (1 313 м ²)	3,3	4,12	4,74	5,35	5,35
$R_{п.г}^r$, полов по грунту входов (73 м ²)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи, $K_{тр}$, Вт/(м ² ·°С)	0,698	0,545	0,432	0,369	0,369
Теплопотери через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП), $Q_{огр}^{год}$, МВт·ч	1391	1086	860,1	735,3	735,3
Теплопотери с инфильтрующим воздухом за ОП**, $Q_{инф}^{год}$, МВт·ч	1080	1080	1080	1080	875,5
Заселенность квартир, м ² общей площади квартир на человека	20	20	20	20	25
Удельная величина внутренних, бытовых теплопоступлений, $q_{вн}$, Вт/м ²	17	17	17	17	15,6
Внутренние теплопоступления за отопительный период, $Q_{вн}^{год}$, МВт·ч	863,7	863,7	863,7	863,7	794,6
Теплопоступления через окна от солнечной радиации за ОП, $Q_{инс}^{год}$, МВт·ч	192,7	192,7	182,6	182,6	182,6
Коэффициент эффективности авторегулирования отопления ζ	0,85	0,85	0,9	0,9	0,9
Расчетное теплопотребление зданий на ОВ за ОП, $Q_{от}^{год}$, МВт·ч	1980	1635	1340	1078	922,6
Расчетный удельный годовое расход тепловой энергии на ОВ, $q_{h,y.des}$, кВт·ч/м ²	115,5	95,4	78,2	62,9	53,8
Тепловая мощность системы отопления, $Q_{от}^p$, кВт	945	800	694	634	560

Удельная тепловая мощность системы отопления, $q_{от}^p$, Вт/м ²	55	47	40	37	33
Отношение $Q_{от}^{zod}$ к $Q_{от}^{zod}$ СНиП 23-02	1,21	1,00	0,82	0,66	0,56
Класс энергоэффективности, по приказу МРР №161 от 08.04.11г	«D»	«C»	«B»	«B+»	«B++»

Примечание к таблице: *) Требуемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (ОВ) – из постановления Правительства РФ №18 от 25.01.2011 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», принимая за базовое значение рекомендации СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» - действующего на момент принятия постановления нормативного в этой области документа.

Если принять такие же исходные данные при расчете по СП 50-13330-2012 и учесть, что истинное значение объема отапливаемого здания, отнесенное к площади отапливаемых этажей, как минимум, на 35% выше площади квартир в доме (что соответствует исходным данным примера $A_S / A_{кв+пол} = 23310/17142 = 1,36$), то при одинаковом теплопотреблении со зданием, построенном по СНиП 23-02-2003, у здания по СП 50-13330-2012 удельный годовой расход тепловой энергии на отопление составит:

$$q_{h,y.des} = Q_{от}^{zod} / (1,35 \cdot A_{кв+пол}) = 1635 \cdot 10^3 / (1,35 \cdot 17142) = 70,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Поскольку величина $q_{h,y.des} = 70,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$ ниже $q_{h,y.req} = 96 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$ на $(70,6-96) \cdot 100/96 = -26,5\%$, в соответствии с п. 5.2 СП 50-13330-2012 рекомендуется снижение приведенного сопротивления теплопередаче конструкций стен до $R_{o,ст.}^{пр} = 3,13 \cdot 0,63 = 1,97 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$; чердачных и цокольных перекрытий – $4,12 \cdot 0,8 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, окон – $0,54 \cdot 0,95 = 0,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, остальные ограждения остаются без изменения, сохраняются неизменными также теплопотери с инфильтрующимся наружным воздухом, теплопоступления от внутренних источников и с солнечной радиацией и эффективность авторегулирования системы отопления.

Расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по результатам расчета (колонка 2, табл.Ж.1) составил 1980 МВт·ч, а удельный расход по СП 50-13330-2012 – $q_{h,y.des.CП} = 1980 \cdot 10^3 / (1,35 \cdot 17142) = 85,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$, что по-прежнему ниже требуемого $q_{h,y.req} = 96 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$, и поэтому сниженные параметры тепловой защиты зданий по СП 50-13330-2012 правомерны. В размерности, принятой в СП 50-13330-2012, эти величины, соответственно будут: $q_{от}^p = 85,6 \cdot 10^3 / (2,8 \cdot 4943 \cdot 24) = 0,257 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ и $q_{от}^{p,тр} = 96 \cdot 10^3 / (2,8 \cdot 4943 \cdot 24) = 0,29 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$. В колонке 2 табл.Ж.1 приведены истинные значения удельного расхода, отнесенного к площади квартир, – $q_{h,y.des} = 1980 \cdot 10^3 / 17142 = 115,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$.

Рассмотрим к каким результатам приведет реализуемое на примере Московского региона по требованиям постановления № 18 повышение энергоэффективности зданий за счет увеличения теплозащиты несветопрозрачных наружных ограждений на 15% по сравнению с требованиями СНиП 23-02-2003 (соответственно, $R_{o,ст.}^{пр} = 3,13 \cdot 1,15 = 3,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, $R_{o,пер.ч.}^{пр.экв} = R_{o,пер.п.}^{пр.экв} = 4,12 \cdot 1,15 = 4,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), перехода на окна в квартирах и встроенных нежилых

помещениях с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{o,ок.}^{пр} = 0,8$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$ (окна и балконные двери ЛЛУ остаются прежними) и осуществления подключения системы отопления к тепловым сетям через автоматизированный узел управления (АУУ) вместо элеватора или через автоматизированный ИТП ($\zeta = 0,9$). Остальные решения на прежнем уровне.

Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по результатам расчета (колонка 4, табл.Ж.1) составит $q_{h.}^{y.des} = 78,2$ $кВт \cdot ч / м^2$, что ниже требуемого по постановлению № 18 – $q_{h.}^{y.req} = 81,6$ $кВт \cdot ч / м^2$ и на -18% ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «В».

Докажем, что последующее по постановлению №18 повышение энергоэффективности еще на 15% с 2016г. по отношению к базовому может быть осуществлено только за счет дальнейшего увеличения теплозащиты, как наименее затратного решения по сравнению с другими известными. Предполагается повысить теплозащиту несветопрозрачных наружных ограждений еще на 15% по сравнению с требованиями СНиП 23-02-2003 (соответственно, $R_{o,ст.}^{пр} = 3,13 \cdot 1,3 = 4,07$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, $R_{o,пер.ч.}^{пр.экв} = R_{o,пер.п.}^{пр.экв} = 4,12 \cdot 1,3 = 5,35$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, и это все еще ниже, чем нормируется в скандинавских странах по глади, несмотря на то, что у них суровость зимы в 1,5 раза ниже, чем у нас в центральном регионе: у них – $6,67$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, у нас – $4,07 / 0,67 = 6,07$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$), перейти на окна в квартирах и встроенных нежилых помещениях с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{o,ок.}^{пр} = 1,0$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, что тоже не предел.

Кроме того, в соответствии с требованиями федерального закона № 261 «Об энергосбережении» «многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию с 1 января 2012 года после осуществления строительства, реконструкции, должны быть оснащены дополнительно индивидуальными приборами учета используемой тепловой энергии», что, как оценивают специалисты, позволит, как минимум, на 10% сократить теплопотребление на отопление. С учетом изложенного, расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по результатам расчета (колонка 5 табл. Ж.1) составил $62,9$ $кВт \cdot ч / м^2$, что ниже требуемого по постановлению № 18 – не более $67,2$ $кВт \cdot ч / м^2$ и на -34% ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «В+».

Таким образом, требования постановления Правительства России № 18 о повышении энергетической эффективности многоквартирных домов на 15% сейчас и еще на 15% с 2016г. по сравнению с действующим с 2003г. СНиП 23-02-2003, закрываются таким же повышением теплозащиты наружных несветопрозрачных ограждений, переходом на окна с сопротивлением теплопередаче 0,8 и 1,0 $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$ и применением оптимальных решений по автоматическому регулированию теплоотдачи системы отопления и учету используемой энергии.

Интересно отметить, что требования постановления № 18 о повышении энергетической эффективности многоквартирных домов всего на 40% с 2020г. не потребуют дополнительных мероприятий по энергосбережению, поскольку к этому году предполагается, что средняя норма общей площади квартиры на

человека достигнет 25 м^2 (сейчас в России $22,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$, в европейских странах – 45 , а в США и Канаде – $70 \text{ м}^2/\text{чел.}$). Вследствие этого, как показывают расчеты (колонка 6 табл. Ж.1), за счет уменьшения необходимого воздухообмена в квартирах из-за менее плотного заселения, а соответственно и инфильтрационной составляющей теплопотерь, несмотря на некоторое снижение тепlopоступлений от внутренних источников (удельные бытовые тепlopоступления снизятся с 17 до $15,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$), расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составит **$53,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$** , что ниже требуемого по постановлению № 18 – не более **$57,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$** и на -44% ниже базового значения, что позволяет присвоить зданию высокий класс энергетической эффективности «**V++**».

Вывод. Приведенные расчеты показывают, что требования повышения энергетической эффективности зданий по постановлению Правительства России №18 от 25.01.2011г. на 15% с 2011г., еще на 15% с 2016г. и всего на 40% с 2020г. могут быть удовлетворены только за счет повышения теплозащиты ограждающих конструкций (при этом еще оставаясь ниже максимальных показателей, достигнутых в скандинавских странах Европы) и оптимизации авторегулирования и учета тепlopотребления на отопление, как наименее затратных на сегодняшний день энергосберегающих мероприятий.

Примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

Для условий г. Москва с длительностью отопительного периода 214 суток, норма водопотребления за отопительный период для многоквартирного дома с централизованным горячим водоснабжением будет отличаться от приведенной в табл. А.2 СП 30.13330.2012 – $a_{\text{ГВС, табл. А.2}} = 100$ л/сутки:

$$g_{\text{ГВ, ср. сут. от. п. ж}} = a_{\text{ГВС, табл. А.2}} \cdot 365 / [z_{\text{от. п}} + 0,9 \cdot (351 - z_{\text{от. п}})] = 100 \cdot 365 / 337 = 108 \text{ л/сут. (И.1)}$$

$$g_{\text{ХВ, ср. сут. от. п. ж}} = a_{\text{ХВС, табл. А.2}} \cdot 365 / [z_{\text{от. п}} + 0,9 \cdot (351 - z_{\text{от. п}})] = (250 - 100) \cdot 365 / 337 = 162 \text{ л/сут.}$$

Удельный среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, $q_{\text{ГВ}}$, Вт/м², из табл.1, находится по формуле:

$$q_{\text{ГВ}} = a_{\text{ГВС, табл. А.2,3}} \cdot \{365 / [z_{\text{от. п}} + \alpha \cdot (351 - z_{\text{от. п}})] / A_{\text{н}}\} \cdot \frac{(60 - t_{\text{с}})(1 + k_{\text{hl}}) \frac{\rho_w c_w}{3,6}}{24} \quad (\text{И.2})$$

Исходя из формулы (И.2) и с учетом СП 30.13330 выполним расчет для следующих основных зданий, строящихся, например, в г. Москве:

а) жилых домов с централизованной системой ГВС (дается решение с $a_{\text{ГВС, табл. А.2}} = 100$ л/сут., при 20 и 25 м²/человека, $k_{\text{hl}} = 0,2$ и $z_{\text{от. п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 100 \cdot \{365 / [214 + 0,9 \cdot (351 - 214)] / 20\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 17,4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{\text{ГВ}} = 100 \cdot \{365 / [214 + 0,9 \cdot (351 - 214)] / 25\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 13,9;$$

б) жилых домов при горячем водоснабжении от квартирных водонагревателей ($a_{\text{ГВС, табл. А.2}} = 85$ л/сут., $k_{\text{hl}} = 0$, $z_{\text{от. п}} = 214$ суток, нет отключения на ремонт), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 85 \cdot \{365 / [214 + 0,9 \cdot (365 - 214)] / 18\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 13,2;$$

в) гостиниц и пансионатов с душами во всех отдельных номерах и полотенцесушителями ($a_{\text{ГВС, табл. А.3}} = 140$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,2$)

$$q_{\text{ГВ}} = (140/15) \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 30 \text{ Вт/м}^2;$$

г) гостиниц и пансионатов с общими ваннами и душами без полотенцесушителей ($a_{\text{ГВС, табл. А.3}} = 70$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от. п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 70 \cdot \{365 / [214 + 1 \cdot (351 - 214)] / 12\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 17,8;$$

д) больниц с санитарными узлами, приближенными к палатам и полотенцесушителями ($a_{\text{ГВС, табл. А.3}} = 90$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,2$)

$$q_{\text{ГВ}} = (90/15) \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 19,3 \text{ Вт/м}^2;$$

е) больниц с общими ваннами и душами без полотенцесушителей ($a_{\text{ГВС, табл. А.3}} = 75$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от. п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 75 \cdot \{365 / [214 + 1 \cdot (351 - 214)] / 10\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 22,9;$$

ж) поликлиник и амбулаторий ($a_{\text{ГВС, табл. А.3}} = 12 + 4 \cdot 6 = 36$ л/сут. на 1 медработника, $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от. п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 36 \cdot \{365 / [214 + 1 \cdot (351 - 214)] / 10\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 11,0;$$

з) детских ясель-садов с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах ($a_{\text{ГВС, табл. А.3}} = 20$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от. п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 20 \cdot \{365 / [214 + 1 \cdot (351 - 214)] / 10\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 6,1;$$

и) детских ясель-садов с круглосуточным пребыванием детей, прачечными и столовыми, работающими на сырье ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 40$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 40 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 12,2;$$

к) общеобразовательных школ с душевыми при гимнастических залах и столовыми на полуфабрикатах ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 20$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$, $z_{\text{от.п}} = 214$ суток, $n_{\text{год}} = 305$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 8 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (305 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 2,8;$$

л) физкультурно-оздоровительных комплексов со столовыми на полуфабрикатах ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 30$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 30 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 18,3;$$

м) кинотеатров, залов собраний ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 3$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 3 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,8;$$

н) театров, клубов и досугово-развлекательных учреждений (при 10 зрителях на 1 артиста $a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = (3 \cdot 10 + 1 \cdot 25)/11 = 5$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 5 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 3,0;$$

о) административных зданий ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 6$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 6 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,8;$$

п) магазинов продовольственных ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 12$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ сут.), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 12 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/30\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,2;$$

р) магазинов промтоварных ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 8$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 8 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/30\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 0,8;$$

с) производственных цехов и технопарков с тепловыделениями менее 84 кДж на 1 место/ч ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 11$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 11 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/20\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,6;$$

т) складов ($a_{\text{ГВС.табл.А.3}} = 11$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ суток), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 11 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/100\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 0,3;$$

ф) предприятий общественного питания с приготовлением пищи, реализуемой в обеденном зале ($a_{\text{ГВС.рест.табл.А.3}} = 4 \cdot 2,2 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 0,55 = 73$ л/сут., $\alpha=1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$ и $z_{\text{от.п}} = 214$ сут.), Вт/м²

$$q_{\text{ГВ}} = 73 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 44.$$

Например, в многоквартирных домах с нормой расхода горячей воды на одного жителя за отопительный период $g_{\text{ГВ.ср.сут.от.п.ж}} = 108$ л/сутки и заселенностью 20 и 40 м² жилой площади на человека базовое годовое теплотребление на горячее водоснабжение соответственно составит для г. Москва ($z_{\text{от.п}} = 214$ суток):

$$q_{\text{ГВ.ж.баз.Са.i=20}}^{\text{год}} = 0,02 \cdot 17,4 \cdot [(70,2 + 214) + 0,74 \cdot (351 - 214)] \cdot 20/20 = 133 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{ГВ.ж.баз.Са.i=40}}^{\text{год}} = 0,02 \cdot 13,9 \cdot [(70,2 + 214) + 0,74 \cdot (351 - 214)] \cdot 25/40 = 67 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

При оплате по квартирным водосчетчикам, полагая из опыта эксплуатации, что излишнее водопотребление сокращается в среднем на 40%, ожидаемое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение для тех же условий соответственно будет:

$$q_{\text{гв.ж.ож.Са.i=20}}^{\text{год}} = 133 \cdot (1-0,4) = 80 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.ж.ож.Са.i=40}}^{\text{год}} = 67 \cdot (1-0,4) = 40 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

То же в многоквартирных домах, оборудованных только умывальниками, мойками и душем, с заселенностью 18 м² ожидаемое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение будет:

$$q_{\text{гв.ж.ож.Са.i=18}}^{\text{год}} = 0,02 \cdot 15,2 \cdot [(70,2+214)+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 70 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

Для того же примера в многоквартирных домах с заселенностью 18 м² и газовыми водонагревателями или водонагревателями на твердом топливе ожидаемое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение соответственно будет:

$$q_{\text{гв.ж.ож.газ.вод.Са.i=18}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot 13,2 \cdot [214+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 60 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.ж.ож.тв.т.вод.Са.i=18}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot 9,3 \cdot [214 + 0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 42 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Искомые значения заносятся в графу 7 табл. Г.5, туда же включены результаты расчетов по другим потребителям с использованием ф-лы (47в,г) и с учетом приведенной в таблице нормы полезной площади на человека:

$$q_{\text{гв.гост.}}^{\text{год}} = 0,02 \cdot 32,1 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 262 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.гост.}}^{\text{год}} = 0,02 \cdot 30 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 245 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.гост.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 17,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 141 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.больн.}}^{\text{год}} = 0,02 \cdot 19,3 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 158 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.больн.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 22,9 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 181 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.поликл.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 11 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 87 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.детсад.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 6,1 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 49 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.детсад.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 9,1 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 72 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.детсад.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 12,2 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 97 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.образ.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 2,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (305 - 214)] = 20 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.физк.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 18,3 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 145 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.киноф.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 1,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 14 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.театр.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 3,0 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 24 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.адм.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 1,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 14 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.рест.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 44 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 350 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.продмаг.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 1,2 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 10 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.проммаг.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 0,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.произв.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 1,6 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 13 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{\text{гв.склад.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 0,3 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Расчеты показывают, что даже приведя нормируемое водопотребление к одинаковой заселенности жилых зданий и учитывая сокращение излишнего против нормируемого водопотребления на 40% при расчете по квартирным водосчетчикам, удельное теплopotребление в нашей стране остается в 2 раза выше, чем принимается в странах Европы. Это объясняется разным менталитетом населения - россияне моют руки и посуду в проточной воде, а европейцы в стоячей, затыкая пробкой слив, и потом наши жители более расточительны. Теплopotребление в офисных зданиях, залах собраний, торговых и производственных зданий примерно совпадают, а в больницах, ресторанах, физкультурно-оздоровительных и досуговых комплексах расходования очень большие с завышением в российских нормах. Для установления истинного значения необходимо натурными измерениями уточнить исходные данные удельного водопотребления в таблицах А.2 и А.3 СП 30.13330.

Пример составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного здания

Пояснительная записка (примеры выполнены на требования 2007г.)

К.1 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

К.1.1 Проектируемое здание представляет собой 20-этажный односекционный жилой дом с техническим подпольем для размещения инженерных коммуникаций, подземной автостоянкой и «теплым» чердаком.

На первом этаже располагаются нежилые помещения свободного назначения. Все остальные этажи здания жилые. В проекте предусмотрены одно-, двух- и трехкомнатные квартиры – всего 82 квартиры. Высота каждого этажа – 3,3 м. Общая высота здания от пола первого этажа до верха вытяжной шахты – 76 м.

К.1.2 Конструктивная схема секций – несущие поперечные и продольные стены, выполненные из монолитного железобетона с минераловатным утеплителем и наружной облицовкой из керамогранита, установленного под конструкцией с воздушным вентилируемым зазором.

Кровля – утепленная, неэксплуатируемая, с внутренним водостоком.

К.1.3 Объемно-планировочные показатели:

- строительный объем здания – 75 000 м³,
в том числе отапливаемая часть – 53 837 м³;
- общая площадь квартир – 10 330 м²,
из них площадь жилых помещений – 5 252 м²;
- полезная площадь нежилых помещений – 445 м²;
- расчетная площадь нежилых помещений – 378 м²;
- расчетное количество жителей – 413.

К.2 Теплозащита здания

К.2.1 Климатические параметры

Градусо-сутки отопительного периода для Москвы ГСОП = 4943 °С•сут, остальные показатели – в энергетическом паспорте.

Техническое подполье не отапливается, в связи с этим отапливаемый объем здания ограничивается перекрытием первого этажа. Для автостоянки, имеющей расчетную температуру воздуха ниже 12 °С, согласно Г.1 СНиП 23-02–2003 энергетический паспорт проекта здания не составляют.

К.2.1 Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

К.2.1.1 Несущие наружные стены здания – монолитный железобетон с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 2,04$ Вт/(м·°С), толщиной $\delta = 220$ мм, плиты минераловатного утеплителя типа Rockwool с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 0,045$ Вт/(м·°С), толщиной $\delta = 170$ мм; наружная облицовка – керамогранит с воздушным вентилируемым зазором.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких стен в соответствии с формулой (7) с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,8$ составит

$$R_w^r = 0,8 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,17}{0,045} + \frac{1}{10,8} \right) = 3,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02–2003 для стен жилых помещений – не менее $3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

К.2.1.2 Кровельное покрытие – монолитная железобетонная плита перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; через пароизоляцию в один слой рубероида кладут утеплитель из пенополистирольных плит ПСБ с плотностью $\rho_0 = 40 \text{ кг/м}^3$, эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,05 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$, заливают керамзитобетоном по уклону с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,52 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, средней толщиной слоя $\delta = 75 \text{ мм}$, покрывают цементно-песчаной стяжкой с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 40 \text{ мм}$, сверху кладут кровельное покрытие из двух слоев флизолы типа Н и В с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,95$ составит

$$R_c^r = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,20}{0,05} + \frac{0,075}{0,52} + \frac{0,04}{0,93} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} \right) = 4,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02–2003 для покрытия помещений нежилого назначения при $t_{\text{черд}} = 16 \text{ °C}$ – $3,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

К.2.1.3 Пол первого этажа здания над техническим подпольем (расчетная температура воздуха $t_c = 10 \text{ °C}$) имеет следующую конструкцию: по железобетонной плите перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$ через пароизоляцию в один слой рубероида насыпают керамзитовый гравий с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,19 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 50 \text{ мм}$ и покрывают цементно-песчаной стяжкой с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$, далее монтируют конструкцию чистого пола помещений первого этажа.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого перекрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,95$ составит

$$R_f^r = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,05}{0,19} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{1}{6} \right) = 0,64 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче с учетом температурного коэффициента составит

$$R_{f, \text{э.э.}}^r = 0,64 \frac{20 + 28}{20 - 10} = 3,07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02–2003 для помещений общественного назначения с $t_{\text{int}} = 20 \text{ °C}$ – не менее $3,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

К.2.1.4 Перекрытие под эркерами состоит из монолитной железобетонной плиты перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$, под которую подшивают слой минераловатного утеплителя с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 150 \text{ мм}$, закрывают подшивным потолком и со стороны помещения на плиту перекрытия кладут цементно-песчаную стяжку с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 20 \text{ мм}$ и конструкцию чистого пола.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого перекрытия с учетом коэффициента

теплотехнической однородности $\gamma = 0,95$ составит

$$R_c^r = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{23} \right) = 3,43 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

К.2.1.5 Оконные блоки и балконные двери – двухкамерный стеклопакет в ПВХ-переплетах. Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей $R_{F,1} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$, глухой части балконных дверей $R_{F,2} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$. Приведенное сопротивление теплопередаче входных наружных утепленных дверей $R_{ed,1} = 0,79 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$, витражных дверей $R_{ed,2} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$. Указанные величины отвечают требованиям СНиП 23-02–2003.

К.2.2 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи здания

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений определяют по формуле (9) основного текста стандарта:

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{7\,674}{3,27} + \frac{1\,480 + 63}{0,54} + \frac{59}{0,74} + \frac{32}{0,54} + \frac{92}{0,54} + \frac{6}{0,45} + \frac{12}{0,79} + \frac{699}{3,07} + \frac{20}{3,43} + \frac{719}{4,08}}{10\,856} = 0,548 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$$

К.2.3 Расчет воздухообмена в здании

К.2.3.1 В жилой части здания в соответствии с п.6.15 стандарта определяют воздухообмен из нормы притока наружного воздуха (при заселенности $10330/413 = 25 \text{ м}^2/\text{чел.}$) – $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека, но не менее 0,35 обмена в час объема квартиры:

$$L_{v1} = 0,35 \cdot 10\,330 \cdot 3,0 = 10\,847 \text{ м}^3/\text{чч}$$

$$L_{v2} = 30 \cdot 413 = 12\,390 \text{ м}^3/\text{чч}$$

из найденных в расчет идет большее значение – $L_v = 12390 \text{ м}^3/\text{ч}$.

К.2.3.2 Для нежилых помещений общественного назначения первого этажа принимают расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления, в объеме $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ на расчетной площади только в рабочее время; в нерабочее время для этих помещений и для помещений вестибюлей входов и ЛЛЮ – исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений и наружных дверей (воздухопроницаемостью стен и перекрытий пренебрегаем ввиду их несравнимой малости) под действием разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров.

К.2.3.3 Разность давлений воздуха, Па, находят в соответствии с п.6.16 стандарта в зависимости от теплового и ветрового напоров, полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

– для окон и балконных дверей наружных переходов ЛЛЮ

$$\Delta p = 0,28H(\gamma_n - \gamma_b) + 0,03\gamma_n v^2;$$

– для входных дверей в здание и окон первого нежилого этажа

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_n - \gamma_b) + 0,03\gamma_n v^2,$$

где H – высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты, м;

γ_n – удельный вес наружного воздуха, Н/м^3 ; в расчетных условиях при $t_n^p = -28 \text{ }^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 28) = 14,13 \text{ Н/м}^3$; при средней температуре отопительного периода $t_{n,ср.от.п} = -3,1 \text{ }^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 3,1) = 12,83 \text{ Н/м}^3$;

γ_b – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м^3 ; при определении инфильтрации через окна нежилых помещений для расчетной температуры $18 \text{ }^\circ\text{C}$ $\gamma_b = 3463/(273 + 18) = 11,9 \text{ Н/м}^3$; для средней температуры воздуха за отопительный период $20 \text{ }^\circ\text{C}$ $\gamma_b = 3463/(273 + 20) = 11,82 \text{ Н/м}^3$; через входные двери в здание, окна и балконные двери ЛЛЮ при $16 \text{ }^\circ\text{C}$ $\gamma_b = 3463/(273 + 16) = 11,98 \text{ Н/м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, м/с; для Москвы $v = 4,9$ м/с; средняя за отопительный период $v = 3,8$ м/с (СНиП 23-01–99*).

Соответственно, разность давлений воздуха для окон и балконных дверей ЛЛУ, входных наружных дверей и окон нежилого этажа при высоте здания $H = 76$ м в расчетных условиях составит

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{ЛЛУ}}^p &= 0,28 \cdot 76(14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 55,9 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{вх.дв}}^p &= 0,55 \cdot 76(14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 100,0 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{1н/ж}}^p &= 0,55 \cdot 76(14,13 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 103,4 \text{ Па}.\end{aligned}$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{ЛЛУ}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 76(12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 23,6 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{вх.дв}}^{\text{cp}} &= 0,55 \cdot 76(12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 41,1 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{1н/ж}}^{\text{cp}} &= 0,55 \cdot 76(12,83 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 47,8 \text{ Па}.\end{aligned}$$

К.2.3.4 Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций из сертификата испытаний или из приложения 9 СНиП 2.04.05–91* (окон нежилых помещений – $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$; окон ЛЛУ – $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$; балконных дверей ЛЛУ – $0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$; входных наружных дверей – $0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$ при расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения в 10 Па), находим количество воздуха $G_{\text{инф}}$, кг/ч, прошедшее через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений, кг/ч, по формуле

$$G_{\text{инф}} = \frac{A_{\text{Ф.1н/ж}} \left(\frac{\Delta p_{\text{1н/ж}}}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{A_{\text{Ф.ЛЛУ}} \left(\frac{\Delta p_{\text{ЛЛУ}}}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,6} + \frac{A_{\text{ед.ЛЛУ}} \left(\frac{\Delta p_{\text{ЛЛУ}}}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,47} + \frac{A_{\text{ед}} \left(\frac{\Delta p_{\text{ед}}}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14},$$

где $A_{\text{Ф.1н/ж}}$, $A_{\text{Ф.ЛЛУ}}$, $A_{\text{ед.ЛЛУ}}$, $A_{\text{ед}}$ – площади соответственно окон нежилого этажа, окон и балконных дверей ЛЛУ, входных наружных дверей; принимают по энергетическому паспорту проекта здания.

Для нежилых помещений первого этажа и ЛЛУ в расчетных условиях

$$G_{\text{инф.1н/ж+ЛЛУ}}^p = \frac{63 \left(\frac{103,4}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{32 \left(\frac{55,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,6} + \frac{92 \left(\frac{55,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,47} + \frac{18 \left(\frac{100,0}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 1\,431 \text{ кг/ч}.$$

Для вестибюлей ЛЛУ при средней температуре отопительного периода

$$G_{\text{инф.ЛЛУ}}^{\text{cp}} = \frac{32 \left(\frac{23,6}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,6} + \frac{92 \left(\frac{23,6}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,47} + \frac{6 \left(\frac{41,1}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 530 \text{ кг/ч}.$$

Для нежилых помещений первого этажа в нерабочее время при средней температуре отопительного периода

$$G_{\text{инф.н/ж.н/р}}^{\text{cp}} = \frac{63 \left(\frac{47,8}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{12 \left(\frac{41,1}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 374 \text{ кг/ч}.$$

К.2.3.5 В соответствии с п.6.18 и 8.7.1 условный воздухообмен в помещениях нежилого этажа в рабочее время при норме $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ на квадратный метр расчетной площади и с учетом плотности внутреннего воздуха $\rho_v = 353/(273 + 20) = 1,2 \text{ кг/м}^3$ составит:

$$G_{\text{инф.н/ж.раб}}^{\text{cp}} = 4 \cdot 378 \cdot 1,2 = 1814 \text{ кг/ч}.$$

Тогда интегральный воздухообмен в нежилых помещениях для определения теплотребования за отопительный период (при восьмичасовом рабочем дне и пятидневной рабочей неделе) составит

$$G_{\text{вент/инф.н/ж.инт}}^{\text{cp}} = (1814 \cdot 8 \cdot 5/7 + 374 \cdot 16 \cdot 8/7)/24 = 717 \text{ кг/ч}.$$

К.2.3.6 Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, соответственно в расчетных и среднезимних условиях (при $k_{ок} = 1$), определяем по формуле (11):

$$K_{инф. усл.р} = 0,28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_v + G_{инф} \cdot k_{ок}) \cdot c_a / A_{огр.сум} = 0,28 \cdot (12390 \cdot 1,2 + 1431 \cdot 1) \cdot 1,006 / 10856 = 0,423 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

$$K_{инф. усл.ср} = 0,28 \cdot (12390 \cdot 1,2 + (530 + 717) \cdot 1) \cdot 1,006 / 10856 = 0,418 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

К.3 Расчет энергетической эффективности проекта здания

К.3.1 Расчет годового потребления теплоты на отопление и вентиляцию

К.3.1.1 Потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого здания в течение отопительного периода с ГСОП = 4943 $^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$, согласно 3.5.6 МГСН 2.01–99 и СНиП 23-02–200,3 определяют с учетом использования внутренних тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается принятой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

К.3.1.2 Теплотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (27):

$$Q_{огр. год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр. пр} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{огр.сум} = 0,024 \cdot 0,548 \cdot 4943 \cdot 10856 = 705750 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

К.3.1.3 Теплотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период и при $k_{ок} = 1,0$ (окна с одинарным переплетом) определяют по формуле (28):

$$Q_{инф/вент. год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{инф. усл.ср} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{огр.сум} = 0,024 \cdot 0,418 \cdot 4943 \cdot 10856 = 538500 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

К.3.1.4 Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период определяют по формуле :

$$Q_{огр+ инф/вент. год} = 705750 + 538500 = 1244250 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

К.3.1.5 Расчет теплопоступлений от бытовых тепловыделений ведут с учетом величины удельных бытовых тепловыделений в квартирах, равной 15,6 $\text{Вт}/\text{м}^2$, при заселенности 25 $\text{м}^2/\text{чел.}$ и в нежилых помещениях первого этажа. Для нежилых помещений принимают тепловыделения в размере 90 $\text{Вт}/\text{чел.}$ (с учетом 10 м^2 расчетной площади помещений на одного человека с восьмичасовым пребыванием в день при пятидневной рабочей неделе); тепловыделений от освещения – при удельной мощности освещения в размере 25 Вт на квадратный метр расчетной площади (в соответствии с 7.5 стандарта) и длительности 50 % рабочего времени и теплопоступлений от технологического оборудования, оргтехники и компьютеров – по 10 Вт на квадратный метр расчетной площади при коэффициенте использования 0,4.

К.3.1.6 Удельные бытовые тепловыделения в помещениях общественного назначения в соответствии с 8.1.7 составят

$$q_{int} = \frac{\left(\frac{90}{10} + 25 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,4 \right) \cdot 8 \cdot \frac{5}{7}}{24} = 6,07 \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

К.3.1.7 Суммарные теплопоступления с бытовыми тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (29):

$$Q_{вн. год} = (q_{вн.ж} \cdot A_{ж} + q_{вн.н/ж} \cdot A_p) \cdot z_{от.п} \cdot 24 \cdot 10^{-3} = (15,6 \cdot 5252 + 6,07 \cdot 378) \cdot 214 \cdot 0,024 = 432583 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

К.3.1.8 Теплопоступления от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения за отопительный период определяют по формуле (30) с учетом $\tau_1 = 0,8$; $\tau_2 = 0,74$ и интенсивности солнечной радиации по таблице МГСН 4.19–2005 для ориентации СВ/ЮЗ:

$$Q_{\text{инс.}}^{\text{год}} = 0,8 \cdot 0,74(180 \cdot 121 + 447 \cdot 121 + 246 \cdot 262 + 670 \cdot 262) = 186989 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

К.3.1.9 В соответствии с п.8.5 потребность теплоты на отопление с учетом коэффициента дополнительных теплопотерь $\beta_{\text{тп}} = 1,11$ и КПД автоматизации отопления $\zeta = 0,9$ (АУУ на вводе и однотрубная система отопления с термостатами) определяют по формуле (31):

$$Q_{\text{от+ инф/вент.}}^{\text{год}} = (1244250 - (432583 + 186989) \cdot 0,8 \cdot 0,9) \cdot 1,11 = 885955 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

К.3.2 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяют по формуле (32):

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = 885955 / 10775 = 82,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$$

что удовлетворяет требованиям энергетической эффективности настоящего стандарта (табл.1) на базовом уровне для многоквартирного дома выше 12 этажей и ГСОП = 4943°C·сут. – менее $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.баз}} = 78 + (89-78) \cdot (4943-4000)/1000 = 88,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$.

Отклонение по отношению к базовому требованию составляет:

$$(82,2-88,4) \cdot 100/88,4 = -7\%$$

Следовательно, запроектированное здание согласно табл.5 отвечает требованиям энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности **D «Номальный»** - величина отклонений от 0 до -15%.

К.4 Энергетические нагрузки здания

К.4.1 Расчет требуемой мощности системы отопления

В соответствии с 5.1.3 МГСН 2.01–99 и с учетом рекомендованной в СНиП 23-02–2003 при заселенности 25 м²/чел. площади жилых помещений величины удельных тепловыделений в квартирах, равной 15,6 Вт/м², а для помещений с непостоянным пребыванием людей – без учета внутренних тепловыделений, и из расчета нагрева наружного воздуха в размере 30 м³/ч на человека и в объеме инфильтрации его под действием разности давлений воздуха через закрытые окна в помещениях ЛПУ и общественного назначения, требуемую мощность системы отопления определяют как расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания по формуле (19) с учетом п.7.5:

$$Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} = (Q_{\text{огр.}}^{\text{р}} + Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{р}} - Q_{\text{вн.}}^{\text{р}}) \cdot \beta_{\text{тп}} = (295,8 + 217,9 - 15,6 \cdot 5252) \cdot 1,11 = 479 \text{ кВт},$$

где $Q_{\text{огр.}}^{\text{р}}$ – определяют по формуле (20):

$$Q_{\text{огр.}}^{\text{р}} = K_{\text{тр.}}^{\text{пр}} \cdot A_{\text{огр.сум}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) \cdot \beta_{\text{доп}} = 0,548 \cdot 10856 \cdot (18 + 26) \cdot 1,13 \cdot 10^{-3} = 295,8 \text{ кВт};$$

$Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{р}}$ – определяют по формуле (21):

$$Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{р}} = K_{\text{инф.ж.}}^{\text{усл.}} \cdot A_{\text{огр.сум}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 0,429 \cdot 10856 \cdot (18 + 26) \cdot 10^{-3} = 217,9 \text{ кВт}.$$

Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на отопление здания, отнесенный к м² общей площади квартир вместе с полезной нежилых помещений:

$$q_{\text{от}} = Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} / A_{\text{кв+пол}} = 479 \cdot 10^3 / 10775 = 44,5 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

Удельная объемная тепловая характеристика здания

$$q_{\text{м}} = Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} / V_{\text{от}} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 479 \cdot 10^3 / 53837 / (18+26) = 0,2 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

К.4.2 Пересчет расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, с учетом завышения проектной нагрузки

К.4.2.1 В проекте ОВ (отопление и вентиляция) установленную мощность отопления определяли исходя из воздухообмена 3 м³/ч на квадратный метр жилой площади и бытовых тепловыделений 10 Вт/м² и 15-процентного запаса в поверхности нагрева отопительных

приборов, но без учета потерь теплоты трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях. Итоговая величина составит 575 кВт или с запасом по сравнению с вышеприведенным расчетом в $575/479 = 1,2$ раза.

Для устранения этого запаса по формулам (Д.1) и (Д.2) Приложения Д следует пересчитать требуемые расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления вместо проектных $95-70$ °С. Они находятся подстановкой в эти формулы $\bar{Q}_{от.} = 1$ (принимая $t_b = 18$ °С, из формул определения температур теплоносителя центрального графика регулирования [18], и $m = 0,25$):

$$t_{1\text{ тр.}}^P = 18 + 0,5 \cdot (95-70) \cdot 1/1,2 + [(95+70)/2 - 18] \cdot (1/1,2)^{1/(1+0,25)} = 84 \text{ °С},$$

$$t_{2\text{ тр.}}^P = 84 - (95-70) \cdot 1/1,2 = 63 \text{ °С}.$$

Для получения значений температур теплоносителя при текущей температуре t_n следует в вышеприведенные формулы подставлять значение $\bar{Q}_{от.}$, полученное из формулы (Е.2) Приложение Е путем подставления искомой величины t_n и расчетного соотношения $Q_{вн.}^P / Q_{от.}^{P, \text{тр.}}$.

К.4.2.2 Расчетный расход теплоносителя, т/ч, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения (Д.3) Приложения Д:

$$G_{от.}^P = 3600 \cdot Q_{от.}^{P, \text{тр.}} / (t_{1\text{ тр.}}^P - t_{2\text{ тр.}}^P) / c_w = 3600 \cdot 479 \cdot 10^{-3} / (84-63) / 4,2 = 19,55 \text{ т/ч}.$$

К.4.2.3 Температурные графики подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения температуры наружного воздуха должны быть построены исходя из того, что нулевой расход теплоты на отопление будет при температуре наружного воздуха $14,5$ °С. Эти данные получены путем преобразования формулы (Е.2) и принимая фактическое отношение бытовых тепловыделений к расчетному расходу теплоты на отопление равным

$$Q_{вн.}^P / Q_{от.}^{P, \text{тр.}} = \frac{15,6 \cdot 5 \cdot 252 \cdot 10^{-3}}{479} = 0,17.$$

Тогда, решая уравнение (Е.2) при $Q_{вн.}^P / Q_{от.}^{P, \text{тр.}} = 0$, получим:

$$0 = \frac{(1+0,17)(20-t_n)}{18+26} - 0,85 \cdot 0,17 = 0,532 - 0,0266t_n - 0,145,$$

$$\text{откуда } t_n \text{ при } \bar{Q}_{от.} = 0 = 0,387/0,0266 = 14,5 \text{ °С}.$$

К.4.4 Потребность в тепловой энергии на горячее водоснабжение

К.4.4.1 Расчет выполняют с учетом применения ресурсосберегающих мероприятий на расчетное количество жителей в здании, составляющее 413 чел.

К.4.4.2 Средний за сутки отопительного периода расход горячей воды на здание определяют по формуле (И.1) Приложения И:

$$G_{гв}^{\text{ср.сут.от.п}} = g_{гв. \text{ср.сут.от.п.}} \cdot m_{ф} \cdot 10^{-3} = 108 \cdot 413 \cdot 10^{-3} = 44,6 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Средний за сутки отопительного периода расход холодной воды определяют по формуле во 2-ой строке той же формулы:

$$G_{хв}^{\text{ср.сут.от.п}} = g_{хв. \text{ср.сут.от.п.}} \cdot m_{ф} \cdot 10^{-3} = 162 \cdot 413 \cdot 10^{-3} = 66,9 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

К.4.4.3 Среднечасовой за отопительный период расход горячей воды на здание, $G_{гв}^{\text{ср.от.п}}$, м³/ч, следует определять по формуле (49):

$$G_{гв}^{\text{ср.от.п}} = G_{гв}^{\text{ср.сут.от.п}} / 24 = 44,6/24 = 1,86 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К.4.4.4 Максимальночасовой за сутки наибольшего водопотребления расход горячей воды на здание $G_{гв}^{\text{макс}}$, м³/ч, следует определять при $k_h = 3,95$ из табл.8 по ф-ле (50):

$$G_{гв}^{\text{макс}} = G_{гв}^{\text{ср.от.п}} \cdot k_h = 1,86 \cdot 3,95 = 7,35 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К.4.4.5 Среднечасовой за отопительный период расход теплоты на горячее водоснабжение определяют по формуле (И.2):

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср.от.п}} = G_{\text{ГВ}}^{\text{ср.сут.от.п}} \cdot \frac{(60 - t_c)(1 + k_{\text{hl}}) \frac{\rho_w c_w}{3,6}}{24} = 143 \text{ кВт.}$$

К.4.4.6 Максимальный часовой расход теплоты на горячее водоснабжение при коэффициенте часовой неравномерности водопотребления по табл.8 $k_h = 3,95$ определяют по формуле (52):

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{макс}} = Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср.от.п}} \cdot (k_{\text{hl}} + k_h) / (1 + k_h) = 143 \cdot (0,2 + 3,95) / (1 + 0,2) = 495 \text{ кВт}$$

К.4.4.7 Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение с учетом выключения системы на ремонт определяют с использованием формулы (46):

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{год}} = 24 \cdot Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср.от.п}} / (1 + k_{\text{hl}}) \cdot \left(351 k_{\text{hl}} + z_{om} + \frac{\alpha(351 - z_{om})(60 - t_{\text{хв.л}})}{60 - t_{\text{хв}}} \right) = 1243810 \text{ кВт}$$

К.4.4.8 Расчетное удельное годовое теплотопотребление на горячее водоснабжение:

$$q_{\text{ГВ}}^{\text{год}} = 1243810 / 10775 = 115,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

К.4.4.9 Расчетное удельное годовое теплотопотребление на горячее водоснабжение с использованием для расчетов квартирных водосчетчиков в 90% квартир (формула 46а):

$$q_{\text{ГВ}}^{\text{год}} = 115,4 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,4) = 73,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

К.4.4.10 Суммарное расчетное удельное годовое теплотопотребление на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение дома:

$$q_{\text{от+вент+гв}}^{\text{год.расч}} = 82,2 + (115,4 \div 73,9) = 197,6 \div 156,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$$

Нормируемое базовое значение (примечание 2 табл.1):

$$q_{\text{от+вент+гв}}^{\text{год.баз}} = 78 + (89 - 78) \cdot (4943 - 4000) / 1000 + (213 - 78) = 223,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$$

что выше обоих значений и подтверждает соответствие расчетного значения базовым требованиям энергетической эффективности проекта здания даже без использования квартирных водосчетчиков.

Большие расхождения между расчетным и базовым значением объясняются тем, что базовые величины, как следует из примечания 1 табл.1, устанавливаются при норме заселения жителей 20 м² общей площади квартир на жителя, и по примечанию 1 п.3.4 такую же заселенность надо принимать при определении расчетной величины, а в примере принята средняя заселенность 25 м²/человека, поскольку в 2007г. это правило еще не действовало.

К.4.5 Потребность в электрической энергии

К.4.5.1 Расчетная мощность установленных электроприемников при 82 квартирах в доме и 3-х лифтах установленной мощностью (7+7+4,5) кВт в соответствии с табл.Г.6 и формулой (70) без насосного оборудования:

$$N_e^p = 1,59 \cdot 82 + 0,9 \cdot (7 + 7 + 4,5) = 147 \text{ кВт.}$$

К.4.5.2 Расчетная мощность, кВт, циркуляционных насосов в системе отопления при ее независимом присоединении к тепловым сетям и горячего водоснабжения при наиболее оптимальном включении по циркуляционно-подкачивающей схеме с учетом запаса $K_{\text{зап}} = 1,3$ определяется по формуле (73) после преобразований:

$$N_{\text{р.нас}} = 0,00354 \cdot G_{\text{нас}} \cdot H_{\text{нас}} / (\eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{нас}}).$$

Для системы отопления при $G_{\text{нас}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{\text{нас}} = 8 \text{ м.вод.ст.}$, $\eta_{\text{пер}} = 1$ (по табл.11) и $\eta_{\text{нас}} = 0,7$ (из каталога): $N_{\text{р.нас.от}} = 0,00354 \cdot 20 \cdot 8 / (1 \cdot 0,7) = 0,4 \text{ кВт}$.

Для системы горячего водоснабжения расход через насос будет определяться по максимальночасовому водоразбору с сохранением циркуляции в объеме 40% от среднечасового водоразбора: $G_{\text{нас}} = G_{\text{гв}}^{\text{макс}} + 0,4 \cdot G_{\text{гв}}^{\text{ср.от.п}} = 7,35 + 0,4 \cdot 1,86 = 8,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Остальные параметры: $H_{\text{нас}} = 8 \text{ м.вод.ст.}$, $\eta_{\text{пер}} = 1$ и $\eta_{\text{нас}} = 0,65$. Тогда:

$$N_{\text{р.нас.гв}} = 0,00354 \cdot 8,1 \cdot 8 / (1 \cdot 0,65) = 0,35 \text{ кВт}.$$

Итого расчетная мощность установленных электроприемников, включая циркуляционные насосы на отопление и горячее водоснабжение составит:

$$N_{\text{е}}^{\text{р}} = 147 + 0,4 + 0,35 = 148 \text{ кВт}.$$

К.4.5.2 Годовое электропотребление многоквартирного дома, включая общедомовые нужды, с учетом расчетного удельного потребления в зданиях с электрическими плитами и лифтом, равного $43 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$, определяют по п.12.7:

$$E_{\text{е.ж}}^{\text{год}} = 43 \cdot 10775 = 463325 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

К.4.5.3 Электропотребление за средние сутки:

$$N_{\text{ав}} = \frac{463325}{365} = 1270 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

7.5. В том числе, годовое электропотребление на искусственное освещение мест общего пользования, (лестничная клетка, вестибюли входа и лифтовые, межквартирные коридоры, чердак, техподполье), на перемещение лифтов и на работу циркуляционных насосов отопления и горячего водоснабжения, установленных в ИТП, $E_{\text{е.о/д}}^{\text{год}}$, МВт·ч:

а). Годовое электропотребление на искусственное освещение мест общего пользования, $E_{\text{т.ж}}^{\text{год}}$, кВт·ч:

$$E_{\text{т.ж}}^{\text{год}} = \sum N_{\text{т.ж}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}}$$

где: $N_{\text{т.ж}}$ – расчетная электрическая нагрузка искусственного освещения $N_{\text{т}}$, кВт;

$Z_{\text{ч.макс}}$ – годовое число часов использования максимума, ч, принимать по табл. Г.10.

$K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитков противопожарных устройств, приборов автоматики и учета, устройств очистки мусоропроводов, подъемников для инвалидов), оцениваемые как 5% надбавку к годовому электропотреблению на освещение при применении датчиков движения $K_{\text{т}} = 1,05$, и не учитываемые при отсутствии этих датчиков ($K_{\text{т}} = 1,0$).

$$E_{\text{т.ж}}^{\text{год}} = N_{\text{тех.подп.}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} + N_{\text{лэст. вестибюль}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} + N_{\text{лэстн. клетк.}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} + N_{\text{лифт холл.}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} + N_{\text{межкварт. кор.}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} + N_{\text{чердак.}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} + N_{\text{маш. пом.}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} \cdot K_{\text{т}} = 0,4 \cdot 300 \cdot 1 + 1 \cdot 360 \cdot 1 + 1,3 \cdot 120 \cdot 1,05 + 1,2 \cdot 240 \cdot 1 + 0,6 \cdot 240 \cdot 1,05 + 0,5 \cdot 100 \cdot 1 + 0,5 \cdot 40 \cdot 1 = 1175 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

б). Годовое электропотребление на лифты, $E_{\text{р}}^{\text{л}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$:

$$E_{\text{р.лифт}}^{\text{год}} = N_{\text{р.лифт}} \cdot Z_{\text{ч.макс}} = (7 + 7 + 4,5) \cdot 1460 = 27010 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

где: $N_{\text{р.лифт}}$ – расчетная нагрузка лифтовых установок, кВт;

$Z_{\text{ч.макс}}$ – годовое число часов использования максимума, ч, принимать по табл. Г.10.

в). Годовое электропотребление при работе циркуляционного насоса, $E_{\text{е.нас.}}^{\text{год}}$, кВт·ч, с постоянным напором и без запаса мощности равен:

$$E_{\text{р.нас.}}^{\text{год}} = 0,00272 \cdot (G_{\text{нас}} \cdot H_{\text{нас}} / \eta_{\text{нас}}) \cdot Z_{\text{ч.год}}$$

где $G_{\text{нас}}$ – расход воды, перекачиваемый насосом, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$H_{\text{нас}}$ – действительный напор, развиваемый насосом при данном режиме работы, м.вод.ст.;

$\eta_{\text{нас}}$ – КПД насоса при посадке его на одном валу с электродвигателем, принимается из каталога работы конкретного насоса;

$Z_{\text{ч.год}}$ – число часов работы насоса с заданной производительностью.

Циркуляционный насос отопления развивает производительность $G_{\text{нас.от}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$, при напоре $H_{\text{нас}} = 8 \text{ м.вод.ст.}$ и $\eta_{\text{нас}} = 0,7$. (см.К.4.5.2). Тогда, его годовое электро-потребление при

работе в течение отопительного периода $z_{от.п} = 214$ суток составит:

$$E_{р.ов.}^{год} = 0,00272 \cdot (20 \cdot 8 / 0,7) \cdot 214 \cdot 24 = 3190 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Циркуляционный насос горячего водоснабжения, устанавливаемый по циркуляционно-повысительной схеме, рассчитывается на перекачку жидкости в объеме $G_{нас.гв} = 8,1 \text{ м}^3/\text{ч}$, при напоре $H_{нас} = 8 \text{ м.вод.ст.}$ и $\eta_{нас} = 0,65$ (см.К.4.5.2). Тогда, его годовое электропотребление при работе 351 сутки составит:

$$E_{р.гв.гв}^{год} = 0,00272 \cdot (8,1 \cdot 8 / 0,65) \cdot 351 \cdot 24 = 2284 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Итого, годовое электропотребление многоквартирного дома на общедомовые нужды будет:

$$E_{е.о/д}^{год} = (E_{т.ж}^{год} + E_{р.лифт.}^{год} + E_{р.нас.}^{год}) \cdot 10^{-3} = [(1175 + 27010) + 3190 + 2284] \cdot 10^{-3} = 33,7 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$$

7.6. Годовое электропотребление на искусственное освещение помещений общественного назначения 1-го нежилого этажа, $E_{т.н/ж}^{год}$, кВт·ч, принимается исходя из максимально допустимой удельной мощности осветительных приборов для офисов по табл Г.9 – $25 \text{ Вт}/\text{м}^2$ на полезной площади жилых помещений $A_{пол} = 445 \text{ м}^2$ и времени работы за период рабочего времени 46 часов в неделю в течение года с учетом коэффициента снижения на периоды достаточности естественного освещения для центрального региона – 0,7:

$$E_{т.н/ж}^{год} = 25 \cdot 445 \cdot 46 \cdot 52 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6} = 16,4 \text{ МВт} \cdot \text{ч}.$$

7.7 Удельное годовое электропотребление на общедомовые нужды, включая искусственное освещение мест общего пользования, на перемещение лифтов и на работу циркуляционных насосов отопления и гвс и на освещение помещений общественного назначения 1-го нежилого этажа:

$$q_{е.(т.ж+р.т.н/ж).}^{год} = (E_{е.о/д}^{год} + E_{т.н/ж}^{год}) \cdot 10^3 / (A_{кв} + A_{пол}) = (33,7 + 16,4) \cdot 10^3 / 10775 = 4,65 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$$

7.8. Средний суточный за год расход электроэнергии на общедомовые нужды и освещение помещений общественного назначения 1-го нежилого этажа.:

$$q_{е.(о/д+ т.н/ж).}^{сут} = (E_{е.о/д}^{год} + E_{т.н/ж}^{год}) \cdot 10^3 / 365 = (33,7 + 16,4) \cdot 10^3 / 365 = 137 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

7.9 Общее удельное энергопотребление на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, освещение мест общего пользования и помещений 1-го нежилого этажа, эксплуатацию общедомового инженерного оборудования и лифтов (с пересчетом электрических кВт·ч в тепловые с коэффициентом пересчета $\theta = 2,5$ в соответствии с п.):

$$q = 82,2 + 115,4 + 4,65 \cdot 2,5 = 209 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Данный показатель не нормируется, а принимается к сведению.

К.5 Решения по системам инженерного оборудования, обеспечивающие эффективное использование энергии

К.5.1 Теплоснабжение

Теплоснабжение здания осуществляют от встроенного в здание ИТП, который подключен к городским тепловым сетям. Расчетные параметры теплоносителя в городских сетях – $150\text{--}70 \text{ }^\circ\text{C}$. В ИТП систему отопления подключают по независимой схеме через теплообменник, расчетные параметры теплоносителя – $95\text{--}70 \text{ }^\circ\text{C}$. Расчетами в К.4.2 выявлен запас в запроектированной системе отопления, составляющий 20%. Поэтому, после просушки здания контроллер должен быть перестроен на расчетные параметры теплоносителя $84\text{--}63 \text{ }^\circ\text{C}$, а угол наклона температурного графика должен быть выбран так, чтобы отопление прекращалось при $t_n = 14,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Система горячего водоснабжения подключена к тепловым сетям по двухступенчатой смешанной схеме с использованием теплоты обратной воды для нагрева холодной в первой ступени водонагревателей.

На вводе тепловых сетей в тепловой пункт здания установлен узел учета теплоты. Предусматривается автоматическое регулирование температуры теплоносителя,

поступающего в систему отопления, в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и поддержание заданной температуры воды, идущей на горячее водоснабжение.

К.5.2 Отопление

В жилых помещениях: вертикальные однотрубные системы отопления с конвекторами и разводкой магистралей по техническому этажу и обратных магистралей по техническому подполью. В служебных и офисных помещениях: водяная двухтрубная система отопления с конвекторами и разводкой подающих и обратных магистралей под потолком технического подполья.

Регулирование теплоотдачи осуществляют термостатическими клапанами.

К.5.3 Вентиляция

Вентиляция в жилой части: вытяжная естественная, под гравитационным давлением разности объемных весов холодного наружного воздуха и теплого внутреннего, организованная вентиляционными каналами из санитарных узлов и кухонь. Вытяжной воздух через жалюзийную решетку поступает в канал-спутник, на следующем этаже – в сборный канал, который выводят на кровлю. Приток неорганизованный, через открывающиеся створки окон.

К.5.4 Водоснабжение

В здании предусматривают объединенную систему хозяйственно-питьевого и противопожарного водопроводов и централизованную систему горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией по двухзонной схеме. На вводах в квартиры предусматривают установку квартирных регуляторов давления с шаровым краном, фильтром и водосчетчиками для холодного водоснабжения и горячего водоснабжения с датчиками для формирования импульсного выхода.

Энергосберегающие мероприятия заключаются в применении системы автоматического поддержания заданного минимального давления в водопроводных сетях, в установке водосберегающей арматуры с плотным прикрытием, изоляции трубопроводов горячего водоснабжения и в установке водосчетчиков холодной и горячей воды в каждой квартире.

К.5.5 Электроснабжение

Электроснабжение здания в соответствии с техническими условиями выполняют от городской трансформаторной подстанции по двум взаиморезервируемым кабельным линиям через вводно-распределительное устройство, расположенное на первом этаже в электрощитовой.

Электроприемниками являются осветительные установки, квартирная розеточная сеть, противопожарные вентиляционные и сантехнические установки и лифты. По степени надежности электроснабжения токоприемники здания относят ко второй категории в соответствии с ПУЭ, за исключением противопожарных устройств и лифтов, которые относят к потребителям первой категории надежности электроснабжения и подключают к питающей сети 380/220 В от двух вводов через автоматическое устройство АВР.

Для экономии расхода электроэнергии предполагают использование в основном отечественных люминесцентных светильников с эргономичными лампами, кроме входов, подвала, чердака, машинных помещений, шахт лифтов, где освещение запроектировано светильниками с лампами накаливания. В сети питания освещения подвала предусмотрено устройство защитного отключения (УЗО). Кроме того, управление освещением лестниц, аварийным освещением коридоров и вестибюлей предполагают выполнить автоматическим с использованием реле времени и фотореле.

Электроснабжение квартир осуществляют от устройства этажного распределительного модульного (УЭРМ), в котором установлены приборы учета электроэнергии, расходуемой каждой квартирой, автоматические выключатели защиты внутриквартирной групповой сети и устройство защитного отключения на вводе в каждую квартиру. Электросчетчики входят в

интегральную автоматизированную систему учета электропотребления (ИАСУЭ).

Энергетический паспорт проекта жилого многоквартирного здания

1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	Жилое по индивидуальному проекту с первым нежилым этажом
Этажность, количество секций	20 этажей, односекционное
Количество квартир	82 квартиры
Расчетное количество жителей или служащих	413 жителей из расчета 25 м ² общей площади квартир на человека
Размещение в застройке	Внутри других зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона с вентилируемым фасадом
Установленная мощность системы отопления из проекта ОВ, кВт	575

2 Условия расчетные

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{н.тз.}^p$	°C	-28
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления	$t_{н.от.}^p$	°C	-26
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от.п.}^{cp}$	°C	-3,1
4	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от.п.}$	сут	214
5	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C•сут	4 943
6	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	t_b	°C	20
7	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования отопления	t_b^p	°C	18
8	Расчетная температура в «теплом» чердаке	$t_{б.ч}$	°C	16
9	Расчетная температура в техническом подполье	$t_{б.п}$	°C	10

3 Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
10	Площадь квартир	$A_{кв}, м^2$	—	10 330	
11	Полезная площадь (общественных зд.)	$A_{пол}, м^2$	—	445	
12	Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	—	5252	

	– балконных дверей наружных переходов ЛЛЮ – входных дверей и ворот (раздельно) – покрытий (совмещенных) – чердачных перекрытий – перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентное) – перекрытий над техническими подпольями или неотапливаемыми подвалами (эквивалентное) – перекрытий над проездами или под эркерами – стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$R_{o.б.дв.ЛЛЮ}^{пр}$ $R_{o.вх.дв}^{пр}$ $R_{o.покр}^{пр}$ $R_{o.пер.ч}^{пр}$ $R_{o.пер.ч.}^{пр.экв}$ – $R_{o.пер.п}^{пр.экв}$ $R_{o.пер.пр}^{пр}$ $R_{o.гр}^{пр}$	0,54 0,80 – – 3,23 – 3,03 4,12 –	0,54 0,79 – – 4,08 – 3,07 3,43 –	
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: – окон – витражей – окон ЛЛЮ – балконных дверей ЛЛЮ – входных наружных дв.	$R_{и}, м^2 \cdot ч / кг$ $R_{и.ок..1}$ $R_{и.ок..2}$ $R_{и.ок..ЛЛЮ}$ $R_{и.б.дв.ЛЛЮ}$ $R_{и.вх.дв}$	– 0,90 – 0,60 0,47 0,14	– 0,90 – 0,60 0,47 0,14	
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи зд.	$K_{тр.}^{пр}, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$	–	0,548	
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи зд. расчетный/средний за ОП	$K_{инф.}^{усл}, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$	–	0,423/0,418	
22	Кратность воздухообмена при заклеенных вентиляционных отверстиях (испытание при 50 Па)	$n_{50}, ч^{-1}$		–	

5 Тепловые энергетические показатели за отопительный период

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр.}^{год}, кВт \cdot ч$	–	705750	
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП (для оценки теплозащиты зд.)	$Q_{вент/инф.}^{год}, кВт \cdot ч$	–	538500	
25	Удельные бытовые теплопоступления в здание в ОП	$q_{вн}, Вт/м^2$	–	15,6/6,07	
26	Бытовые теплопоступления в здание за ОП	$Q_{вн.}^{год}, кВт \cdot ч$	–	432583	
27	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП.	$Q_{инс.}^{год}, кВт \cdot ч$	–	186989	
28	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета показателя тепловой энергоэффективности)	$Q_{от+вент.}^{год}, кВт \cdot ч$	–	885955	

29	Расход тепловой энергии здания на отопление и инфильтрацию в нерабочее время общественного зд. за ОП (для оценки энергоэффективности проекта вентиляц.)	$Q_{от+инф.}^{год},$ кВт•ч	—	-	
----	---	-------------------------------	---	---	--

6 Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Расчетное значение	Фактическое значение
30	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,9	
31	Коэффициент, учитывающий снижение теплотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой эн.	ξ	0,7–1,0	1,0	
32	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	1,0	1,0	
33	Коэффициент затенения окон, витражей непрозрачными элементами	τ_1	0,8	0,8	
34	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2	0,74	0,74	
35	Коэффициент, учитывающий снижение использования тепlopоступлений при превышении над тепlopотерями	v	0,8	0,8	

7 Показатели тепловой энергетической эффективности, класс тепловой энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и ед. измерения	Нормативное значен.	Расчетное значен.	Фактическое значен.
36	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания	$q_{от+вент.}^{год},$ кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]	88,4	82,2	
37	Класс тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания		D	D	
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА	
39	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности зд. с учетом проектного значения расхода тепловой энергии на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент.}^{год.пр}$ кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]		-	
40	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции	-	D	ДА/ НЕТ	
41	Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение (ОВ и ГВ)	$q_{от+вент+гв.}^{год}$ кВт•ч/м ²	223,4	197,6	
42	Фактическое значение суммарного удельного годового расхода на ОВ и ГВ. Класс тепловой энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв.}^{год}$ изм и пересч. кВт•ч/м ²	D	-	

8 Энергетические нагрузки здания

п/п	Параметры	Обозначение	Един. измер.	Расчетное значение	Фактическое знач.
43	Мощность систем инженерного оборудов.: – требуемая на отопление – требуемая на горячее водоснабжение – установленная на приточную вентиляцию – установленная на тепловые завесы – электроснабжения здания, в том числе на общедомовые нужды: – на лифтовое оборудование – на водоснабжение и канализацию – на отопление, вентиляцию – на кондиционирование (охлаждение)	$Q_{от.р.тр}$ $Q_{гв.макс}$ $Q_{вент.р.пр}$ $Q_{т.з.р.пр}$ N_e^p $N_{р.лифт}$ $N_{р.ВК}$ $N_{р.ОВ}$ $N_{конд}$	кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт	479 495 - - 148 18,5 0,35 0,4 -	
44	Среднечасовой за ОП расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.ср}$	кВт	143	
45	Средний суточный расход за ОП: – природного газа – холодной воды – горячей воды – электроэнергии на общедомовые нужды и освещение помещений 1-го нежилого этажа	V_{pg} $g_{хв}$ $g_{гв}$ $q_{е.(о/д+сут.н/ж)}$	м ³ /сут м ³ /сут м ³ /сут кВт•ч	- 66,9 44,6 137	
46	Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на м ² площади квартир (полезной площади н/ж помещений): – на отопление – на вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	Вт/м ² Вт/м ²	44,5 -	
47	Удельная объемная тепловая характеристика здания	q_m	Вт/(м ³ •°С)	0,20	

9 Показатели ожидаемой эксплуатационной энергоемкости здания за год

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерен.	Расчетное значение	Фактическое значен.
48	Годовые расходы энергии и ресурсов: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авто-регулирования теплопотребления – тепловой энергии на отопление и ин-фильтрацию общественного здания – тепловой энергии на горячее водосн. – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии на общедомо-вые нужды, в том числе: – на освещение мест общего пользования – на силовое оборудование лифтов – на силовое оборудование ОВ – на силовое оборудование ВК – на кондиционирование (охлаждение)	$Q_{от+вент.год}$ $Q_{от+инф.год}$ $Q_{гв.год}$ $Q_{вент.год}$ $Q_{т.з.год}$ $E_{е.о/д.год}$ $E_{т.ж.год}$ $E_{р.л.год}$ $E_{р.ОВ.год}$ $E_{р.ВК.год}$ $E_{конд.год}$	МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч	886 - 1244 - - 33,7 1,2 27 3,2 2,3 -	

	– то же на освещение помещен. 1н/ж эт – природного газа	$E_{т.н/ж}^{год}$ $Q_{ng}^{год}$	МВт•ч тыс. м ³	16,4	
49	Годовые удельные расходы: – тепловой энергии на ОВ жилого дома – тепловой энергии на горячее водосн. – тепловой энергии на систему отопле- ния общественного здания с прит. вент. – тепловой энергии на приточную вент – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии в зданиях, в том числе, -общедомовые нужды – на освещение помещений 1н/ж эт. – природного газа	$q_{от+вент.}^{год}$ $q_{гв.}^{год}$ $q_{от+инф.}^{год}$ $q_{вент.}^{год}$ $q_{т.з.}^{год}$ $q_e^{год}$ $q_{e.о/д.}^{год}$ $q_{e.т.н/ж.}^{год}$ $q_{ng}^{год}$	кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² м ³ /м ²	82,2 115,4 - - - 43 3,1 1,55 -	
50	Удельная тепловая энергоемкость здания за год Удельная электрическая энергоемкость здания на общедомовые нужды и осве- щение помещений 1 н/ж этажа с $\theta = 2,5$	$q_{от+вент+гв.}^Г$ $q_{e(t+p+кон)}^{год}$	кВт•ч/м ² кВт•ч/м ²	197,6 11,6	
51	Удельная энергоемкость здания: – не газифицированного – газифицированного	$q_{т+e}^{год}$ $q_{т+e+ng}^{год}$	кВт•ч/м ² кг.у.т./м ²	209 -	

52	Паспорт заполнен	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Пример составления энергетического паспорта проекта общественного здания (школы)

Пояснительная записка (примеры выполнены на требования 2007г)

Л.1 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

Л.1.1 Здание представляет собой экспериментальный проект общеобразовательной школы, предназначено для строительства в Москве. Проект разработан МНИИТЭП.

Л.1.2 Здание школы выполнено из монолитного железобетона с утеплением минеральной ватой и отделкой полимерцементной штукатуркой; трехэтажное, бесчердачное, с неотапливаемым техническим подпольем.

Л.1.3 Объемно-планировочные показатели:

- строительный объем отапливаемой части здания – 54100 м^3 ;
- полезная площадь здания – 10800 м^2 ;
- расчетная площадь помещений – 8068 м^2 ,
в том числе учебных помещений – 6018 м^2 ;
- зрительного и спортивного залов – 2050 м^2 ;
- высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты – $17,3 \text{ м}$;
- общая площадь наружных ограждающих конструкций – 17290 м^2 ;
- компактность здания – $A_e^{\text{sum}}/V_{\text{от}} = 17290/54100 = 0,32 \text{ м}^{-1}$;
- площадь стен – 4690 м^2 ;
- площадь покрытий – 4780 м^2 ;
- площадь перекрытий над техническим подпольем – 5130 м^2 ;
- площадь окон – 1030 м^2 ,
- витражей – 1303 м^2 ;
- площадь зенитных фонарей – 302 м^2 ;
- площадь входных дверей – 55 м^2 .

Л.1.4 Расчетное количество людей – 500 учащихся и 100 преподаватели и технический персонал. Рабочий день длительностью 10 ч при пятидневной рабочей неделе.

Л.2 Теплозащита здания

Л.2.1 Климатические параметры

Градусо-сутки отопительного периода для Москвы ГСОП = $4943 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$, остальные показатели – в энергетическом паспорте.

Л.2.2 Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

Л.2.2.1 Наружные стены – из монолитного железобетона плотностью $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; утепление минераловатными плитами плотностью $\rho_0 = 145 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, толщиной $\delta = 140 \text{ мм}$; композитная полимерцементная штукатурка по стеклосетке с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,7 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,82$ составит

$$R_w^r = 0,82 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,14}{0,045} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} \right) = 2,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что выше нормируемого сопротивления теплопередаче стен – 2,68 м²·°C/Вт.

Проверка условия 5.8 по формуле (4) СНиП 23-02–2003:

$$\Delta t_0 = n \frac{t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}}{R_w \alpha_{\text{int}}} = 1 \frac{20 + 28}{2,77 \cdot 8,7} = 1,99 \text{ °C},$$

Δt_0 ниже $\Delta t_n = 4 \text{ °C}$, т.е. требование СНиП 23-02–2003 по этому критерию соблюдено.

Л.2.2.2 Покрытие совмещенное неветилируемое – из монолитной железобетонной плиты плотностью $\rho_o = 2500 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$; минераловатные плиты марки В и Н плотностью $\rho_o = 200 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_o = 125 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационными коэффициентами теплопроводности $\lambda_B = 0,048 \text{ Вт/(м·°C)}$ и $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$ и $\delta = 160 \text{ мм}$; соответственно керамзитовый гравий для уклона плотностью $\rho_o = 600 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,2 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной 50–100 мм; армированная цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$; рулонный ковер – флизол плотностью $\rho_o = 600 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $g = 0,95$ составит

$$R_c^r = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,16}{0,045} + \frac{0,03}{0,048} + \frac{0,075}{0,19} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} \right) = 4,64 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что выше нормируемого – 3,58 м²·°C/Вт.

Л.2.2.3 Перекрытие над подвалом – монолитный железобетон плотностью $\rho_o = 2500 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; минераловатные плиты плотностью $\rho_o = 37 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$; цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 15 \text{ мм}$; линолеум с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,38 \text{ Вт/(м·°C)}$, толщиной $\delta = 5 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $g = 0,95$ составит

$$R_c^r = 0,95 \left(\frac{1}{12} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,03}{0,046} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,005}{0,38} + \frac{1}{8,7} \right) = 0,929 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Расчетная температура в подвале $t_{\text{int}} = 5 \text{ °C}$, тогда эквивалентное сопротивление теплопередаче составит $R_{c,э.э} = 0,929 \frac{20-5}{20+28} = 2,97 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, что близко к нормируемому – 3,03 м²·°C/Вт.

Л.2.2.4 Окна – однокамерный стеклопакет с селективным покрытием внутреннего стекла и стеклом на относе в раздельных дерево-алюминиевых переплетах. По сертификату $R_{\text{ок}}^{\text{п.р}} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $\tau_1 = 0,75$, $\tau_2 = 0,51$, $k_{\text{ок}} = 0,8$.

Л.2.2.5 Витражи – однокамерный стеклопакет с селективным покрытием в одинарном переплете и утепленных алюминиевых профилях. По сертификату $R_{\text{вitr}}^{\text{п.р}} = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $\tau_1 = 0,8$, $\tau_2 = 0,54$, $k_{\text{ок}} = 1,0$.

Л.2.2.6 Фонарь – однокамерный стеклопакет с покрытием в алюминиевых профилях. По сертификату $R_{\text{фон}}^{\text{п.р}} = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $\tau_{1\text{ф}} = 0,9$, $\tau_{2\text{ф}} = 0,8$, $k_{\text{ок}} = 1,0$.

Л.2.2.7 Приведенное сопротивление теплопередаче входных наружных утепленных дверей $R_{\text{дв.вх.}}^{\text{п.р}} = 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Все это также отвечает требованиям СНиП 23-02–2003.

Л.2.3 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи здания

Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания $K_{тр}^{пр}$, Вт/(м²•°С) определяют по формуле (9), принимая $n = 1$ для покрытия, стен и перекрытия пола по грунту; $n = 0,3125$ для перекрытий над техническим подпольем:

$$K_{тр}^{пр} = \frac{\frac{4\,690}{2,77} + \frac{1\,030}{0,56} + \frac{1\,303}{0,47} + \frac{55}{0,79} + \frac{4\,780}{4,64} + \frac{302}{0,47} + \frac{5\,130}{2,97}}{17\,290} = 0,565 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Л.2.4 Расчет воздухообмена в здании

Л.2.4.1 Для помещений общеобразовательной школы с периодическим пребыванием людей при расчете энергоэффективности здания условно принимают расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления, в объеме 7 м³/ч на квадратный метр расчетной площади в учебных помещениях и 10 м³/(ч•м²) в спортивном и зрительном залах только в рабочее время, а в нерабочее время – исходя из воздухопроницаемости закрытых светопрозрачных наружных ограждений и наружных дверей (воздухопроницаемостью стен и перекрытий пренебрегаем ввиду их несравнимой малости) под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров.

Л.2.4.2 Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяют в соответствии с п.6.16 стандарта, полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

$$\text{– для окон и витражей здания} \quad \Delta p = 0,28H(\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_{\text{ext}}v^2;$$

$$\text{– для входных дверей в здание} \quad \Delta p = 0,55H(\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_{\text{ext}}v^2,$$

где H – высота здания от пола первого этажа до верха вытяжной шахты, м;

γ_{ext} – удельный вес наружного воздуха, Н/м³; в расчетных условиях при $t_{\text{ext}} = -28$ °С $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 28) = 14,13$ Н/м³; при средней температуре отопительного периода $t_{\text{ext}} = -3,1$ °С $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 3,1) = 12,83$ Н/м³;

γ_{int} – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м³; при определении инфильтрации через окна для расчетной температуры 18 °С $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 18) = 11,90$ Н/м³; для средней температуры воздуха за отопительный период при $t_{\text{int}} = 20$ °С $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 20) = 11,82$ Н/м³; через входные двери в здание, окна и балконные двери ЛЛУ при $t_{\text{int}} = 16$ °С $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 16) = 11,98$ Н/м³;

v – расчетная скорость ветра, м/с; для Москвы $v = 4,9$ м/с; средняя за отопительный период $v = 3,8$ м/с (СНиП 23-01-99*).

Соответственно, разность давлений воздуха для окон и витражей и наружных входных дверей при высоте здания $H = 17,3$ м в расчетных условиях составит

$$\Delta p_F^p = 0,28 \cdot 17,3(14,13 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 20,98 \text{ Па};$$

$$\Delta p_{ed}^p = 0,55 \cdot 17,3(14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 30,64 \text{ Па}.$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\Delta p_F^{cp} = 0,28 \cdot 17,3(12,83 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 10,45 \text{ Па};$$

$$\Delta p_{ed}^{cp} = 0,55 \cdot 17,3(12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 13,65 \text{ Па}.$$

Для фонаря принимать только по второму слагаемому.

Л.2.4.3 Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций из сертификата испытаний (окон помещений – 1,02 м²•ч/кг; витражей и фонарей – 1,2 м²•ч/кг; входных наружных дверей – 0,16 м²•ч/кг при разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения в 10 Па), находим количество воздуха, прошедшего через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений, кг/ч, по формуле

$$G_{инф} = \frac{A_{F.1} \left(\frac{\Delta p_F}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,02} + \frac{A_{F.2} \left(\frac{\Delta p_F}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} + \frac{A_{ed} \left(\frac{\Delta p_{ed}}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,16},$$

где $A_{F.1}$, $A_{F.2}$, A_{ed} – площади соответственно окон помещений, витражей и фонарей, входных наружных дверей; принимают по энергетическому паспорту проекта здания.

В расчетных условиях расход воздуха, соответственно через окна, витражи, фонарь и двери составит

$$G_{инф.дв.}^p = \frac{55 \left(\frac{30,64}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,166} = 580 \text{ кг/ч.} \quad G_{инф.ок}^p = \frac{1\,030 \left(\frac{20,98}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,02} = 1655 \text{ кг/ч;}$$

$$G_{инф.витр+фон.}^p = \frac{1\,303 \left(\frac{20,98}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} + \frac{302 \left(\frac{20,98}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} = 2192 \text{ кг/ч;}$$

Расход воздуха, прошедший через закрытые окна, витражи, фонарь и двери, при средней температуре отопительного периода в нерабочее время составит

$$G_{инф.дв.}^{cp} = \frac{55 \left(\frac{13,65}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,166} = 387 \text{ кг/ч.} \quad G_{инф.ок}^{cp} = \frac{1\,030 \left(\frac{10,45}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,02} = 1040 \text{ кг/ч;}$$

$$G_{инф.витр+фон.}^{cp} = \frac{1\,303 \left(\frac{10,45}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} + \frac{302 \left(\frac{10,45}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} = 1377 \text{ кг/ч;}$$

Л.2.4.4 В соответствии с п.6.18 условный воздухообмен в учебных помещениях школы в рабочее время при норме $7 \text{ м}^3/\text{ч}$ на квадратный метр расчетной площади ($A_p = 6018 \text{ м}^2$) и $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ на квадратный метр расчетной площади залов ($A_p = 2050 \text{ м}^2$) и с учетом плотности внутреннего воздуха $\rho_v = 353/(273 + 20) = 1,2 \text{ кг/м}^3$ составит:

$$L_{вент.раб.}^{cp} = (7 \cdot 6018 + 10 \cdot 2050) \cdot 1,2 = 75150 \text{ кг/ч.}$$

Тогда интегральный воздухообмен для определения расхода энергии за отопительный период (при 10-часовом рабочем дне и пятидневной рабочей неделе) составит при средней температуре отопительного периода с учетом формулы (18):

$$G_{вент/инф.инт}^{cp} = \frac{75150 \cdot 10 \cdot \frac{5}{7} + \frac{(1040 \cdot 0,8 + 1377 + 387)(14 \cdot 5 + 24 \cdot 2)}{7}}{24} = 24190 \text{ кг/ч.}$$

Л.2.4.5 Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции при средней температуре отопительного периода (для оценки энергетической эффективности теплозащиты здания и системы его отопления), определяем с использованием ф-лы (18):

$$K_{инф.общ.}^{ул.ср} = 0,28 \cdot G_{вент/инф.инт}^{cp} \cdot c_a / A_{огр.сум} = 0,28 \cdot 24190 \cdot 1,006 / 17290 = 0,394 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Л.3 Расчет энергетической эффективности проекта здания

Л.3.1 Расчет годового потребления теплоты на отопление и вентиляцию

Л.3.1.1 Потребность в тепловой энергии на отопление здания школы в течение

отопительного периода определяют с учетом использования бытовых теплопоступлений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается принятой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

Л.3.1.2 Теплотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (27):

$$Q_{огр. год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр. пр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр. сум} = 0,024 \cdot 4943 \cdot 0,565 \cdot 17290 = 1158900 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Л.3.1.3 Теплотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период определяют по формуле (28):

$$Q_{инф/вент. год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{инф. усл. ср} \cdot ГСОП \cdot A_{огр. сум} = 0,024 \cdot 0,394 \cdot 4943 \cdot 17290 = 808150 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Л.3.1.4 Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период определяют суммированием предыдущих показателей:

$$Q_{огр+} Q_{инф/вент. год} = 1158900 + 808150 = 1967050 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Л.3.1.5 Бытовые теплопоступления учитывают в объеме теплопоступления от людей, от осветительных приборов и пользования техникой. Тепловыделения от людей принимают в расчете 90 Вт/чел. при численности 600 чел. со временем пребывания 10 ч в день при пятидневной рабочей неделе (по проекту); теплопоступления от освещения – по максимально допустимой мощности для соответствующих групп помещений в соответствии с таблицей Г.9 (приложение Г). Для исследуемого здания максимально допустимая удельная мощность от освещения составляет не более 25 Вт на квадратный метр расчетной площади при использовании 75 % рабочего времени. Тепловыделения от оргтехники, компьютеров и технологического оборудования – 10 Вт на квадратный метр расчетной площади (по проекту) с использованием 20 % времени.

Л.3.1.6 Удельные тепловыделения в час за средние сутки месяца составят

$$q_{вн} = \frac{(90 \cdot 600 + 25 \cdot 8068 \cdot 0,75 + 10 \cdot 8068 \cdot 0,2) \cdot 10 \cdot \frac{5}{7}}{24 \cdot 8068} = 8,17 \text{ Вт/м}^2.$$

Л.3.1.7 Суммарные теплопоступления с бытовыми тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (29):

$$Q_{вн. год} = 0,024 \cdot 8,17 \cdot 214 \cdot 8068 = 338540 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Примечание.

Если удельные тепловыделения принимать по табл. Г.4 Приложение Г, заимствованной из европейских норм EN ISO 13790:2008 «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения» и модернизированной под наши условия, то они составляют 13,1 Вт/м² полезной, а не расчетной площади помещений здания. Тогда суммарные теплопоступления будут:

$$Q_{вн. год}^* = 0,024 \cdot 13,1 \cdot 214 \cdot 10800 = 726640 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

что более чем в 2 раза выше принимаемого нами значения. Следовательно, мы выполняем расчет энергоэффективности в более жестких условиях, чем предполагают европейские нормы. Последующие инструментальные испытания покажут, какое решение более правильное.

Л.3.1.8 Теплопоступления от солнечной радиации через окна и витражи в течение отопительного периода определяют по формуле (30) для условий г. Москвы:

$$Q_{инс. год} = 0,75 \cdot 0,51(127 \cdot 300 + 5 \cdot 178 + 177 \cdot 114 + 172 \cdot 178 + 388 \cdot 121 + 161 \cdot 262) + 0,8 \cdot 0,54(182 \cdot 300 + 190 \cdot 178 + 280 \cdot 114 + 290 \cdot 178 + 87 \cdot 121 + 274 \cdot 262) + 0,9 \cdot 0,8 \cdot 302 \cdot 322 = 248297 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Л.3.1.9 Потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода с учетом использования внутренних тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации определяют по формуле (31):

$$Q_{\text{от+инф/вент.}}^{\text{год}} = (1967050 - (338540 + 248297) \cdot 0,8 \cdot 0,95) \cdot 1,13 = 1718790 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Л.3.2 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период. Проверка соответствия показателей тепловой энергетической эффективности проекта здания нормативным требованиям, установление класса энергетической эффективности проекта здания.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определяют по формуле (32):

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{от+инф/вент.}}^{\text{год.расч}} / A_{\text{пол}} = 1718790 / 10800 = 159,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2,$$

что ниже базового значения по табл.3: $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.баз}} = 33 \cdot 4943 = 163,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$.

Отклонение по отношению к базовому требованию составляет:

$$(159,1 - 163,1) \cdot 100 / 163,1 = -2,5\%$$

Следовательно, запроектированное здание согласно табл.5 отвечает требованиям энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности Д «Нормальный» - величина отклонений от 0 до -15%.

Л.3.3. Определение годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественного здания по проектной документации.

После проверки уровня энергетической эффективности теплозащиты общественных зданий определяют их потребность в тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и тепловые завесы за отопительный период с целью регламентации количества потребляемой энергии на вентиляцию.

Годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию $Q_{\text{вент.}}^{\text{год.расч.пр}}$, кВт·ч, за отопительный период следует определять с учетом проектного значения расчетного расхода тепловой энергии на вентиляцию и кондиционирование ($Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} = 930 \text{ кВт}$) и при отсутствии энергосберегающих мероприятий (только автоматическое регулирование температуры приточного воздуха $t_{\text{пр}} = t_{\text{в}}$ и отключение установок в нерабочее время) по формуле (37), принимая длительность работы приточной вентиляции в неделю $n_{\text{вент}} = 50$ ч:

$$Q_{\text{вент.}}^{\text{год.расч.пр}} = Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} \cdot n_{\text{вент.}} / 7 \cdot \text{ГСОП} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 930 \cdot 50 / 7 \cdot 4943 / (20 + 26) = 713820 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Годовой расход тепловой энергии на тепловые завесы ($Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}} = 70 \text{ кВт}$, определяют по формуле (39), предполагая снижение температуры притока с повышением температуры наружного воздуха при постоянстве расхода теплоносителя:

$$Q_{\text{т.з.}}^{\text{год.расч.пр}} = Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}} \cdot n_{\text{вент.}} / 7 \cdot \text{ГСОП} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 70 \cdot 50 / 7 \cdot 4943 / (20 + 26) = 53730 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Годовой расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, $Q_{\text{от+инф.}}^{\text{год.расч}}$, следует определять по формуле (36), преобразованной из формулы (31) для общественного здания:

$$Q_{\text{от+инф.}}^{\text{год.расч}} = [(Q_{\text{отгр}}^{\text{год}} + Q_{\text{инф.н/р.}}^{\text{год}}) - (Q_{\text{быт}}^{\text{год}} + Q_{\text{инс}}^{\text{год}}) \nu \zeta] \cdot \beta_{\text{ин}} \quad (36)$$

где $Q_{\text{инф.н/р.}}^{\text{год}}$ – теплопотери здания на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время, кВт·ч, по формуле (28), где при определении $K_{\text{инф.}}^{\text{усл}}$ (формула 18) принимается $L_{\text{вент}} = 0$ и $n_{\text{инф}} = 168 - n_{\text{вент}}$, а $n_{\text{вент}} = 10 \cdot 5 = 50$ ч:

$$K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл.ср}} = 0,28 \cdot (L_{\text{вент}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot n_{\text{вент}} + G_{\text{инф}} \cdot k \cdot n_{\text{инф}}) \cdot c_{\text{а}} / (168 \cdot A_{\text{отгр.сум}}) =$$

$$0,28 \cdot (1040 \cdot 0,8 + 1377 \cdot 1,0 + 387) \cdot (168 - 50) \cdot 1,006 / (168 \cdot 17290) = 0,030 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$$

$$Q_{\text{инф.н/р.}}^{\text{год.расч}} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{инф.}}^{\text{усл.ср}} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{\text{отгр.сум}} = 0,024 \cdot 0,03 \cdot 4943 \cdot 17290 = 61530 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

$$Q_{\text{от+инф.}}^{\text{год.расч}} = [(1158900 + 61530) - (338540 + 248297) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,13 = 875110 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Суммарный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы за отопительный период на проектные данные вентиляционных нагрузок по формуле (41) будет:

$$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч.пр}} = Q_{\text{от+инф.}}^{\text{год.расч}} + Q_{\text{вент.}}^{\text{год.расч.пр}} + Q_{\text{т.з.}}^{\text{год.расч.пр}} =$$

$$875110 + 713820 + 53730 = 1642660 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Л.3.4 Проверка запроектируемой вентиляции на энергоэффективность.

Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы общественного здания за отопительный период на проектные параметры вентиляционной нагрузки следует определять по формуле (42):

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч.пр}} / A_{\text{пол}} = 1642660 / 10800 = 152 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2,$$

что ниже величины в 163 кВт·ч/м², требуемой по таблице 3, и поэтому энергоэффективность вентиляционных систем – удовлетворительная.

Л.3.5 Ожидаемый расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение школы.

Л.3.5.1 Удельный среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{\text{гв}}$, Вт/м² общеобразовательных школ с душевыми при гимнастических залах и столовыми на полуфабрикатах ($a_{\text{гвс.табл.А.3}} = 20$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{\text{hl}} = 0,1$, $z_{\text{от.п}} = 214$ суток, $n_{\text{год}} = 305$ суток) (из Приложения Ж):

$$q_{\text{гв.образ.}} = 8 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (305 - 214)]/10\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 2,8 \text{ Вт}/\text{м}^2;$$

Л.3.5.2 Удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение:

$$q_{\text{гв.образ.}}^{\text{год}} = 0,022 \cdot 2,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (305 - 214)] = 20 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2;$$

Л.3.5.3 Суммарный удельный расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, тепловые завесы и горячее водоснабжение школы:

$$Q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} + q_{\text{гв.образ.}}^{\text{год}} = 152 + 20 = 172 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Эта величина принимается к сведению и сравнивается по результатам измерения.

Л.4 Энергетические нагрузки здания

Л.4.1 Расчет инфильтрационной составляющей мощности системы отопления

Для зданий с непостоянным пребыванием людей требуемую мощность системы отопления определяют без учета внутренних тепловыделений и из расчета нагрева наружного воздуха в объеме инфильтрации его через закрытые окна под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения (ф-ла 21а): $Q_{\text{инф.общ.}}^{\text{р}} = K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл.р}} \cdot A_{\text{огр.сум}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 0,047 \cdot 17290 \cdot (18 + 26) \cdot 10^{-3} = 35,7 \text{ кВт}$,
где $K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл.р}} = 0,28 \cdot G_{\text{инф.н/р.}}^{\text{р}} \cdot c_{\text{а}} / A_{\text{огр.сум}} = 0,28 \cdot (1655 \cdot 0,8 + 2192 \cdot 1,0 + 580) \cdot (168 - 50) \cdot 1,006 / (168 \cdot 17290) = 0,047 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Л.4.2 Расчет теплопотерь через наружные ограждения (формула 20):

$$Q_{\text{огр.}}^{\text{р}} = K_{\text{тр.}}^{\text{пр}} \cdot A_{\text{огр.сум}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) \cdot \beta_{\text{доп}} = 0,565 \cdot 17290 \cdot (18 + 26) \cdot 1,13 = 485,7 \text{ кВт}.$$

Л.4.3.Требуемая мощность системы отопления (формула 19):

$$Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} = (Q_{\text{огр.}}^{\text{р}} + Q_{\text{инф.общ.}}^{\text{р}}) \cdot \beta_{\text{тп}} = (485,7 + 35,7) \cdot 1,13 = 589 \text{ кВт}.$$

Л.4.4. Удельный расчетный расход тепловой энергии на систему отопления здания:

$$q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} = Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} \cdot 10^3 / A_{\text{пол}} = 589 / 17290 = 34,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

Л.4.5. Удельный расчетный расход тепловой энергии на вентиляцию (кондиционирование) здания, включая тепловые завесы $q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}}$, Вт/м²:

$$q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} = (Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} + Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}}) \cdot 10^3 / A_{\text{пол}} = (930 + 70) / 17290 = 57,8 \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

Л.4.6. Укрупненный показатель объемной тепловой характеристики здания $q_{\text{м}}$, Вт/(м³·°C), равный расчетному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенному на единицу отапливаемого объема здания и 1°С перепаду температур внутреннего и наружного воздуха:

$$q_{\text{м}} = (Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}} + Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}} + Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}}) \cdot 10^3 / V_{\text{от}} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = (589 + 930 + 70) \cdot 10^3 / 54100 / (18 + 26) = 0,67 \text{ Вт}/\text{м}^3.$$

Энергетический паспорт проекта общественного здания

1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	Москва
Разработчик проекта	МНИИТЭП
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	И-2232, школа на 500 учащихся
Назначение здания, серия	Общеобразовательная школа
Этажность, количество секций	3 этажа
Расчетное количество жителей или служащих	500 учащихся, 100 преподавателей и служащих
Размещение в застройке	Среди зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона, отделка – штукатурка
Расчетный расход теплоты на отопление из проекта ОВ, кВт	620 кВт
Расчетный расход теплоты на механическую вентиляцию, кВт	930 кВт
Расчетный расход теплоты на тепловые завесы, кВт	70 кВт

2 Условия расчетные

№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{н.тз.}^p$	°C	-28
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления	$t_{н.от.}^p$	°C	-26
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от.п.}^{cp}$	°C	-3,1
4	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от.п}$	сут	214
5	Градусо-сутки отопительного периода ОП	ГСОП	°C•сут	4 943
6	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°C	20
7	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования отопления	$t_{в.}^p$	°C	18
8	Расчетная температура в чердаке	$t_{в.ч}$	°C	—
9	Расчетная температура в техническом подполье	$t_{в.п}$	°C	5

3 Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
10	Полезная площадь (общественных зданий)	$A_{пол} \text{ м}^2$	—	10 800	
11	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, \text{ м}^2$	—	8 086	
12	Отапливаемый объем помещений полезной площади обществен. зд.	$V_{пол}, \text{ м}^3$		35640	
13	Отапливаемый объем	$V_{от}, \text{ м}^3$	—	54 100	
14	Высота здания до вытяжной шахт	$H, \text{ м}$		17,3	

19	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи зд.	$K_{тр.}^{пр}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	—	0,565	
20	Условный инфильтрационно-вентиляционный коэффициент теплопередачи зд. при расчете энергоэффективности за ОП	$K_{инф/вент.}^{усл}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$		0,394	
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи зд. расчетный/средний за ОП	$K_{инф.}^{усл}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$		0,047/0,030	
22	Кратность воздухообмена при заклеенных вентиляционных отверстиях (испытание при 50 Па)	$n_{50}, \text{ч}^{-1}$		—	

5 Тепловые энергетические показатели за отопительный период

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	—	1158900	
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообм. с учетом инфильтрации за ОП (оценка теплозащиты зд.)	$Q_{вент/инф.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	—	808150	
25	Удельные бытовые теплопоступления в здание в ОП	$q_{вн}, \text{Вт}/\text{м}^2$	—	8,17	
26	Бытовые теплопоступления в здание за ОП	$Q_{вн.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	—	338540	
27	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП.	$Q_{инс.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	—	248297	
28	Расход тепловой энергии зд. на отопление и вентиляцию за ОП (расчет показателя тепловой энергоэффективности)	$Q_{от+вент.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	—	1718790	
29	Расход тепловой энергии на отопление и инфильтрацию в нерабочее время общественного зд. за ОП (оценка энергоэффективности проекта вентиляции)	$Q_{от+инф.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$	—	875110	

6 Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Расчетное значение	Фактическое значение
30	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,95	
31	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой эн.	ξ	—	—	
32	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7-1,0	$k_{ок} = 0,8$ $k_{витр} = 1,0$	
33	Коэффициент затенения окон, витражей непрозрачными элементами	τ_1	—	$\tau_{1.ок} = 0,75$ $\tau_{1.витр} = 0,8$	
34	Коэффициент относительного пропус-	τ_2	—	$\tau_{2.ок} = 0,51$	

	кания солнечной радиации окон			$\tau_{2, \text{вitr}} = 0,54$	
35	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений при превышении над теплопотерями	v	0,8	0,8	

7 Показатели тепловой энергетической эффективности, класс тепловой энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и ед. измерения	Нормативное значен.	Расчетное значен.	Фактическое значен.
36	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания	$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2, [\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3]$	163	159	
37	Класс тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания		D	D	
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА	
39	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности зд. с учетом проектного значения расхода тепловой энергии на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.пр}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2, [\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3]$	-	152	
40	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции	-	D	ДА	
41	Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение (ОВ и ГВ)	$q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$	-	172	
42	Фактическое значение суммарного удельного годового расхода на ОВ и ГВ. Класс тепловой энергоэффективности здания	$q_{\text{от+вент+гв.}}^{\text{год. изм и пересч.}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$	D	-	

8 Энергетические нагрузки здания

п/п	Параметры	Обозначение	Един. измер.	Расчетное значение	Фактическое знач.
43	Мощность систем инженерного оборудов.: – требуемая на отопление – требуемая на горячее водоснабжение – установленная на приточную вентиляцию – установленная на тепловые завесы – электроснабжения здания, в том числе на общедомовые нужды: - на лифтовое оборудование - на водоснабжение и канализацию - на отопление, вентиляцию - на кондиционирование (охлаждение)	$Q_{\text{от.}}^{\text{р.тр}}$ $Q_{\text{гв.}}^{\text{макс}}$ $Q_{\text{вент.}}^{\text{р.пр}}$ $Q_{\text{т.з.}}^{\text{р.пр}}$ $N_{\text{е}}^{\text{р}}$ $N_{\text{р.лифт}}$ $N_{\text{р.ВК}}$ $N_{\text{р.ОВ}}$ $N_{\text{конд}}$	кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт	589 - 930 70 - - - - -	
44	Среднечасовой за ОП расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{\text{гв.}}^{\text{ср}}$	кВт	-	

45	Средний суточный расход за ОП: – природного газа – холодной воды – горячей воды – электроэнергии на дом без розеточной нагрузки	V_{pg} $g_{хв}$ $g_{гв}$ $q_{е.о/д.}^{сут}$	$м^3/сут$ $м^3/сут$ $м^3/сут$ $кВт\cdot ч$	- - - -	
46	Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на $м^2$ площади квартир (полезной площади н/ж помещений): – на отопление – на вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	$Вт/м^2$ $Вт/м^2$	34,1 57,8	
47	Удельная объемная тепловая характеристика здания	q_m	$Вт/(м^3\cdot ^\circ C)$	0,67	

9 Показатели ожидаемой эксплуатационной энергоемкости здания за год

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерен.	Расчетное значение	Фактическое значен.
48	Годовые расходы энергии и ресурсов: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авто-регулирования теплоснабжения – тепловой энергии на отопление и ин-фильтрацию общественного здания – тепловой энергии на горячее водосн. – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии на дом без розеточной нагрузки, в том числе: – на освещение всех помещений – на силовое оборудование лифтов – на силовое оборудование ОВ – на силовое оборудование ВК – на кондиционирование (охлаждение) – природного газа	$Q_{от+вент.}^{год}$ $Q_{от+инф.}^{год}$ $Q_{гв.}^{год}$ $Q_{вент.}^{год}$ $Q_{т.з.}^{год}$ $E_{е.о/д.}^{год}$ $E_{т.}^{год}$ $E_{р.л.}^{год}$ $E_{р.ОВ.}^{год}$ $E_{р.ВК.}^{год}$ $E_{конд.}^{год}$ $Q_{ng}^{год}$	$МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $МВт\cdot ч$ $тыс. м^3$	- 875,1 168,5 713,8 53,7 - - - - - - -	
49	Годовые удельные расходы: – тепловой энергии на ОВ жилого дома – тепловой энергии на горячее водосн. – тепловой энергии на систему отопле-ния общественного здания с прит. вент. – тепловой энергии на приточную вент – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии в зданиях без розеточной нагрузки – природного газа	$q_{от+вент.}^{год}$ $q_{гв.}^{год}$ $q_{от+инф.}^{год}$ $q_{вент.}^{год}$ $q_{т.з.}^{год}$ $q_{е.}^{год}$ $q_{ng}^{год}$	$кВт\cdot ч/м^2$ $кВт\cdot ч/м^2$ $кВт\cdot ч/м^2$ $кВт\cdot ч/м^2$ $кВт\cdot ч/м^2$ $кВт\cdot ч/м^2$ $м^3/м^2$	- 20 81 66 5 - -	
50	Удельная тепловая энергоемкость здания за год Удельная электрическая энергоемкость здания без розеточной нагрузки с $\theta = 2,5$	$q_t^{год} =$ $q_{от+вент+гв.}^{г}$ $q_{е(т+р+кон)}^{год}$	$кВт\cdot ч/м^2$ $кВт\cdot ч/м^2$	172 -	

51	Удельная энергоемкость здания: – не газифицированного – газифицированного	$q_{T+e}^{\text{год}}$ $q_{T+e+ng}^{\text{год}}$	$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ $\text{кг}\cdot\text{у.т.}/\text{м}^2$	- -	
----	---	---	--	--------	--

52	Паспорт заполнен	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Пример составления энергетического паспорта проекта высотного здания многофункционального назначения

Пояснительная записка (примеры выполнены на требования до 2011г)

М.1 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

М.1.1 Многофункциональный деловой центр на участке 12 «Москва-Сити» включает в себя трехэтажную стилобатную часть, 72-этажную башню высотой 308,9 м и пять подземных уровней. По высоте здание разделено техническими зонами, которые располагаются на уровне 4, 25, 49, 50, 71, 72-го этажей. В стилобатной части комплекса расположены помещения общественного назначения и арендуемые помещения; с 5-го по 50-й этажи – офисы с высотой между этажами 4,425 м; 51-й этаж – фитнес-центр; с 52-го по 70-й этажи – апартаменты с высотой этажа 3,8 м.

Первый этаж занимают торговая зона и входная часть, которая запроектирована с обособленными входными группами в офисную и торговую зоны, зону апартаментов, с въездами-выездами в подземные автостоянки, грузочным блоком. Также на первом этаже размещены помещения службы эксплуатации и технические помещения.

На третьем этаже (отметка 6,85 м) размещены арендуемые помещения общественного питания.

М.1.2 Фасады здания выполняют из ограждающих конструкций фасадной системы состоящей из светопрозрачной и глухой частей в алюминиевых профилях

М.1.3 Объемно-планировочные показатели:

- строительный объем здания – 973150 м³,
в том числе отапливаемая надземная часть с минус первым этажом – 828500 м³;
подземная часть с t_v менее 12 °С – 144650 м³;
- общая площадь здания (по внутреннему контуру наружных стен) – 212900 м²,
в том числе надземная часть – 162027 м²;
- количество гостиничных апартаментов – 149;
- полезная площадь помещений с минус первым этажом – 151469 м²;
в том числе: стилобат – 31208 м²;
первая зона офисов – 50712 м²;
вторая зона офисов – 50712 м²;
фитнес-центр – 1571 м²;
апартаменты – 17266 м².
- расчетная площадь помещений – 128666 м²,
в том числе: стилобат – 26840 м²;
первая зона офисов – 44100 м²;
вторая зона офисов – 44100 м²;
фитнес-центр – 1366 м²;
апартаменты – 12260 м².

М.2 Теплозащита здания

М.2.1 Климатические параметры

М.2.1.1 Расчетная температура воздуха в помещениях принята:

- стилобат, включая минус первый этаж (магазины, вестибюли, холлы) – 18 °С;
- офисы – 20 °С;
- фитнес-центр – 27 °С;

– апартаменты (жилая часть) – 22 °С.

М.2.1.2 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и теплозащиты здания принята:

- для помещений до потолка 25-го этажа – -28 °С;
- выше – -30 °С.

М.2.1.3 Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период и продолжительность отопительного периода принимают по СНиП 23-01-99*:

- стилобат – -3,1 °С; 214 сут;
- помещения офисов до потолка 25-го этажа – -3,4 °С; 223 сут;
- помещения второй зоны офисов до отметки 220,3 м – -3,8 °С; 227 сут;
- апартаменты, фитнес-центр – -2,9 °С; 244 сут.

М.2.1.4 Расчет теплозащиты здания выполняют на величину градусо-суток отопительного периода ГСОП:

- стилобат: $(18 + 3,1) \cdot 214 = 4515 \text{ °С} \cdot \text{сут};$
- первая зона офисов до потолка 25-го этажа (отметка 108,2 м):
 $(20 + 3,4) \cdot 223 = 5218 \text{ °С} \cdot \text{сут};$
- вторая зона офисов с 26-го по пол 51-го этажа (отметка 220,3 м):
 $(20 + 3,8) \cdot 227 = 5403 \text{ °С} \cdot \text{сут};$
- помещения фитнес-центра (51-й этаж): $(27 + 2,9) \cdot 244 = 7296 \text{ °С} \cdot \text{сут};$
- помещения апартаментов (отметка 224,1–308,9 м):
 $(22 + 2,9) \cdot 244 = 6076 \text{ °С} \cdot \text{сут}.$

Средняя величина пропорционально полезной площади помещений надземной части здания для расчета величин приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений при средней длительности отопительного периода 227 суток составит:

$\text{ГСОП}_{\text{ср.}} = (4515 \cdot 31208 + 5218 \cdot 50712 + 5403 \cdot 50712 + 7296 \cdot 1571 + 6076 \cdot 17266) / 151469 = 5255 \text{ °С} \cdot \text{сут}.$

М.2.1.5 В отапливаемый объем здания для оценки энергетической эффективности включают надземную часть комплекса (стилобат, офисы, помещения фитнес-центра, апартаменты) и помещения общественного назначения минус первого этажа (подземный уровень).

М.2.1.6 Подземный гараж-автостоянку рассматривают как производственное помещение и в оценку теплозащиты здания не включают, т. к. расчетная температура внутреннего воздуха в нем ниже 12 °С (СНиП 23-02–2003, пункт 5.1).

М.2.2 Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

М.2.2.1 Наружные стены типа 1 – стены стилобатной части здания – монолитные железобетонные плотностью $\rho_o = 2500 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; с внутренней стороны предусмотрена цементно-песчаная штукатурка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$, толщиной $\delta = 20 \text{ мм}$; с наружной стороны стены утепляют минераловатными плитами из базальтового волокна на синтетическом связующем» плотностью 90–125 кг/м³, толщиной $\delta = 150 \text{ мм}$, с ветрозащитной мембраной, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параметрам Б $\lambda_b = 0,045 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$; вентилируемый воздушный зазор толщиной 60 мм с последующей облицовкой керамо-гранитными плитами или натуральным камнем по навесной фасадной системе с воздушным зазором

Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом коэффициента теплотехнической однородности, учитывающего влияние таких теплопроводных включений, как наличие элементов металлических креплений, влияние откосов проемов окон и дверей, углов стен, элементов крепления и других теплопроводных включений, $r = 0,75$ находится по формуле (7)

настоящего стандарта:

$$R_{o,ст.1}^{np} = 0,75 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{10,8} \right) = 2,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что отвечает требованиям теплозащиты для стен зданий общественного назначения с принятой средней расчетной температурой внутреннего воздуха для выбора системы теплозащиты 20 °C $R_{o,ст.1}^{np} = 2,68 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02–2003.

М.2.2.2 Наружные стены типа 2 – утепленная глухая (непрозрачная часть) в местах междуэтажных перекрытий и в районе подвесных потолков этажей состоит из стеклянных витражных фасадов, с внутренней стороны помещений зашивка листовым материалом – лист гипсокартона с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,23 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 12 \text{ мм}$. Основным элементом глухой части является короб общей толщиной $\delta = 207 \text{ мм}$, изготовленный из оцинкованного стального листа толщиной $\delta = 1,5 \text{ мм}$, который плотно заполнен негорючим утеплителем из минеральной ваты плотностью $\rho_o = 90 \text{ кг/м}^3$ (не ниже 75 кг/м^3), толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параметрам Б $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$. С внешней стороны (со стороны фасада) короб закрывают стальным оцинкованным листом толщиной $\delta = 1,5 \text{ мм}$ с дополнительной установкой через воздушную прослойку толщиной около 60 мм (термическое сопротивление согласно СП 23-101 $R_k = 0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$) слоя закаленного стекла с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче глухих участков фасада с учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,75$ составит

$$R_{o,ст.2}^{np} = 0,75 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,23} + \frac{0,20}{0,045} + 0,14 + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 3,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

В соответствии с результатами теплофизических измерений ограждающей непрозрачной конструкции для фасадных систем конкретного производства непрозрачная часть), приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{o,ст.2}^{np} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Эту величину принимаем в дальнейших расчетах. Она соответствует требуемому из табл.4 значению при ГСОП_{ср.} = $5255 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$ для офисов не менее $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, апартamentов – $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

М.2.2.3 Внутренние стены минус первого этажа между помещениями с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха 18 °C и помещениями автостоянки с принятой температурой внутреннего воздуха в ней для расчета системы теплозащиты 10 °C – монолитная железобетонная стена с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 250 \text{ мм}$, оштукатуренная с двух сторон цементно-песчаным раствором с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких стен составит

$$R_{o,ст.3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,25}{2,04} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{1}{12} = 0,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче внутренних стен с учетом разности температур в помещениях при коэффициенте $n = (18 - 10)/(18 + 28) = 0,174$ (ф-ла 8):

$$R_{o,ст.3}^{np} = R_{o,ст.3} / n = 0,39 / 0,174 = 2,24 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

М.2.2.4 Покрытие стилобата – плоская эксплуатируемая кровля: на монолитную железобетонную плиту с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной 190 и 270 мм наносится уклонообразующая стяжка из керамзито-бетона плотностью $\rho_o = 100 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,41 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной 30 – 190 мм ; выравнивающая цементно-песчаная стяжка с $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ толщиной $\delta = 20 \text{ мм}$; пароизоляция, геотекстиль, утеплитель – экструдированный

пенополистирол плотностью $\rho_o = 35 \text{ кг/м}^3$, с коэффициентом теплопроводности в соответствии с СП 23-101–2004 $\lambda_B = 0,03 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, толщиной $\delta = 150 \text{ мм}$; противокорневой фильтрующий слой – щебень толщиной $\delta = 60 \text{ мм}$, сухая цементно-песчаная смесь толщиной $\delta = 60 \text{ мм}$; мощение из бетонных тротуарных плит или бетонное покрытие толщиной $\delta = 60 \text{ мм}$. На отдельных участках кровли стилобата засыпка грунтом толщиной 450–600 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких покрытий с учетом ограничения конструкции слоем пенополистирола и $r = 0,95$ составит

$$R_{o.\text{пок.1}}^{\text{пр}} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,19}{2,04} + \frac{0,11}{0,41} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,15}{0,03} + \frac{1}{23} \right) = 5,26 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт},$$

что отвечает требованиям теплозащиты как для покрытий зданий общественного назначения с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха 18°С и величиной градусо-суток $4\,515^\circ\text{С} \cdot \text{сут}$ – не менее $3,41 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02–2003, так и для верхнего технического этажа высотной части здания при $\text{ГСОП}_{\text{ср.}} = 5255^\circ\text{С} \cdot \text{сут.}$ – не менее $3,7 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$.

М.2.2.5 Покрытие верхнего этажа с кровлей из оцинкованной стали состоит из монолитной железобетонной плиты толщиной на разных участках 190 и 275 мм, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$; пароизоляция; стяжка из цементно-песчаного раствора с $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ средней толщиной $\delta = 100 \text{ мм}$; утеплитель – минераловатные плиты плотностью $\rho_o = 145 \text{ кг/м}^3$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параметрам Б $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$; супердиффузионная мембрана; контррейка с шагом 500 мм; обрешетка для крепления кровельных листов; оцинкованный кровельный лист из нержавеющей стали; на отдельных участках покрытие в виде лотка из оцинкованной кровельной стали.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,95$ составит

$$R_{o.\text{пок.2}}^{\text{пр}} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,19}{2,04} + \frac{0,10}{0,93} + \frac{0,20}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 4,47 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт},$$

что также отвечает требованиям теплозащиты для покрытий зданий общественного назначения (см. М2.2.4)

М.2.2.6 Перекрытие (конструкция пола) между помещениями общественного назначения с расчетной температурой внутреннего воздуха 20°С и подземной автостоянкой с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха в ней 10°С – керамическая плитка или линолеум по цементно-песчаной стяжке с $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ общей толщиной $\delta = 50 \text{ мм}$; гидроизоляция; слой экструдированного пенополистирола плотностью $\rho_o = 45 \text{ кг/м}^3$, с коэффициентом теплопроводности в соответствии с СП 23-101 $\lambda_B = 0,032 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$ по монолитной железобетонной плите перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, толщиной $\delta = 250 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,95$ составит

$$R_{o.\text{пер.п.}}^{\text{пр}} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,03}{0,032} + \frac{0,25}{2,04} + \frac{1}{6} \right) = 1,32 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче с учетом разности температур внутреннего воздуха в помещениях при коэффициенте $n = (18-10)/(18+28) = 0,174$:

$$R_{o.\text{пер}}^{\text{экв}} = R_{o.\text{пер.п.}}^{\text{пр}} / n = 1,32 / 0,174 = 7,59 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)},$$

что отвечает требованиям теплозащиты для перекрытий зданий общественного назначения – не менее $2,9 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02–2003.

М.2.2.7 Остекление здания в виде витражей, состоящих из однокамерного стеклопакеты, включающего наружное закаленное стекло толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$ и внутреннее триплексное стекло толщиной не менее $\delta = 12 \text{ мм}$ с низкоэмиссионным покрытием, с

межстекольным расстоянием $\delta = 14$ мм, заполненным аргоном (типа СПО 103-14Ar-И13СМ3) в алюминиевых термоэффективных профилях, которые должны обеспечивать абсолютную герметичность при креплении в них стеклопакетов.

Приведенное сопротивление теплопередаче такого заполнения светового проема в соответствии с результатами теплофизических испытаний, проведенных НИИСФ РААСН (Протокол от 11 февраля 2008 г.), составляет $R_{0,ок.}^{np} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Остекление здания не имеет открывающихся частей.

Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачного остекления, используемого при строительстве высотного здания в соответствии с техническим заданием должно быть не менее требуемых значений, определяемых исходя из функционального назначения помещений и их положения по высоте здания, а также требований 5.11 СНиП 23-02, по которому в общественных зданиях с коэффициент остекления фасада выше 25 %, приведенное сопротивление теплопередаче витражных систем должно быть не менее $0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Воздухопроницаемость при $\Delta P = 100$ Па по результатам испытаний НИИСФ РААСН составила $0,1 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$. Сопротивление воздухопроницанию должно быть не менее $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$ при разности давлений $\Delta P = 10$ Па.

М.2.2.8 Светопрозрачное покрытие наклонной кровли и зенитные фонари – однокамерные стеклопакеты из закаленного стекла и триплексного стекла аналогично основному остеклению в металлическом каркасе - $R_{0,фон.}^{np} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. В покрытии предусмотрена установка автоматически открывающихся люков дымоудаления с электроприводом

М.2.2.9 Наружные входные двери – остекленные с двухкамерным стеклопакетом и глухие металлические утепленные. Приведенное сопротивление теплопередаче в соответствии с техзаданием должно быть не менее $R_{0,дв.вх.}^{np} = 0,84 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

М.2.2.10 Стены в земле минус первого этажа – монолитные железобетонные с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 300$ мм; утепляют с наружной стороны плитами экструдированного пенополистирола лотностью $\rho_o = 45 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 0,032 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 50$ мм. Утепляют только первую зону на глубину 2 м.

Термическое сопротивление стен в земле согласно СП 31-101 составит

$$R_{k,ст.} = \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,05}{0,032} = 1,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче не утепленных стен в земле по зонам в соответствии со СНиП 41-01 составит: I зона – $2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$; II зона – $4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$; III зона – $8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Поэтому, приведенное сопротивление теплопередаче стен в земле 1-ой зоны, площадью 650 м^2 , будет $R_{0,ст.1з.}^{np} = 2,1 + 1,71 = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче всех стен в земле по СП 31-101 (среднее значение по высоте минус первого этажа) составит

$$R_{0,ст.гр.}^{np} = \frac{1\,974}{\frac{650}{2,1+1,71} + \frac{650}{4,3} + \frac{674}{8,6}} = 4,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

М.2.3 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи здания

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений здания определяют по формуле (Г.5) СНиП 23-02–2003: $K_{тр.}^{np} =$

$$\frac{4\,945}{2,75} + \frac{25\,690}{3,20} + 0,174 \cdot \frac{270}{0,39} + \frac{29\,175}{0,65} + \frac{1\,743}{0,65} + \frac{307}{0,84} + \frac{6\,053}{5,26} + \frac{931}{4,47} + 0,174 \cdot \frac{7\,324}{1,32} + \frac{1\,974}{4,93}$$

78 412

$$= 0,773 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

М.2.4 Расчет воздухообмена в здании

М.2.4.1 При расчете воздухообмена в высотных зданиях учитывают следующие их отличия от обычных многоэтажных зданий высотой до 25 этажей:

– во избежание врывания наружного воздуха через входные двери в вестибюлях с помощью систем механической вентиляции создают подпор как в рабочее, так и в нерабочее время. При этом в нерабочее время подпор можно организовать посредством подачи меньшего количества воздуха, т. к. вытяжные установки отключены и закрыты воздушные клапаны на выбросе. Таким образом, количество инфильтрующегося воздуха через входные двери можно не учитывать;

– здание разделяют по вертикали на отсеки высотой 50–90 м. В связи с этим гравитационную составляющую при определении разности давлений между наружным и внутренним воздухом следует принимать исходя из высоты каждого отдельного отсека. Ветровая составляющая будет различна для каждого отсека и должна приниматься на высоте середины каждого отсека с учетом надбавки к скорости ветра на уровне 10 м от уровня земли, предусмотренной таблицы Г.2 Приложения Г стандарта;

– из-за высокой герметичности ограждений (с сопротивлением воздухопроницанию до $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ при разности давлений в 10 Па) инфильтрация недостаточна для ассимиляции вредных веществ, выделяемых мебелью, синтетическими покрытиями и другим оборудованием в нерабочее время. Для интенсификации воздухообмена целесообразно включать вентиляцию за два часа до начала работы. Поэтому с учетом отключения вентиляции на час позже после окончания рабочего дня работу приточной системы следует принимать в офисах длительностью 12 ч в день при пятидневной рабочей неделе, в апартаментах – 24 ч без выходных, в ресторанах, магазинах, физкультурно-оздоровительных центрах – 12 ч в день без выходных.

М.2.4.2 Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяют в соответствии с п.6.16 стандарта, полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

$$\text{– для окон и витражей здания} \quad \Delta p = 0,28H(\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_{\text{ext}}v^2;$$

$$\text{– для входных дверей в здание} \quad \Delta p = 0,55H(\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_{\text{ext}}v^2,$$

где H – высота зоны от пола нижнего этажа до потолка верхнего, м;

γ_{ext} – удельный вес наружного воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$ (ф-ла 17); в расчетных условиях при $t_{\text{ext}} = -28^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 28) = 14,13 \text{ Н}/\text{м}^3$; при $t_{\text{ext}} = -30^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 30) = 14,25 \text{ Н}/\text{м}^3$; при средней температуре отопительного периода $t_{\text{ext}} = -2,9^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 2,9) = 12,82 \text{ Н}/\text{м}^3$; $t_{\text{ext}} = -3,1^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 3,1) = 12,83 \text{ Н}/\text{м}^3$; при $t_{\text{ext}} = -3,4^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 3,4) = 12,84 \text{ Н}/\text{м}^3$; при $t_{\text{ext}} = -3,8^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 3,8) = 12,86 \text{ Н}/\text{м}^3$;

γ_{int} – удельный вес внутреннего воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$ (ф-ла 17а); при определении инфильтрации через окна для расчетной температуры 18°C $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 18) = 11,90 \text{ Н}/\text{м}^3$; для средней температуры воздуха за отопительный период при $t_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 20) = 11,82 \text{ Н}/\text{м}^3$; для температуры 22°C $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 22) = 11,74 \text{ Н}/\text{м}^3$; для температуры 27°C $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 27) = 11,54 \text{ Н}/\text{м}^3$; через входные двери в здание при $t_{\text{int}} = 16^\circ\text{C}$ $\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 16) = 11,98 \text{ Н}/\text{м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, м/с; на уровне 10 м от земли для Москвы $v = 4,9$ м/с; при среднезимних условиях $v = 3,8$ м/с (СНиП 23-01-99*); при большей высоте скорость принимают в соответствии с табл. Г.2 Приложения Г.

Принимая за нижнюю границу зоны потолок предыдущего технического этажа, получают следующие расчетные параметры по скорости ветра:

- стилобатная часть (до пятого этажа): $H = 15,7$ м; $v = 4,9/3,8$ м/с;
- первая зона офисов (5–25-й этажи): $H = 92,5/62,0$ м (в числителе высота зоны, в знаменателе высота от уровня земли до середины зоны); скорость ветра $v = 7,6/6,5$ м/с (в числителе – для определения расчетного расхода тепловой энергии на отопление, в знаменателе – при среднезимних условиях);
- вторая зона офисов (26–50-й этажи): $H = 112,1/164,2$ м; $v = 9,8/8,4$ м/с;
- третья зона – апартаменты (52–72-й этажи): $H = 84,8/266,5$ м; $v = 11,3/9,5$ м/с;
- фитнес-центр (51-й этаж): $H = 88,6/222,2$ м; $v = 10,0/8,5$ м/с.

Соответственно по формуле (15), для ограждений здания в расчетных условиях по зонам принимаем:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{стил}}^p &= 0,28 \cdot 15,7(14,13 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 20,0 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.1з}}^p &= 0,28 \cdot 92,5(14,13 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 7,6^2 = 84,3 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.2з}}^p &= 0,28 \cdot 112,1(14,25 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,25 \cdot 9,8^2 = 117,3 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{апарт}}^p &= 0,28 \cdot 84,8(14,25 - 11,74) + 0,03 \cdot 14,25 \cdot 11,3^2 = 114,2 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{фитн}}^p &= 0,28 \cdot 88,6(14,25 - 11,54) + 0,03 \cdot 14,25 \cdot 10^2 = 110,0 \text{ Па}.\end{aligned}$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{стил}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 15,7(12,83 - 11,90) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 9,6 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.1з}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 92,5(12,84 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,84 \cdot 6,5^2 = 42,7 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.2з}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 112,1(12,86 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,86 \cdot 8,4^2 = 59,9 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{апарт}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 84,8(12,82 - 11,74) + 0,03 \cdot 12,82 \cdot 9,5^2 = 60,4 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{фитн}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 88,6(12,82 - 11,54) + 0,03 \cdot 12,82 \cdot 8,5^2 = 59,5 \text{ Па}.\end{aligned}$$

М.2.4.3 Количество инфильтрующегося воздуха, прошедшего через эти ограждения под действием расчетной разности давлений находится решением уравнений (13) и (14), разбив площадь витражей на зоны и принимая расчетное сопротивление воздухопроницаемости $R_{\text{и}} = 1,5$ м²·ч/кг: $G_{\text{инф.}}^p = G_{\text{инф.ст.}}^p + G_{\text{инф.оф1}}^p + G_{\text{инф.оф2}}^p + G_{\text{инф.ап.}}^p + G_{\text{инф.ф.}}^p$

$$= \frac{3 \cdot 261 \left(\frac{20,0}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{84,3}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{117,3}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 6 \cdot 302 \left(\frac{114,2}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 112 \left(\frac{110,0}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,5} = 87 \, 128 \text{ кг/ч}.$$

То же при среднезимних условиях:

$$G_{\text{инф.}}^{\text{cp}} = \frac{3 \cdot 261 \left(\frac{9,6}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{42,7}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{59,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 6 \cdot 302 \left(\frac{60,4}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + 112 \left(\frac{59,5}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,5} = 55 \, 138 \text{ кг/ч}.$$

М.2.4.4 Условный воздухообмен в апартаментах при норме 3 м³/ч на квадратный метр площади жилых помещений и с учетом плотности внутреннего воздуха $\rho_{\text{в}} = 1,2$ кг/м³, составит на расчетной площади 12260 м² в соответствии с 6.15:

$$L_{\text{вент.ап.}}^{\text{cp}} = 3 \cdot 12260 \cdot 1,2 = 44136 \text{ кг/ч}.$$

М.2.4.5 В апартаментах предусмотрена механическая приточно-вытяжная вентиляция с круглосуточным режимом работы, поэтому при расчете теплозащиты условный воздухообмен для вентиляции по 6.15 складывают с объемом инфильтрующегося воздуха:

$$G_{\text{инф/вент.ап.}}^{\text{cp}} = G_{\text{вент.ап.}}^{\text{cp}} + G_{\text{инф.ап.}}^{\text{cp}} = 44136 + 14018 = 58150 \text{ кг/ч}.$$

М.2.4.6 В других помещениях общественного назначения с периодическим режимом работы при расчете эффективности теплозащиты находят интегральный за сутки воздухообмен, включающий в себя инфильтрацию в нерабочее время и условный нормативный воздухообмен в рабочие часы в соответствии с п.6.18.

М.2.4.7 Условный воздухообмен в обеих зонах офисов в рабочее время при норме 4 м³/ч на квадратный метр расчетной площади составит на расчетной площади 2·44100 м²:

$$L_{\text{вент.оф. раб.}}^{\text{cp}} = 4 \cdot 2 \cdot 44100 \cdot 1,2 = 423360 \text{ кг/ч};$$

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции в офисах 12 ч в день при пятидневной рабочей неделе:

$$G_{\text{инф/вент.оф.}}^{\text{ср}} = \frac{423360 \cdot 10 \cdot \frac{5}{7} + (17\,191 + 21\,567) \frac{14 \cdot 5 + 24 \cdot 2}{7}}{24} = 153980 \text{ кг/ч.}$$

М.2.4.8 Условный воздухообмен в общественной зоне стилобата при норме воздухообмена также 4 м³/ч на квадратный метр расчетной площади, которая составляет в целом по стилобату 26840 м², будет:

$$L_{\text{вент.ст.раб}}^{\text{ср}} = 4 \cdot 26840 \cdot 1,2 = 128830 \text{ кг/ч;}$$

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции 12 ч в день без выходных:

$$G_{\text{инф.ст.инт.}}^{\text{ср}} = (128830 \cdot 12 + 2115 \cdot 12) / 24 = 65470 \text{ кг/ч.}$$

М.2.4.9 Условный воздухообмен в помещениях фитнес-центра при норме воздухообмена 10 м³/ч на квадратный метр расчетной площади, и с учетом плотности внутреннего воздуха $\rho_v = 353/(273+27) = 1,18 \text{ кг/м}^3$, составит на расчетной площади 1366 м²:

$$G_{\text{инф.фитн.раб}}^{\text{hy}} = 10 \cdot 1366 \cdot 1,18 = 16120 \text{ кг/ч;}$$

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции 12 ч в день без выходных:

$$G_{\text{инф/вент.фит.}}^{\text{ср}} = \frac{16120 \cdot 12 + 247 \cdot 12}{24} = 8180 \text{ кг/ч.}$$

М.2.4.10 Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время и на нагрев вентиляционного воздуха при средней температуре отопительного периода (для оценки энергетической эффективности теплозащиты здания и системы его отопления), определяем с использованием ф-лы (18):

$$K_{\text{инф.общ.}}^{\text{усл.ср}} = 0,28 \cdot \Sigma G_{\text{инф/вент.инт}}^{\text{ср}} \cdot c_a / A_{\text{огр.сум}} = 0,28 \cdot (58150 + 153980 + 65470 + 8180) \cdot 1,006 / 78412 = 1,027 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

М.3 Расчет энергетической эффективности проекта здания

М.3.1 Потребность в тепловой энергии на отопление здания школы в течение отопительного периода определяют с учетом использования бытовых теплопоступлений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается принятой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

М.3.2 Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (27):

$$Q_{\text{огр.}}^{\text{год}} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{тр.}}^{\text{пр}} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{\text{огр.сум}} = 0,024 \cdot 0,773 \cdot 5255 \cdot 78412 = 7644450 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

М.3.3 Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период определяют по формуле (28):

$$Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{год}} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{инф.}}^{\text{усл.ср}} \cdot \text{ГСОП} \cdot A_{\text{огр.сум}} = 0,024 \cdot 1,027 \cdot 5255 \cdot 78412 = 10156330 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

М.3.4 Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период определяют суммированием предыдущих показателей:

$$Q_{\text{огр+}} + Q_{\text{инф/вент.}}^{\text{год}} = 7644450 + 10156330 = 17800780 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

М.3.5 Внутренние теплопоступления в здание принимают как тепловыделения от людей в размере 90 Вт/чел. (из расчета 10 м² расчетной площади на человека) со временем пребывания 8 ч в день при пятидневной рабочей неделе, от освещения – в соответствии с таблицей Г.9 (приложение Г) на м² расчетной площади 25 Вт при использовании 50 % рабочего времени в офисах и 75 % рабочего времени в помещениях общественного назначения; от оргтехники и технологического оборудования 10 Вт/м² на квадратный метр

расчетной площади при использовании 40 % в рабочее время в офисах и 20 % в общественных помещениях. Бытовые тепловыделения в апартаментах на квадратный метр площади пола жилых помещений принимают равными 10 Вт/м².

Тогда удельные тепловыделения в час за средние сутки при коэффициенте одновременности заполнения помещения, равном 0,7, составят: $q_{\text{вн}} =$

$$= \frac{10 \cdot 24 \cdot 12\,260 + \left(\frac{90}{10} + 25 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,4\right) \cdot 88\,200 \cdot 8 \cdot \frac{5}{7} + \left(\frac{90}{10} + 25 \cdot 0,75 + 10 \cdot 0,2\right) (26\,840 + 1\,366) \cdot 12 \cdot 0,7}{24 \cdot 128\,666} = 7,4 \text{ Вт/м}^2.$$

Суммарные теплоступления с бытовыми тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (29):

$$Q_{\text{вн.}}^{\text{ср}} = 7,4 \cdot 128\,666 \cdot 227 \cdot 0,024 = 518\,7196 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

М.3.6 Теплоступления от солнечной радиации через окна и витражи в течение отопительного периода определяют по формуле (30) с учетом $\tau_1 = 0,8$; $\tau_2 = 0,54$ и интенсивности солнечной радиации по таблице МГСН 4.19–2005 для ориентации СВ/ЮЗ:

$$Q_{\text{инс.}}^{\text{год}} = 121 \cdot 8040 + 262 \cdot 6918 + 300 \cdot 301 + 262 \cdot 7021 + 121 \cdot 6895 + 288 \cdot 1743 \cdot 0,8 \cdot 0,54 = 2614220 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

М.3.7 Потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода с учетом использования внутренних тепловыделений $Q_{\text{инт}}^{\text{год}}$ и теплоступлений от солнечной радиации $Q_{\text{инс.}}^{\text{год}}$ определяют по формуле (31), принимая $\nu = 0,8$; $\zeta = 0,95$ (для исследуемого здания при двухтрубной системе отопления с термостатами и центральным регулированием на вводе согласно приложению Г СНиП 23-02–2003); $\beta_{\text{тп}} = 1,13$:

$$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год}} = [17800780 - (518\,7196 + 2614220) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,13 = 13415025 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

М.4 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период. Проверка соответствия показателей тепловой энергетической эффективности проекта здания нормативным требованиям, установление класса энергетической эффективности проекта здания.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определяют по формуле (32):

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{от+инф/вент.}}^{\text{год.расч}} / A_{\text{пол}} = 13415025 / 151469 = 88,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2,$$

а, по отношению к среднему по всем помещениям здания градусо-суткам отопительного периода будет

$$\theta_{\text{эн/эф}}^{\text{год.расч}} = q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} / \text{ГСОП}_{\text{ср}} = 88,6 \cdot 10^3 / 5255 = 16,9 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут}),$$

что ниже базового значения по табл.3: $\theta_{\text{эн/эф}}^{\text{год.баз}} = 25 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут})$.

Отклонение по отношению к базовому требованию составляет:

$$(16,9 - 25) \cdot 100 / 25 = -32,4\%$$

Следовательно, запроектированное здание согласно табл.5 отвечает требованиям энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности В «Высокий» - величина отклонений от 30 до -40%.

Энергетический паспорт проекта высотного многофункционального здания

1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	Москва
Разработчик проекта	«Москва-Сити»
Адрес и телефон разработчика	

Шифр проекта	Индивидуальный
Назначение здания, серия	Многофункциональное (апартаменты, офисы, сервис-обслуживание)
Этажность, количество секций	72 этажа
Расчетное количество жителей или служащих	
Размещение в застройке	Среди зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона, отделки – витражи

2 Условия расчетные

п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	t_n^p	°C	-28÷30
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{н.от.п}$	°C	-2,9÷-3,8
4	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от.п}$	сут	227
5	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C•сут	5255
6	Расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях	t_v	°C	18÷27
7	Расчетная температура автостоянки	$t_{в.п}$	°C	10

3 Показатели геометрические

п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
8	Полезная площадь общественных зд.	$A_{пол}, м^2$	—	151469	
9	Расчетная площадь общественных зд.	$A_p, м^2$	—	128666	
10	Отапливаемый объем надземной част	$V_{от}, м^3$	—	828500	
11	Высота здания до обреза кровли	$H, м$		308,9	
12	Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,2	0,09	
13	Козф. остекленности фасада здания	f	0,25	0,48	
14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{огр.сум}, м^2$	—	78412	
	– фасада отапливаемой части здания	$A_{фас}$	—	60387	
	– навесной витражной системы (светопрозрачная)	$A_{витр}$	—	29175	
	– стен стилобатной части	$A_{ст.1}$	—	4945	
	– стен витражных непрозрачных, утепленных	$A_{ст.2}$	—	25690	
	– стен внутр. от рампы минус 1-го эт.	$A_{ст.3}$	—	270	
	– стен в земле минус первого этажа	$A_{ст.гр}$	—	1974	
	– входных дверей и ворот	$A_{вх.дв}$	—	307	
	– покрытий (совмещенных) типа 1	$A_{покр.1}$	—	6053	
	– покрытий (совмещенных) типа 2	$A_{покр.2}$	—	931	
	– фонарей	$A_{фон}$	—	1743	
	– перекрытий над автостоянкой	$A_{пер.п}$	—	7324	
	– перекрыт. над проезд. и эркерами	$A_{пер.пр}$	—	—	

– пол по грунту	$A_{п.гр}$	–	–	
-----------------	------------	---	---	--

4 Показатели теплотехнические

п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
15	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе: – навесной витражной системы (светопрозрачной) – стен стилобатной части – стен витражных непрозрачных, утепленных – стен внутренних от рампы -1 го эт. – стен в земле минус первого этажа – фонарей – входных дверей и ворот – покрытий (совмещенных) типа 1 – покрытий (совмещенных) типа 2 – перекрытий чердачных – перекрытий над автостоянкой – перекр. над проездами и эркерами – пола по грунту	$R_{о.пр}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$ $R_{о.витр. пр}$ $R_{о.ст.1 пр}$ $R_{о.ст.2 пр}$ $R_{о.ст.3 экв}$ $R_{о.ст.гр пр}$ $R_{о.фон. пр}$ $R_{о.вх.дв пр}$ $R_{о.покр.1 пр}$ $R_{о.покр.2 пр}$ $R_{о.пер.ч пр}$ $R_{о.пер.п пр}$ $R_{о.пер.пр пр}$ $R_{о.гр пр}$	0,45-0,6 2,68 2,8-3,2 2,68 2,68 0,65 0,84 3,41 3,7 – 3,0 – –	0,65 2,75 3,20 2,24 4,93 0,65 0,84 5,26 4,47 – 7,59 – –	
16	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр пр}$, $Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$	–	0,773	
17	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: – окон – витражей – входных наружных дверей	$R_{и}$, $м^2 \cdot ч / кг$ $R_{и.ок}$ $R_{и.витр}$ $R_{и.дв.вх}$		– 1,5 0,16	
18	Условный инфильтрационно-вентиляционный коэффициент теплопередачи зд. при расчете эн/эф за ОП	$K_{инф/вент. усл}$, $Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$	-	1,027	
19	Кратность воздухообмена при заклеенных вентиляционных отверстиях (испытание при 50 Па)	n_{50} , $ч^{-1}$	-	-	

5 Показатели энергетические

п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
20	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр. год}$, $кВт \cdot ч$	–	7644450	
21	Теплопотери здания за счет вентиляционно-го воздухообм. с учетом инфильтрации за ОП (оценка теплозащиты зд.)	$Q_{вент+инф. год}$, $кВт \cdot ч$	–	10156330	
22	Удельные бытовые теплопоступления в здание в ОП	$q_{вн}$, $Вт / м^2$	–	7,4	
23	Бытовые теплопоступления в здание	$Q_{вн. год}$, $кВт \cdot ч$	–	5 187 196	

	за ОП	кВт•ч			
24	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП.	$Q_{\text{инс.}}^{\text{год}}$, кВт•ч	—	2 614 220	
25	Расход тепловой энергии зд. на отопле-ние и вентиляцию за ОП (расчет пока-зателя тепловой энергоэффективности)	$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год}}$, кВт•ч	—	13 415 025	

6 Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозна-чение	Норматив-ное значение	Расчетное значение	Фактическое значение
26	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,95	
27	Коэффициент, учитывающий сниже-ние теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуаль-ными приборами учета тепловой эн.	ξ	-	-	
28	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{\text{ок}}$	0,7-1,0	$k_{\text{витр}} = 1,0$	
29	Коэффициент затенения окон, витра-жей непрозрачными элементами	τ_1	-	$\tau_{1.\text{витр}} = 0,8$	
30	Коэффициент относительного пропус-кания солнечной радиации окон	τ_2	-	$\tau_{2.\text{витр}} = 0,54$	
31	Коэффициент, учитывающий сниже-ние использования теплопоступлений при превышении над теплопотерями	v	0,8	0,8	

7 Показатели тепловой энергетической эффективности, класс тепловой энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначе-ние и ед. измерения	Норма-тивное значен.	Расче-тное значен.	Факти-ческое значен.
32	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания	$q_{\text{от+вент.}}^{\text{год}}$, кВт•ч/м ²	-	88,6	
33	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания, Отнесенный к градусо-суткам ОП	$\theta_{\text{эн/эф}}^{\text{год}}$, Вт•ч/(м ² •°С•с ут)	25	16,9	
34	Класс тепловой энергетической эффективности <u>проекта</u> здания		D	B	
35	Соответствует ли проект здания норма-тивному требованию по теплозащите			ДА	

36	Паспорт заполнен	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

Библиография

[1] Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

[2] Постановление Правительства Российской Федерации от 25.01. 2011г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

[3] Ливчак В. И. Положение по изменению в расчете энергетического паспорта проекта жилых и общественных зданий в связи с выходом СНиП 23-02–2003 / В. И. Ливчак // Информационный бюллетень Мосгосэкспертизы. – 2004. – Вып. 1 (8).

[4] Приказ Минэнерго России от 08.12.2011 г. № 577 «О внесении изменений в требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, утвержденные приказом Минэнерго России от 19.04.2010 № 182».

[5] Приказ Минрегионразвития РФ от 08.04.2011г. № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффективности...»

[6] Положение ПЛ АВОК-7–2005 Положение об экономическом стимулировании проектирования и строительства энергоэффективных зданий и выпуска для них энергосберегающей продукции.

[7] Руководство АВОК-8–2005-2011. Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий.

[8] Матросов Ю. А., Ливчак В. И. Новая редакция МГСН 2.01–99 «Энергосбережение в зданиях» / Строительная физика в XXI веке: сб. – М.: НИИСФ РААСН, 2006.

[9] Стандарт АВОК 2-2004 Храмы православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха.

[10] Указ Президента России № 889 от 4 июня 2008 г. "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики"

[11] Ливчак В.И. Установление уровней удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов и обеспечивающих их систем автоматизации теплопотребления. «ЭНЕРГОСОВЕТ» №4 (23)-2012г.

[12] Методические рекомендации по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства.

[13] Ливчак В. И. Постановление Правительства России от 25.01.2011г. вернуло сторонников повышения энергоэффективности зданий в правовое поле. «Энергосбережение», №2-2011г.

[14] Ливчак В. И Ливчак В.И. Почему СП 50-13330-2012 «Тепловая защита

зданий» приводит к снижению энергоэффективности зданий и как выполнить постановление Правительства России об их повышении. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, №3-2013г.