

Рекомендации АВОК (проект)

Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения. Энергетический паспорт зданий. Примеры расчета энергоэффективности при их проектировании.

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 Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от
- 4 ВВЕДЕН вместо СТО НОП 2.1.2014 «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» и раздела 10 СП 50.13330 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий» и относящихся к нему Приложений Г «Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий» и Д «Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания».

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет.

Содержание

Введение	
1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Общие положения	
5 Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки	
6 Состав энергетического паспорта проекта здания	
7 Расчет теплопотерь через наружные ограждения зданий	
8 Расчет расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период с естественной системой приточной вентиляции	
9 Расчет тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию на здание в целом	
10 Расчет нагрузок и теплоэнергетических годовых показателей на водоснабжение	
11 Расчет нагрузок на электроснабжение	
12 Расчет электроэнергетических годовых показателей на электроснабжение и общего годового потребления энергии зданием	
13 Установление класса энергетической эффективности проектируемого здания	
14 Установление класса энергетической эффективности по результатам энергетического обследования эксплуатируемого здания	
Приложение А (обязательное) Базовые и нормируемые по годам строительства суммарные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды и на квартиры	
Приложение Б (обязательное) Форма для заполнения энергетического паспорта (ЭП) проекта здания	
Приложение В (справочное) справочные таблицы исходных данных для расчета	
Приложение Г (рекомендуемое) Определение расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов	
Приложение Д (рекомендуемое) Определение изменения относительного расхода тепловой энергии в систему отопления в зависимости от температуры наружного воздуха	
Приложение Е (обязательное) Нормирование теплопотребления приточной вентиляции общественных зданий	
Приложение Ж (справочное) Пример ЭП проекта жилого многоквартирного дома	
Приложение И (справочное) Пример ЭП проекта общественного здания (школы)	
Приложение К (справочное) Пример ЭП проекта высотного здания многофункционального назначения для установления его энергетической эффективности	
Приложение Л (справочное) Оценка энергоэффективности эксплуатируемых многоквартирных домов по расходу суммарной конечной энергии	
Приложение М (справочное) Примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий	
Приложение Н (рекомендуемое) Особенности расчета расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий за отопительный период с механической системой приточной вентиляции и периодическим режимом работы	
Приложение О (рекомендуемое) Использование «фрикулинга» для повышения энергетической эффективности при отоплении и вентиляции общественного здания с механической приточной вентиляцией и периодическим режимом работы	
Приложение П (рекомендуемое) Уточнение величин внутренних теплопоступлений в зданиях для периодов отопления и охлаждения. Методика и примеры расчета годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений	
Приложение Р (рекомендуемое) Предложения по ведению отчетности показателей, включенных в Госдоклад ММнэкономразвития в табл. Г.8 Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ	

Приложение С (справочное) Обоснование величин, нормируемых базового и требуемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий для разных регионов России

Введение

Настоящий документ разработан в соответствии с положениями технических регламентов: Федерального закона «О техническом регулировании» [1], Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [2], Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3], постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергоэффективности многоквартирных домов» [4], постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [5], «Климатической доктрины Российской Федерации», утвержденной Президентом России 26 октября 2023 года указом № 812 [6] и предполагающей к 2060 году в новом строительстве повышение энергоэффективности зданий до уровня потребления энергии, близкой к нулевому.

Рекомендации разработаны также с учетом основных положений документов Европейской организации по стандартизации (СЕН). В настоящем документе приводятся методики расчета годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов, на основании которых рассчитаны базовые и нормируемые по годам строительства показатели энергетической эффективности жилых и общественных зданий различного назначения для всего диапазона регионов России, по которым устанавливается класс их энергетической эффективности, также приводятся методики расчета показателей энергетического паспорта отдельностоящих зданий, подключенных к сетям централизованного теплоснабжения, и настройки регулятора подачи теплоты в системы отопления этих зданий, обеспечивающие экономию тепловлй энергии от 15 до 40% и более в годовом исчислении по сравнению с действующими решениями без дополнительных инвестиций.

В соответствии с пунктом 7 Правил установления требований энергетической эффективности, к нормируемым показателям, по которым устанавливается класс энергоэффективности, относится «суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды, квартиры и кондиционируемые помещения, 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, по которым в обязательном порядке устанавливается класс тепловой энергетической эффективности зданий.

Поэтому, в рассматриваемом документе 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 киловатт-часом, можно будет включить этот показатель при нормировании по удельному годовому расходу конечной и первичной энергии, что предполагается в будущем п. 16¹ тех же Правил. В данном документе также приводится методика расчета удельного годового расхода электрической энергии на освещение и

пользование электроприборами в квартирах, а также в общественных зданиях в зависимости от их назначения и плотности заполнения людьми, и тем самым рассчитывается все энергопотребление зданием.

Настоящие рекомендации включают 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 документе приводится уточненная на принятую динамику повышения энергетической эффективности зданий, таблица классов их энергоэффективности, соответствующая по обозначениям общеевропейской классификации.

Класс энергетической эффективности эксплуатируемых зданий определяется по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического нормализованного удельного годового теплопотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилого или общественного здания от нормируемого по годам строительства.

При выполнении энергетического обследования необходимо также сопоставлять фактическое теплопотребление, 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», когда для экономии энергии искусственно сокращается воздухообмен в здании, что способствует повышению влажности и появлению плесени на внутренней поверхности наружных ограждений. Во-вторых, только в сравнении фактического теплопотребления с проектными показателями можно оценить правильность режима отопления, причины отклонения фактического теплопотребления от расчетного, приоритетность энергосберегающих мероприятий и потенциал энергосбережения. А посему, 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 документе устанавливается порядок разработки энергетического паспорта проекта здания при проектировании вновь возводимых, реконструируемых, капитально ремонтируемых и модернизируемых энергоэффективных жилых, общественных и административно-бытовых 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» и постановления Правительства РФ, определение показателя тепловой энергетической эффективности 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 – 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.

В разработке настоящего стандарта принимали участие: кандидат технических

наук *В. И. Ливчак* (НП «АВОК») – руководитель разработки и ответственный исполнитель; доктор технических наук *Ю. А. Табуницыков* (НП «АВОК»); кандидат технических наук *М. М. Бродач* (МАрхИ); кандидат технических наук *Ю.В. Миллер*.

Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения. Энергетический паспорт зданий. Примеры расчета энергоэффективности проекта зданий.

1 Область применения

1.1 Настоящий документ устанавливает порядок расчета показателей энергетической эффективности при проектировании и эксплуатации жилых и общественных зданий, приводятся методики определения ожидаемых годовых расходов тепловой, электрической энергии и ресурсов на их отопление и охлаждение, на потребление горячей воды и электроэнергии на искусственное освещение и включенные электроприборы и оборудование в квартирах и местах общего пользования для установления соответствия их требуемому классу энергетической эффективности.

1.2 Требования настоящего документа распространяются на отапливаемые жилые и общественные здания общей площадью более 50 м² с расчетной температурой внутреннего воздуха в них выше 12 °С, независимо от высоты здания с нормируемой температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха (далее – здание), а также группы смежных помещений с температурой воздуха в них выше 12 °С, в зданиях с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°С и ниже (например, мойка или помещения сервисного обслуживания с температурой воздуха в них выше 12°С, расположенных в гаражах-автостоянках с расчетной температурой воздуха ниже 12°С).

1.3 Настоящий документ предназначен для применения при проектировании, эксплуатации, реконструкции и сертификации отдельно стоящих зданий, расположенных в любом регионе России. Он необходим при энергетическом обследовании для оценки класса энергоэффективности здания, установления потенциала энергосбережения и приоритетности энергосберегающих мероприятий и заканчивается составлением энергетического паспорта здания, отражающего объемно - планировочные и компоновочные показатели здания; расчетные энергетические показатели здания, в том числе теплотехнические и энергетические показатели; сопоставление с нормативными требованиями и рекомендации по повышению энергетической эффективности здания.

1.4 При частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) требования настоящего документа допускается распространять на изменяемую часть, если ее площадь не превышает 20% площади всего здания. При большей площади реконструкции требования настоящего документа следует распространять на здание целиком.

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 проекта здания составлять не следует.

1.6. При реконструкции зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, применение настоящего стандарта необходимо согласовывать с соответствующими органами в каждом конкретном случае.

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

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

- ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Общие положения
- ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения
- ГОСТ Р 54860-2011 Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения
- ГОСТ Р 54862-2011 Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания
- ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- ГОСТ 31168-2003 Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление
- ГОСТ 31427-2010 Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности
- ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*
- СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87
- СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
- СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
- СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003
- СП 55.13330.2011 Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001
- СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001
- СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
- СП 118.13330.2011 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009
- СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003
- СП 131.13330.2011 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*
- СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий
- СП 31-103-2003 Проектирование жилых и общественных зданий
- СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий
- СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов
- СП (EN ISO 13790:2008) Энергетическая эффективность зданий. Расчет

потребления тепловой энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения (проект)

СП (EN 15217:2007) Энергетическая эффективность зданий. Метод выражения энергопотребления и классы энергетической эффективности зданий (проект)

СанПиН 2.1.2.2645–10 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.

СанПиН 2.1.4.2496–09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»;

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

МГСН 2.01–99 Энергосбережение в зданиях. Нормы тепловодоснабжения

МГСН 4.19–2005 Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или 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 стандартом 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.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51387, ГОСТ Р 53905, ГОСТ Р 54860, ГОСТ Р 54862, ГОСТ 31168, ГОСТ 31427, СП 50.13330, СП 60.13330, СП 118.13330, СП 23-101, СП (EN ISO 13790:2008), СП (EN 15603:2008).

Отдельные термины, касающиеся показателей энергоэффективности зданий, заменяющие приведенные в СП 50.13330 в связи с тем, что согласно постановлению Правительства РФ от 28 мая 2021 года № 815 из этого СП исключен как обязательный раздел 10 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий», характеризующий показатели энергетической эффективности зданий, но не позволяющий правильно оценить их энергоэффективность.

3.1 тепловая энергетическая эффективность здания: показатель минимального теплопотребления зданием, обеспечиваемое нормативные параметры внутреннего воздуха по температуре и воздухообмену в отапливаемых помещениях, характеризуемый удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за нормализованный отопительный период.

3.2 удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания: количество тепловой энергии, необходимое для поддержания в здании нормируемых по соответствующим сводам правил в зависимости от назначения здания температуры и воздухообмена за отопительный период, отнесенное к единице **общей** площади квартир или полезной площади помещений общественного здания, или объему этих помещений при высоте этажа от пола до потолка более 3,6 м.

3.3 нормализованный отопительный период: расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха ниже установленной температуры начала/окончания отопительного периода, принимаемой по СП 124.13330.

3.4 градусо-сутки отопительного периода (ГСОП): показатель равный произведению разности расчетной температуры внутреннего воздуха в помещении, принимаемой по соответствующим сводам правил в зависимости от назначения здания, и средней температуры наружного воздуха за расчетный отопительный период на продолжительность этого периода, принимаемые по СП 131.13330.

3.5 средняя температура наружного воздуха отопительного периода: температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха.

3.6 суммарное удельное годовое энергопотребление многоквартирным домом: сумма удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию (пересчитанные на нормализованный отопительный период), на горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды и квартирами, за исключением кондиционирования воздуха.

3.7 базовый уровень требований энергетической эффективности зданий: определяется нормируемым показателем удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к площади пола квартир многоквартирного дома или полезной площади пола отапливаемых помещений общественного здания относительно которого в законодательном порядке повышаются требования энергоэффективности, и по степени отклонения от которого (рассчитанного в проекте значения или фактически измеренного по результатам энергетического обследования и пересчитанного на нормализованный отопительный период) устанавливается класс энергетической эффективности запроектированного или находящегося в эксплуатации здания. Для общественных зданий и многоквартирных отдельно стоящих и блокированных домов нормируемый показатель удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, по которому устанавливается класс энергетической эффективности запроектированного или находящегося в эксплуатации здания, относится к градусо-суткам нормализованного отопительного периода региона строительства и также к полезной площади пола отапливаемых помещений здания или их объема с высотой этажа от пола до потолка более 3,3 м, Вт·ч/(м³·°С·сут). За базовый уровень энергоэффективности принимается нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за нормализованный отопительный период, указанный в таблицах 8 и 9 СНиП 23-02-2003, в котором они впервые были прописаны.

3.8 класс энергетической эффективности здания: характеристика здания, отражающая его энергетическую эффективность и определяемая величиной отклонения удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня.

4 Общие положения

4.1 Базовое и нормируемое по годам строительства годовое потребление тепловой энергии для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и электрической энергии на общедомовые нужды многоквартирных домов (МКД), в сравнении с которыми определяется энергетическая эффективность проектируемого или эксплуатируемого здания, установлено Постановлениями Правительства РФ, повторено в Приложении А настоящего документа.

4.2 Для достижения показателей энергетической эффективности зданий, нормируемых по годам строительства, должны соблюдаться в первую очередь требования к их элементам и конструкциям согласно таблице А.4, Приложения А, а также предусматривать установку оборудования, обеспечивающего в системе отопления здания поддержание устойчивого гидравлического режима работы, автоматическое регулирование подачи тепловой энергии в системы отопления и вентиляции в зависимости от изменения температуры наружного воздуха, с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления в соответствии с Приложениями Г и Д, что на 15-

40% и более увеличивает энергоэффективность зданий в эксплуатации.

4.3 Установление класса энергетической эффективности проекта жилого или общественного здания выполняется согласно нижеследующей таблице 4.1 в зависимости от величины отклонения в % рассчитанного при составлении энергетического паспорта показателя тепловой энергоэффективности, представляющего удельный (отнесенный к общей площади квартир жилого дома или полезной площади отапливаемых помещений общественного здания, либо к их отапливаемому объему при высоте этажа от пола до потолка более 3,3 м) расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период, от нормируемого базового значения, приведенного в зависимости от назначения здания и его этажности в таблицах А.1, А.2 и А.3 Приложения А.

Примечание. Общую площадь квартир определяют как сумму площадей всех отапливаемых помещений (жилых комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения бытовых и иных нужд) без учета неотапливаемых помещений (лоджий, балконов, веранд, террас, холодных кладовых и тамбуров) – из СП 54.13330, Приложение В, пункт В.2.1;

Полезная площадь общественного здания определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем отапливаемых помещений, за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов – из СП 118.13330, Приложение Г, пункт Г.2.

Класс энергетической эффективности эксплуатируемых многоквартирных домов устанавливается согласно той же таблице 4.1 по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, приведенное к нормализованному отопительному периоду, а также суммированием его с расходом на горячее водоснабжение и электрической энергии на квартиры и общедомовые нужды от базового значения, приведенного в зависимости от этажности здания в таблице А.1 Приложения А.

Таблица 4.1 – Классы энергетической эффективности жилых и общественных зданий

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
с 2050 г. А++++	Наивысший +++++	от - 90 и ниже
с 2045 г. А+++	Наивысший +++	от - 80 до - 90
с 2040 г. А++	Наивысший ++	от - 70 до - 80
с 2035 г. А+	Наивысший +	от - 60 до - 70
с 2030 г. А	Очень высокий	от - 50 до - 60
с 2027 г. В	Высокий	от - 40 до - 50
с 2025 г. С	Повышенный	от - 25 до - 40
с 2000 г. D	Нормальный	от 0 до - 25
Е	Пониженный	от + 35 до 0
F	Низкий	от + 70 до + 35
G	Очень низкий	выше +70

Примечание. Градация классов энергетической эффективности соответствует до 2025 г. сложившемуся положению, а с 2025 г. – согласно табл. 0 приложения А настоящего документа.

4.4 Классы «С» и выше присваивают при условии включения в проект следующих энергосберегающих мероприятий:

– повышение теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций здания до уровней не ниже, установленного в ППРФ, в том числе за счет улучшения

теплотехнической однородности наружных стен и применения энергоэффективных окон;

- 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 общедомовых электро- тепло- и водосчетчиков, поквартирного учета горячей и холодной воды и электроэнергии;
- 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.

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

Класс энергетической эффективности при сдаче-приемке здания в эксплуатацию устанавливают органы государственного строительного надзора на основе результатов экспертизы и инструментального контроля нормируемых энергетических показателей, в том числе удельного энергопотребления на отопление и вентиляцию в режиме автоматического регулирования подачи теплоты в эти системы, пересчитанного на нормализованный отопительный период.

4.6 Для многоквартирных домов класса **D** и **C** срок, в течение которого застройщик обеспечивает выполнение требований энергетической эффективности, должен составлять не менее пяти лет с момента ввода здания в эксплуатацию, то же для домов класса **B** и **A** – не менее 10 лет с момента ввода здания в эксплуатацию.

При этом на застройщике лежит обязанность проведения обязательного инструментального контроля нормируемых энергетических показателей здания при сдаче-приемке в эксплуатацию, а также последующего подтверждения показателей не реже, чем один раз в пять лет.

Инструментальный контроль и присвоение класса энергетической эффективности при сдаче-приемке здания в эксплуатацию осуществляется за счет средств застройщика.

4.7 Показатели суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых зданий не должны превышать установленный действующими нормативными документами базовый уровень более чем на 70%, а с 2030г. – более чем на 50%. При превышении данного порогового значения требуется капитальный ремонт, направленный на снижение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

5 Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки

В соответствии с Федеральным законом от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ..." в статье 15 Энергетическое обследование предусматривается:

2. Основными целями энергетического обследования являются:

- 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;*
- 2) определение показателей энергетической эффективности;*
- 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергоэффективности;*
- 4) разработка перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.*

7. Энергетический паспорт, составленный по результатам энергетического обследования, должен содержать информацию:

- 1) об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- 2) об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- 3) о показателях энергетической эффективности;
- 4) о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов);
- 5) о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;
- 6) о перечне мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и их стоимостной оценке.

5.1 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.

5.2 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, а также для пристроенных помещений общественного назначения, не объединенных со встроенными помещениями.

Энергетический паспорт проекта здания составляют единым для жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, полезная площадь которых составляет менее 20 % площади квартиры.

5.3 Для многофункциональных зданий (комплексов) удельные показатели энергопотребления рассчитываются для каждой функциональной зоны, отличающейся требованиями по удельному энергопотреблению, отдельно и затем суммируются для здания в целом по средневзвешенному показателю с учетом полезной площади зон.

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

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

5.6 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.

5.7 В задании на проектирование следует устанавливать класс энергетической эффективности здания в соответствии с классификацией по таблице 4.1. Присвоение на стадии проектирования класса ниже «D», а с 2023 года ниже класса «C», с 1 января 2025 года ниже класса «B» и с 1 января 2030 года ниже класса «A» не допускается.

5.8 Примеры составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного дома, общественного здания – школы и высотного многофункционального комплекса приведены в приложениях Ж, И, К.

Примечание – Примеры выполнены на нормативные требования, действующие до 2024 г.

6 Состав энергетического паспорта проекта здания

6.1 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)); строительную серию 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, кВт; установленную мощность системы приточной вентиляции, кВт; установленную тепловую мощность тепловых завес, кВт.

6.2 Условия расчетные климатические

6.2.1 Расчетную температуру наружного воздуха для проектирования отопления, вентиляции и теплозащиты в холодный период года $t_{н.р}$, °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.

6.2.2 Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период $t_{н.ср.от.н}$, °С и продолжительность отопительного периода $z_{от.н}$, 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 Приложения Н и О настоящего документа..

6.2.3 Расчетную температуру внутреннего воздуха в жилых и общественных зданиях следует принимать по ГОСТ 30494: в холодный период года и в рабочее время $t_{в}$, °С, как минимальную из оптимальных температур, в нерабочее время $t_{в.мин}$, °С, как минимальную из допустимых температур. Расчетные параметры микроклимата в отдельных помещениях принимают по таблице В.1 Приложения В.

6.2.4 Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут, определяют согласно п. 5.2 СП 50.13330 и с учетом таблицы 3.1 СП 131.13330.

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

6.2.6 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 учетом данных таблицы В.2 Приложения В для зданий высотой свыше 75 м.

6.3 Показатели геометрические

6.3.1 Площадь квартир $A_{кв}$, м², или полезная площадь отапливаемых помещений общественных зданий $A_{пол}$, 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.

6.3.2 Площадь жилых помещений $A_{ж}$, м², определяют как сумму площадей всех жилых помещений (спальни, детские, игровые, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-гостиные и пр.).

6.3.3 Расчетная площадь (общественных зданий) $A_{расч}$, м², равна полезной площади помещений здания, за исключением: коридоров, тамбуров, санузлов, кладовых, переходов и помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей. Допускается принимать для многоэтажных зданий $A_{расч} = 0,8 A_{пол}$, в случае встроенных помещений первого нежилого этажа – $A_{расч} = 0,9 A_{пол}$.

6.3.4 Отапливаемый объем помещений полезной площади для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,3 м (к таблице А.3) принимается равным произведению полезной площади помещений на высоту от пола до потолка (подшивного потолка).

6.3.5 Отапливаемый объем здания $V_{от}$, м³, принимают равным объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, исключая помещения с расчетной температурой воздуха ниже 12 °С, а также техническое подполье и неотапливаемый чердак. Используется только при определении компактности здания.

6.3.6 Показатель компактности здания $k_{комп}$ определяют по формуле

$$k_{комп} = A_{огр.сум} / V_{от} \quad (1)$$

где $A_{огр.сум}$ – суммарная площадь наружных ограждающих конструкций здания, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м²;

$V_{от}$ – отапливаемый объем, м³; принимают по п. 6.3.5.

Показатель компактности здания $k_{комп}$ для жилых зданий 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 зданий;
- 0,9 для двухэтажных и одноэтажных зданий с мансардой;
- 1,1 для одноэтажных зданий.

6.3.7 Коэффициент остекленности фасада здания f определяют как отношение площадей световых проемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая световые проемы. Для МКД и общественных зданий исключая ЛЛУ.

6.3.8 При определении суммарной площади наружных ограждающих конструкций здания $A_{огр.сум}$, м², учитывают площади покрытия (перекрытия) верхнего этажа и

перекрытия пола нижнего отапливаемого помещения (цокольное перекрытие), площади отапливаемой части фасадов, включая каждую наружную ограждающую конструкцию.

6.4 Показатели теплотехнические, теплоэнергетические и энергетической эффективности

Расчеты показателей теплотехнических, теплоэнергетических и энергетической эффективности, а также нагрузки энергетические и ресурсные, расходов энергии и ресурсов годовые, которые также заносят в энергетический паспорт проекта здания, приводятся в разделах 7–14 настоящего документа.

6.5 Пояснительная записка

Энергетический паспорт проекта здания сопровождаются 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 В.3 Приложения В настоящего документа;

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

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

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

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

В пояснительной записке для исключения перегрева зданий в процессе эксплуатации должны быть рассчитаны температурные графики подачи теплоты на отопление с учетом всех составляющих теплового баланса здания и выявленного запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, определенные по методикам, изложенным в приложениях Г и Д.

7 Расчет теплотерь через наружные ограждения зданий

7.1 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений $R_{o.np}$, в том числе стен (раздельно по типу конструкций) $R_{o.ст.np}$, окон и балконных дверей $R_{o.ок.1.np}$, витражей $R_{o.ок.2.np}$, фонарей $R_{o.ок.3.np}$, окон лестнично-лифтовых узлов $R_{o.ок.ЛЛУ.np}$, балконных дверей наружных переходов $R_{o.б.дв.ЛЛУ.np}$, входных дверей и ворот (раздельно) $R_{o.вх.дв.np}$, покрытий (совмещенных) $R_{o.локр.np}$, чердачных перекрытий $R_{o.пер.ч.np}$, перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами или подпольями $R_{o.пер.п.np}$, перекрытий над проездами или под эркерами $R_{o.пер.пр.np}$, стен в земле и пола по грунту (раздельно) $R_{o.зр.np}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, определяют согласно требованиям СП 50.13330, СП 23-101 и настоящего документа.

Расчет сопротивления теплопередаче каждой конкретной конструкции приводят в пояснительной записке к энергетическому паспорту проекта здания в соответствии с формулой

$$R_{o.np} = r \cdot (1/\alpha_в + \sum \delta/\lambda_B + 1/\alpha_n) \quad (2)$$

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

$\alpha_в$, α_n – коэффициент теплообмена, соответственно тепловосприятия или теплоотдачи, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$, принимают по СП 50.13330;

δ – толщина слоя конструкции, м;

λ_B – коэффициент теплопроводности материала ограждающей конструкции, $Вт/(м \cdot ^\circ C)$, принимают по СП 23-101.

Если расчет выполняется, как фрагмент теплозащитной оболочки здания с учетом линейных и точечных теплопроводных включений следует пользоваться приложением Е СП 50.13330.

7.2 Минимально допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть не ниже значений, установленных в табл. А.4, с учетом года строительства и ограничения по температурному перепаду Δt_n между температурой внутреннего воздуха и средней температурой внутренней поверхности согласно 7.6 и 7.7.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o.np}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, для внутренних ограждений, разделяющих помещения с разностью температуры $6 \text{ } ^\circ C$ и более, должно быть не менее нормируемых значений для непрозрачных конструкций, приведенных в табл. А.4; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий технических подполий с температурой воздуха в них t_c большей t_n^p , но меньшей $t_в$, полученные значения следует делить на коэффициент n , определяемый по формуле

$$n = (t_в - t_{см}) / (t_в - t_n^p), \quad (3)$$

где $t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты и отопления, $^\circ C$; принимают по п. 6.2.3;

$t_{см}$ – температура внутреннего воздуха в смежном помещении, $^\circ C$;

t_n^p – расчетная температура наружного воздуха для расчета теплозащиты зданий и

их систем отопления в холодный период года, °С, принимают по п. 6.2.1;

7.3 Приведенное сопротивление теплопередаче несветопрозрачной конструкции балконных дверей квартир должно быть в 1,5 раза выше, чем светопрозрачной.

7.4 Для окон и балконных дверей наружных переходов лестнично-лифтового узла сопротивление теплопередаче $R_{o.ок.ЛЛУ}$ следует принимать не менее указанных в таблице 3 СП 50.13330 с учетом расчетной температуры воздуха в ЛЛУ.

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

– 0,55 м²·°С/Вт для входных дверей в квартиры, расположенные выше первого этажа;

– 1,2 м²·°С/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 м²·°С/Вт для входных дверей в многоквартирные здания независимо от их назначения.

7.6 При расчете приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{o.пр}$ 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 п. 7.7 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 таблице В.3 Приложения В.

7.7 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 В.1 Приложения В; для конструкций, граничащих с лестничной клеткой, – не ниже 7 °С при расчетной температуре внутреннего воздуха 16 °С и относительной влажности 55 %. Температура внутренней поверхности вертикального остекления должна быть не ниже 3 °С при расчетных условиях.

7.8 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций зданий должна быть не более нормируемых значений G_u , указанных в СП 50.13330.

7.9 Нормируемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением светопрозрачных, R_a , м²·ч·Па/кг, следует определять согласно СП 50.13330 и СП 23-101 с учетом высоты здания.

7.10 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.

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

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

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

$$K_{тр.}^{np} = (n_{t,i} A_{ст} / R_{o,ст}^{np} + n_{t,i} A_{ок} / R_{o,ок}^{np} + n_{t,i} A_{дв} / R_{o,дв}^{np} + n_{t,i} A_{покр} / R_{o,покр}^{np} + n_{t,i} A_{черд} / R_{o,черд}^{np} + n_{t,i} A_{цок} / R_{o,цок}^{np} + n_{t,i} A_{пр} / R_{o,пр}^{np}) / A_{огр.сум}^{сум} \quad (4)$$

где $n_{t,i}$ – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, уменьшающий разность температуры для наружных ограждающих конструкций здания, не сообщающихся с наружным воздухом; для наружных стен, покрытий и перекрытий, сообщающихся с наружным воздухом $n_{t,i} = 1$; для чердачных перекрытий холодных чердаков и перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом $n_{t,i} = 0,9$; для чердачных перекрытий «теплых» чердаков и цокольных перекрытий технических подполий и подвалов с разводкой в них трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения принимают по СП 60.13330;

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

$A_{ок}, R_{o,ок}^{np}$ – то же заполнения световых проемов (окон, витражей, фонарей);

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

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

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

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

$A_{пр}, R_{o,пр}^{np}$ – то же перекрытий над проездами и под эркерами;

$A_{огр.сум}$ – сумма площадей всех наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания, м².

При проектировании отапливаемых подвалов, заглубленных в землю, вместо $A_{цок}$ и $R_{o,цок}$ перекрытий над цокольным этажом в формулу (4) подставляют 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 $R_{o,цок}$; при этом $n_{t,i}$ принимают равным единице. В случае подземных автостоянок отапливаемый объем ограничивают перекрытием над автостоянкой, которое следует относить к перекрытиям над цокольным этажом.

7.14 При делении здания на зоны с различным температурным режимом в них приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания в целом по зданию $K_{тр.}^{np}$, Вт/(м²·°С), определяют по формуле

$$K_{тр.}^{np} = \sum K_{тр.i}^{np} \cdot A_{огр.сум.i} \cdot (t_{e,i} - t_{i}^p) / (t_e - t_i^p) / \sum A_{огр.сум.i} \quad (5)$$

где $K_{тр.i}^{np}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждения i -го объемно-планировочного элемента здания, Вт/(м²·°С);

$A_{огр.сум.i}$ – то же, что в формуле (1);

$t_{в,i}$ – температура внутреннего воздуха i -го элемента здания, °С;

$t_{в}, t_{в}^P$ – то же, что в формуле (3).

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

$$K_{вент./инф.ж.}^{усл.} = 0,28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_{в} + G_{инф} \cdot k_{ок}) \cdot c_a / A_{огр.сум} \quad (6)$$

где $L_{вент}$ – расход наружного приточного воздуха для вентиляции, м³/ч, поступающего через специальные воздухопропускные клапаны в наружных ограждениях, неплотности в них или путем открывания окон; принимают 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: $L_{вент} = 30 \cdot A_{кв}/20$ или $L_{вент} = 0,35 \cdot A_{кв} \cdot h$, здесь $A_{кв}$ – общая площадь квартиры без летних помещений, м²; h – высота этажа от пола до потолка, м;

– при заселенности менее 20 м² общей площади квартир на человека по норме 3 м³/ч на 1 м² жилой площади квартир: $L_{вент} = 3 \cdot A_{ж}$;

$\rho_{в}$ – плотность воздуха, кг/м³, при расчетной температуре внутреннего воздуха $t_{в} = 20$ °С; принимают по формуле: $\rho_{в} = 353/(273 + t_{в}) = 1,2$ кг/м³ (7)

$G_{инф}$ – расход инфильтрующегося наружного воздуха, кг/ч, через воздухопроницаемый элемент лестничной клетки многоквартирного здания (окно, витраж, балконная дверь наружных пожарных переходов, входная дверь); принимают согласно п. 7.16.

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

- 0,7 – для окон и балконных дверей с тройными отдельными переплетами;
- 0,8 – для окон и балконных дверей с двойными отдельными переплетами;
- 0,9 – для окон и балконных дверей со спаренными переплетами;
- 1,0 – для окон и балконных дверей с одинарными переплетами;

c_a – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С); принимают $c_a = 1,0$ кДж/(кг·°С);

$A_{огр.сум}$ – то же, что и в формуле (4).

7.16 Расход инфильтрующегося воздуха $G_{инф}$, кг/ч, через воздухопроницаемый элемент здания (окно, витраж, дверь) рассчитывают по формулам (8) и (9):

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

$$G_{инф} = (A_{ок}/R_{инф.ок}) \cdot (\Delta P/\Delta P_o)^{2/3}; \quad (8)$$

– через входные двери и ворота:

$$G_{инф} = (A_{дв}/R_{инф.дв}) \cdot (\Delta P/\Delta P_o)^{1/2}, \quad (9)$$

где $A_{ок}$; $A_{дв}$ – площадь окон, витражей и входной двери, ворот, м²;

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

- 0,47 м²·ч/кг – для одинарной двери;
- 0,7 м²·ч/кг – для двойных дверей с тамбуром;
- 0,85 м²·ч/кг – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними.

$R_{инф.вх.дв}$ – сопротивление воздухопроницанию входных дверей или ворот, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$; принимают при $\Delta P_o = 10 \text{ Па}$:

- $0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ – для входов в жилые здания, предприятия торговли и др. объекты с массовым проходом людей;
- $0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ – для жилых зданий повышенной комфортности;
- $0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ – для вращающихся дверей с тремя перегородками;
- $0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ – для вращающихся дверей с четырьмя перегородками;

ΔP – расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па. При расчете инфильтрации на здание в целом допускается принимать расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей ЛЛЖ жилого здания и окон и витражей общественного здания по формуле

$$\Delta P_{ок.и б.дв.} = 0,28 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2, \quad (10)$$

где H – высота здания от отметки пола нижнего входа в здание до верха вытяжной шахты или выбросной решетки на фасаде здания (при выбросе удаляемого воздуха в плоскости фасада), м;

γ_n, γ_v – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н} / \text{м}^3$; принимают по формулам

$$\gamma_n = 3463 / (273 + t_n), \quad (11)$$

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v), \quad (12)$$

v – скорость ветра, м/с, на уровне середины здания (зоны, при разбивке на пожарные отсеки); принимают по п. 6.2.6 настоящего документа.

Расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных дверей и окон встроенного 1-го нежилого этажа многоквартирного здания $\Delta P_{вх.дв.}$, Па, определяют по формуле

$$\Delta P_{вх.дв.} = 0,55 \cdot (H - h) \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2, \quad (13)$$

где H, γ_n, γ_v, v – то же, что в формуле (10);

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

7.17 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 воздуха в пределах каждой зоны через решетки в стене, расположенные на последнем этаже зоны. При таком решении расход инфильтрующегося воздуха $G_{инф}$, кг/ч, определяют отдельно для каждой зоны по формулам (8) и (10) 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 В.2 Приложения В.

7.18 Во встроенно-пристроенных к жилому зданию помещениях общественного назначения расход 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 (13) на уровне встроенного этажа, полагая, что все помещения находятся с наветренной стороны.

8 Расчет расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период жилых зданий с естественной системой приточной вентиляции

8.1 Расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период при непрерывном режиме работы отопления $Q_{от+вент.}^{год.расч}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{от+вент.}^{год.расч} = [Q_{огр.}^{год} + Q_{инф/вент.}^{год} - (Q_{быт.}^{год} + Q_{инс.}^{год}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_{mn}, \quad (14)$$

где $Q_{огр.}^{год}$ – трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, кВт·ч; принимают по п. 8.2;

$Q_{инф/вент.}^{год}$ – теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период, кВт·ч; принимают по п. 8.3;

$Q_{быт.}^{год}$ – бытовые (технологические) тепловыделения за отопительный период, кВт·ч; принимают по п. 8.5;

$Q_{инс.}^{год}$ – теплопоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации за отопительный период, кВт·ч; принимают по п. 8.6;

v – коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями; принимают:

– 0,8 – при ГСОП = 5000 °С·сут;

– 0,9 – при ГСОП = 9000 °С·сут;

– 0,7 – при ГСОП = 1000 °С·сут.;

– для других значений ГСОП – интерполяцией;

ζ – коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления; принимают:

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

– 0,95 – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

– 0,90 – 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;

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

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

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

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

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета потребленной тепловой энергии; из-за отсутствия статистических данных принимают $\xi = 0,1$ для центральных систем отопления с измерением теплоотдачи на отопительном приборе или на стояке; $\xi = 0,15$ для квартирных систем отопления с измерением теплосчетчиком в целом на квартиру; $\xi = 0$ для общественных зданий;

β_{mn} – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопле-

ния, 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 воздуховодов, проложенных в неотапливаемых помещениях; принимают:

- 1,13 – для многосекционных и других протяженных зданий с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем;
- 1,1 – для зданий башенного типа также с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем;
- 1,07 – для жилых зданий с отапливаемыми подвалами или отапливаемыми чердаками;
- 1,05 – для жилых зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты;
- $\beta_{тп.возд} = 1,1$ – коэффициент, учитывающий теплопотери воздуховодов, проложенных в неотапливаемых помещениях.

Примечание. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) в течение отопительного периода общественного здания при периодическом режиме эксплуатации следует определять по Приложению **Н и О**.

8.2 Трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, $Q_{огр.год}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{огр.год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр.пр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум}, \quad (15)$$

где $K_{тр.пр}$ – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°С); принимают по формуле (4);

$ГСОП$ – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, принимать по формуле (5.2) СП 50.13330 с учетом табл.3.1 СП 131.13330;

$A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (4).

8.3 Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период $Q_{инф/вент.год}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{инф/вент.год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{вент./инф.усл} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум}, \quad (16)$$

где $K_{вент./инф.усл}$ – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, Вт/(м²·°С); принимают в зависимости от назначения здания по формулам (6) или (17);

$ГСОП$; $A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (15).

8.4 При оценке энергоэффективности общественных зданий условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции, рассчитывается на все здание целиком 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 под действием расчетной разности давлений наружного и внутреннего воздуха при выключенной вентиляции, $K_{вент./инф.общ.усл}$, Вт/(м²·°С):

$$K_{вент./инф.общ.усл} = 0,28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_v \cdot n_{вент} + G_{инф} \cdot k_{ок} \cdot n_{инф}) \cdot c_a / (24 \cdot A_{огр.сум}), \quad (17)$$

где $L_{вент}$ – расход наружного приточного воздуха, м³/ч, подаваемого для вентиляции помещений общественных и административных зданий, в зависимости от назначения здания принимают условно по табл. В.2 Приложения В для основных помещений рассматриваемого здания: для общественных и административных зданий, офисов, $L_{вент} =$

2,6 $A_{пол}$ (где $A_{пол}$ – полезная площадь здания, м², в отличие от табл. В.2, в которой расчет воздухообмена приводится для отдельных помещений и поэтому применяется расчетная площадь этих помещений, при оценке энергоэффективности здания в целом, кроме помещений, относящихся к расчетной площади здания, имеются вспомогательные помещения, которые также вентилируются, поэтому в расчетах используется полезная площадь по СП 118.13330); для торгово-бытовых зданий, лечебно-профилактических учреждений, спортивных сооружений $L_{вент} = 5A_{пол}$; для школ и учебных заведений $L_{вент} = 8A_{пол}$; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, предприятий общественного питания, вокзалов $L_{вент} = 12A_{пол}$;

$\rho_v, G_{инф}, k, c_a$ – то же, что в формуле (6);

$A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (4);

$n_{вент}$ – рабочее время использования помещения в сутки (среднемесячное), ч, по таблице В.4 Приложения В настоящего документа это τ ;

$n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в сутки (среднемесячное), ч; для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и в лестничных клетках жилого здания $n_{инф} = 24$; для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время работы приточной механической вентиляции, $n_{инф} = 24 - n_{вент}$.

8.5 Бытовые (технологические) тепловыделения за отопительный период $Q_{быт.год}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{быт.год} = q_{быт} \cdot \tau \cdot z_{от.п} \cdot A_{ж/общ} \cdot 10^{-3}, \quad (18)$$

где $q_{быт}$ – удельная величина бытовых (внутренних) тепловыделений за средний час суток рабочего времени в отопительном периоде, отнесенная к м² жилой площади для жилых зданий или к м² полезной площади помещений для общественных зданий, Вт/м²; принимают по таблице В.4 Приложения В, по которой для общественных зданий удельные расчетные внутренние теплопритоки в зависимости от заселенности полезной площади помещений на одного работника (интерполируя величины K_{qE} и q_E) составят: $q_{быт.оф} = (Q_p/A_{пол}) \cdot \tau_{мет} / \tau + K_{qE} \cdot (q_E \cdot f_E) \cdot 10^3 / (\tau \cdot 365)$. Например, для офисов с заселенностью 10 м² полезной площади на человека: $q_{быт.оф} = (80/10) \cdot 6/6 + 1,09 \cdot (31,3 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 22,02$ Вт/м², где $K_{qE.оф} = 1,09$ – коэффициент, повышающий удельное годовое электропотребление за отопительный период по отношению к годовому значению (для жилых зданий $K_{qE.ж} = 1,25$).

Для многоквартирных домов рекомендуется принимать в зависимости от расчетной заселенности квартир – $A_{кв}/n$ (где $A_{кв}$ – площадь квартир, n – количество жителей в доме) по формуле: $q_{быт} = 17 - (A_{кв}/n - 20) \cdot 7/25$;

τ – рабочее время использования помещения (среднемесячное), ч, по таблице В.4;

$z_{от.п}$ – продолжительность отопительного периода, сут; принимают согласно формулы (5.2) СП 50.13330 и табл. 3.1 СП 131.13330;

$A_{ж/общ}$ – жилая площадь квартир, $A_{ж}$, м², или полезная площадь отапливаемых помещений общественного здания, $A_{общ}$, м².

Примечание. К жилым помещениям относятся спальни, детские, игровые, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые. К нежилым помещениям относятся кухни, ванные комнаты, душевые, санузлы, гардеробные, постирочные, кладовые, холлы и коридоры.

Полезная площадь общественного здания определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем отапливаемых помещений, за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц, технических этажей, пандусов и автостоянок (СП 118.13330, Приложение Г, пункт Г.2).

8.6 Теплопоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации в течение отопительного периода $Q_{инс.год}$, кВт·ч, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям (возможно и по восьми румбам), определяют по формуле

$$Q_{инс}^{зод} = [\tau_{лок} \tau_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1фон} \tau_{2фон} A_{фон} I_{гор}], \quad (19)$$

где $\tau_{лок}$, $\tau_{1фон}$ – коэффициенты затенения непрозрачными элементами соответственно окон и зенитных фонарей; принимают по данным производителя; при отсутствии данных допускается принимать по таблице В.3 Приложения В;

$\tau_{2ок}$, $\tau_{2фон}$ – коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации для светопрозрачных заполнений соответственно окон и зенитных фонарей; принимают по данным производителя; при отсутствии данных допускается принимать по таблице В.3;

Примечание – Мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 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 лестнично-лифтовых узлов, 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, $кВт \cdot ч / m^2$; принимают 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, $кВт \cdot ч / m^2$; принимают по СП 23-101.

9 Расчет тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию на здание в целом

9.1 Общая формула определения требуемой мощности системы отопления зданий $Q_{ом.р.мп}$, кВт:

$$Q_{ом.р.мп} = (Q_{огр.р} + Q_{инф/вент.р} - Q_{быт.р}) \cdot \beta_{тп} \cdot 10^{-3}, \quad (20)$$

где $Q_{огр.р}$ – расчетный расход теплоты на компенсацию трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждение оболочки здания, Вт, принимают по п. 9.3;

$Q_{инф/вент.р}$ – расчетный расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего за счет инфильтрации и вентиляции, Вт, принимают по п. 9.4;

$Q_{быт.р}$ – бытовые (технологические) тепловыделения в квартирах, либо в рабочих помещениях общественных зданий, Вт, принимают по п. 9.5;

$\beta_{тп}$ – то же, что в формуле (14).

9.2 Требуемая мощность системы отопления $Q_{ом.р.мп}$ может отличаться от установленной мощности из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания $Q_{ом.р.нр}$, приведенной в энергетическом паспорте проекта здания в разделе «Общая информация», не более чем на 8 % (допускаемая точность измерения потребленного количества теплоты теплосчетчиком $\pm 4\%$). В противном случае обе величины следует уточнить. Если система отопления запроектирована с запасом более 8 % к требуемой мощности $Q_{ом.р.мп}$, необходимо пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, и режим регулирования подачи теплоты в соответствии с методиками, изложенными в Приложениях Г и Д.

Примечание. Установленная мощность (тепловая нагрузка) в разделе ОВ проекта здания определяется по Приложению А СП 60.13330.2020. Поскольку в этом СП методика расчета тепловых нагрузок на системы отопления и вентиляции приведена без учета добавочных и дополнительных теплопотерь, а также без учета значений удельных бытовых теплопоступлений в жилых домах и внутренних (технологических) теплопоступлений в общественных зданиях в нее следует внести следующие изменения:

- в пункте А.2 Приложения вместо п.5 Примечания написать:

5 При расчете трансмиссионных теплопотерь учесть добавочные теплопотери, задаваемые в долях единицы, для угловых нежилых помещений, имеющих две и более наружных стен, добавку

в размене $\beta_{\text{доб.уг}} = 0,05$ к основным теплопотерям вертикальных наружных ограждений этого помещения в качестве множителя к формулам А.2 и А.3 в виде: « $\cdot(1 + \beta_{\text{доб}})$ ». В угловых жилых помещениях данную добавку не вводят, а расчетную температуру внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$ принимают на 2°C выше.

6. Добавку к трансмиссионным теплопотерям на ориентацию наружных ограждающих конструкций по сторонам света принимают для всех наружных вертикальных ограждений или проекций на вертикаль наружных наклонных ограждений. Величины добавок равны: для северной, северо-восточной, северо-западной, восточной ориентаций $\beta_{\text{доб.ор}} = 0,1$; для юго-восточной и западной ориентаций $\beta_{\text{доб.ор}} = 0,05$; для южной и юго-западной ориентаций $\beta_{\text{доб.ор}} = 0$; в типовых проектах во всех жилых помещениях добавки принимают в размере $\beta_{\text{доб.тип.ж}} = 0,13$, в нежилых – $\beta_{\text{доб.тип.н/ж}} = 0,08$ при одной наружной стене и $\beta_{\text{доб.тип.н/ж.уг.}} = 0,13$ при двух и более наружных стен к основным теплопотерям вертикальных ограждений рассматриваемого помещения.

- в пункте А.4 Приложения после слов «... по норме подачи воздуха на человека» вставить: «в соответствие с табл. В.2 Приложения В Минимальные нормы воздухообмена в основных помещениях общественных зданий различного назначения, исключая медицинские учреждения, из ASHRAE 62.1-2016, гармонизированные к российским нормам плотности размещения работающих или учащихся в этих помещениях», далее по тексту. Таблица А.1 – то же, что табл. В.12 в Приложении В к настоящему документу.

- в Приложение А добавить следующие пункты:

А.7 Бытовые тепловые поступления в n -ом помещении жилого или общественного здания $Q_{\text{быт.л}}$, Вт, следует определять по формуле:

$$Q_{\text{быт.л}} = q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{ж/пол}}, \quad (\text{А.12})$$

Обозначения и пояснения – то же, что в п. 8.5 настоящего документа.

А.8 При расчете теплопотерь отдельных помещений квартиры с естественной приточной вентиляцией, из расхода теплоты на нагревание наружного воздуха в целом на квартиру сначала вычитается величина бытовых тепловыделений в квартире, и оставшаяся разница распределяется пропорционально площади комнат квартиры, имеющих окна или воздухопропускные клапаны в стенах (кроме жилых комнат, это могут быть кухни, ванные комнаты с окном) по формуле:

$$Q_{(\text{вент.} - \text{быт}) \text{ком.}i} = (Q_{\text{вент. кварт.}} - Q_{\text{быт кварт.}}) \cdot A_{\text{ком.}i} / \Sigma A_{\text{комнат с окном}} \quad (\text{А.13})$$

где $Q_{(\text{вент.} - \text{быт}) \text{ком.}i}$ – расход теплоты на нагревание наружного воздуха в i -той комнате за вычетом бытовых, внутренних теплопоступлений, условно приходящихся на эту комнату, Вт;

$Q_{\text{вент. кварт.}}$ – расход теплоты на нагревание наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена в квартире, Вт;

$Q_{\text{быт. кварт.}}$ – бытовые (внутренние) теплопоступления в квартиру, Вт;

$A_{\text{ком.}i}$ – площадь пола рассчитываемой комнаты, м²;

$\Sigma A_{\text{комнат с окном}}$ – сумма площадей всех комнат квартиры, имеющих окна или воздухопропускные клапаны наружного воздуха, м².

Расчетные теплопотери каждой комнаты в квартире с естественным притоком для определения площади нагрева отопительных приборов $Q_{\text{тп.ком.}P}$, Вт, следует находить суммированием теплопотерь, полученных по формуле (А.13), и трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения по пункту А.2, с учетом дополнительных потерь, связанных с подбором отопительных приборов, по следующей формуле:

$$Q_{\text{тп.ком.ж.}P} = (Q_{(\text{вент.} - \text{быт})} + Q_{\text{тр}}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (\text{А.14})$$

Для общественных зданий расчетные теплопотери каждого отапливаемого помещения с естественным притоком, где постоянно находятся люди, для определения площади нагрева отопительных приборов $Q_{\text{тп.пом.н/ж.}P}$, Вт, следует находить по формуле:

$$Q_{\text{тп.пом.н/ж.}P} = (Q_{\text{тр}} + Q_{\text{вент}} - Q_{\text{быт}}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (\text{А.14а})$$

где $Q_{(\text{вент.} - \text{быт})}$ – то же, что в формуле (А.13), Вт;

$Q_{\text{тр}}$ – то же, что в формулах пункта А.2 для той же комнаты или помещения, Вт;

$Q_{\text{вент}}$ – то же, что в формуле (А.5) пункта А.3, Вт;

$Q_{\text{быт}}$ – то же, что в формуле (А.12), Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений; принимается по табл. А.3;

Таблица А.3 — Значение коэффициента β_1

	Коэффициент β_1 при установке приборов
--	--

Отопительный прибор	у наружной стены, в т.ч. под световым проемом	у остекления светового проема
Радиаторы		
- чугунный секционный	1,02	1,07
- стальной панельный	1,04	1,10
Конвекторы		
- с кожухом	1,02	1,05
- без кожуха	1,03	1,07

β_2 – коэффициент запаса в поверхности нагрева отопительных приборов на возможность компенсации теплопотерь через внутренние ограждения смежных помещений, в которых термостаты выставлены на режим сниженного отопления (как правило, $\beta_2 = 1,0 \div 1,15$), а также – на прогрев помещений для «сушки» стен в первый год эксплуатации дома после окончания строительства.

А.9 Расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла (ЛЛУ) в жилом или общественном здании для определения площади нагрева отопительных приборов $Q_{mn.ЛЛУ}^p$, Вт, следует определять суммированием трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения по пункту А.2 и расхода теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха по пункту А.5, включая добавки на врывание холодного воздуха через наружные двери в здание, не оборудованные воздушно-тепловой завесой. При их кратковременном открывании добавка принимается к основным теплопотерям дверей.

В здании высотой Н эта добавка равна: $\beta_{дв} = 0,2Н$ – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними, $\beta_{дв} = 0,27Н$ – для двойных дверей с тамбуром между ними, $\beta_{дв} = 0,34Н$ – для двойных дверей без тамбура, $\beta_{дв} = 0,42Н$ – для одинарных дверей. Вращающиеся двери при определении надбавок на врывание холодного воздуха рассматриваются как двойные без тамбура. Наружные ворота при отсутствии тамбура и воздушно-тепловых завес рассчитывают с добавкой $\beta_{дв} = 3$, при наличии тамбура у ворот – $\beta_{дв} = 1$. Указанные добавки не учитываются для входных дверей в квартиры инвалидов и встроенных в первые этажи нежилых помещений без конкретной технологии, летних, запасных наружных дверей и ворот, а также дверей и ворот, оборудованных воздушными завесами, через которые учитывается только инфильтрация.

А.10 Расчетная нагрузка на систему водяного отопления многоквартирного дома (МКД) и общественного здания с естественным притоком наружного воздуха для вентиляции отапливаемых помещений $Q_{от.р.нр}$, кВт, складывается из расчетных теплопотерь всех отапливаемых помещений квартир и общественных зданий, включая дополнительные потери, связанные с округлением сверх расчетной величины площади нагрева отопительных приборов, выражаемые коэффициентом β_3 , а также расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла $Q_{mn.ЛЛУ}^p$ Вт, и потери тепла трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях (техподполье, «теплый» чердак и т.д.) $Q_{mn.мр}$, Вт, следует определять по формулам:

$$Q_{от.р.нр} = [(\Sigma Q_{mn.ном.}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_3 + Q_{mn.ЛЛУ} + Q_{mn.мр}] \cdot 10^{-3} \quad (A.15)$$

$$\text{или } Q_{от.р.нр} = [(\Sigma Q_{mn.ном.}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_3 + Q_{mn.ЛЛУ}] \cdot \beta_4 \cdot 10^{-3} \quad (A.15a)$$

где $\Sigma Q_{mn.ном.}$ – сумма расчетных теплопотерь всех отапливаемых помещений, Вт;

β_1 – то же, что в формуле (А.14);

β_3 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, принимается по табл. А.4 при отсутствии термостатов на отопительных приборах; при их наличии $\beta_3=1$;

Таблица А.4

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, кВт	Коэффициент β_3
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04
0,21	1,06
0,24	1,08
0,3	1,13

Примечание. Для отопительных приборов помещения с номинальным тепловым потоком более 2,3 кВт следует принимать вместо β_3 коэффициент $\beta_3^* = 0,5 \cdot (1 + \beta_3)$.

$Q_{mn.ЛЛУ}$ – расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла, Вт, принимать по А.9;

$Q_{тн.пр}$ – дополнительные потери теплоты при остывании теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых частях здания от места установки домового узла учета тепловой энергии, Вт, следует определять расчетом. Для оценочных расчетов допускается принимать $Q_{тн.пр}$ в виде дополнительного коэффициента к расчетному расходу теплоты на отопление для односекционного здания $\beta_4 = 1,05$ и для многосекционного здания $\beta_4 = 1,07$ (формула 15а).

9.3 Расчетные трансмиссионные теплотопотери через наружные ограждения оболочки здания $Q_{огр.р}$, кВт, определяют по формуле

$$Q_{огр.р} = K_{тр.нр} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_в - t_n^р) \cdot (1 + \beta_{доб}) \cdot 10^{-3}, \quad (21)$$

где $K_{тр.нр}$, $A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (4);

$t_в$, $t_n^р$ – то же, что в формуле (3);

$\beta_{доб}$ – добавочные теплотопотери на ориентацию наружных ограждений по сторонам света и на угловые помещения, задаваемые в долях единицы, при расчете здания в целом принимаются для жилых домов, как в типовом проектировании в размере $\beta_{доб.ж} = 0,13$, для нежилых зданий – $\beta_{доб.н/ж} = 0,1$, но не к основным теплотопотерям вертикальных ограждений, а для упрощения к суммарной их величине, что создает небольшой запас по отношению к расчету по п. 9.2.

Примечание. Поскольку за счет введения этих добавочных теплотопотерь в соответствующих помещениях устанавливаются отопительные приборы с завышенной поверхностью нагрева, при определении ожидаемого годового теплотребления добавочные теплотопотери наружных ограждающих конструкций не учитываются $\beta_{доб} = 0$.

9.4 Расчетный расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего для вентиляции в квартиры и инфильтрующегося в лестничных клетках жилых зданий, $Q_{вент./инф.ж.р}$, кВт, или за счет инфильтрации через закрытые окна и входные наружные двери в нерабочее время в общественных зданиях с механической приточной вентиляцией, $Q_{инф.общ.р}$, кВт; определяют соответственно по формулам (22) и (23):

$$Q_{вент./инф.ж.р} = K_{вент./инф.ж.усл} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_в - t_n^р) \cdot 10^{-3}; \quad (22)$$

$$Q_{инф.общ.р} = 0,28 \cdot G_{инф} \cdot k_{ок} \cdot c_a \cdot (t_в - t_n^р) \cdot 10^{-3}, \quad (23)$$

где $K_{вент./инф.ж.усл}$ – то же, что в формуле (6);

$A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (4);

$t_в$, $t_n^р$ – то же, что в формуле (21);

$G_{инф}$, $k_{ок}$, c_a – то же, что в формуле (17).

9.5 Бытовые тепловые поступления в помещении жилого или общественного здания $Q_{быт}$, кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{быт} = q_{быт} \cdot A_{ж/общ} \cdot 10^{-3}, \quad (24)$$

где $q_{быт}$ – удельная величина бытовых (внутренних) тепловыделений за средний час суток рабочего времени в отопительном периоде, отнесенная к m^2 жилой площади для жилых зданий или к m^2 полезной площади помещений для общественных зданий, Вт/ m^2 ; принимают по таблице В.4 Приложения В с учетом пояснений в п. 8.5;

$A_{ж/общ}$ – то же, что в п. 8.5.

9.6 Требуемая расчетная тепловая нагрузка на систему водяного отопления $Q_{от.р.пр}$, кВт, многоквартирного дома (МКД) и общественного здания с естественным притоком наружного воздуха для вентиляции квартир или помещений общественного назначения определяется для здания в целом по формуле (20), не суммированием теплотопотерь помещений, а как и при нахождении годового теплотребления через приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания $K_{тр.нр}$ и условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции помещений $K_{вент./инф.усл}$.

9.7 При наличии в МКД или общественных зданиях с круглосуточным режимом работы (больницы, хосписы, школы-интернаты и др.) механической приточной

вентиляцией с централизованным нагревом наружного воздуха в калориферах или секциях подогрева кондиционеров расчетные теплотери здания $Q_{mn.зд.}^P$, кВт (также как и теплотери каждого помещения для определения площади нагрева отопительных приборов с учетом дополнительных потерь, связанных с подбором отопительных приборов β_1 и β_2), следует определять вычитанием из трансмиссионных теплотерь через наружные ограждения по пункту 9.3 бытовых тепловыделений по пункту 9.5, но без учета, дополнительных потерь β_1 и β_2 (потому что β_1 включен в состав β_{mn} последующей формулы 26, а β_2 учитывается при расчете площади нагрева отопительных приборов, но не в расчетной нагрузке системы отопления) по формуле:

$$Q_{mn.зд.}^P = Q_{огр.}^P - Q_{быт.}, \quad (25)$$

где обозначения те же, что в формулах (21 и 24), а β_1 и β_2 из формулы (А.14).

9.8 Требуемая расчетная нагрузка на систему водяного отопления таких зданий с механической приточной вентиляцией, $Q_{от.}^{p.mp}$, кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{от.}^{p.mp} = (Q_{mn.зд.}^P + Q_{инф.}^{п.л.у.}^P) \cdot \beta_{mn}, \quad (26)$$

все обозначения те же, что в формулах (25, 23 и 14, где $G_{инф}$ согласно п. 7.16).

9.9 Расчетный расход теплоты на нагревание наружного воздуха в механической системе приточной вентиляции $Q_{вент.}^P$, кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{вент.}^P = 0,28 \cdot L_{вент.} \cdot \rho_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_n^P) \cdot \beta_{mn.возд} \cdot 10^{-3}, \quad (27)$$

где $L_{вент.}$ – норма расхода наружного приточного воздуха для вентиляции, м³/ч, то же, что в формуле (А.5) Приложения А СП 60.13330.2020, обозначения в п. А.3, и обеспечивается механической приточной вентиляцией или системой кондиционирования воздуха с добавлением коэффициента $\beta_{mn.возд}$, учитывающего потери теплоты при транспортировке нагретого, как правило, до расчетной температуры воздуха в помещениях, приточного воздуха по воздуховодам. В тех помещениях, где механическая приточная вентиляция отсутствует, приток осуществляется за счет инфильтрации и проветривания, и расход теплоты на нагрев поступающего наружного воздуха учитывается в теплотерях, компенсируемых системой водяного отопления и $\beta_{mn.возд} = 1$;

ρ_v, c_v – то же, что и в формуле (6);

t_v и t_n^P – то же, что и в формуле (3);

$\beta_{mn.возд}$ – коэффициент, учитывающего потери теплоты при транспортировке нагретого приточного воздуха по воздуховодам и с утечками, принимается $\beta_{mn.возд} = 1,1$.

9.10 Расчетную тепловую нагрузку на систему воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией $Q_{от.возд.}^P$, кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{от.возд.}^P = 0,28 \cdot L_{вент.} \cdot \rho_v \cdot c_v \cdot (t_{np} - t_n^P) + Q_{mn.возд.}, \quad (28)$$

где $L_{вент.}, \rho_v, c_v, t_{np}$, – то же, что в формуле (27);

t_n^P – то же, что в формуле (3);

$Q_{mn.возд.}$ – потери теплоты на остывание приточного воздуха в воздуховодах и с утечками, кВт, определяют расчетом с учетом параметров теплоизоляции этих воздуховодов и их плотности на воздухопроницание.

9.11 В системах воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией объем воздуха, нагреваемого в системе, как правило, принимается из расчета вентиляционной нормы притока наружного воздуха, а температура его нагрева, °С, в расчетных условиях определяется исходя из компенсации трансмиссионных потерь отапливаемых помещений за вычетом внутренних тепловыделений по формуле:

$$t_{np} = t_v + (Q_{огр.}^P - Q_{быт.}^P) / (0,28 \cdot 10^3 \cdot L_{вент.} \cdot \rho_v \cdot c_v), \quad (29)$$

где t_{np} – температура приточного воздуха (нагрева в калориферах), °С;

t_v – то же, что в формуле (3), °С;

$Q_{огр.}^P, Q_{быт.}^P$ – то же, что в формуле (25), кВт;

$L_{вент.}, \rho_v, c_v$ – в жилых зданиях то же, что в формуле (28); в общественных зданиях вентиляционная норма приточного наружного воздуха $L_{вент.}$, м³/ч, определяется расчетом

или по таблице В.12 в Приложении В к настоящему документу.

При этом, исходя из санитарно-гигиенических условий температура приточного воздуха, подаваемого в помещения, не должна превышать 70°C. Поэтому, там, где она превышает это значение, в формулу (29) подставляют $t_{np} = 70^\circ\text{C}$ и определяется $L_{\text{вент.тр.}}$, которое будет выше вентиляционной нормы. В многокомнатных помещениях, обслуживаемых одной установкой воздушного отопления, после нахождения по формуле (29) температуры приточного воздуха установки $t_{np.тр}$ по сумме $\Sigma(Q_{огр.р} - Q_{быт.р})$ всех помещений, в каждом отдельном помещении, задаваясь этой единой температурой $t_{np.тр.}$, пересчитывают $L_{\text{вент.тр.}}$. Затем, суммируют $L_{\text{вент.тр.}}$ по всем помещениям и, если сумма $L_{\text{вент.тр.}} \geq L_{\text{вент.}}$ отличается более чем на 10%, повторяют расчет $t_{np.тр.}$ и $L_{\text{вент.тр.}}$.

Примечание. Чтобы не увеличивать объем наружного приточного воздуха сверх вентиляционной нормы, в многоэтажных зданиях с прямоточными системами приточной вентиляции там, где величина трансмиссионных теплопотерь на единицу площади пола помещения выше большинства помещений здания (например, на верхнем этаже за счет дополнительных теплопотерь через покрытие или в угловых помещениях по сравнению с рядовыми помещениями, имеющими одну наружную стену), целесообразно компенсировать эти дополнительные теплопотери устройством водяной системы отопления или применять системы с местной рециркуляцией.

9.12 В общественных зданиях с периодическим режимом эксплуатации, но с непрерывным отоплением, расчетная тепловая нагрузка водяной системы отопления будет разной в рабочий и нерабочий период, поскольку в рабочее время $Q_{от.раб.р}$, кВт, она будет определяться разностью трансмиссионных теплопотерь и бытовых теплопоступлений по формуле (26), а в нерабочее время $Q_{от.н/раб.р}$, кВт – будет определяться суммированием расчетных теплопотерь и расхода теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые в помещениях окна по формуле (30):

$$Q_{от.н/раб.р} = (Q_{огр.р} + Q_{инф.общ.р}) \cdot \beta_{тпн}, \quad (30)$$

где $Q_{огр.р}$ – расчетные теплопотери помещений общественного здания в нерабочий период, кВт, принимать по формуле (21);

$Q_{инф.общ.р}$ – расчетный расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые в помещениях окна и наружные двери в нерабочий период, принимать по формуле (23);

$\beta_{тпн}$ – то же, что в формуле (26).

Очевидно, что расчетная тепловая нагрузка водяной системы отопления в рабочее время ниже, чем в нерабочий период, но целесообразно ли поддерживать рабочую температуру в период, когда люди в помещениях отсутствуют? Поэтому в качестве расчетной тепловой нагрузки принимается нагрузка в рабочий период, которая в целом по зданию определяется по формуле (26). А расчетные теплопотери каждого отапливаемого помещения для определения площади нагрева отопительных приборов $Q_{тпн.ном.н/жс.р}$, Вт, следует находить по формуле (31) с учетом повышающих коэффициентов β_1 и β_2 :

$$Q_{тпн.ном.н/жс.р} = [(Q_{огр.р} - Q_{быт}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2], \quad (31)$$

где $Q_{огр.р}$ – то же, что в формуле (21), Вт;

$Q_{быт}$ – то же, что в формуле (24), Вт;

β_1 и β_2 – то же, что и в пункте 9.7.

В целях энергосбережения рекомендуется в нерабочее время продолжать регулировать подачу теплоты на отопление централизованно по графику рабочего периода с учетом его снижения из-за бытовых теплопоступлений, постоянно не догревая помещения, что допустимо при отсутствии в них людей (п. 5.2 настоящего документа). За час до начала работы в регулятор поступает команда на открытие регулирующего клапана, блокируя сигнал от датчика температуры наружного воздуха. В систему отопления поступает увеличенный расход теплоты (режим «натоп»), по прошествии искомого времени команда на открытие клапана отменяется, регулирование отопления продолжается в режиме рабочего времени.

10 Расчет нагрузок и теплоэнергетических показателей на водоснабжение

10.1 Средний расчетный за сутки отопительного периода расход горячей воды на одного жителя в жилом здании $g_{гв.ср.сут.от.н.ж}$, л/(чел.·сут.), определяют по формуле (32), на одного потребителя в общественном здании $g_{в.ср.сут.от.н.н/ж}$, л/(чел.·сут.), – по формуле (33):

$$g_{гв.ср.сут.от.н.ж} = a_{гв.табл.А.2} \cdot 365 / [z_{от.н} + \alpha \cdot (351 - z_{от.н})]; \quad (32)$$

$$g_{в.ср.сут.от.н.н/ж} = a_{гв.табл.А.3} \cdot 365/351, \quad (33)$$

где $a_{гв.табл.А.2}$, $a_{гв.табл.А.3}$ – расчетный средний за год суточный расход горячей воды соответственно на одного жителя для жилых зданий или одного потребителя для общественных зданий, л/(чел.·сут.); принимают соответственно по таблицам А.2 и А.3 СП 30.13330, приводится в таблице В.5 Приложения В для условий центрального региона;

$z_{от.н}$ – то же, что в формуле (18);

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 $q_{гв.ср.ч}$, Вт/м², определяют по формуле

$$q_{гв.ср.ч} = [g_{гв.ср.сут.от.н} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{тр}) \cdot \rho_{вод} \cdot c_{вод}] / (3,6 \cdot 24 \cdot A_{чел}), \quad (34)$$

где $g_{гв.ср.сут.от.н}$ – средний расчетный за сутки отопительного периода расход горячей воды на одного жителя, л/(чел.·сут.); принимают по п. 10.1;

$t_{гв}$ – температура горячей воды, °С; принимают в соответствии с СанПиН 2.1.4.2496-09;

$t_{хв}$ – температура холодной воды, °С; принимают равной 5°С;

$k_{тр}$ – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения; для индивидуальных тепловых пунктов жилых зданий с централизованной системой горячего водоснабжения $k_{тр} = 0,2$; для индивидуальных тепловых пунктов общественных зданий и для жилых зданий с квартирными водонагревателями $k_{тр} = 0,1$ или принимают по таблице 10.1;

$\rho_{вод}$ – плотность воды, равная 1 кг/л;

$c_{вод}$ – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 Дж/(кг·°С);

$A_{чел}$ – норма общей площади квартир на одного жителя в жилом здании или полезной площади помещений на одного пользователя в общественном здании; м²/чел., принимают в зависимости от назначения здания по таблице В.5, там же приводятся результаты расчета $q_{гв}$ для условий центрального региона.

Таблица 10.1 – Значение коэффициента $k_{тр}$, учитывающего потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения

Тип системы горячего водоснабжения	Коэффициент $k_{тр}$	
	при наличии сетей горячего водоснабжения после центрального теплового пункта	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

10.3 Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения на м² общей площади квартир в жилом здании или полезной площади помещений в общественном здании $q_{гв}^{год.расч}$, кВт•ч/м², определяют по формуле

$$q_{гв}^{год} = \frac{0,024q_{гв}^{cp.ч}}{1+k_{тр}} \left(351k_{тр} + z_{ом.н} + \frac{\alpha(351-z_{ом.н})(60-t_{хв.л})}{60-t_{хв}} \right), \quad (35)$$

где $q_{гв}^{cp.ч} = q_{гв}$ в ф-ле 30 – удельный среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии для горячего водоснабжения, Вт/м²; принимают по формуле (34) на принятую в табл. В.6 Приложения В норму заселенности на одного жителя или работника ($A_{чел.}$);

$k_{тр}$, $t_{хв}$ – то же, что в формуле (34)

$z_{ом.н}$, – то же, что в формуле (18);

α – то же, что в формуле (32);

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

В зависимости от типа здания при подстановке известных постоянных величин формула (35) примет следующий вид.

а) для жилых зданий с централизованной системой горячего водоснабжения, индивидуальным тепловым пунктом и в зависимости от степени охвата квартир, в которых установлены водосчетчики и по их показаниям ведется расчет оплаты, $m_{уст.в.сч}/m_{кв.в.зд}$:

$$q_{гв}^{год} = 0,02 \cdot q_{гв}^{cp.ч} \cdot [(70,2 + z_{ом.н}) + 0,74 \cdot (351 - z_{ом.н})] \cdot (A_{чел} / A_{чел.i}) \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд}), \quad (36)$$

б) для жилых зданий с горячим водоснабжением от квартирных водонагревателей:

$$q_{гв}^{год} = 0,024 \cdot q_{гв}^{cp.ч} \cdot [z_{ом.н} + 0,74 \cdot (365 - z_{ом.н})] \cdot (A_{чел} / A_{чел.i}) \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд}), \quad (37)$$

в) для гостиниц с душами и полотенцесушителями в отдельных номерах и больниц с санузлами в палатах:

$$q_{гв}^{год} = 0,02 \cdot q_{гв}^{cp.ч} \cdot [(70,2 + z_{ом.н}) + 0,82 \cdot (365 - z_{ом.н})] \cdot A_{чел} / A_{чел.i}, \quad (38)$$

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

$$q_{гв}^{год} = 0,022 \cdot q_{гв}^{cp.ч} \cdot [(35,1 + z_{ом.н}) + 0,82 \cdot (351 - z_{ом.н})] \cdot A_{чел} / A_{чел.i}, \quad (39)$$

где $q_{гв}^{cp.ч}$ – то же, что в формуле (35);

$z_{ом.н}$ – то же, что в формуле (17);

$A_{чел}$ – то же, что в формуле (34);

$A_{чел.i}$ – фактическая плотность заселения/размещения в м² на одного человека;

$m_{уст.в.сч}$ – количество квартир в здании, где установлены квартирные водосчетчики;

$m_{кв.в.зд}$ – суммарное количество квартир в здании.

Результаты расчета $q_{гв}^{год}$ для жилых жилых и общественных зданий в зависимости от их назначения, исходя из указанной в СП 30.13330 нормативной площади на одного потребителя для центрального региона с $z_{ом.н} = 214$ сут., приведены в таблице В.5.

В случае иной величины общей или полезной площади на одного человека $A_{чел.i}$, удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв.i}^{год}$ определяют по формуле

$$q_{гв.i}^{год} = q_{гв}^{год} \cdot A_{чел} / A_{чел.i}, \quad (40)$$

где $q_{гв}^{год}$ – удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения на м² общей площади квартир в жилом здании или полезной площади помещений в общественном здании, кВт•ч/м²; принимают по формуле (35);

$A_{чел}$ – то же, что в формуле (34);

$A_{чел.i}$ – то же, что в формулах (36-39).

10.4 Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания $Q_{гв. год}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{гв. год} = q_{гв.i. год} \cdot A_{кв/пол}, \quad (41)$$

где $q_{гв. год}$ – то же, что в формуле (40); в зависимости от назначения здания и длительности отопительного периода региона строительства принимают по формулам (36)–(39);

$A_{кв/пол}$ – общая площадь квартир в жилом доме - $A_{кв}$ или полезная площадь помещений в общественном здании - $A_{пол}$, м².

10.5 Среднечасовой за отопительный период расход горячей воды на здание $G_{гв. ср.от.n}$, м³/ч, определяют по формуле

$$G_{гв. ср.от.n} = g_{гв. ср.сут.от.n} \cdot A_{кв/пол} \cdot 10^{-3} / (24 \cdot A_{чел.}), \quad (42)$$

где $g_{гв. ср.сут.от.n}$ – то же, что в формуле (34), л/(чел·сут.);

$A_{кв/пол}$ – то же, что в формуле (41);

$A_{чел}$ – то же, что в формуле (34).

10.6 Максимальный часовой за сутки наибольшего водопотребления расход горячей воды на здание $G_{гв. макс}$, м³/ч, определяют по формуле

$$G_{гв. макс} = G_{гв. ср.от.n} \cdot k_{час} \quad (43)$$

где $G_{гв. ср.от.n}$ – среднечасовой за отопительный период расход горячей воды на здание, м³/ч; принимают по формуле (42);

$k_{час}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления; принимают по табл. 10.2.

Таблица 10.2 – Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $k_{час}$

Число жителей n	Значение коэффициента $k_{час}$	Число жителей n	Значение коэффициента $k_{час}$
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 $Q_{гв. ср.от.n}$, кВт, определяют по формуле

$$Q_{гв. ср.от.n} = q_{гв} \cdot A_{кв/пол} \cdot 10^{-3}, \quad (44)$$

где $q_{гв}$ – то же, что в формуле (35);

$A_{кв/пол}$ – то же, что в формуле (41).

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

$$Q_{гв. макс} = Q_{гв. ср.от.n} \cdot (k_{мп} + k_{час}) / (1 + k_{мп}), \quad (45)$$

где $Q_{гв. ср.от.n}$ – среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания, кВт; принимают по формуле (44);

$k_{мп}$ – то же, что в формуле (34);

$k_{час}$ – то же, что в формуле (43).

10.9 Средний расчетный за сутки отопительного периода расход холодной воды на одного жителя в жилом здании $g_{хв. ср.сут.от.n.ж}$, л/(чел·сут.), определяют по формуле (46), на одного потребителя в общественном здании $g_{хв. ср.сут.от.n.н/ж}$, – по формуле (47):

$$g_{xв.ср.сут.от.н.ж} = (a_{об.табл.А.2} - a_{зв.табл.А.2}) \cdot 365 / [z_{от.н} + \alpha \cdot (351 - z_{от.н})]; \quad (46)$$

$$g_{xв.ср.сут.от.н.н/ж} = (a_{об.табл.А.2} - a_{зв.табл.А.2}) \cdot 365 / 351, \quad (47)$$

где $a_{об.табл. А.2}$ или $А.3$ – расчетный средний за год суточный общий расход холодной и горячей воды на одного жителя для жилых зданий или одного потребителя для общественных зданий, л/(чел.·сут.); принимают соответственно по таблицам А.2 и А.3 СП 30.13330;

$z_{от.н}$ – то же, что в формуле (18);

α – то же, что в формуле (32).

10.10 Среднечасовой за отопительный период расход холодной воды на здание, $G_{xв}^{ср.от.н}$, м³/ч, определяют по формуле:

$$G_{xв}^{ср.от.н} = g_{xв.ср.сут.от.н} \cdot A_{кв/н} \cdot 10^{-3} / (24 \cdot A_{чел.}), \quad (48)$$

где $g_{xв.ср.сут.от.н}$ – средний расчетный за сутки отопительного периода расход холодной воды на одного жителя/потребителя, л/(чел.·сут.); принимают по п. 10.9;

$A_{кв/н}$ – то же, что в формуле (41);

$A_{чел}$ – то же, что в формуле (34).

10.11 Максимальночасовой за сутки наибольшего водопотребления расход холодной воды на здание $G_{xв}^{макс}$, м³/сут, определяют по формуле

$$G_{xв}^{макс} = G_{xв}^{ср.от.н} \cdot k_{час}, \quad (49)$$

где $G_{xв}^{ср.от.н}$ – среднечасовой за отопительный период расход холодной воды на здание, м³/ч, принимают по формуле (48);

$k_{час}$ – то же, что в формуле (43).

10.12 Расчетная производительность водопроводных подкачивающих насосов, работающих на подачу воды в системы холодного и горячего водоснабжения здания, определяется суммированием максимальночасовых за сутки наибольшего водопотребления расходов $G_{нас.подкач.р}$, м³/ч, определяют по формуле

$$G_{нас.подкач.р} = G_{xв}^{макс} + G_{зв}^{макс}, \quad (50)$$

где $G_{xв}^{макс}$ – то же, что в формуле (49);

$G_{зв}^{макс}$ – то же, что в формуле (43).

10.13 Расчетная производительность циркуляционных насосов системы горячего водоснабжения здания, установленных по наиболее оптимальной циркуляционно-подкачивающей схеме (на подающем трубопроводе горячей воды после смешения с водой из циркуляционного трубопровода) $G_{нас.цирк.подкач.р}$, м³/ч, определяют по формуле

$$G_{нас.цирк.подкач.р} = G_{зв}^{макс} + 0,4 \cdot G_{цирк.р}, \quad (51)$$

где $G_{зв}^{макс}$ – то же, что в формуле (43);

$G_{цирк.р}$ – расчетный расход воды в циркуляционном трубопроводе при отсутствии водоразбора (в ночном режиме), м³/ч, определяют по формуле

$$G_{цирк.р} = 3600 \cdot \beta_{ц} \cdot Q_{зв}^{ср.от.н} \cdot k_{мп} / (1 + k_{мп}) / \Delta t / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}) \quad (52)$$

где $\beta_{ц}$ – коэффициент разрегулировки циркуляции, из практики принимается $\beta_{ц}=1,3$;

$Q_{зв}^{ср.от.н}$ – то же, что в формуле (44);

$k_{мп}$ – из таблицы 10.1;

Δt – разность температур воды в подающем трубопроводе системы горячего водоснабжения на выходе из водонагревателя и в циркуляционном трубопроводе до подмешивания к подающему при отсутствии водоразбора, принимается в системе с полотенцесушителями $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, без полотенцесушителей $\Delta t = 5^\circ\text{C}$;

$\rho_{вод}$; $c_{вод}$ – то же, что в формуле (34), $\rho_{вод} = 1000 \text{ кг/м}^3$, $c_{вод} = 4,2 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

10.14 Расчетная производительность циркуляционных насосов системы горячего водоснабжения, установленных по циркуляционной схеме (на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения) $G_{нас.цирк.гвс.}^P$, м³/ч, равна $G_{цирк.}^P$ по формуле (52).

Примечание. При такой установке насосов затрачиваемая мощность электродвигателя насоса меньше, чем при установке по циркуляционно-подкачивающей схеме, но в этом случае возрастает мощность электродвигателей откачивающих водопроводных насосов, поскольку они подбираются на создание дополнительного напора для преодоления сопротивления водонагревателя 2-й ступени гвс, который не требуется в системе хвс. Поэтому, при комплексном рассмотрении систем холодного и горячего водоснабжения энергозатраты чисто циркуляционной схемы будут выше.

11 Расчет нагрузок на электроснабжение

11.1 Требуемую мощность системы электроснабжения жилых зданий $N_{эл}$, кВт, определяют по формуле

$$N_{эл} = 0,9N_{кв} + N_{с.о} + k_1N_1 + \dots + k_nN_n, \quad (53)$$

где $N_{кв}$ – расчетная электрическая нагрузка квартир, включая освещение общедомовых помещений, кВт; принимают по формуле (54);

$N_{с.о}$ – расчетная электрическая нагрузка силового оборудования, кВт; принимают по формуле (55);

$k_1 \dots k_n$ – коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых зданий (квартир и силовых электроприемников) с наибольшей расчетной нагрузкой; 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.

11.2 Расчетную электрическую нагрузку квартир, не оборудованных джакузи, электроводонагревателями и т. д., $N_{кв}$, кВт, определяют по формуле

$$N_{кв} = N_{кв.эл/пр} m, \quad (54)$$

где $N_{кв.эл/пр}$ – удельная расчетная нагрузка электроприемников квартир жилых зданий, кВт/квартира; принимают по таблице В.6 в зависимости от количества квартир, присоединенных к линии, и типа кухонных плит; для квартир повышенной комфортности – с учетом таблиц В.7 и В.8 Приложения В;

m – количество квартир.

11.3 Требуемую электрическую мощность на силовое оборудование $N_{с.о}$, кВт, определяют по формуле

$$N_{с.о} = K_c \sum_1^n N_1, \quad (55)$$

где K_c – коэффициент спроса в зависимости от числа лифтов $K_{с.л.}$ (принимают по табл. 11.1), от числа электродвигателей сантехнических устройств $K_{с.эл}$ (принимают по табл. 11.2);

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

Таблица 11.1 – Коэффициент спроса в зависимости от числа лифтовых установок

Число лифтовых установок $K_{с.л.}$	Коэффициент K_c для зданий 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 11.2 – Коэффициент спроса в зависимости от числа электродвигателей сантехнических устройств

Удельный вес работающего оборудования в установленной мощности электродвигателей, %	Значение коэффициента K_c при числе электроприемников $K_{c.эл}$:										
	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
Примечания: 1 В скобках приведены коэффициенты спроса для электродвигателей единичной мощностью более 30 кВт. 2 Коэффициент спроса для числа присоединенных электроприемников, не указанного в таблице, определяют интерполяцией.											

11.4 Определение установочной мощности электродвигателя отдельной насосной установки $N_{нас}$, кВт, определяют по формуле

$$N_{нас} = K_3 \cdot G \cdot H \cdot \rho_{ж} / (102 \cdot 3600 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{пер}), \quad (56)$$

где K_3 – коэффициент запаса мощности электродвигателя (при определении расчетной мощности $K_3=1$); при $G \leq 100$ м³/ч принимают $K_3=1,2 \dots 1,3$; при $G > 100$ м³/ч – $K_3=1,1 \dots 1,15$;

G – производительность насоса, м³/ч, принимают в соответствии с п.п. 10.12-10.14 и Приложения Г.2;

H – напор, развиваемый насосом, м.в.ст., принимают по примечанию к п. 12.8;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³; плотность воды $\rho_{ж} = 980$ кг/м³;

$\eta_{нас}$ – КПД насоса; принимают по данным производителя;

$\eta_{пер}$ – КПД передачи электродвигателя; принимают по таблице 11.3.

Таблица 11.3 – КПД передачи электродвигателя

Тип передачи	Значение $\eta_{пер}$
Насадка на вал электродвигателя	1,00
Ременная	0,94-0,98

Муфтовая	0,97-0,99
Редукторная	0,88-0,96

11.5 Требуемую электрическую нагрузку искусственного освещения $N_{осв.}$, кВт, определяют по формуле

$$N_{осв.} = w \cdot A \cdot \zeta_{св}, \quad (57)$$

где w – максимально допустимая удельная установленная мощность на m^2 помещения, Вт/ m^2 ; принимают по таблице В.9 Приложения В;

A – площадь пола освещаемого помещения, m^2 ;

$\zeta_{св}$ – коэффициент полезного действия применяемых светильников.

11.6 Требуемую мощность электроприемников общественного здания принимают из проекта с учетом коэффициентов одновременности и спроса, указанных в СП 31-110. 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. Отдельно выделяют нагрузку на искусственное освещение $N_{осв.общ}$ и силовое оборудование (лифтовое, сантехническое и вентиляционное) $N_{с.о.общ}$.

12 Расчет электроэнергетических годовых показателей на электроснабжение и общего годового потребления энергии зданием

12.1 Годовое электропотребление квартир в многоквартирных домах (средний уровень электропотребления на освещение, пользование электробытовыми приборами и кухонным оборудованием, отнесенный к одному человеку, на которого приходится 18 m^2 площади квартиры), $q_{эл.кв.}^{год}$, кВт·ч/ m^2 , принимают в соответствии с табл. 6 «Методических рекомендаций по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства», разработанных Институтом экономики ЖКХ совместно с Управлением социально-экономического развития Министерства экономики Российской Федерации, и утвержденные приказом министра № 240 от 06.05.1999г.: в зданиях с газовыми плитами $q_{эл.кв.}^{год} = 25,1$ кВт·ч/ m^2 ; в зданиях с электрическими плитами $q_{эл.кв.}^{год} = 41,1$ кВт·ч/ m^2 . В настоящем документе это табл. В.10 Приложения В.

Учитывая, что эта таблица создавалась 15 лет назад и с тех пор электрооснащенность быта возрасла, правда, за это время повысилась и энергоэффективность приборов и оборудования, а также и то, что наряду с муниципальными домами строятся и коммерческие с большей площадью m^2 на человека, как принято, например в табл. G.12 ISO 13790 (положенной в основу табл. В.4 Приложения В настоящего документа), 40 m^2 площади квартир на человека (таким домам присваивается I категория), в табл. В.4 включена дополнительная колонка для многоквартирных домов II категории с заселенностью 20 m^2 площади квартир на человека.

Примечание – обоснование расчета.

Поскольку электроэнергия, расходуемая на освещение и пользование электроприборами, превращается в тепловую энергию, для получения величины удельного годового электропотребления $q_{е.жс}^{год}$, кВт·ч/ m^2 площади квартир, надо из величины удельных бытовых теплопоступлений, приходящихся на m^2 жилой площади при заселении 40 m^2 площади квартир на человека ($q_{быт.} = 11,4$ Вт/ m^2), вычесть метаболические притоки от жителя $(70/40) \cdot (12/24) / 0,55 = 1,6$ Вт/ m^2 (12 часов – длительность этих поступлений в сутки, 0,55 - коэффициент пересчета жилой площади в площадь квартир) и теплопоступления от полотенцесушителя (250 Вт), трубопроводов

системы горячего водоснабжения, проложенных в квартире, к которым он подключен, и от пользования горячей водой (остывание на 10°C горячей воды при пользовании в нормативном объеме 100 л/чел. в сутки), всего в размере ¼ от теплоступлений поступающих в ванную комнату и кухню (¾ остаются в перечисленных помещениях), после чего перевести в годовое исчисление, разделив на коэффициент 1,25 – принятого превышения значения за отопительный период по отношению к среднегодовому, отнесенному на м² кондиционируемой площади:

$$q_{гв.40} = (250 + 2 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 1,163/24) / 80 / 0,55/4 = 1,97 \text{ Вт/м}^2 \text{ жилой площади квартиры,}$$

$$q_{эл.кв.40}^{200} = (11,4 - 1,6 - 1,97) \cdot 0,55 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 30,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2 \text{ общей площади квартиры,}$$

что совпало с показателем удельного годового потребления электроэнергии на кондиционируемую площадь здания (в России – площадь квартир МКД) – **30 кВт·ч/м²** табл. В.4 строка 7 (идентична табл. G.12 ISO 13790:2008, строка 7, колонка «b»). А при 20 м²/человека будет:

$$q_{гв.20} = (250 + 4 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 1,163/24) / 80 / 0,55/4 = 2,52 \text{ Вт/м}^2 \text{ жилой площади квартиры,}$$

$$q_{эл.кв.20}^{200} = (17 - 3,2 - 2,52) \cdot 0,55 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 10^{-3} / 1,25 = \mathbf{43,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2} \text{ общей площади квартиры.}$$

Тогда, интерполируя на 18 м²/человека получаем: $q_{эл.кв.18}^{200} = 43,5 + (43,5 - 30,2) \cdot (20 - 18) / (40 - 20) = 44,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, что корреспондируется с данными табл. В.10 Приложения В (горизонтальная строка «в среднем») – 41,1 кВт·ч/м² в жилых домах с электрическими плитами. В соответствии с законом пропорции при наличии газовых плит для приготовления пищи величина удельного годового электропотребления квартир при заселенности 40 м² площади квартир на человека составит **14,4 кВт·ч/м²**, а при заселенности 20 м²/человека – **24,4 кВт·ч/м²** общей площади квартиры (вписываем их в табл.В.4, строка 7 для колонок МКД I и II категории в знаменателе).

12.2 Удельный годовой расход электрической энергии на общественное здание $q_{эл.(осв+пр).общ}^{200}$, кВт·ч/м² (средний уровень электропотребления на освещение и пользование электробытовыми приборами, офисным и кухонным оборудованием) в зависимости от его назначения и заполнения людьми принимают по таблице В.4 Приложения В.

В том числе, годовое электропотребление на искусственное освещение в общественных зданиях $E_{эл.осв.общ}^{200}$, кВт·ч, при разделении помещения на зоны, разно удаленные от окна, и по характеру выполняемой работы, определяют с учетом таблицы В.11 Приложения В по формуле

$$E_{эл.осв.общ}^{200} = \sum N_{осв.общ} \cdot z_{осв}^{200}, \quad (58)$$

где $N_{осв.общ}$ – требуемая электрическая нагрузка искусственного освещения нежилого здания, кВт; принимают по формуле (56);

$z_{осв}^{200}$ – годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, ч; принимают по таблице В.11 Приложения В.

12.3 Годовое электропотребление на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных жилых зданий (лестничных клеток, вестибюлей, лифтовых холлов, межквартирных коридоров, технических подполий, технических этажей, чердаков и т. д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитков противопожарных устройств, приборов автоматики и учета, очистных устройств мусоропроводов, подъемников для инвалидов) $E_{эл.осв}^{200}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$E_{эл.осв}^{200} = \sum N_{осв} \cdot z_{осв}^{200} \cdot K_{осв}, \quad (59)$$

где $N_{осв}$ – требуемая электрическая нагрузка искусственного освещения жилого здания; принимают по формуле (56);

$z_{осв}^{200}$ – то же, что в формуле (58).

$K_{осв}$ – коэффициент учета нагрузки слаботочных устройств и мелкого силового оборудования; при наличии датчиков движения принимают $K_{осв} = 1,05$, при их отсутствии – $K_{осв} = 1,0$.

12.4 Годовое электропотребление жилых и общественных зданий на силовое оборудование $E_{эл.с.о}^{200}$, кВт·ч (сопутствующая энергия):

$$E_{эл.с.о}^{200} = \sum (N_{лифт} \cdot z_{лифт}^{200} + N_{БК} \cdot z_{вк.}^{200} + N_{ОВ} \cdot z_{ов.}^{200}), \quad (60)$$

где $N_{\text{лифт}}$ – расчетная мощность лифтовых установок, кВт;
 $N_{\text{ВК}}$ – расчетная мощность сантехнических установок, кВт;
 $N_{\text{ОВ}}$ – расчетная мощность отопительно-вентиляционных и охладительных установок, кВт;
 z^{200} – годовое число часов использования максимума каждой установки, ч.

12.5 При применении устройств энергосбережения в работе систем вертикального транспорта, годовой расход электроэнергии на привод лифтов и эскалаторов $W_{\text{в.т.}}$ (кВт·ч) определяется по формуле:

$$W_{\text{в.т.}} = N_{\text{л.пер}} \cdot t_{\text{л.пер}} \cdot \eta_1 + N_{\text{л.ож}} \cdot t_{\text{л.ож}} + N_{\text{эск}} \cdot t_{\text{эск}} \cdot \eta_2, \quad (61)$$

где $N_{\text{л.пер}}$ – мощность электропривода лифта в режиме движения (кВт);
 $t_{\text{л.пер}}$ – число часов работы лифта в году в режиме движения (ч);
 η_1 – коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при движении лифта вниз и при его неполной загрузке;
 $N_{\text{л.ож}}$ – мощность электропривода лифта в режиме ожидания;
 $t_{\text{л.ож}}$ – число часов работы лифта в году в режиме ожидания (ч);
 $N_{\text{эск}}$ – мощность электропривода эскалатора (кВт);
 $t_{\text{эск}}$ – число часов работы в году эскалатора (ч);
 η_2 – коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при неполной загрузке эскалатора.

12.6 Годовое электропотребление на создание холода для систем центрального кондиционирования в переходный и теплый периоды года $E_{\text{конд.}^{200}}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$E_{\text{конд.}^{200}} = \kappa_{\text{пот}} \cdot Q_{\text{охл.}^{200}}, \quad (62)$$

где $Q_{\text{охл.}^{200}}$ – годовые затраты холода на охлаждение помещений здания, кВт·ч, принимают по Приложению П;

$\kappa_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий энергетическую эффективность преобразования электрической энергии при использовании ее для получения холода вместе с потерями, принимать по данным производителя компрессионных холодильных машин.

12.7 Электропотребление за средние сутки на общедомовые нужды многоквартирных домов и общественных зданий $q_{\text{эл.о/д.}^{\text{сут}}}$, кВт·ч/сут, определяют по формуле

$$q_{\text{эл.о/д.}^{\text{сут}}} = E_{\text{эл.о/д.}^{200}} / 365, \quad (63)$$

где $E_{\text{эл.о/д.}^{200}}$ – годовой расход электрической энергии зданием на общедомовые нужды, кВт·ч; принимают по формуле

$$E_{\text{эл.о/д.}^{200}} = E_{\text{эл.осв.}^{200}} + E_{\text{эл.с.о}^{200}} + E_{\text{конд.}^{200}}, \quad (64)$$

где $E_{\text{эл.осв.}^{200}}$ – годовое электропотребление многоквартирных домов на освещение мест общего пользования, кВт·ч, принимают по формуле (59); общественных зданий – по (58);

$E_{\text{эл.с.о}^{200}}$ – годовое электропотребление жилых и общественных зданий на силовое оборудование, кВт·ч; принимают по формулам (60) и (61);

$E_{\text{конд.}^{200}}$ – годовое электропотребление на центральное кондиционирование (охлаждение) и вентиляцию в переходный и теплый периоды года (за пределами отопительного периода), кВт·ч; принимают по формуле (62);

12.8 При отсутствии данных о годовом числе часов использования максимума силовой установки электропотребление трубопроводных сетей систем теплоснабжения, отопления, охлаждения, вентиляции, горячего водоснабжения находят по удельному потреблению электроэнергии нагнетателем, отнесенному к 1 м³ рабочей среды, проходящей за 1 час. Расчетные расходы воды, проходящей через насосы в системах горячего водоснабжения и отопления приведены в п.п.10.12-10.14 и в Г.2 Приложения Г.

Тогда удельное потребление электроэнергии при работе насоса (вентилятора) с постоянным напором $q_{эл.нас}$, кВт·ч/м³, определяют по формуле

$$q_{эл.нас} = 0,00272 \cdot t_{нас} \cdot H_{нас} / (\eta_{пер} \eta_{нас}), \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3, \quad (65)$$

где $t_{нас}$ – время работы насоса с заданной производительностью, ч;

$H_{нас}$ – действительный напор, развиваемый насосом при данном режиме работы, м.в.ст., принимают в соответствии с нижеприлагаемыми примечаниями;

$\eta_{пер}$ – КПД передачи электродвигателя; принимают по таблице 6;

$\eta_{нас}$ – КПД насоса; принимают по данным производителя.

Примечания:

1 По формуле (58) допустимо определять расход электроэнергии, потребляемой циркуляционным насосом, установленным в контуре двухтрубной системы отопления без термостатов (либо однострубной 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. Напор насоса в последнем случае выбирается на преодоление сопротивления системы отопления с запасом в 2-3 м.в.ст. (как правило, $H_{нас.} = 5-6$ м.в.ст.) и при необходимости для повышения или снижения давления в трубопроводах системы отопления в зависимости от условий присоединения ее к тепловой сети ($+ \Delta H_{нас.}$) в соответствии с рекомендациями СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов». При независимом присоединении системы отопления к тепловым сетям напор насоса выбирается на преодоление сопротивления системы отопления и водонагревателя отопления также с запасом в 2-3 м.в.ст., в сумме это составляет $H_{нас.} = 8-10$ м.в.ст.

КПД насоса в рабочей точке определяют по номограмме его работы.

2 При установке циркуляционного насоса отопления на подмешивающей перемычке между подающим и обратным трубопроводами максимальный расход воды, перекачиваемой насосом, определяют по расчетному расходу теплоносителя, циркулирующему в системе отопления, а напор – по минимально необходимому располагаемому напору в месте присоединения данного насоса, включая сопротивление трубопровода и регулирующих устройств перемычки (как правило, $H_{нас.} = 6-7$ м.в.ст.).

Для определения годового электропотребления насосом строят график длительности стояния наружных температур (график Росандра), определяют требуемую производительность насоса для каждого периода и КПД насоса, умножают на длительность в часах каждого периода и суммируют электропотребление за все периоды.

3 По формуле (58) допустимо определять расход электроэнергии, потребляемой циркуляционным насосом системы горячего водоснабжения, установленным на подающем трубопроводе нагреваемой воды после смешения с циркулирующей в контуре горячего водоснабжения. Напор такого насоса при установке его в ИТП, как правило, составляет $H_{нас.} = 10-12$ м.в.ст.

4. В соответствии с СП (ЕН 15316-2-1:2007) «Системы энергопотребления зданий. Метод расчета энергопотребления», выполненного НП «АВОК», удельное потребление энергии вентиляторов приточных прямооточных систем рекомендуется принимать 0,42 Вт на транспортировку 1м³/час воздуха, приточных систем с регенеративными и рекуперативными теплоутилизаторами – 0,5 Вт на 1м³/час, вытяжных систем с рекуперативными теплоутилизаторами – 0,4 Вт на 1м³/час, без оных – 0,35 Вт на 1м³/час.

12.9 Удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных домов и на привод электродвигателей лифтов, насосов и вентиляторов $q_{эл.о/д(осв+с.о.)}^{год}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{эл.о/д(осв+с.о.)}^{год} = (E_{эл.осв.о/д}^{год} + E_{эл.с.о.о/д}^{год}) / A_{кв}, \quad (66)$$

где $E_{эл.осв.о/д}^{год}$, $E_{эл.с.о.о/д}^{год}$ – то же, что в формуле (57) применительно к общедомовому электропотреблению МКД;

$A_{кв}$ – общая площадь квартир в доме, м².

12.10 Удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение и силовое оборудование инженерных систем общественных зданий

$q_{эл.общ(осв+с.о.)}^{20д}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{эл.общ(осв+с.о.)}^{20д} = (E_{эл.осв.общ.}^{20д} + E_{эл.с.о.общ.}^{20д}) / A_{пол}, \quad (67)$$

где $E_{эл.осв.общ.}^{20д}$, $E_{эл.с.о.общ.}^{20д}$ – то же, что в формуле (64) для общественного здания;
 $A_{пол}$ – то же, что в формуле (26).

12.11 Удельный годовой расход электрической энергии на системы центрального кондиционирования (охлаждение) и вентиляцию $q_{эл.конд.}^{20д}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{эл.конд.}^{20д} = E_{эл.конд.}^{20д} / A_{кв/н}, \quad (68)$$

где $E_{эл.конд.}^{20д}$ – то же, что и в формуле (62);

$A_{кв/н}$ – то же, что в формуле (41).

12.12 Годовой расход природного газа $Q_{пг}^{20д}$, м³, определяют по формуле

$$Q_{пг}^{год} = V_{пг} \cdot 365, \quad (69)$$

где $V_{пг}$ – средний суточный расход природного газа, м³/сут; принимают из проекта.

12.13 Расчетный удельный годовой расход природного газа $q_{пг}^{20д}$, м³/м², определяют по формуле

$$q_{пг}^{20д} = Q_{пг}^{20д} / A_{кв/н} \quad (70)$$

где $Q_{пг}^{20д}$ – годовой расход природного газа, м³; принимают по формуле (69);

$A_{кв/н}$ – то же, что в формуле (41).

12.14 Суммарный удельный годовой расход электрической энергии на здание $q_{эл.}^{20д.расч}$, кВт·ч/м², определяют в зависимости от его назначения по формулам

$$q_{эл.ж}^{20д.расч} = q_{эл.кв.}^{20д} + q_{эл.о/д.(осв+с.о.)}^{20д}; \quad (71)$$

$$q_{эл.общ}^{20д.расч} = q_{эл.общ(осв+пр)}^{20д} + q_{эл.с.о.общ.}^{20д} + q_{эл.конд.}^{20д}, \quad (72)$$

где $q_{эл.кв.}^{20д}$ – удельное годовое электропотребление квартир многоквартирного дома, кВт·ч/м², принимают по п. 12.1;

$q_{эл.о/д.(осв+с.о.)}^{20д}$ – удельный годовой расход электрической энергии на искусственное освещение общедомовых помещений многоквартирных домов и на привод электродвигателей лифтов, насосов и вентиляторов, кВт·ч/м², принимают по формуле (66);

$q_{эл.общ(осв+пр)}^{20д}$, – удельный годовой расход электрической энергии на освещение, электрические приборы, офисное и кухонное оборудование, кВт·ч/м², принимают по п. 12.2;

$q_{эл.с.о.общ.}^{20д}$ – удельный годовой расход электрической энергии на привод электродвигателей насосов, вентиляторов, лифтов и эскалаторов общественных зданий, кВт·ч/м²; принимают по формуле (67) с исключением слагаемого $E_{эл.осв.общ.}^{20д}$;

$q_{эл.конд.}^{20д}$ – удельный годовой расход электрической энергии, на центральное кондиционирование (охлаждение), кВт·ч/м²; принимают по формуле (68).

12.15 Расчетный суммарный удельный годовой расход тепловой и электрической энергии негазифицированного здания $q_{т+эл.сум}^{20д.расч}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{т+эл.сум}^{20д.расч} = q_{от+вент+гв.}^{20д.расч.пр} + \theta \cdot q_{эл.сум}^{20д.расч}, \quad (73)$$

где $q_{от+вент+гв.}^{20д.расч.пр}$ – суммарный удельный годовой расход тепловой энергии, потребляемой зданием (без учета на увлажнение и осушку), кВт·ч/м²; принимают согласно 14.1;

$q_{эл.сум}^{20д.расч}$ – суммарный удельный годовой расход электрической энергии, потребляемой зданием, кВт·ч/м²; принимают для жилых домов по формуле (71), для общественных зданий – по формуле (72);

θ – коэффициент приведения электрической энергии (с учетом сниженного ночного тарифа) к тепловой энергии; принимают по данным Региональной энергетической

комиссии (или по соотношению стоимости 1 кВт·ч электрической и тепловой, пересчитанной с Гкал, энергий).

12.16 Суммарный удельный годовой расход энергопотребления **газифицированного** здания в пересчете на первичное топливо $q_{газиф.}^{год.расч.перв.}$, кг у. т./м², определяют по формуле (74) 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 [7]:

$$q_{газиф.}^{год.расч.перв.} = 1,154 \cdot q_{пг.}^{год.расч} + \theta_{перв.эн.} \cdot q_{т+эл.сум.}^{год.расч} / 8,14, \quad (74)$$

– то же для **негазифицированного** здания:

$$q_{пг/газ.}^{год.расч.перв.} = \theta_{перв.эн.} \cdot q_{т+эл.сум.}^{год.расч} / 8,14, \quad (75)$$

где $q_{пг.}^{год.расч}$ – удельный расчетный годовой расход природного газа, м³/м², формула (70);

$q_{т+эл.сум.}^{год.расч}$ – суммарный удельный годовой расход тепловой и электрической энергии зданием, кВт·ч/м²; принимают по формуле (73);

$\theta_{перв.эн.}$ – коэффициент потерь при транспортировке энергии и ее выработке.

12.17 Рассчитанные электроэнергетические годовые показатели на электроснабжение и ожидаемого общего годового потребления энергии зданием вносятся в энергетический паспорт проекта здания.

13 Установление класса энергетической эффективности проектируемого здания

13.1 Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, отнесенный к м² площади квартир или к полезной площади помещений общественного здания, $q_{(от+вент)}^{год.расч}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{(от+вент)}^{год.расч} = Q_{(от+вент)}^{год.расч} / A_{кв/пол}, \quad (76)$$

где $Q_{(от+вент)}^{год.расч}$ – расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) здания в течение отопительного периода при непрерывном режиме отопления, кВт·ч; принимают по формуле (14); то же при периодическом режиме эксплуатации – по Приложению Н и О;

$A_{кв/пол}$ – то же, что в формуле (41).

13.2 Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию для общественных зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,3 м, отнесенный к объему здания, $q_{(от+вент)}^{год.расч/v}$, кВт·ч/м³, определяют по формуле

$$q_{(от+вент)}^{год.расч/v} = Q_{(от+вент)}^{год.расч} / V_{пол}, \quad (77)$$

где $Q_{(от+вент)}^{год.расч}$ – то же, что в формуле (76);

$V_{пол}$ – отапливаемый объем помещений полезной площади общественного здания, включая площади, занимаемые эскалаторными линиями и атриумами, м³.

13.3 Тепловая энергетическая эффективность проекта многоквартирного дома, характеризующаяся расчетным удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию $q_{(от+вент)мкд.}^{год.расч}$, кВт·ч/м², соответствует нормативным требованиям в зависимости от года представления проектной документации в экспертизу при соблюдении следующего уравнения:

$$q_{(от+вент)мкд.}^{год.расч} \leq q_{(от+вент)}^{год.норм}, \quad (78)$$

где $q_{(от+вент)}^{год.норм}$ – нормируемый расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного дома за отопительный период, кВт·ч/м², принимают в зависимости от года строительства по таблице А.1 Приложения А.

Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий и многоквартирных домов $q_{(от+вент)общ.}^{год.расч}$, кВт·ч/м² [кВт·ч/м³],

перед сопоставлением с нормативным значением из таблиц А.2 и А.3, показатели которых приведены в размерности Вт·ч/(м²·°С·сут) [Вт·ч/(м³·°С·сут)], делится при этом на ГСОП региона строительства:

$$q_{(от+вент)общ.}^{зод.расч} \cdot 10^3 / \text{ГСОП} \leq q_{(от+вент)}^{зод.норм} \quad (79)$$

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

13.4 Класс энергетической эффективности проекта здания независимо от его назначения устанавливается в зависимости от величины отклонения расчетного значения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от базового уровня требований энергетической эффективности в соответствии с таблицей 1, помещенной в Общую часть настоящего документа.

Величину отклонения δ , %, определяют по формуле:

$$\delta = (q_{(от+вент)}^{зод.расч} - q_{(от+вент)}^{зод.баз}) \cdot 100 / q_{(от+вент)}^{зод.баз}, \quad (80)$$

где $q_{(от+вент)}^{зод.расч}$ – расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД, кВт·ч/м² из формулы (78); то же, многоквартирных домов и общественных зданий, пересчитанный в Вт·ч/(м²·°С·сут) [Вт·ч/(м³·°С·сут)] в формуле (79);

$q_{(от+вент)}^{зод.баз}$ – базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м² в табл. А.1, либо Вт·ч/(м²·°С·сут) [Вт·ч/(м³·°С·сут)] в табл. А.2 и А.3.

13.5 При соответствии класса энергетической эффективности проекта здания требуемому полученный показатель тепловой энергетической эффективности и достигнутый класс энергетической эффективности записывают в энергетический паспорт проекта здания (форма паспорта в Приложении Б).

13.6. Для общественных зданий с механической приточной вентиляцией после проверки соответствия их уровня энергетической эффективности исходя из условного коэффициента инфильтрации, учитывающего теплопотери на нагрев наружного воздуха для вентиляции в заданных согласно п. 8.4 объемах, с целью регламентации расхода потребляемой тепловой энергии на вентиляцию проверяют значение показателя энергоэффективности здания при проектной производительности систем вентиляции. При этом выполняют расчеты, заменяя задаваемые величины расхода наружного приточного воздуха согласно п. 8.4 принятым в проекте значениям в соответствии с рекомендациями Приложения Е.

14 Установление класса энергетической эффективности по результатам энергоаудита эксплуатируемого здания

14.1 Как правило, непосредственное измерение расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию $Q_{от+вент.}^{изм}$, Гкал, осуществляется при подключении зданий к тепловым сетям централизованного теплоснабжения через ЦТП, когда по внутриквартальным сетям от ЦТП теплоноситель к домам поступает по отдельным трубопроводам на отопление и горячее водоснабжение. При подключении зданий к тепловым сетям через ИТП общедомовой теплосчетчик устанавливается на вводе этих сетей в дом и измеряет суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Тогда расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию

определяют по формуле:

$$Q_{(от+вент)}^{изм} = Q_{сум.}^{изм} - Q_{гв.}^{изм}, \quad (81)$$

где $Q_{сум.}^{изм}$ – измеренный теплосчетчиком расход тепловой энергии, Гкал, поступившей в здание за рассматриваемый отрезок времени z_i , сут;

$Q_{гв.}^{изм}$ – фактически измеренная величина расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал, за тот же период, вычисляемая по формуле (82) через измерение водосчетчиком расхода холодной воды, направленной в водонагреватели горячего водоснабжения:

$$Q_{гв.}^{изм} = G_{гв.}^{изм} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{мп}) \cdot \rho_{вод} \cdot c_{вод}, \quad (82)$$

где $G_{гв.}^{изм}$ – измеренный водосчетчиком расход воды, м³, потребленной на горячее водоснабжение за рассматриваемый отрезок времени z_i , сут;

$t_{гв}$, $t_{хв}$, $k_{мп}$, $\rho_{вод}$, $c_{вод}$ – то же, что в пункте 10.2 настоящего документа.

14.2 Измеренный за период z_i расход $Q_{(от+вент)}^{изм}$ в Гкал, следует пересчитать на нормализованный отопительный период $Q_{(от+вент)}^{изм.пер.ноп.}$, кВт·ч, по формуле:

$$Q_{(от+вент)}^{изм.пер.ноп.} = 1,163 \cdot Q_{(от+вент)}^{изм} \cdot \text{ГСОП} / [(t_{г.зi} - t_{н.ср.зi}) \cdot z_i], \quad (83)$$

где ГСОП – то же, что в формуле (15);

$t_{г.зi}$ – средняя температура внутреннего воздуха за рассматриваемый отрезок времени z_i , °С; при отсутствии измерений принимают по нижнему значению оптимальных параметров согласно ГОСТ 30494-96: $t_{г.зi} = 20$ °С на территориях с $t_{н.р} > -30$ °С; $t_{г.зi} = 21$ °С на территориях с $t_{н.р} \leq -30$ °С; при явном перегреве здания принимают $t_{г.зi} = 22$ и 23 °С.

$t_{н.ср.зi}$ – средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый отрезок времени z_i , °С;

z_i – продолжительность рассматриваемого отрезка времени, сут.

Примечание. При регулировании подачи теплоты в дом по оптимизированному графику, изображенному линией 2 на рис. Д.1 Приложения Д, пересекающему нулевой расход теплоты при температуре $t_{н.г} < 18$ °С, для пересчета фактически измеренного расхода тепловой энергии на нормализованный отопительный период в формулу (83) вводится коэффициент пересчета на нормализованный отопительный период при регулировании по оптимизированному графику $K_{пер.ноп.}$, равный отношению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период при средней температуре наружного воздуха измеряемого периода, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре, приведенный в таблице Д.1:

$$Q_{от.ф.ноп.} \text{ для } Q_o=0 \text{ при } t_{н.г} < 18^\circ\text{C} = 1,163 \cdot Q_{(от+вент)}^{изм} \cdot \text{ГСОП} / [(t_{г.зi} - t_{н.ср.зi}) \cdot z_i] / K_{пер.ноп.}, \quad (84)$$

Здесь $Q_{от.ф.ноп.} \text{ для } Q_o=0 \text{ при } t_{н.г} < 18^\circ\text{C}$ – фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения (за весь отопительный период или часть его), пересчитанный на нормализованный отопительный период, кВт·ч; остальные обозначения – то же, что и в ф-ле (83).

14.3 После выполнении капитального ремонта существующих зданий оценивают полученную энергетическую эффективность сопоставлением измеренного и пересчитанного на нормализованный отопительный период расхода тепловой энергии в системе отопления здания до и после проведенного ремонта, но остается неясным, а есть ли еще резервы в экономии тепловой энергии? Для ответа на этот вопрос необходимо сравнить измеренный и пересчитанный на нормализованный отопительный период расход потребленной теплоты на отопление и вентиляцию здания после ремонта с рассчитанным в проекте или по результатам проведенного энергоаудита.

14.4 Расчетную (ожидаемую) величину суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в проекте жилого или общественного здания определяют по формуле (14) с учетом фактического уровня их заселения и с

учетом того, что на практике из-за несовершенства индивидуального (поквартирного) учета теплопотребления на отопление, вызванного перетеканием теплоты между смежными квартирами, а также особенностями менталитета наших жителей в ближайшее время не позволяет использовать солнечные теплопоступления и приборы индивидуального авторегулирования для возможного сокращения расхода тепловой энергии на отопление помещений. Вследствие этого при сравнении с измеренным теплопотреблением на отопление в ожидаемом, рассчитанным по формуле (14), и при поддержании контроллером регулятора отопления на вводе в здание оптимизированного графика, надо исключить из формулы $Q_{инс.}^{zод}$ и коэффициенты ζ , ξ . Коэффициент ν , учитывающий снижение использования теплопоступлений в годовом теплопотреблении в период превышения их над теплопотерями, из-за исключения теплопоступлений с инсоляцией, повышается до $\nu = 0,9$ – при ГСОП = 5000 °С•сут, 1,0 – при ГСОП = 9000 °С•сут – и 0,8 – при ГСОП = 1000 °С•сут., при промежуточных значениях определяют линейной интерполяцией. Тогда формула (14) превращается в следующую формулу (85):

$$Q_{(от+вент)}^{zод.расч} = (Q_{огр.}^{zод} + Q_{инф/вент.}^{zод} - Q_{быт.}^{zод} \cdot \nu) \cdot \beta_{mn}, \quad (85)$$

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение выше рассчитанного для зданий с естественной вытяжной вентиляцией по формуле (85) или для общественных зданий с периодическим режимом работы и механической приточной вентиляцией по формуле (Н.3) Приложения Н, то это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты, и оно перегревается. Причиной может быть несоответствие поддерживаемого контроллером и требуемого в соответствии с Приложениями Г и Д настоящего документа температурного графика в системе отопления – надо пересчитать температурный график и перенастроить контроллер с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления. Либо по причине завышенного расхода 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_n в подающем трубопроводе – надо уменьшить число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение расхода тепловой энергии, потребляемое системой отопления, ниже рассчитанного, и средняя по зданию температура воздуха также ниже той, на поддержание которой рассчитана система отопления, это означает, что в здание поступает заниженное количество теплоты из-за уменьшенного расхода теплоносителя из тепловой сети, например вследствие недостаточного располагаемого напора на вводе в дом, либо из-за несоответствия проектным решениям сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций оболочки здания. Если при заниженном количестве теплоты в систему отопления средняя температура воздуха в здании выше нижней границы комфортного уровня, то плохо работает система вентиляции, есть опасность «синдрома больного здания» – надо принять меры к увеличению воздухообмена в квартирах до нормируемого значения.

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

$$Q_{\text{вент.}}^{\text{изм}} = 0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L_{\text{вент.}}^{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot c_a \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{н.зи}}) \cdot z_i, \quad (86)$$

где $L_{\text{вент.}}^{\text{изм}}$, $\rho_{\text{в}}$, c_a – то же, что в формуле (6);

$n_{\text{вент}}$ – то же, что в формуле (17);

$t_{\text{н.зи}}$, z_i – то же, что в формуле (76); при расчете тепловых завес вместо $t_{\text{н.зи}}$ принимают температуру внутреннего воздуха, $t_{\text{в}}$, °С; в установках приточной вентиляции с рециркуляцией воздуха – температуру смеси в пропорции количеств смешивающихся сред.

14.6 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, определяют по формуле

$$Q_{(\text{от+инф})}^{\text{изм}} = Q_{\text{сум.}}^{\text{изм}} - Q_{\text{зв.}}^{\text{изм}} - Q_{\text{вент.}}^{\text{изм}}, \quad (87)$$

где $Q_{\text{сум.}}^{\text{изм}}$, $Q_{\text{зв.}}^{\text{изм}}$ – то же, что в формуле (83);

$Q_{\text{вент.}}^{\text{изм}}$ – расход тепловой энергии на вентиляцию, кВт·ч; принимают по ф-ле (84).

Измеренный и пересчитанный на нормализованный отопительный период расход $Q_{(\text{от+инф})}^{\text{изм.пер}}$ определяют по формуле

$$Q_{(\text{от+инф})}^{\text{изм.пер}} = Q_{(\text{от+инф})}^{\text{изм}} \cdot \text{ГСОП} / [(t_{\text{в.зи}} - t_{\text{н.зи}}) \cdot z_i], \quad (88)$$

где $Q_{(\text{от+инф})}^{\text{изм}}$ – измеренный расход тепловой энергии на отопление, компенсирующий теплопотери через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося через закрытые окна наружного воздуха при выключенной в нерабочее время вентиляции, кВт·ч; принимают по формуле (87);

ГСОП – то же, что в формуле (15);

$t_{\text{в.зи}}$, $t_{\text{н.зи}}$, z_i – то же, что в формуле (83).

Этот расход сравнивается с рассчитанным проектным расходом тепловой энергии для отопления общественных зданий с непрерывным отоплением в течение суток $Q_{(\text{от+вент})}^{\text{год.расч}}$, определенном по формуле (85), или при периодическом режиме эксплуатации (периодическом режиме отопления) $Q_{\text{от.общ.}}^{\text{год}}$, определенным по (Н.3) Приложения Н. Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение выше рассчитанного, то это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты, причины которого и способы устранения приведены в п. 14.4.

14.6 Измеренный и пересчитанный по аналогии с формулой (86) на нормализованный отопительный период расход тепловой энергии на системы вентиляции $Q_{\text{вент.}}^{\text{изм.пер}}$, кВт·ч, сравнивают с расходом тепловой энергии на те же системы $Q_{\text{вент.пр.}}^{\text{расч}}$ кВт·ч, рассчитанные по проектным нагрузкам в соответствии с Приложением Е.

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 приточных клапанов.

Другой причиной увеличенного теплопотребления 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 теплопотребление 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.

Как выполнять оценку энергоэффективности эксплуатируемых многоквартирных домов по расходу суммарной конечной энергии приводится в Приложении Л, а как представлять данные отчетности показателей, включенных в Госдоклад 2019 МЭР в табл. Г.8 Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ - в Приложении Р.

Приложение А (обязательное)

Базовые и нормируемые по годам строительства суммарные удельные годовые расходы энергетических ресурсов жилых и общественных зданий.

В Госдокладе «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации», подготовленном Министерством экономического развития РФ в 2019 году, констатируется, что *«в 2000 году энергоёмкость ВВП в нашей стране более чем в 2 раза превышала мировой уровень, затем к 2007 году снизилась до 0,25 т. н. э./тыс. долл. США, а с 2007 по 2013 год снизилась только на 8 %, оставаясь неизменной в последующие годы»*. И это вопреки указу Президента России от 4 июня 2008 года № 889 о снижении энергоёмкости ВВП к 2020 году в размере не менее 40 % относительно уровня 2007 года – **только на 8% вместо планируемых 40%**.

В области строительства и жилищно-коммунального хозяйства положение еще более удручающее. Несмотря на неоднократные требования Правительства России о повышении энергетической эффективности строящихся и существующих зданий (ППРФ № 18 от 25.01.2011 и № 603 от 20.05.2017, а также РПРФ № 703-р от 19.04.2018), из-за того, что эти требования не были реализованы в Своде правил, по которому осуществляется проектирование новых зданий и капитальный ремонт существующих – СП 50.13330.2012, актуализирующем СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», у проектных организаций нет оснований выпускать проекты зданий с усиленной теплозащитой и повышенной энергоэффективностью.

В связи с изложенным следует в соответствие с решением постановления Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521 «исключить из СП 50.13330.2012 в редакции от 14.12.2018 как обязательный раздел 10 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий» и относящиеся к нему Приложения Г «Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий» и Д «Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания». Расчеты, связанные с определением энергетической эффективности зданий, установлением класса их энергоэффективности и энергетического паспорта, выполнять по настоящему Методическому пособию, созданного на базе СТО НОП 2.1-2014, в котором приводятся методики расчета и правила проектирования зданий, отвечающих требованиям повышения их энергетической эффективности для нового строительства в соответствии с постановлением Правительства РФ № 603 (перенеся из-за срыва выполнения 1-го этапа окончания действий с 2028 на 2030 год) *«о снижении годовых удельных расходов энергетических ресурсов к 2030 году для вновь создаваемых зданий в конечном итоге до 50% от базового уровня»*, соответствующего требованиям СНиП 23-02-2003 года, и капитальный ремонт зданий существующего жилищного фонда согласно пункту II. 6 распоряжения Правительства РФ № 703-р *«Динамика потребления тепловой энергии на отопление многоквартирных домов (без учета нового строительства) должна обеспечить снижение теплопотребления в 2030 году на 25% по отношению к фактическому значению базового 2016 г., а по существу того же СНиП»*.

Дальнейшее снижение энергопотребления зданий нового строительства в России

следует принять по уровню снижения из директивы Евросоюза EPBD 2010/31/EU, а по срокам с интервалом не в 5, а в 10 лет, поскольку нелогично после 10% снижения энергопотребления по отношению к базовому уровню в течение 2025-2030 годов, в последующем пятилетии при переходе к строительству энергопассивных зданий устанавливать 20% снижение их энергопотребления, что и не реально в наших условиях. Тогда для России следует разбить период перехода к энергопассивным зданиям на 2 подпериода длительностью в 5 лет по 10% снижения энергопотребления зданий по отношению к базовому уровню, чтобы в 2040 году закончить переход нового строительства к энергопассивным зданиям и перейти к началу строительства зданий с потреблением энергии, близким к нулевому, закончив этот переход в 2050 г. – году подведения итогов долгосрочной стратегии низкоуглеродного развития на планете Земля (см. табл.А.0).

Таблица А.0. Типы зданий и нормы потребляемой энергии для: зданий по СНиП 23-02-2003, зданий с низким потреблением энергии, энергопассивных зданий и зданий с потреблением энергии, близким к нулевому, рекомендуемые для принятия в России к 2050 г.

Тип здания	Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м ²							
	стандартное здание по СНиП 23-02-2003 с 2000 - 2024 г.г.		здание с низким потреблением энергии, с 2030 г.		энергопассивное здание (для МКД нового стр-ва) с 2040г.		здание с энергозатратами, близкими к нулевому, с 2050 г.	
	на 1 м ²	Снижение % к станд.	на 1 м ²	Снижение % к станд.	на 1 м ²	Снижение % к станд.	на 1 м ²	Снижение % к станд.
МКД нового стр-ва	85	0%	42	50%	25	70%	9	90%
МКД стр-ва до 1980	193	0%	42	в 4,6 раза	42	в 4,6 раза	42	с низким потребл. энергии
МКД стр-ва до 2003	168	0%	168	0%	105	50% - 42 (в 4 раза) 50% - 168	42	с низким потреблением энергии
Офисы	125	0%	63	50%	38	70%	13	90%
Суммарный удельный годовой расход конечной энергии на дом, кВт·ч/м²								
МКД нового стр-ва	285	0%	142	50%	85	70%	29	90%
в т.ч. без от. и вент.	200	0%	100	50%	60	70%	20	90%
Офисы, в т.ч. без	200	0%	100	50%	60	70%	20	90%
отопл. и вентиляц.	75	0%	37	50%	22	70%	8	90%

Примечание к табл. А.0. Показатели удельного годового расхода тепловой энергии на отопление (вместе с вентиляцией) и суммарного расхода конечной энергии (помимо отопления и вентиляции еще и на горячее водоснабжение и электрической энергии на освещение, приборы и оборудование, общедомовые нужды, а для офисов дополнительно с охлаждением для систем кондиционирования воздуха), относящиеся к стандартному зданию, приводятся для МКД 5-12 этажей и 4-х этажного офиса для региона с ГСОП = 5000 град.-суток. Для достижения всех существующих МКД к 2060 г. уровня «зданий с низким потреблением энергии» необходимо выполнять комплексный капитальный ремонт ежегодно на площади 2,5% жилищного фонда города в 2020 году, что примерно соответствует площади нового строительства.

Для выполнения требований распоряжения Правительства РФ № 703-р к существующему жилищному фонду, комплексный капитальный ремонт с утеплением и устройством автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления дома по энергоэффективному сценарию, который предполагает повышение теплозащиты зданий до базового уровня в 2020 году и на 50 % выше базового уровня с 2025 года, должен осуществляться ежегодно на площади, составляющей 2,5% в год от площади жилищного фонда в 2020 году, что близко к объемам нового строительства. Это в отличие от пункта II.6 Комплексного плана понятно физически и подлежит контролю. Кстати, при таком сценарии получается, что комплексному капитальному ремонту с достижением уровня здания с низким потреблением энергии будут подвергнуты все МКД, построенные до 1980 года, и, следовательно, можно выйти в последующие за 2030 годы на расчётный срок в 50 лет между очередными капитальными ремонтами одного и того же дома. Продолжение такого ремонта, в том же объеме и на таком же уровне теплозащиты после 2030 г., позволит достичь уровня зданий с низким потреблением энергии в 2050 г.

В настоящем приложении приводятся базовый и нормируемый уровень требований энергетической эффективности зданий в зависимости от их назначения: для многоквартирных домов в табл. А.1 (обоснование значений показателей которой приводится в Приложении Р), для многоквартирных отдельностоящих и блокированных – в табл. А.2, для общественных зданий разного назначения – в табл. А.3, основанные на соблюдении требуемых по табл. А.4 сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций и применения оптимизированных графиков регулирования подачи теплоты в системы отопления. Чтобы обеспечить выполнение ППРФ № 603 от 20.05.2017, где уже потеряли более 5 лет, следует на 1-ом этапе в 2025 году начать снижение годового потребления энергетических ресурсов сразу на 25%, а с 2030 года всего на 50 % по отношению к базовому уровню.

Таблица А.1 – Базовый и нормируемый с 2025 г. (0,75 от базового) и с 2030 г. (0,5 от базового) удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном доме, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на квартиры и общедомовые нужды, в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию отдельно, кВт·ч/м² (обоснование в Приложении С настоящего документа).

Наименование показателя	°С·сут. отопит. периода	Удельный годовой расход энергетических ресурсов, кВт·ч/м ² , в зависимости от этажности здания, эт.					
		2 эт.	4 эт.	6 эт	8 эт	10 эт	12-25эт.
Базовые значения							
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*	2000	220	208	215	210	208	206
	3000	239	222	226	220	216	214
	4000	260	238	242	234	230	228
	5000	275	252	254	245	240	238
	6000	302	274	274	264	258	255
	8000	359	321	319	305	297	293
	10000	413	366	360	343	333	329
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию**	2000	66	54	51	46	44	43
	3000	99	82	76	70	66	64
	4000	120	99	92	84	80	78
	5000	135	111	104	95	90	88
	6000	162	134	124	114	108	105
	8000	216	178	166	152	144	140
	10000	270	223	207	190	180	176
Нормируемые с 2025г. значения (0,75 от базового)							
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*	2000	165	156	161	158	156	155
	3000	179	167	170	165	162	161
	4000	195	179	182	176	173	171
	5000	206	189	191	184	180	179
	6000	227	206	206	198	194	191
	8000	269	241	239	229	223	220
	10000	310	275	270	257	250	247
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию**	2000	50	41	38	35	33	32
	3000	74	62	57	53	50	48
	4000	90	74	69	63	60	59
	5000	101	83	78	71	68	66
	6000	122	101	93	86	81	79
	8000	162	134	125	114	108	105
	10000	203	167	155	143	135	132

Нормируемые с 2030 г. значения (0,5 от базового)							
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*	2000	110	104	108	105	104	103
	3000	120	111	113	110	108	107
	4000	130	119	121	117	115	114
	5000	138	126	127	123	120	119
	6000	151	137	137	132	129	128
	8000	180	161	160	153	149	147
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию**	10000	207	183	180	172	167	165
	2000	33	27	26	23	22	22
	3000	50	41	38	35	33	32
	4000	60	50	46	42	40	39
	5000	68	56	52	48	45	44
	6000	81	67	62	57	54	53
8000	108	89	83	76	72	70	
10000	135	112	104	95	90	88	

Примечания.

1. * базовый удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение принимается в соответствии с СП 30.13330 для заселенности 20 м² площади квартир и зависит от климатического района, как по водопотреблению, так и по длительности отопительного периода, с отнесением к градусо-суткам нормализованного отопительного периода: при ГСОП = 2000 °С·сут. равен 149 кВт·ч/м², ГСОП = 3000-6000 °С·сут. равен 135 кВт·ч/м² и ГСОП = 8000-10000 °С·сут. равен 138 кВт·ч/м²;

базовый удельный годовой расход электрической энергии на общедомовые нужды равен 6 кВт·ч/м² площади квартир для зданий выше 5 этажей, и 2 кВт·ч/м² для зданий 5 этажей и ниже (из-за отсутствия лифтов), принимается с повышающим в 2,0 раза коэффициентом пересчета электрического киловатт-часа в тепловой.

2. ** при установлении базового уровня удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию были приняты следующие расчетные условия: температура внутреннего воздуха в квартирах 20°С, заселение 20 м² общей площади квартир на одного жителя, что соответствует нормативному воздухообмену 30 м³/ч на человека и удельным внутренним теплопоступлениям 17 Вт/м² жилой площади.

3. Базовый удельный (на м² общей площади квартир без летних помещений) годовой расход электроэнергии на освещение и пользование электрическими приборами и кухонным оборудованием равен при заселенности квартир 20 м²/человека **43,5 кВт·ч/м²** при наличии электрических плит и **24,4 кВт·ч/м²** при газовых плитах, а при заселенности 40 м²/человека, соответственно **30 кВт·ч/м²** и **14,4 кВт·ч/м²** (табл. В.4 Приложение В настоящего документа). При промежуточных значениях заселенности определять линейной интерполяцией. Полученные величины умножаются на повышающий в 2,0 раза коэффициент пересчета электрического киловатт-часа в тепловой и прибавляются к показателям 1-го блока суммарного расхода энергоресурсов.

4. Для многоподъездных многоквартирных домов с секциями разной этажности при определении расчетного значения удельного годового расхода энергетических ресурсов для сравнения с базовым этажность дома усредняется.

5. Промежуточные значения удельного годового расхода энергетических ресурсов определять методом линейной интерполяции по этажности многоквартирного дома и градусо-суткам отопительного периода.

6. Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут. и более допускается повышение базовых значений на 5%. В диапазоне ГСОП = 6000 ÷ 8000 °С·сут. – линейной интерполяцией от 0 до 5%.

Таблица А.2 – Базовый и нормируемый с 2025 г. удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции малоэтажных многоквартирных (отдельно стоящих или блокированных) домов, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода

Отапливаемая площадь здания, м ²	Удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции, отнесенный к градусо-суткам нормализованного отопительного периода, $\theta_{эн/эф}$, Вт·ч/(м ² ·°С·сут)
---	---

	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
Базовые значения				
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
Нормируемые с 2025 г. значения (0,75 от базового)				
60 и менее	29,2	–	–	–
100	26,0	28,1	–	–
150	23,0	25,0	27,1	–
250	20,9	21,9	23,0	24,0
400	–	18,8	19,8	20,9
600	–	16,7	17,7	18,8
1 000 и более	–	14,6	15,6	16,7

Примечания

1 При промежуточных значениях отапливаемой площади здания в интервале 60–1000 м² значения $\theta_{н/эф}$ следует определять по линейной интерполяции.

2 Под отапливаемой площадью многоквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных зданий – площадь квартиры.

Таблица А.3 – Базовый и нормируемый с 2025 года удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам нормализованного отопительного периода, $\theta_{н/эф}$, Вт·ч/(м²·°С·сут)

Типы зданий	Этажность зданий:								
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12-25	
Базовые значения									
1. Гостиницы, общежития	27,8	25,0	24,4	23,6	22,2	21,1	20,0	19,4	
2. Общественные, за исключением позиций 3-6 настоящей таблицы*	38,5	34,8	33,0	29,3	28,4	27,1	25,7	24,5	
	44,3	40,0	38,0	33,7	32,7	31,2	29,6	28,2	
3. Поликлиники и лечебные учреждения**	33,8	32,8	31,8	30,8	29,3	28,3	27,7	26,9	
	37,8	36,8	35,8	34,8	33,4	32,4	31,8	31,0	
4. Дошкольные учреждения, хосписы	33,8	32,8	31,8	-					
5. Административного назначения (офисы)	33,0	31,2	30,3	29,8	29,5	29,2	29,0	28,8	
6. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой и физкультурно-оздоровительной направленности*** При температуре воздуха в помещении, °С:	20	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]	-
	18	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]	-
	13-	23,9	23,0	22,1	21,2	20,7	20,2	19,7	-
	17	[5,3]	[5,1]	[4,9]	[4,7]	[4,6]	[4,5]	[4,4]	-
Нормируемые с 2025 г. значения (0,75 от базового)									
1. Гостиницы, общежития	20,9	18,8	18,3	17,7	16,7	15,8	15,0	14,6	
2. Общественные, за исключением позиций 3-6 настоящей таблицы*	28,9	26,1	24,8	22,0	21,3	20,3	19,3	18,4	
	33,2	30,0	28,5	25,3	24,5	23,4	22,2	21,2	
3. Поликлиники и лечебные учреждения**	25,4	24,6	23,9	23,1	22,0	21,2	20,8	20,2	
	28,4	27,6	26,9	26,1	25,1	24,3	23,9	23,3	

4. Дошкольные учреждения, хосписы		25,4	24,6	23,9	-				
5. Административного назначения (офисы)		24,8	23,4	22,7	22,35	22,1	21,9	21,8	21,6
6. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой и физкультурно-оздоровительной направленности*** При температуре воздуха в помещении, °С:	20	21,6	20,6	19,6	18,9	18,5	18,2	17,8	-
		[4,80]	[4,58]	[4,35]	[4,20]	[4,13]	[4,05]	[3,98]	-
	18	20,0	19,3	17,9	16,9	16,6	16,5	16,1	-
		[4,43]	[4,56]	[3,98]	[3,75]	[3,7]	[3,68]	[3,60]	-
	13-	17,9	18,4	16,6	15,5	15,3	15,2	14,8	-
	17	[3,98]	[4,08]	[3,68]	[3,45]	[3,40]	[3,38]	[3,30]	-

Примечания.

* Верхняя строка – с односменным режимом работы, нижняя – с полуторасменным.

** Верхняя строка – с полуторасменным режимом работы, нижняя – с круглосуточным.

*** В квадратных скобках приведены значения для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,3 м, Вт·ч/(м³·°С·сут), отнесенные к отапливаемому объему помещений полезной площади здания, в который входят также площади, занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения – на м² полезной площади помещений. Нормируемые показатели в позициях 1–5 приведены на м² при высоте этажа от пола до потолка 2,7-3,3 м.

Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут и более допускается повышение базовых значений на 5%. В диапазоне ГСОП = 6000 ÷ 8000 °С·сут. – линейной интерполяцией от 0 до 5%.

Таблица А.4 Базовые (по СП 50) и нормируемые в 2023 и 2025 годах значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений для зданий, в зависимости от изменения градусо-суток отопительного периода региона строительства.

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут.	R ₀ ^{норм} , м ² ·°С/Вт			
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами, эркерами	Перекрытий чердачных, над техподпольями	Светопрозрачных конструкций, окна, витражи
<i>1</i>	2	3	4	5	6
Базовые значения					
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,1	3,2	2,8	0,49
	4000	2,8	4,2	3,7	0,63
	6000	3,5	5,2	4,6	0,73
	8000	4,2	6,2	5,5	0,75
	10000	4,9	7,2	6,4	0,77
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	1,8	2,4	2,0	0,49
	4000	2,4	3,2	2,7	0,63
	6000	3,0	4,0	3,4	0,73
	8000	3,6	4,8	4,1	0,75
	10000	4,2	5,6	4,8	0,77
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8
Нормируемые с 2023 года					
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники	2000	2,6	4,0	3,5	0,5
	4000	3,5	5,2	4,6	0,65

ники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	6000	4,4	6,5	5,7	0,75
	8000	5,2	7,7	6,9	0,85
	10000	6,1	9,0	8,0	0,95
	12000	7,0	10,2	9,1	1,0
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,3	3,0	2,5	0,5
	4000	3,0	4,0	3,3	0,65
	6000	3,8	5,0	4,3	0,75
	8000	4,5	6,0	5,1	0,8
	10000	5,3	7,0	6,0	0,85
12000	6,0	8,0	6,9	0,9	
Нормируемые с 2025 года					
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	3,2	4,8	4,2	0,75
	4000	4,5	6,3	5,5	1,0
	6000	5,6	7,8	6,9	1,2
	8000	6,9	9,3	8,5	1,2
	10000	7,3	10,8	9,6	1,2
12000	8,1	12,3	11,0	1,2	
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,7	3,4	2,8	0,65
	4000	3,9	4,5	3,8	0,9
	6000	4,8	5,6	4,8	1,2
	8000	5,9	6,7	5,7	1,2
	10000	6,3	7,8	6,7	1,2
12000	6,9	9,0	7,7	1,2	

Примечания. 1. Базовые значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций приняты по СП 50.13330.2012 с изменениями № 1 от 14.12.2018, за исключением того, что в этих изменениях приводятся сниженные показатели для лечебно-профилактических, дошкольных и общеобразовательных организаций по сравнению с жилыми и всеми оставшимися общественными зданиями, что противостоит и противоречит предыдущему СНиП 23-02-2003, актуализированному этим СП. Это исключение устранено в табл. А.4.

2. Нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче несветопрозрачных конструкций приняты с 2023 года на 25% выше базовых значений, а с 2025 года в соответствии с рекомендуемыми статье Ковалева И. Н. и Табунщикова Ю. А. «Особенности оптимизации толщины утеплителя наружных стен зданий. Системные аспекты» «Энергосбережение № 8. 2017 – примерно на 50% выше базовых значений, то же светопрозрачных конструкций – в соответствии с достигнутыми отечественной промышленностью в изготовлении энергоэффективных окон.

3. Промежуточные значения определять методом линейной интерполяции по градусо-суткам отопительного периода района строительства.

Приложение Б (обязательное)

Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания 1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	

Количество квартир	
Расчетное количество жителей (служащих)	
Размещение в застройке	
Конструктивное решение	
Установленная мощность отопления из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	
Установленная мощность приточной вентиляции из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	
Установленная тепловая мощность тепловых завес из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, 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	°С	
2	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{n.om.n}$	°С	
3	Продолжительность отопительного периода	$Z_{om.n}$	сут	
4	Градусо-сутки нормализованного отопительного периода (ОП)	$ГСОП$	°С•сут	
5	Расчетная температура внутреннего воздуха в отопительный период	$t_{в}$	°С	
6	Расчетная температура воздуха в «теплом» чердаке	$t_{ч}$	°С	
7	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	t_n	°С	
8	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования охлаждения	$t_{n.ox.n}$	°С	
9	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования охлаждения	$t_{в.ox.n}$	°С	

3 Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
10	Площадь квартир жилого дома	$A_{кв}, M^2$		
11	Полезная площадь помещений общественного здания	$A_{пол}, M^2$		
12	Площадь жилых помещений дома	$A_{ж}, M^2$		
13	Расчетная площадь (общественного зд.)	$A_{расч}, M^2$		
14	Отапливаемый объем здания	$V_{от}, M^3$		
15	Показатель компактности здания	$k_{комп}, M^{-1}$		
16	Коэффициент остекленности фасада зд.	f		

17	<p>Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фасадов – стен (раздельно по типу конструкции) – витражей – окон и балконных дверей квартир – глухой части балконных дверей – окон нежилого этажа – окон ЛПУ – балконных дверей наружных переходов ЛПУ – входных дверей витражных – входных дверей утепленных – покрытий – чердачных перекрытий – перекрытий цокольных (над техническими подпольями) – перекрытий над проездами или под эркерами – стен в земле и полов по грунту (раздельно по зонам) 	$A_{огр.сум}, м^2$ $A_{фас}$ $A_{ст}$ $A_{ок.1}$ $A_{ок.2}$ $A_{б.дв.гл}$ $A_{ок.3}$ $A_{ок.ЛПУ}$ $A_{б.дв.ЛПУ}$ $A_{вх.дв.1}$ $A_{вх.дв.2}$ $A_{покp}$ $A_{черд}$ $A_{цок}$ $A_{эрк}$ $A_{зр}$		
----	---	--	--	--

4 Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
18	<p>Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в т. ч.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – стен (раздельно по типу конструкции) – витражей – окон и балконных дверей – глухой части балконных дверей – окон ЛПУ – балконных дверей наружных переходов ЛПУ – входных дверей витражных – входных дверей утепленных – покрытий – чердачных перекрытий (эквивалентное) – перекрытий цокольных (над техническими подпольями), эквивалентное – перекрытий над проездами 	$R_o^{np}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт$ $R_{ст}^{np}$ $R_{ок.1}^{np}$ $R_{ок.2}^{np}$ $R_{б.дв.гл}^{np}$ $R_{ок.ЛПУ}^{np}$ $R_{б.дв.ЛПУ}^{np}$ $R_{вх.дв.1}^{np}$ $R_{вх.дв.2}^{np}$ $R_{покp}^{np}$ $R_{черд}^{экв}$ $R_{цок}^{экв}$ $R_{эрк}^{np}$			

	ми или под эркерами – стен в земле и полов по грунту (раздельно по зонам)	R_{ep}^{np}			
19	Расчетное сопротивление воздухопроницанию: – витражей – окон – окон ЛЛУ – балконных дверей наружных переходов ЛЛУ – входных наружных дверей	$R_a, \text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ $R_{a.ок.1}$ $R_{a.ок.2}$ $R_{a.ок.ЛЛУ}$ $R_{a.б.дв.ЛЛУ}$ $R_{a.вх.дв}$			
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр.}^{np}, \text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$			
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания ($t_{н.от.н} / t_{н.п}$)	$K_{инф.}^{усл}, \text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$			
22	Кратность воздухообмена здания при заклеенных вентиляционных отверстиях и закрытых окнах (испытание при 50 Па)	$n_{50}, \text{ч}^{-1}$			

5 Показатели теплоэнергетические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за ОП	$Q_{огр}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$			
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{вент./инф.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$			
25	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании за ОП	$q_{быт}, \text{Вт} / \text{м}^2$			
26	Бытовые (внутренние) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$			
27	Теплопоступления в зд. от солнечной радиации за ОП	$Q_{инс.}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$			
28	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период (для расчета показателя энергоэффективности)	$Q_{(от+вент)}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$			
29	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление и инфильтрацию в нерабочее время за ОП (для оценки энергоэффективности проекта вентиляции)	$Q_{(от+инф)}^{год}, \text{кВт} \cdot \text{ч}$			

6 Коэффициенты, характеризующие отдельные технические решения

№ п/п	Показатель	Обозначение	Проектное значение	Фактическое значение
30	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ		
31	Коэффициент, учитывающий снижение теплотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ		
32	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$		
33	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1		
34	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2		
35	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений в период превышения их над теплотерями	ν		
36	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери системы отопления	β_{mn}		

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

№ п/п	Показатель	Обозначение и ед. измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
37	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности <u>проекта здания</u>	$q_{(от+вент)}^{год}$, кВт•ч/м ²		
38	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания		D	
39	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		ДА	
40	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности здания с учетом проектного значения расхода тепловой энергии на вентиляцию и тепловой завесы	$q_{(от+вент)}^{год,пр}$ кВт•ч/м ²		
41	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции		ДА/НЕТ	
42	Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды МКД	$q_{(от+вент+гв)}^{год}$ кВт•ч/м ²		
43	Фактическое значение суммарного удельного годового расхода на ОВ, ГВ и электрической энергии на общедомовые нужды МКД. Класс <u>энергоэффективности здания</u>	$q_{(от+вент+гв)}^{год}$ изм и пересч. кВт•ч/м ²		D

8 Нагрузки энергетические и ресурсные

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
44	Мощность систем инженерного оборудования: – требуемая на отопление – требуемая на горячее водоснабжение – установленная на механическую вентиляцию – установленная на воздушно-тепловые завесы – электроснабжения здания, в том числе, на общедомовые нужды, из них: - на освещение (для многоквартирных зданий только мест общего пользования) - лифтовое оборудование - водоснабжение и канализацию - отопление и вентиляцию - кондиционирование (охлаждение)	$Q_{от.р.мп}$ $Q_{гв.макс}$ $Q_{вент.р.мп}$ $Q_{т.з.р.мп}$ $N_{эл}$ $N_{об.дом}$ $N_{осв}$ $N_{лифт}$ $N_{БК}$ $N_{ОВ}$ $N_{конд}$	кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт кВт	
45	Среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.ср}$	кВт	
46	Средний суточный расход: – природного газа – холодной воды – горячей воды – электроэнергии на общедомовые нужды	$V_{пг.ср.сут}$ $G_{хв.ср.сут}$ $G_{гв.ср.сут}$ $E_{эл.о.д.сут}$	м ³ /сут м ³ /сут м ³ /сут кВт•ч	
47	Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на м ² площади квартир (полезной площади нежилых помещений): – на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) – на механическую приточную вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	Вт/м ² Вт/м ²	
48	Удельная объемная тепловая характеристика здания (на м ³ отапливаемого объема здания)	q_m	Вт/(м ³ •°С)	

9 Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
49	Годовые расходы энергии и ресурсов на здание: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авторегулирования – тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания – тепловой энергии на горячее водоснабжение – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии зданием, в том числе: на общедомовые нужды (без эн.сбереж./с эн.сб.) из них: - освещение мест общего пользования - силовое оборудование лифтов - силовое оборуд. сист. отопления и вентиляции - силовое оборудование систем водоснабжения - на кондиционирование (охлаждение) – природного газа	$Q_{(от+вент)}^{год}$ $Q_{(от+инф)}^{год}$ $Q_{гв.}^{год}$ $Q_{вент.}^{год}$ $Q_{т.з.}^{год}$ $E_{эл.сум.}^{год}$ $E_{эл.об.дом}^{год}$ $E_{эл.осв}^{год}$ $E_{эл.лифт}^{год}$ $E_{эл.ОВ}^{год}$ $E_{эл.БК}^{год}$ $E_{эл.конд.}^{год}$ $Q_{пг}^{год}$	МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч тыс. м ³	

50	Удельные годовые расходы энергии и ресурсов: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого здания – тепловой энергии на горячее водоснабжение – то же с квартирными водосчетчиками – тепловой энергии на отопление, включая нагрев инфильтрующегося воздуха, в здании с механической приточной вентиляцией – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии в здании (без /с эн.сб.) в том числе: - на общедомовые нужд - на кондиционирование (охлаждение) – природного газа	$q_{от+вент.}^{200}$ $q_{гв.}^{200}$ $q_{гв.кв.в.сч.}^{200}$ $q_{от+инф.}^{200}$ $q_{вент.}^{200}$ $q_{т.з.}^{200}$ $q_{эл.сум.}^{200}$ $q_{эл.об.дом.}^{200}$ $q_{эл.конд.}^{200}$ $q_{пг}^{200}$	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 кВт•ч/м ² м ³ /м ²	
51	Удельная тепловая энергоемкость здания за год Удельная электрическая энергоемкость здания	$q_{(от+вент+гв)}^{200}$ $q_{e(t+p+конд)}^{200}$	кВт•ч/м ² кВт•ч/м ²	
52	Удельная суммарная энергоемкость здания: – не газифицированного – газифицированного	$q_{(m+e)}^{200}$ $q_{(m+e+nг)}^{200}$	кВт•ч/м ² , кг у. т./м ²	

10. Сведения об оснащённости приборами учета			
54	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.	
55	Оснащённость квартир приборами учета		
	электрической энергии	%	
	тепловой энергии	%	
	газа	%	
	воды	%	

56	Паспорт заполнен	
	Организация	
	Адрес и телефон	
	Ответственный исполнитель	

Приложение В
(справочное)

Справочные таблицы исходных данных для расчета

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

№ п/п	Тип помещения	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_{в}$, %	Температура точки росы $t_{р}$, °С
1	Помещения жилых зданий, гостиниц, общежитий, классы в школах, офисы	20	55	10,70
2	Помещения общественных зданий, приведенные в 1.1, кроме перечисленных в строках 3, 4 таблицы	20	50	9,30
3	Помещения лечебно-профилактических учреждений, домов-интернатов	21	55	11,60
4	Помещения учебно-воспитательных зданий, хосписов	22	55	12,60
5	Помещения торгово-бытовых, досуговых зданий	20 18 16 15 12	50	9,30 7,40 5,60 4,70 1,90
6	Кухни	20	60	12,00
7	Отапливаемые лестничные клетки жилых зданий	16	55	7,00
8	Ванные комнаты, душевые и бассейны: - для взрослых - для детей	27 30	67 67	20,3 23,0
9	Отапливаемые автостоянки: надземные подземные	5 10	75 75	0,94 5,77
<p>Примечание – Расчетную температуру внутреннего воздуха устанавливают по основным помещениям, преобладающим в здании. Для помещений, не указанных в таблице, температуру внутреннего воздуха $t_{в}$ относительную влажность внутреннего воздуха $\phi_{в}$ 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.</p>				

Таблица В.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 следует умножать на коэффициент ξ с соответствующей интерполяцией.

Таблица В.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 ·°С/Вт	τ_1	τ_2	$R_{o,пр}$, м ² ·°С/Вт	τ_1	τ_2
Двойное остекление с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ +К4 в переплетах: – спаренных – отдельных	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 переплете из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,80	0,51	0,47	0,80	0,51
Тройное остекление в отдельных 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 – с твердым селективным покрытием (К-стекло) СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К – то же СПД 4М ₁ -12Ar-4М ₁ -12Ar-4К (с заполнением аргоном) – с мягким селективным покрытием (I-стекло*) СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4И* – то же СПД 4М ₁ -12Ar-4М ₁ -12Ar-4И* (с заполнением аргоном) – с мягким селективным покрытием (I-стекло**) СПД 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4И** – то же СПД 4М ₁ -12Ar-4М ₁ -12Ar-4И** (с заполнением аргоном) – то же СПД 4М ₁ -12(Ar50%, Kr50 %)-4М ₁ -12(Ar50 %, Kr 50 %)-4И** (с заполнением ½ аргоном и ½ криптоном) – то же СПД 4М ₁ -12Kr-4М ₁ -12Kr-4И** (с заполнением криптоном)	0,54	0,80	0,74	0,45	0,80	0,74
	0,58	0,80	0,72	0,52	0,80	0,72
	0,65	0,80	0,72	0,55	0,80	0,72
	0,68	0,80	0,50	0,55	0,80	0,50
	0,75	0,80	0,50	0,59	0,80	0,50
	0,75	0,80	0,55	0,62	0,80	0,55
	0,81	0,80	0,55	0,68	0,80	0,55
	0,91	0,80	0,55	0,78	0,80	0,55
	1,00	0,80	0,55	0,87	0,80	0,55

Стекло и однокамерный стеклопакет (с межстекольным расстоянием 12 мм) в отдельных переплетах из стекла:						
– 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4М ₁	0,56	0,60	0,74	0,50	0,60	0,74
– с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4К	0,65	0,60	0,72	0,56	0,60	0,72
– то же 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,69	0,60	0,72	0,60	0,60	0,72
– с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М ₁ +СПО 4М ₁ -12-4И*	0,72	0,60	0,50	0,60	0,60	0,50
Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в разд. переплетах из стекла:						
- обычного 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4М ₁	0,65	0,60	0,60	0,59	0,60	0,60
- с твердым селективным покрытием (К-стекло) 4М ₁ + СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4К	0,72	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56
– то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10Ar-4М ₁ -10Ar-4К (с заполнением аргоном)	0,80	0,60	0,56	0,73	0,60	0,56
– с мягким селективным покрытием (I-стекло*) 4М ₁ +СПД 4М ₁ -10-4М ₁ -10-4И*	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 заполнением 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 ½ аргоном и ½ криптоном)	1,03	0,60	0,40	-	-	-
– то же 4М ₁ +СПД 4М ₁ -12Kr-4М ₁ -12Kr-4И** (с заполнением криптоном)	1,12	0,60	0,40	-	-	-
Два однокамерных стеклопакета из обычного 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
– отдельных 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
Деревоалюминиевый профиль с термо-вставкой 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 (К-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 $0,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, 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 зданий в г. Москве с 2011г.: Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ16.В00050 со сроком действия 05.11.2008 - 05.11.2011 № 6833600 – серия П46М/14; Техническое заключение по результатам теплотехнических испытаний ГУП «НИИМосстрой» от 05.04.2010г – П44Т, К, ТМ/17-25; Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ34.В00726 со сроком действия 08.07.2010 - 08.07.2012 № 0210009 – ПЗМ/17-23, КОПЭ/22; Протокол испытаний № 01/53230 от 22.11.2009г. Испытательный Центр «ФАСАДЫ-СПК» НИИСФ РААСН – экспериментальные здания повторного применения по проекту ЗАО «Капстройпроект».

Таблица В.4 – Исходные данные для расчета удельной величины среднечасовых бытовых (внутренних) тепlopоступлений за рабочее время для жилых и общественных зданий различного назначения, в том числе: от людей, электрических приборов, освещения, горячего водоснабжения (последнее только для жилых домов), отдельно в отопительном периоде и периоде охлаждения, $\text{Вт}/\text{м}^2$ (красным шрифтом – показатели, дополненные автором, из статьи В. Ливчака в «СОК» № 5-2023.) В. Ливчак

Наименование показателя	Здания													
	Одноквартирные	Многоквартирные, категория I	Многоквартирные, категория II	Офисные, категория I	Офисные, категория II	Учебные заведения	Больницы, категория I	Больницы, категория II	Поликлиники	Общественного питания	Предприятия торговли	Спортивные сооружения	Зрелищные учреждения	Склады
Внутренняя заданная температура при отоплении/охлаждении, °C	20/24	20/24	20/24	20/24	20/24	20/24	21/24	21/24	21/24	20/24	20/24	18/24	20/24	18/24
Полезная кондиционируемая площадь на человека (заселенность) $A_{\text{пол}}, \text{м}^2/\text{чел.}$ ¹⁾	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	100
Средняя величина метаболических тепловыделений от человека $Q_p, \text{Вт}/\text{чел}$	70	70	70	80	80	70	80	80	80	100	90	100	80	100
Метаболические притоки на кондиционируемую площадь $Q_p/A_{\text{ж/н}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	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 метаболического притока в день $\tau_{\text{мет}}, \text{ч}$	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6
Рабочее время использования помещения в день (среднемесячное) $\tau, \text{ч}$	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6
Годовое удельное потребление электрической энергии на кондиционируемую площадь здания $q_{\text{E,год}}, \text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ ²⁾	20	30/14,4	43,5/24,4	20	33,5	10	30	40	25	30	30	10	20	6

Доля потребления электроэнергии в кондиционируемой части здания, f_E	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9
Удельные ³⁾ среднечасовые бытовые теплопоступления за раб. время при отоплении/охлаждении, $q_{вн. от/ох}$ Вт/м ² 4)	10/ 7,7	11,4/ 8,8	17/ 14,5	13,4/ 10,7	24,9/ 22,3	14,1/ 10,0	8,1/ 6,8	14,2/ 12,4	15,1/ 12,7	12,8/ 10,4	9,5/ 7,2	5,9/ 4,9	19,9/ 16,3	4,1

Примечание. Эта таблица дополненная и частично измененная для российских условий табл. G.12 ISO 13790:2008, обособленные в Приложении П настоящего документа.

¹⁾ Под кондиционируемой площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений $A_{кв}$ – для жилых зданий; полезную площадь всех помещений, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, $A_{пол}$ – для общественных зданий.

²⁾ Включая освещение квартир и помещений общественных зданий, пользование электрическими приборами и оборудованием, за исключением потребления электроэнергии для охлаждения и приводов насосов и вентиляторов систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, устройств автоматического регулирования этих систем, а также перемещения лифтов, эскалаторов и траволаторов. Для МКД – в числителе с электроплитами, в знаменателе с газовыми плитами.

³⁾ Для жилых зданий – на м² жилой площади, составляющей как правило 0,55 от общей площади квартир; для общественных зданий – на м² расчетной площади отапливаемых помещений при подборе отопительных приборов и на м² полезной площади при оценке теплопотребления на отопление здания в целом.

⁴⁾ В числителе – отопительный период, в знаменателе – охладительный период.

Таблица В.5 – Нормы суточного расхода горячей воды потребителями и удельной часовой величины тепловой энергии для ее нагрева в средние за отопительный период сутки, а также значения удельного годового расхода тепловой энергии на гвс, исходя из нормативной площади на одного измерителя для центрального региона с $Z_{от.п} = 214$ сут.

Потребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды в течение года $a_{гвс}$, л/сут (по таблице А.2 СП 30.13330.2016)	Норма общей/полезной площади на одного человека $A_{чел}$, м ² /чел.	Удельный среднечасовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения за отопительный период $q_{гв}^{ср.ч}$, Вт/м ²	Удельный годовой расход тепловой энергии для горячего водоснабжения $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м ² общей площади
Жилые здания независимо от этажности с централизованным гвс, оборудованные умывальниками, мойками и ваннами, с квартирными регуляторами давления	1 жилец	100	20	17,3	133/80*)
То же по СП 30.13330.2020 с изм. 30.05.2022 с учетом фактического измерения по приборам учета для:					
- муниципального жилья	То же	70	20	12,2	
- стандартного жилья	То же	70	30	8,1	
- жилья бизнес-класса	То же	70	40	6,1	
То же с умывальниками, мойками и душем, с квартирными регуляторами давления	То же	95	18	15,2	117/70*)

Жилые здания 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 ^{*)}
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
Больницы с санузлами в палатах	1 больной	90	20	19,3	158
То же с общими ваннами и душами	То же	75	10	22,9	181
Поликлиники и амбулатории (10 м ² на одного медработника, работа в 2 смены и 6 пациентов на 1 работника)	1 больной в смену	4	-	-	-
	1 работник в смену	12	10	11	87
Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	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
Общеобразовательные школы с душевыми при спортивных залах и столовыми на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 служащий	8	10	2,8	20
Физкультурно-оздоровительные комплексы со столовыми на полуфабрикатах	1 место	30	5	18,3	145
Кинотеатры, залы собраний // театры, клубы и досугово-развлекательные учреждения	1 зритель	3	5	1,8 // 3	14 // 24
	1 артист	25	-	-	
Административные здания	1 работник	6	10	1,8	14
Предприятия общественного питания для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале	1 блюдо на 1 место	4	5	44	350
Магазины продовольственные	1 работник	12	30	1,2	10
Магазины промтоварные	То же	8	30	0,8	6
Склады	То же	8	100	0,3	-

Примечание ^{*)} в числителе при отсутствии квартирных приборов учета расхода воды, в знаменателе – при наличии таких приборов. Примеры расчета – в Приложении М.

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

Характеристика	Значение удельной расчетной нагрузки электроприемников $N_{кв.эл/пр}$, кВт/квартира, при количестве квартир
----------------	--

квартиры	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, очистных устройств 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 по формуле

$$N_{\text{кв}} = \left(\sum_1^n N_i K_c \right) K_o, \quad (\text{В.1})$$

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

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

K_o – коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности; принимают согласно табл.В.8.

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

Кол-во кварт.	1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	>600
Коэффиц. 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 В.9 – Максимально допустимая удельная установленная мощность искусственного освещения исходя из нормируемой освещенности

Тип помещения	Максимальная нормируемая освещенность, 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 зданий, лифтовые холлы	50	6
Лестничные клетки, поэтажные межкварт. коридоры	20	4
Технические чердаки и подполья	20	4
Примечание – значения даны с учетом потребления мощности пускорегулирующих устройств.		

Таблица В.10 – Удельный годовой расход электропотребления в квартирах с учетом структуры населения по численности семей с разными энергоносителями для пищевого приготовления и социальной нормой заселения 18 м²/человека.

Состав семей, человек	Структура населения по численности семей, %	Удельный годовой расход электропотребления в кВт.ч/м ²		
		в квартирах с газовыми плитами	в квартирах с электроплитами	в квартирах с плитами на твердом топливе
1	15	37,7	59,9	56,3
2	20	26,8	44,4	37,6
3	30	23,4	33,9	30,5
4	25	20,9	34,2	24,8
5	6	19,0	31,0	21,4
6	4	17,6	29,0	19,2
В среднем		25,1	41,1	33,9
Удельный вес застройки		0,71	0,16	0,13

Таблица В.11 – Годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, Z_{осв}^{год} для общественных зданий, общедомовых помещений многоквартирных домов и электропотребления лифтами

Объект	Режим работы	Географическая широта	Z _{осв} ^{год} , ч
Освещение в помещениях общественных зданий: — с естественным освещением	односменный	южнее 50° с.ш.	700
		от 50° до 60° вкл	750
		севернее 60° с.ш.	850
	двухсменный трехсменный непрерывная работа	любая	2250
		любая	4150
		любая	4800

— без естественного освещения	односменный двухсменный трехсменный непрерывная работа	любая любая любая любая	2150 4300 6500 8760
Освещение общедомовых помещений многоквартирных зданий: — с естественным освещением	лестничная клетка вестибюль 1-го этажа лифтовый холл	любая любая любая	2920/120
			4380/360
— без естественного освещения	приквартирный коридор, лифтовой холл техподполье технический чердак машинное помещение лифтов	любая любая любая любая	8760/240
			300
			100
			40
Лифты	—	—	2200/1460

Примечание. В числителе при отсутствии энергосберегающих мероприятий, в знаменателе – при их наличии.

Таблица В.12. Минимальные нормы воздухообмена в основных помещениях общественных зданий различного назначения из ASHRAE 62.1-2016, гармонизированные к российским нормам плотности размещения работающих или учащихся в этих помещениях (красным шрифтом – показатели, дополненные автором)

Наименование помещений зданий различного назначения	Воздухообмен в помещениях по нормам США		Плотность заселения в США по умолчанию человек на 100 м ² , Pz	Суммарный воздухообмен по нормам США		Плотность заселения по нормам России**, чел./100 м ²	Суммарный воздухообмен по нормам заселения России	
	м ³ /ч на человек а, Rp	м ³ /ч на м ² площади пола, Ra		на 1 человека м ³ /(ч·чел)	на 1 м ² площади м ³ /(ч·м ²)		на 1 человека м ³ /(ч·чел)	на 1 м ² площади м ³ /(ч·м ²)
Административные здания								
Офисные помещения конструкторского бюро ¹⁾	9	1,08	5	30	1,5	17	15	2,5
Офисные помещения служб управления ¹⁾	9	1,08				25	13	3,25
Кабинеты начальников отдела, главных специалистов ²⁾	9	1,08				11	19	2,1
Комнаты отдыха	9	1,08	50	11	5,5	50	11	5,5
Переговорные, комнаты для собраний ³⁾	9	1,08	30	12	3,6	22	14	3,1
Серверные	9	1,08	60	11	6,6	60	11	6,6
Зоны регистрации посетителей	9	1,08	30	13	3,9	30	13	3,9
Вестибюль	9	1,08	10	20	2,0	10	20	2,0
Здания общественного назначения								
Лекционный зал (фиксированные места)	13,5	1,08	150	14	21	150	14	21
Помещения религиозных собраний	9	1,08	120	10	12	120	10	12
Зал для работы законодательных органов	9	1,08	50	11	5,5	50	11	5,5
Читальный зал библиотеки ⁴⁾	9	2,16	10	30	3,0	42	14	5,9
Помещения ожидания для посетителей при кол-ве до 10	13,5	1,08	150	14	20	50	16	8

человек ⁵⁾								
То же при единовременном кол-ве посетителей до 20 человек	13,5	1,08				67	15	10
То же на каждого последующего более 20 посетителей	13,5	1,08	100	15	15	100	15	15
Вестибюли зданий общественного назначения	9	1,08	150	10	15	150	10	15
Детские музеи	13,5	2,16	40	19	7,6	40	19	7,6
Музеи, галереи	13,5	1,08	40	17	6,8	40	17	6,8
Учебные заведения (ДОУ, школы, ПТУ, ВУЗы)***								
ДОУ до 3 лет: игровая комната ⁶⁾	18	3,24	25	31	7,8	40	26	10,4
То же: спальня ⁷⁾	18	3,24				55	24	13,2
ДОУ от 3 до 7 лет: игровая комната ⁶⁾	18	3,24	25	31	7,8	50	24	12
То же: спальня ⁷⁾	18	3,24				50	24	12
Спальная-игровая для учащихся 1-го кл. школ с продленкой ⁸⁾	18	2,16	25	27	6,8	40	23	9,2
Спальные комнаты в интернатах при школах ⁸⁾	18	2,16				25	27	6,8
Классы-кабинеты школ: при фронтальных формах занятий ⁸⁾	18	2,16	35	24	8,0	40	23	9,2
То же при смешанных формах занятий	18	2,16				33	25	8,3
То же при групповых формах занятий	18	2,16				29	26	7,5
То же при изучении естественных наук	18	2,16				33	25	8,3
Лаб. профессионально-технического и специального профиля в ПТУ ⁹⁾	18	3,24	25	31	7,8	40	26	10,4
То же в высших учебных заведениях	18	3,24	25	31	7,8	25	31	7,8
Научные лаборатории	18	3,24	25	31	7,8	17	37	6,3
Компьютерный класс, кабинет информатики и вычислительной техники	18	2,16	25	27	6,8	22	28	6,2
Кабинеты черчения, курсового и дипломного проектирования ⁹⁾	18	2,16				40	23	9,2
То же в высших учебных заведениях	18	2,16				28	26	7,3
Дерево и металлообрабатывающая мастерская	18	3,24	20	34	6,8	13	43	5,6
Художественный класс	18	3,24	20	34	6,8	20	34	6,8
Лингафонный кабинет в школах и ПТУ ⁹⁾	18	2,16				40	23	9,2
То же в высших учебных заведениях	18	2,16				33	22	7,3
Лекционный класс до 75 мест в гимназиях и лицеях ⁹⁾	13,5	1,08	65	15	10	100	15	15
Аудитории в школах с количеством мест: от 12 до 15 ⁹⁾	13,5	1,08				40	16	6,4
То же от 16 до 25	13,5	1,08				45	16	7,2
То же от 26 до 30	13,5	1,08				56	15	8,4
То же в ПТУ с количеством мест 50-150	13,5	1,08				83	15	12,5
То же в высших учебных заведениях с кол-вом мест 50-75	13,5	1,08				67	15	10
То же 76-100	13,5	1,08				77	15	11,5

То же 101-150	13,5	1,08				83	15	12,5
То же 151-350	13,5	1,08				91	15	13,7
То же 351 и более	13,5	1,08				100	15	15
Медиа центр	18	2,16	25	27	6,8	25	27	6,8
Музыка / театр / танцы	18	1,08	35	21	7,3	35	21	7,3
Исправительные учреждения								
камера	9	2,16	25	18	4,5	40	14	5,6
комната свиданий	9	1,08	30	13	3,9	30	13	3,9
помещения охраны	9	1,08	15	16	2,4	15	16	2,4
комната ожидания	13,5	1,08	50	16	8	50	16	8
Гостиницы, общежития, хостелы								
Номера для проживания в гостиницах ¹⁰⁾	9	1,08	10	20	2			
Одноместные категории до 2-х звезд включительно	9	1,08				11	21	2,3
То же категории 3 звезды	9	1,08				8	22	2,3
То же категории 4 звезды и выше	9	1,08				7	25	1,8
Двухместные категории до 2-х звезд включительно	9	1,08				8	22	1,8
То же категории 3 звезды	9	1,08				7	25	1,8
То же категории 4 звезды и выше	9	1,08				6	26	1,8
Многоместные в гостиницах и общежитиях	9	1,08				17	15	1,6
Жилые комнаты в хостелах с 2-х ярусными кроватями ¹¹⁾	9	2,16				50	13	2,6
То же с 1-но ярусными кроватями	9	1,08				25	13	6,5
Казармы	9	1,08	20	14	2,8	20	14	2,8
Прачечные	9	2,16	10	31	3,1	10	31	3,1
Прачечные в составе жилых помещений	9	2,16	10	31	3,1	10	31	3,1
Вестибюли	13,5	1,08	30	17	5,1	30	17	5,1
Помещения многоцелевого назначения	9	1,08	120	10	12	120	10	12
Обслуживание продуктами питания и напитками								
Рестораны-столовые	13,5	3,24	70	18	12,6	70	18	12,6
Кафетерий / фастфуд	13,5	3,24	100	17	17	100	17	17
Бары, коктейльные залы	13,5	3,24	100	17	17	100	17	17
Кухня (готовка)	13,5	2,16	20	24	4,8	20	24	4,8
Торговые комплексы								
Торговые залы/магазины, за исключением нижеперечисленных	13,5	2,16	15	28	4,2	15	28	4,2
Коридоры, вестибюли	13,5	1,08	40	17	6,8	40	17	6,8
Парикмахерские	13,5	1,08	25	18	4,5	25	18	4,5
Салоны красоты, маникюрные салоны	36	2,16	25	45	11,3	25	45	11,3
Зоомагазины	13,5	3,24	10	46	4,6	10	46	4,6
Продуктовые магазины	13,5	1,08	8	27	2,2	8	27	2,2
Прачечные самообслуживания	13,5	2,16	20	25	5	20	25	5
Спортивные и театрально-зрелищные сооружения								

Залы для индивидуал. занятий фитнесом и игровые арены ¹²⁾	36	3,24	7	82	5,7	7	82	5,7
Трибуны болельщиков спортивных соревнований ¹²⁾	18	2,16	150	20	30	150	20	30
Чаши бассейнов	—	8,64	—	—	—	—	—	—
Помещения для занятий танцами	36	1,08	100	37	37	100	37	37
Помещения для занятий аэробикой	36	1,08	40	39	15,6	40	39	15,6
Тренажерные залы	36	1,08	10	47	4,7	10	47	4,7
Боулинг	18	2,16	40	23	9,2	40	23	9,2
Казино	13,5	3,24	120	16	19	120	16	19
Игровые аркады, зал компьютерных игр	13,5	3,24	20	30	6	20	30	6
Сцены, студии	18	1,08	70	20	14	70	20	14
Зрительные залы камерных театров средн. уровня комфорта ¹³⁾	13,5	1,08				110	15	16,5
То же залов других театров и киноконцертных залов	13,5	1,08				170	14	24
Кинозалы среднего уровня комфорта	13,5	1,08				100	15	15
Помещения фойе (от количества мест в зале) ¹⁴⁾	13,5	1,08				100	15	15
Буфет (от количества мест в зале) ¹⁴⁾	13,5	1,08				250	14	35
Артистические уборные при 1 артисте в комнате ¹⁵⁾	9	1,08				7	24	1,7
То же при размещении 2 артистов в комнате	9	1,08				12	18	2,2
То же при размещении 3 артистов в комнате	9	1,08				17	16	2,7
То же при размещении 4 артистов в комнате и более	9	1,08				20	14	2,8
Прочие помещения								
Банковские помещения депозитарных ячеек	9	1,08	5	31	1,6	5	31	1,6
Холл в помещении банка	13,5	1,08	15	21	3,2	15	21	3,2
Помещения с компьютерной техникой (без принтеров)	9	1,08	4	36	1,4	4	36	1,4
Рабочие кабинеты сотрудников организаций социальной защиты ¹⁶⁾	9	1,08				11	19	2,1
Сотрудников, ведущих индивидуальн. прием посетителей	18	1,08				8	31	2,5
Сотрудников младшего обслуживающего персонала ¹⁷⁾	9	1,08				17	15	2,6
Зал в районных судах и гарнизонах для слушаний ¹⁸⁾ :	9	1,08	70	11	7,7			
гражданских и административных дел с числом посетителей 20	9	1,08				40	12	4,8
то же с числом посетителей 30 человек	9	1,08				50	11	5,5
уголовных дел с числом посетителей 40	9	1,08				57	11	6,3
То же с числом посетителей 60	9	1,08				75	10	7,5
То же с числом посетителей 90	9	1,08				90	10	9
Производственные помещения (за исключением предприятий тяжелой и химической пром.)	18	3,24	7	64	4,5	7	64	4,5

Фармацевтические пр-ва	9	3,24	10	41	4,1	10	41	4,1
Фотостудии	9	2,16	10	31	3,1	10	31	3,1
Помещения почтовых и курьерских служб	18	2,16	2	126	2,5	2	126	2,5
Помещения сортировки, упаковки, легкой сборки	13,5	2,16	7	44	3,1	7	44	3,1
Залы ожидания вокзалов	13,5	1,08	100	15	15	100	15	15
Склады	18	1,08	1	126	1,3	1	126	1,3

Примечания к таблице:

* - суммарный воздухообмен на человека при плотности заселения помещения по умолчанию, принятой в ASHRAE 62.1-2016;

** - плотность заселения: черным шрифтом - из ASHRAE 62.1-2016, красным - по нормам России из нормативных документов, на которые ниже приводятся ссылки; из-за появления в нормах России, например, офисных помещений разного назначения с отличающейся нормой плотности заселения, как: офисные помещения конструкторского бюро, то же служб управления и кабинеты специалистов, а в табл. 6.2.2.1 ASHRAE только с одним названием «офисные помещения» с одной плотностью заселения 5 человек в вентилируемой зоне площадью 100 м², появляются дополнительные строки не заполненные в части заимствованной из табл. 6.2.2.1 ASHRAE;

*** - ДОУ - дошкольное образовательное учреждение; ПТУ - профессиональное техническое училище; ВУЗ - высшее учебное заведение;

- 1) - СП 44.13330.2011 с изм. от 01.08.2018 "Административные и бытовые здания", п.6.2;
- 2) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17.09.2019, п.5.16;
- 3) - СП 44.13330.2011 с изм. от 01.08.2018 "Административные и бытовые здания", п.6.5;
- 4) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17.09.2019, п.5.32;
- 5) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17.09.2019, п.5.19;
- 6) - СанПиН 2.4.1.3049 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы ДОУ» (с изм. 27.08.2015), п.1.9;
- 7) - СанПиН 2.4.1.3049-13 (с изм. 27.08.2015), п.4.12, Приложение 1, табл.1;
- 8) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17.09.2019, п.5.13;
- 9) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17.09.2019, п.5.11;
- 10) - СП 257.1325800.2016 "Здания гостиниц. Правила проектирования", п.6.3.6.4;
- 11) - ГОСТ Р 56184-2014 "Услуги средств размещения. Общие требования к хостелам", п.5.7.4;
- 12) - СП 332.1325800.2017 "Спортивные сооружения", табл.11 - не менее 80 м³/ч наружного воздуха на каждого спортсмена и не менее 20 м³/ч на 1 зрителя, что коррелируется с показателями табл. 6.2.2.1 ASHRAE 62.1-2016 после повышения на один пункт воздухообмена для спортивных зрителей против театралов;
- 13) - "СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные", п.6.1.2.8, табл.3;
- 14) - "СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные", п.6.1.2.6, табл.2;
- 15) - "СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные", Приложение Д, табл.Д.1;
- 16) - СП 242.1325800.2015 "Здания территориальных органов Пенсионного фонда РФ", Приложение Б;
- 17) - СП 242.1325800.2015 "Здания территориальных органов Пенсионного фонда РФ", п.8.30в;
- 18) - СП 152.13330.2018 "Здания федеральных судов. Правила проектирования", Приложение А, табл. А.1.

Пояснения к табл. В.12

Норма воздухообмена здесь определяется суммированием потребности подачи свежего наружного воздуха непосредственно для дыхания человека и для разбавления вредностей, выделяемых в помещении, где он находится, с учетом заданной площади, приходящейся на находящегося в помещении человека. Тогда суммарный расход наружного воздуха, требующийся в зоне дыхания (V_{bz}), м³/ч, занимаемого пространства или помещений в зоне вентиляции, должен быть не меньше значения, определенного в соответствии с уравнением (В.1).

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z \quad (В.1)$$

где R_p – норма расхода наружного воздуха, необходимого на одного человека, м³/(ч·чел.), согласно таблице В.12;

P_z – норма зоны заселения, количество людей в вентилируемой зоне, принятой по умолчанию равной 100 м², человек;

R_a – норма расхода наружного воздуха, необходимого на площадь, приходящуюся на 1 человека, м³/(ч·м²/чел.), согласно таблице В.12;

A_z – площадь пола вентилируемой зоны помещения, приходящаяся на 1 человека в м²/чел., по нашим нормам СП 118.13330 это расчетная площадь отапливаемых помещений;

Значения величин R_p и R_a , приведенные в табл. В.12, основаны на анализе источников загрязнения, предельных концентраций загрязняющих веществ и уровня воспринимаемой приемлемости внутреннего воздуха, поэтому они отличаются для разных зданий и помещений различного назначения.

Согласно ASHRAE 62.1-2013, 2016, где величины R_p и R_a остаются без изменения, но принята норма плотности заселения 20 м^2 площади пола помещения на человека ($A_z = 100/20 = 5$), минимальный воздухообмен на 1 человека составит $V_{bz} = 9 \cdot 1 + 1,08 \cdot 20 = 30,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $30,6/20 = 1,53 \text{ м}^3/\text{ч}$ на м^2 площади помещения, т. е. еще меньше, чем по нормам ASHRAE 62.1-2004 – $1,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ на м^2 . Абсолютная величина на 1 человека ($30,6 \text{ м}^3/\text{ч}$) больше $24 \text{ м}^3/\text{ч}$, но удельная на м^2 площади пола ниже, из-за ее большей площади на человека в более поздних нормах.

Из этого следует, что необходимо устанавливать нормы суммарного расхода наружного воздуха не только на 1 человека, но и на 1 м^2 вентилируемой площади пола помещения. При установлении нормы суммарного расхода наружного воздуха на 1 человека ($V_{bz,pn}$, здесь «р» - принятый символ для обозначения нормы расхода наружного воздуха для дыхания человека, а «п» - нормируемое значение), $\text{м}^3/\text{ч}$, формула (В.1) преобразуется в следующую:

$$V_{bz,pn} = R_p \times 1 + R_a \times A_z / P_z, \quad (\text{В.2})$$

При этом при одном и том же количестве людей в помещении, но разной площади пола, приходящейся на 1 человека, норма суммарного расхода наружного воздуха на человека будет разной, потому что она зависит не только от количества людей, но и площади пола на 1 человека. При таком подходе более правильно оценивать влияние принятого воздухообмена в помещениях на энергоэффективность здания в целом по удельной величине суммарного расхода наружного воздуха на 1 человека, отнесенной к единице площади пола вентилируемых помещений, как для норм США, так и России, включив в таблицу еще 2 дополнительные колонки.

Напомню, что согласно нашим действующим нормам СП 60.13330.2016 по табл. К.1 Приложения К минимальный расход наружного воздуха на 1 человека в офисных помещениях с естественным проветриванием составляет $40 \text{ м}^3/\text{ч}$, а без него – $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ независимо от площади пола помещения, приходящегося на этого человека. А в соответствии с п. 6.2 СП 44.13330.2012 «Административные и бытовые здания», площадь помещений служб управления и конструкторских бюро следует принимать из расчета 4 м^2 на одного работника управления и 6 м^2 на одного работника конструкторского бюро. Даже, если принять плотность заселения 6 м^2 на 1 человека и минимальный воздухообмен $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека удельная величина его на м^2 расчетной площади помещения офиса составит $40/6 = 6,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ на м^2 , или в $6,7/1,53 = 4,4$ раза больше, чем по нормам ASHRAE 62.1-2013, 2016! А если принять $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека, как очень любят принимать проектировщики, то будет в 6,6 раза больше! Об энергоэффективности таких зданий придется забыть. Если же принять методику ASHRAE, а плотность заселения российскую - $6 \text{ м}^2/\text{чел.}$, то согласно табл. В.2 воздухообмен будет не 6,7, а: $(9 \cdot 1 + 1,08 \cdot 6)/6 = 2,6 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$. Это свидетельствует о том, что при сравнительной оценке энергоэффективности принимаемого решения более правильно объем воздухообмена относить на м^2 площади пола помещения.

Далее, в ASHRAE 62.1-2013, 2016 предлагается учитывать эффективность распределения воздуха в зависимости от принятой конфигурации приточной и вытяжной система вентиляции с использованием табл. 6.2.2.2.

Таблица 6.2.2.2 Эффективность распределения воздуха в зоне вентилируемого помещения

Конфигурация распределения воздуха	E_z
Подача охлажденного воздуха под потолок	1.0
Подача теплого воздуха под потолок, вытяжка – у пола	1.0
Подача воздуха $t = 8^\circ\text{C}$ и более под потолок и вытяжка также у потолка	0.8
Подача воздуха на 8°C ниже комнатной температуры под потолок при условии, что струя приточного воздуха достигает скорости $0,8 \text{ м/с}$ на уровне $1,4 \text{ м}$ от уровня пола	1.0
Подача охлажденного воздуха у пола и вытяжка под потолком при условии, что скорость вытяжной струи превышает $0,25 \text{ м/с}$ на высоте от пола более $1,4 \text{ м}$	1.0
Напольная подача холодного воздуха и вытяжка под потолком, при условии достижения низкоскоростной вытесняющей вентиляции, когда наблюдается однонаправленный поток приточного воздуха со скоростью менее $0,25 \text{ м/с}$ на высоте $1,4 \text{ м}$ над полом	1.2

Напольная подача теплого воздуха и вытяжка у пола	1.0
Напольная подача теплого воздуха и вытяжка под потолком	0.7
Подача воздуха находится на противоположной стороне комнаты от вытяжки	0.8
Подача воздуха находится вблизи мест вытяжки	0.5
Примечания к таблице 1. «Холодный воздух» - это воздух, который холоднее комнатной температуры. 2. «Теплый воздух» теплее воздуха, чем температура в помещении. 3. «Потолочная подача» включает любую точку над зоной дыхания. 4. «Напольная подача» включает любую точку ниже зоны дыхания. 5. В качестве альтернативы использованию вышеуказанных значений E_z можно рассматривать как равную эффективности воздухообмена, определенной в соответствии со стандартом ASHRAE 12916 для конфигураций распределения воздуха, за исключением однонаправленного потока. 6. Для приточного воздуха с более низкой скоростью $E_z = 0,8$.	

В зависимости от величины эффективности распределения воздуха при выбранной конфигурации приточной и вытяжной системы вентиляции будет меняться расход наружного воздуха, подаваемого в помещение (V_{oz}), который находится по формуле (В.3).

$$V_{oz} = V_{bz} / E_z \quad (В.3)$$

где, V_{bz} – напомним, расход наружного воздуха, требуемый в зоне дыхания, определяемый по уравнению (В.1).

Таблица В.13 - Интенсивность солнечной радиации на горизонтальную и вертикальные поверхности при действительных условиях облачности в г. Москве, кВт.ч/м² (таблица взята из МГСН 4.19–2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве», в МГСН 2.01-99 эта таблица ошибочна)

Месяц	Горизонтальная поверхность	Ориентация вертикальной поверхности на				
		С	СВ/СЗ	В/З	ЮВ/ЮЗ	Ю
I	19	8	8	11	20	25
II	38	14	14	22	38	46
III	78	28	28	45	63	71
IV	113	37	42	59	73	76
V	157	40	61	78	86	82
VI	173	42	68	86	89	81
VII	163	42	64	82	86	80
VIII	132	35	50	68	80	81
IX	82	24	30	45	61	67
X	40	13	14	22	35	41
XI	18	7	7	10	18	23
XII	11	5	5	6	11	13
за отопительный период	322	114	121	178	262	300
май-сентябрь	707	183	273	359	402	391

Таблица В.14 Удельные показатели максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов, $q_{уд.от.в}$, Вт/м² общей площади квартир без летних помещений

Этажность жилых зданий	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, t_n °С										
	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
Для зданий строительства до 2000 г.											
1–3 этажные одноквартирные,	146	155	165	175	185	197	209	219	228	238	248

отдельно стоящие											
2–3 этажные одно квартирные, сблокированные	108	115	122	129	135	144	153	159	166	172	180
4–6 этажн. кирпичные	59	64	69	74	80	86	92	98	103	108	113
4–6 этажн. панельные	51	56	61	65	70	75	81	85	90	95	99
7–10 этажн. кирпичные	55	60	65	70	75	81	87	92	97	102	107
7–10 этажн. панельные	47	52	56	60	65	70	75	80	84	88	93
11-13 этажные	50	55	59	63	69	75	79	85	90	93	99
14-16 этажные	52	57	61	65	71	77	82	87	92	96	102
более 16 этажей	53	58	63	67	73	79	84	89	94	98	104
Для зданий строительства после 1 января 2000 г.											
1–3 этажные одно квартирные, отдельно стоящие	76	76	77	81	85	90	96	102	105	107	109
2–3 этажные одно квартирные, сблокированные	57	57	57	60	65	70	75	80	85	88	90
4–6 этажные	45	45	46	50	55	61	67	72	76	80	84
7–10 этажные	41	41	42	46	50	55	60	65	69	73	76
11-13 этажные	38	38	39	43	46	51	55	60	63	67	69
14-16 этажные	36	36	37	41	44	48	51	56	58	62	65
более 16 этажей	35	35	36	39	42	45	48	52	55	58	61
Для зданий строительства в 2025 г.											
1–3 этажные одно квартирные, отдельно стоящие	60	61	62	65	68	72	77	82	84	86	87
2–3 этажные одно квартирные, сблокированные	45	46	47	48	52	56	60	64	68	71	72
4–6 этажные	36	37	38	40	44	49	54	58	61	64	67
7–10 этажные	33	34	35	37	40	44	48	52	55	58	61
11-13 этажные	31	32	33	34	37	41	44	48	50	53	55
14-16 этажные	29	30	31	32	35	38	41	45	47	50	52
более 16 этажей	28	29	30	31	33	36	38	42	44	47	49

**Приложение Г
(обязательное)**

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

Г.1 При выявлении несоответствия фактической производительности системы отопления $Q_{от.р.нр}$ (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 $Q_{om}^{p.mp}$ (определяют согласно разделу 9 настоящего 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 поверхности нагрева отопительных приборов $K_{зап} = Q_{om}^{p.np} / Q_{om}^{p.mp}$, определяют требуемые значения температур воды в подающем t_{o1mp} , °С, и обратном t_{2mp} , °С, трубопроводах системы отопления соответственно по формулам

$$t_{o1mp} = t_{в.мин} + 0,5(\tau_{o1} - \tau_2) \frac{\overline{Q}_{от}}{K_{зап}} + \left(\frac{\tau_{o1} + \tau_2}{2} - t_{в.мин} \right) \left(\frac{\overline{Q}_{от}}{K_{зап}} \right)^{\frac{1}{1+m}}; \quad (Г.1)$$

$$t_{2mp} = t_{o1mp} - (\tau_{o1} - \tau_2) \frac{\overline{Q}_{от}}{K_{зап}}, \quad (Г.2)$$

где $t_{в.мин}$ – минимальная из допустимых температур внутреннего воздуха, °С; принимают по ГОСТ 30494-2011;

τ_{o1} – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе отопления, °С;

τ_2 – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С;

$\overline{Q}_{от}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление; принимают по формулам (Д.1) или (Д.2) приложения Д в зависимости от назначения здания;

m – показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора; как правило, принимают равным 0,25, тогда показатель степени в формуле (Г.1) будет: $1/(1+m) = 1/(1+0,25) = 0,8$.

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

При завышении поверхности нагрева отопительных приборов на 20 % параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, составляют в расчетных условиях 84–63 °С вместо 95–70 °С.

Г.2 Расчетный расход теплоносителя, м³/ч, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения (Г.3):

$$G_{om.p} = 3600 \cdot Q_{om}^{p.mp} \cdot 10^{-3} / (t_{o1mp}^p - t_{2mp}^p) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}), \quad (Г.3)$$

где $G_{om.p}$ – расчетный расход теплоносителя, м³/ч;

$Q_{om}^{p.mp}$ – расчетная тепловая нагрузка на систему отопления, кВт, следует определять по формуле (20);

t_{o1mp}^p , t_{2mp}^p – то же, что и в формулах (Г.1) и (Г.2) t_{o1mp} , t_{2mp} , получаемые после подстановки $\overline{Q}_{от} = 1$;

$\rho_{вод}$ – плотность воды, равная 1 кг/л;

$c_{вод}$ – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·°С).

Приложение Д (обязательное)

Определение изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха

Д.1 При построении температурных графиков центрального регулирования подачи тепловой энергии на отопление в индивидуальном тепловом пункте 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 Д.1.

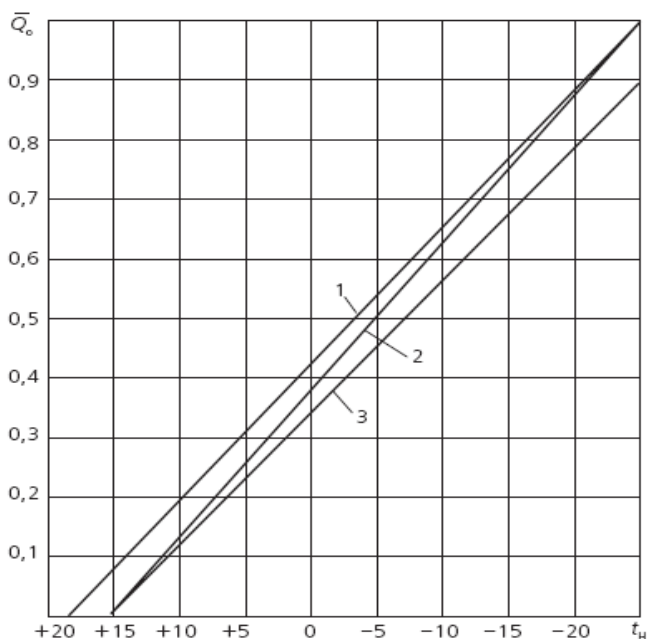


Рисунок Д.1 Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление $\bar{Q}_{от}$ в зависимости от температуры наружного воздуха t_n для разных режимов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление: 1 – стандартный проектный по формуле (Д.1); 2 – оптимизированный с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха, по формуле (Д.2); 3 – то же, что и предыдущий график, но еще и с учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления (на рисунке в 10 %).

Д.2 Для стандартного графика регулирования подачи теплоты в систему отопления, при котором не учитывают бытовые теплопоступления (рисунок Д.1, линия 1), относительный расход тепловой энергии на отопление $\bar{Q}_{от.см}$ определяют по формуле

$$\bar{Q}_{от.см} = Q_{от} / Q_{от.р.мп} = (t_в - t_n) / (t_в - t_n^p), \quad (Д.1)$$

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

$Q_{от.р.мп}$ – расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления t_n^p , кВт;

$t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С;

t_n – текущая температура наружного воздуха, °С;

t_n^p – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

Д.3 Для оптимизированного графика регулирования подачи теплоты в систему отопления, при котором учитывают увеличение доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха, за счет чего можно сократить подачу тепловой энергии на отопление по сравнению с величиной, определенной по формуле (Д.1), относительный расход тепловой энергии на отопление $\bar{Q}_{от.онм}$ определяют по формуле

$$\bar{Q}_{от.онм} = (1 + Q_{быт} / Q_{от.р.мп}) \cdot (t_в - t_n) / (t_в - t_n^p) - Q_{быт} / Q_{от.р.мп}, \quad (Д.2)$$

где $Q_{от.р.мп}$ – то же, что в формуле (Д.1);

$Q_{\text{быт}}$ – среднечасовые за отопительный период теплоступления, включая бытовые (технологические) тепловыделения в квартирах, Вт;
 $t_{\text{в}}, t_{\text{н}}, t_{\text{н}}^{\text{п}}$ – то же, что в формуле (Д.1).

Д.4 Для определения температуры наружного воздуха, при которой следует прекращать отопление, уравнение (Д.2) приравняется нулю и из него находится $t_{\text{н}}$ при $\bar{Q}_{\text{от.онт}} = 0$ – 2-ая реперная точка для построения графика:

$$t_{\text{н.при}} \bar{Q}_{\text{от.онт}=0} = (t_{\text{в}} + t_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.п.мп}}) / (1 + Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.п.мп}}) \quad (\text{Д.3})$$

Первая реперная точка – это расчетный расход тепловой энергии на отопление, $Q_{\text{от.п}}$, при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха, $t_{\text{н}}^{\text{п}}$. Если по уравнению (Д.1) график приходит в ноль относительного расхода теплоты при $t_{\text{н}} = 18\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, то по уравнению (Д.2) в зависимости от степени утепления здания и соотношения $Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.п.мп}}$ график приходит в ноль при температурах наружного воздуха 12-15 $^{\circ}\text{C}$. Переход на график по уравнению (Д.2) для домов муниципального типа с заселенностью 20-25 м²/человека позволяет получить годовую экономию теплоты от 15 до 20 %.

Д.5 Исходя из изменения доли бытовых теплоступлений в тепловом балансе жилого или общественного здания в зависимости от температуры наружного воздуха, следует пересмотреть традиционную формулу пересчета фактически измеренного расхода тепловой энергии потребленного системой отопления в какой-то период времени на нормализованный отопительный период (НОП) из , используемую при эксплуатации и означаемую графиком 1 на рис. Д.1, построенным из расчета, что $Q_{\text{от}}=0$ при $t_{\text{н}}=18^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{\text{от.ф.ноп. для } Q_{\text{от}}=0 \text{ при } t_{\text{н}}=18^{\circ}\text{C}} = Q_{\text{от.ф.}} \cdot \text{ГСОП} / [(t_{\text{в}} - t_{\text{н.ср.фн}}) \cdot z_{\text{фн}}]. \quad (\text{Д.4})$$

При регулировании подачи теплоты в дом по оптимизированному графику, изображенному линией 2 на рис. Д.1, пересекающий нулевой расход теплоты при температуре $t_{\text{н}} < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, для пересчета фактически измеренного расхода тепловой энергии на нормализованный отопительный период в формулу (Д.4) вводится коэффициент пересчета НОП $K_{\text{пер.ноп}}$, равный отношению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период при средней температуре наружного воздуха измеряемого периода, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре, приведенный в таблице Д.1:

$$Q_{\text{от.ф.ноп. для } Q_{\text{от}}=0 \text{ при } t_{\text{н}} < 18^{\circ}\text{C}} = Q_{\text{от.ф.}} \cdot \text{ГСОП} / [(t_{\text{в}} - t_{\text{н.ср.фн}}) \cdot z_{\text{фн}}] / K_{\text{пер.ноп}}, \quad (\text{Д.5})$$

Здесь $Q_{\text{от.ф.ноп}}$ – фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения (за весь отопительный период или часть его) пересчитанный на нормализованный отопительный период, в Гкал;

$Q_{\text{от.ф}}$ – фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения, Гкал;

ГСОП – градусо-сутки нормализованного отопительного периода, принимать по формуле (5.2) СП 50.13330 с учетом табл.3.1 СП 131.13330; для Москвы по СНиП 23-01-99*, поскольку расчет выполняется по испытаниям 2009-10 г.г., $\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н.ср.ноп}}) \cdot z_{\text{ноп}} = (20+3,1) \cdot 214 = 4943$ градусо-суток;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, $t_{\text{в}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{н.ср.ноп}}$ – средняя температура наружного воздуха нормализованного отопительного периода, для Москвы $t_{\text{н.ср.ноп}} = -3,1^{\circ}\text{C}$;

$z_{\text{ноп}}$ – длительность нормализованного отопительного периода, в сутках, для Москвы $z_{\text{ноп}} = 214$ суток;

$t_{\text{н.ср.фн}}$ – средняя температура наружного воздуха за фактический период измерения;

$z_{\text{фн}}$ – длительность фактического периода измерения, в сутках.

Таблица Д.1. Значения коэффициента пересчета на нормализованный отопительный период измеренного расхода тепловой энергии $K_{\text{пер.ноп}}$ в формуле (Д.5) при разных из диапазона средних температур наружного воздуха (от -10 до +2 $^{\circ}\text{C}$) для $\text{ГСОП} = 4943$

градусо-суток и $t_{н.ср.ноп} = -3,1^{\circ}\text{C}$, также ГСОП = 4551 градусо-суток и $t_{н.ср.ноп} = -2,2^{\circ}\text{C}$.

$t_{н.ср}, ^{\circ}\text{C}$	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2,2	-1	0	+1	+2
$K^*_{пер.ноп}$	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,85
$K^{**}_{пер.ноп}$	1,15	1,13	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,97	0,94	0,90	0,87

Примечание. * для ГСОП_{ноп} = 4 943 градусо-суток; ** для ГСОП_{ноп} = 4 551 градусо-суток.

Пример определения коэффициента пересчета на нормализованный отопительный период измеренного расхода тепловой энергии $K_{пер.ноп}$ для конкретного ГСОП_{ноп}

В качестве примера расчета принят 12-ти этажный 1-подъездный блочный дом типовой московской серии П-18-01/12 с площадью квартир $A_{кв} = 3618 \text{ м}^2$, в котором по проекту института МосжилНИИпроект по адресу ул. Обручева, дом 57 выполнен в 2009 г. комплексный капитальный ремонт с утеплением стен до $R_{ст.пр} = 3,06 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, заменой окон на более герметичные с $R_{ок.пр} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ и устройством автоматизированного узла управления (АУУ) подачи теплоты в систему отопления здания, контроллер которого был настроен на оптимизированный график регулирования – линия 2 рис. Д.1.

Таблица Д.2. Пересчет показателей измеренного расхода теплоты на отопление $Q_{от.i}$ к нормализованному отопительному периоду (ноп) $Q_{от.ноп}$ при разных средних температурах наружного воздуха за период измерений i и для различных методов пересчета по формулам (Д.4 и Д.5) при ГСОП=4943 градусо-суток.

Условная средняя за период измерений $t_{н.ф}, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{от.i}$ при расчете на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 18^{\circ}\text{C}$, Гкал за период 3 месяца	$Q_{от.ноп}$ пересчет в ноп на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 18^{\circ}\text{C}$, Гкал в год	$q_{от.ноп}$ при $t_{н.ф}$ пересчет в ноп, кВт·ч/м ² в год	$K_{пер.ноп} = \frac{q_{от.ноп} \text{ при } t_{н.ф}}{q_{от.ноп} \text{ при } t_{н.ср}}$ при $t_{н.ср} = -3,1^{\circ}\text{C}$	$t_{н.ф}, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{от.i}$ при расчете на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 12^{\circ}\text{C}$, Гкал за период 3 месяца	$Q_{от.ноп}$ пересчет в ноп на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 12^{\circ}\text{C}$, Гкал в год	$q_{от.ноп}$ при $t_{н.ф}$ пересчет в ноп, кВт·ч/м ² в год	$K_{пер.ноп} = \frac{q_{от.ноп} \text{ при } t_{н.ф}}{q_{от.ноп} \text{ при } t_{н.ср}}$ при $t_{н.ср} = -3,1^{\circ}\text{C}$	$t_{н.ф}, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{от.ф}$ при расчете на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 12^{\circ}\text{C}$, Гкал за 3 месяца	$Q_{от.ф.ноп}$ пересчет в ноп на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 12^{\circ}\text{C}$, Гкал в год	$q_{от.ноп}$ пересчет в ноп, кВт·ч/м ² в год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	118,87	362,69	116,6	0,973	2	86,02	262,47	84,4	0,85				
1	126,29	365,07	117,4	0,980	1	94,62	273,52	87,9	0,89				
0	133,72	367,22	118,0	0,985	0	103,22	283,47	91,1	0,92				
-1	141,15	369,16	118,7	0,991	-1	111,83	292,47	94,0	0,95				
-2	148,58	370,93	119,2	0,995	-2	120,43	300,65	96,6	0,97				
-3	156,01	372,54	119,8	1,000	-3	129,03	308,12	99,0	1,00				
-4	163,44	374,02	120,2	1,004	-4	137,63	314,96	101,2	1,02	-3,8	154,1	349,9	112,5
-5	170,87	375,38	120,7	1,007	-5	146,24	321,26	103,3	1,04				
-6	178,30	376,63	121,1	1,011	-6	154,84	327,08	105,1	1,06				
-7	185,73	377,80	121,4	1,014	-7	163,44	332,46	106,9	1,08				
-8	193,16	378,88	121,8	1,017	-8	172,04	337,46	108,5	1,09	-8,0	193,0	345,86	111,2
-9	200,58	379,88	122,1	1,019	-9	180,64	342,12	110,0	1,11				
-10	208,01	380,82	122,4	1,022	-10	189,25	346,46	111,4	1,12				
-26	326,88	390,28	125,5		-26	326,88	390,28	125,5					

В табл. Д.2 в блоке 1 (колонки 1-5) приводится для заданного диапазона наружных температур (колонка 1) изменение рассчитанного за период 3-х месяцев расхода теплоты на отопление (колонка 2) с использованием графика 1 рис. Д.1., рассчитанным на $Q_{от} = 0$ при $t_n = 18^{\circ}\text{C}$ и расчетном расходе тепловой энергии $Q_{от}^p = 176$ кВт при расчетной $t_n^p = -26^{\circ}\text{C}$. В колонке 3 табл. Д.2 представлен этот же расход пересчитанный на нормализованный отопительный период по формуле (Д.4), Гкал в год, а в колонке 4 – удельная величина пересчитанного на ноп расхода тепловой энергии на отопление, $q_{от.ноп}$ при $t_{н.ф}$ из 1-ой колонки, в кВт·ч/м² в год, отнесенного к площади квартир отапливаемого дома.

В колонке 5 приводятся результаты деления удельного расхода тепловой энергии

на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период, для каждого значения температуры наружного воздуха к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре ($t_{н.ср} = -3,1^{\circ}\text{C}$). Пересчет на ноп выполнен правильно – максимальное отклонение в крайних значениях не превышает допустимых отклонений при измерении расхода теплоты теплосчетчиками $\pm 4\%$ ($-2,7\%$ для $t_{н.ср} = +2^{\circ}\text{C}$ и $+2,2\%$ для $t_{н.ср} = -10^{\circ}\text{C}$).

В блоке 2 (колонки 6-10) табл. Д.2 приводится для того же диапазона наружных температур (колонка 6) изменение рассчитанного за период 3-х месяцев расхода теплоты на отопление (колонка 7) с использованием графика 2 рис. Д.1., рассчитанным на $Q_{от} = 0$ при $t_{н} = 12^{\circ}\text{C}$. В колонке 8 представлен этот же расход пересчитанный на нормализованный отопительный период по той же формуле (Д.4), а в колонке 9 – удельная величина пересчитанного на ноп расхода тепловой энергии на отопление, $q_{от.ноп}$ при $t_{н.ф}$ из 6-ой колонки, отнесенного к площади квартир отапливаемого дома. Совпадение рассчитанных по тем же зависимостям расходов теплоты на отопление дома при расчетной температуре наружного воздуха -26°C свидетельствует, что оба графика выходят из одной точки.

В колонке 10 приводятся результаты деления удельного расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период для каждого значения температуры наружного воздуха, к такому же расходу, определенному при средней за отопительный период наружной температуре ($t_{н.ср} = -3,1^{\circ}\text{C}$). Максимальные отклонения в крайних значениях превышают допустимые значения при измерении расхода теплоты теплосчетчиками $\pm 4\%$ (-15% для $t_{н.ср} = +2^{\circ}\text{C}$ и $+12\%$ для $t_{н.ср} = -10^{\circ}\text{C}$), что недопустимо, и свидетельствует о неправильности использования традиционной формулы пересчета фактически измеренного расхода теплоты на нормализованный отопительный период при регулировании подачи теплоты в дом по оптимизированному графику.

Следующий блок табл. Д.2 (колонки 11-14) демонстрирует, что при пересчете на ноп по формуле (Д.5) реально измеренного расхода теплоты на отопление дома за период измерения в последние месяцы 2009 г., равного 154,1 Гкал (12 колонка табл. Д.2), при фактической средней температуре наружного воздуха за этот период $t_{н.ср.фн} = -3,8^{\circ}\text{C}$ (11 колонка) с учетом коэффициента $K_{пер.ноп} = 1,016$ (2-я строка табл. Д.1 с учетом интерполяции), удельный годовой расход тепловой энергии на отопление при этом составит $q_{от.ф.ноп} = 112,5$ кВт·ч/м² в год (14 колонка табл. Д.2). А за первые 3 месяца 2010 г., равного 193,0 Гкал, при $t_{н.ср.фн} = -8,0^{\circ}\text{C}$ и с учетом $K_{пер.ноп} = 1,09$ (также 2-я строка табл. Д.1), удельный годовой расхода тепловой энергии на отопление составит $q_{от.ф.ноп} = 111,2$ кВт·ч/м² в год. Отклонения от средней величины $q_{от.ф.ноп.ср} = (112,5+111,2)/2 = 111,85$ кВт·ч/м² не превышают $\pm 0,6\%$, что подтверждает правильность предлагаемого пересчета измеренного расхода теплоты на ноп с учетом $K_{пер.ноп}$ по формуле (Д.5).

В зависимости от региона строительства коэффициент пересчета расхода теплоты на отопление на нормализованный отопительный период $K_{пер.ноп}$ следует определять для каждого нового значения ГСОП, соответствующее данному региону. Поэтому в табл. Д.1 последней строкой приводятся определенные по той же методике исходя из СП 131.13330.2011 «Строительная климатология» $K_{пер.ноп}$ нового для Москвы ГСОП_{ноп} = 4551 градусо-суток при $t_{н.ср.ноп} = -2,2^{\circ}\text{C}$ и $z_{ноп} = 205$ суток.

Сопоставив показатели из тех же колонок 4 и 9 табл. Д.2 при $t_{н.ср.ноп} = -3,1^{\circ}\text{C}$, можно оценить величину годовой экономии тепловой энергии на отопление при переходе на график подачи теплоты в систему отопления с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха: $(119,8-99,0) \cdot 100/119,8 = 21\%$ – без каких-либо инвестиций, только перенастройкой контроллера регулятора подачи теплоты на отопление достигается такая годовая экономия!

Приложение Е
(обязательное)

Нормирование теплотребления приточной вентиляции общественных зданий

Е.1 Для общественных зданий после проверки соответствия уровня энергетической эффективности теплозащиты по п.13.3, с целью регламентации расхода потребляемой тепловой энергии на вентиляцию исходя из проектной производительности системы по проекту раздела отопление и вентиляция (ОВ), определяют расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) за отопительный период $Q_{(от+вент.пр)}^{год.расч}$ (кВт·ч) отдельно: на отопление исходя из компенсации теплотеря 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 (или внутреннего в тепловых завесах) воздуха в объеме проектной производительности указанных систем по следующей формуле.

$$Q_{(от+вент.пр)}^{год.расч} = [Q_{огр.}^{год.расч} + Q_{инф.}^{год.расч} - (Q_{быт}^{год} + Q_{инс}^{год}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_{тп} + Q_{вент.пр.}^{год.расч} \cdot \beta_{тп.возд}, \quad (E.1)$$

где $Q_{огр.}^{год.расч}$ – годовой расход тепловой энергии на отопление для компенсации трансмиссионных теплотеря через наружные ограждения в рабочий и нерабочий периоды (кВт·ч), определяют по формуле (15);

$Q_{инф.}^{год.расч}$ – годовой расход тепловой энергии на отопление для нагрева наружного воздуха, инфильтрующегося через закрытые окна в нерабочий период при отключенной системы вентиляции (кВт·ч), определяют по формуле (16), приравнявая к $Q_{инф/вент.}^{год.}$;

$Q_{вент.пр.}^{год.расч}$ – годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию (кВт·ч), определяют в соответствии с Е.2;

$\beta_{тп.возд}$ – коэффициент, учитывающий теплотеря воздухопроводов, проложенных в неотапливаемых помещениях; принимают из проекта, если эти теплотеря учтены при определении расчетной теплопроизводительности системы вентиляции, то $\beta_{тп.возд} = 1,0$;

остальные обозначения – то же, что в формуле (14).

Е.2 Годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию $Q_{вент.пр.}^{год.расч}$ кВт·ч, за отопительный период с учетом проектного значения расчетного расхода воздуха и при отсутствии энергосберегающих мероприятий (только автоматическое регулирование температуры приточного воздуха $t_{пр} = t_v$ и отключение установок в нерабочее время) определяют по формуле

$$Q_{вент.пр.}^{год.расч} = Q_{вент.пр.}^P \cdot n_{вент} \cdot ГСОП \cdot \beta_{тп.возд} / (t_v - t_n^P), \quad (E.2)$$

где $Q_{вент.пр.}^P$ – расчетный проектный расход тепловой энергии на приточную вентиляцию, в общественных зданиях норма приточного наружного воздуха $L_{вент}$, м³/ч, определяется расчетом или по таблице В.12 в Приложении В к настоящему документу;

$n_{вент}$ – то же, что в формуле (17);

$ГСОП$ – то же, что в формуле (15);

$\beta_{тп.возд}$ – коэффициент, учитывающего потери теплоты при транспортировке нагретого приточного воздуха по воздуховодам, в большинстве случаев принимается $\beta_{тп.возд} = 1,1$;

t_v, t_n^P – то же, что в формуле (3).

При применении на одной из приточных систем вентиляции установки утилизации теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию $Q_{вент.пр.}^{год.расч}$, кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{вент.пр.}^{год.расч} = [Q_{вент.пр.1}^P + Q_{вент.пр.2}^P \cdot (1 - \eta_{ут})] \cdot n_{вент} \cdot ГСОП \cdot \beta_{тп.возд} / (t_v - t_n^P), \quad (E.3)$$

где $Q_{вент.пр.1}^P$ – расчетный проектный расход тепловой энергии (установленная мощность) системы приточной вентиляции или кондиционирования воздуха без утилизации теплоты вытяжного воздуха, кВт; принимают из раздела ОВ проекта здания, приведенный в энергетическом паспорте проекта в разделе «Общая информация»;

$Q_{вент.пр.2}^P$ – то же, что и $Q_{вент.пр.1}^P$, но с утилизацией теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного.

$\eta_{ут}$ – коэффициент эффективности устройств энергосбережения при нагреве

приточного воздуха; назначает разработчик или принимают по таблице Е.1; остальные обозначения – то же, что в формуле (Е.2).

Таблица Е.1 – Эффективность системы утилизации теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного

Тип утилизатора	Коэффициент $\eta_{ут}$
Роторный с аккумулялирующей насадкой	0,80
Пластинчатый противоточный	0,80
Пластинчатый перекрестно-точный	0,60
С промежуточным теплоносителем	0,45

Е.3 Годовой расход тепловой энергии на тепловые завесы $Q_{м.з.пр.}^{год.расч.}$, кВт·ч, определяют по формуле (Е.4), предполагая снижение температуры притока с повышением температуры наружного воздуха при постоянстве расхода теплоносителя:

$$Q_{м.з.пр.}^{год.расч.} = Q_{м.з.пр.}^p \cdot n_{вент} \cdot ГСОП / (t_e - t_n^p), \quad (Е.4)$$

где $Q_{м.з.пр.}^p$ – расчетный проектный расход тепловой энергии на тепловую завесу, из проекта ОВ;

$n_{вент}$ – среднее число часов работы тепловой завесы в средние сутки ОП за неделю; остальные обозначения – то же, что в формуле (Е.2).

При применении электрических тепловых завес годовой расход электрической энергии $E_{м.з.}^{год}$, кВт·ч, определяют по формуле (Е.5) и при оценке энергетической эффективности относят к расходу «конечной» энергии, потребляемой зданием.

$$E_{м.з.}^{год} = N_{м.з.} \cdot n_{вент} \cdot z_{от.н}, \quad (Е.5)$$

где $N_{м.з.}$ – электрическая мощность тепловой завесы, кВт; принимают из проекта;

$n_{вент}$ – то же, что в формуле (Е.4);

$z_{от.н}$ – то же, что в формуле (18).

Е.4 Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы общественного здания за отопительный период $q_{(от+вент.пр+мз.пр)}^{год.расч.}$, кВт·ч/м², определяют по формуле

$$q_{(от+вент.пр+мз.пр)}^{год.расч.} = (Q_{(от+вент.пр)}^{год.расч.} + Q_{м.з.пр.}^{год.расч.}) / A_{пол}, \quad (Е.6)$$

где $Q_{(от+вент.пр)}^{год.расч.}$ – то же, что в формуле (Е.1);

$Q_{м.з.пр.}^{год.расч.}$ – то же, что в формуле (Е.4);

$A_{пол}$ – то же, что в формуле (41).

Если полученная величина удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы здания превышает указанные в таблице А.3 для $q_{(от+вент)}^{год.норм}$ соответствующего года строительства более чем на 10%, то система вентиляции здания имеет недостаточную энергоэффективность. В этом случае следует либо предусмотреть дополнительные энергосберегающие мероприятия в системе вентиляции и повторить расчет с учетом этих мероприятий или выбрать систему отопления с более высоким коэффициентом эффективности авторегулирования ζ , либо применить другие энергосберегающие решения.

Е.5 В общественных зданиях с периодическим режимом эксплуатации для повышения энергоэффективности следует использовать режим периодического отопления (охлаждения) и вентиляции таких зданий с выключением отопления после окончания рабочего дня, «натопом» перед началом работы, чтобы восстановить температуру воздуха в помещениях до нормируемых показателей, и умеренное отопление в течение рабочего дня с использованием «фрикулинга» (охлаждение без затрат энергии на производство холода, например, охлаждение наружным воздухом с температурой ниже температуры воздуха охлаждаемого помещения). При этом следует осуществлять контроль температуры воздуха в помещениях, чтобы при снижении ее ниже допустимой за длительный период отключения, происходило автоматическое включение отопления до достижения заданных значений температуры внутреннего воздуха.

Методика определения длительности отопительного и охлаждающего периодов и величин годовых затрат теплоты/холода на отопление/охлаждение и вентиляцию (кондиционирование) с примерами приведены в Приложениях **Н**, **О** и **П** настоящего документа.

Приложение Ж (справочное)

Пример составления энергетического паспорта проекта жилого многоквартирного дома (выполнен по настоящему документу и СНиП 23-01-99*)

Пояснительная записка

Ж.1 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

Ж.1.1 Проектируемое здание представляет собой 20-этажный односекционный жилой дом с техническим подпольем для размещения инженерных коммуникаций, подземной автостоянкой и отапливаемым 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 – $H = 76$ м, геометрическая высота до верхнего санитарно-технического прибора $H_{geom.} = 73$ м.

Ж.1.2 Конструктивная схема секции – несущие поперечные и продольные стены, выполненные из монолитного железобетона с минераловатным утеплителем и наружной облицовкой из керамогранита, установленного на подконструкции с воздушным вентилируемым зазором.

Кровля – утепленная, неэксплуатируемая, с внутренним водостоком.

Ж.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.

Ж.2 Теплозащита здания

Техническое подполье не отапливается, в связи с этим отапливаемый объем здания ограничивается цокольным 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.

Климатические параметры приведены в разделе 2 Энергетического паспорта.

Ж.2.1 Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

Ж.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 с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,8$ согласно формулы (2) составит

$$R_{cm}^{np} = 0,8 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,17}{0,045} + \frac{1}{10,8} \right) = 3,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СП 50.13330 для стен жилых помещений – не менее $3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Ж.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 с плотностью $\rho_0 = 40 \text{ кг/м}^3$, эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,05 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$, закрывают рубероидом и заливают по уклону керамзитобетоном 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 $r = 0,95$ составит

$$R_{пок}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,20}{0,05} + \frac{0,075}{0,52} + \frac{0,04}{0,93} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} \right) = 4,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СП 50.13330 для покрытия помещений нежилого назначения при $t_{чдр} = 16 \text{ °C}$ – $3,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Ж.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 $r = 0,95$ составит

$$R_{цок}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,05}{0,19} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{1}{6} \right) = 0,64 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче с учетом температурного коэффициента из формулы (3) составит

$$R_{цок}^{эkv} = 0,64 \frac{20 + 28}{20 - 10} = 3,07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что удовлетворяет требованиям СП 50.13330 для помещений общественного назначения с $t_0 = 20 \text{ °C}$ – не менее $3,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Ж.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, 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 $r = 0,95$ составит

$$R_{эпк}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{23} \right) = 3,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Ж.2.1.5 Оконные блоки и балконные двери – двухкамерный стеклопакет в ПВХ-переплетах. Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей $R_{ок.1}^{np} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, глухой части балконных дверей $R_{б.дв.зл.}^{np} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Приведенное сопротивление теплопередаче входных наружных утепленных дверей $R_{вх.дв.1}^{np} = 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, витражных дверей $R_{вх.дв.2}^{np} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Указанные величины отвечают требованиям СП 50.13330.

Ж.2.2 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений определяют по формуле (4) основного текста стандарта:

$$K_{тр}^{np} = \frac{\frac{7\,674}{3,27} + \frac{1\,480+63}{0,54} + \frac{59}{0,74} + \frac{32}{0,54} + \frac{92}{0,54} + \frac{6}{0,45} + \frac{12}{0,79} + \frac{699}{3,07} + \frac{20}{3,43} + \frac{719}{4,08}}{10\,856} = 0,548 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Ж.2.3 Расчет воздухообмена в здании

Ж.2.3.1 В жилой части здания определяют воздухообмен согласно 7.15 из нормы притока наружного воздуха (при заселенности $10\,330/413 = 25 \text{ м}^2/\text{чел.}$) – $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека, но не менее 0,35 обмена в час объема квартиры:

$$L_{вент.1} = 0,35 \cdot 10\,330 \cdot 3,0 = 10\,847 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{вент.2} = 30 \cdot 413 = 12\,390 \text{ м}^3/\text{ч}$$

из найденных в расчет идет большее значение – $L_{вент} = 12\,390 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Ж.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 ЛЛУ – 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.

Ж.2.3.3 Разность давлений воздуха, Па, находят по формулам (10 и 13) 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 ЛЛУ

$$\Delta p = 0,28H(\gamma_n - \gamma_e) + 0,03\gamma_n v^2;$$

– для входных дверей в здание и окон первого нежилого этажа

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_n - \gamma_e) + 0,03\gamma_n v^2,$$

где H – высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты, м;

γ_n – удельный вес наружного воздуха, Н/м^3 (формула 11); в расчетных условиях при $t_n^p = -28 \text{ °C}$: $\gamma_n = 3463/(273 - 28) = 14,13 \text{ Н/м}^3$; при средней температуре отопительного периода $t_{н.ср.от.п} = -3,1 \text{ °C}$: $\gamma_n = 3463/(273 - 3,1) = 12,83 \text{ Н/м}^3$;

γ_e – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м^3 (формула 12); при определении инфильтрации через окна нежилых помещений для расчетной температуры 18 °C : $\gamma_e = 3463/(273 + 18) = 11,9 \text{ Н/м}^3$; для средней температуры воздуха за отопительный период 20 °C : $\gamma_e = 3463/(273 + 20) = 11,82 \text{ Н/м}^3$; через входные двери в здание, окна и балконные двери ЛЛУ при 16 °C : $\gamma_e = 3463/(273 + 16) = 11,98 \text{ Н/м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, м/с; для Москвы $v = 4,9 \text{ м/с}$; средняя за отопительный период $v = 3,8 \text{ м/с}$ (СНиП 23-01-99*)

Соответственно, по формуле (10 и 13) 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

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{ЛЛУ}}^p &= 0,28 \cdot 76(14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 55,9 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{дв}}^p &= 0,55 \cdot 76(14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 100,0 \text{ Па}; \\ \Delta p_{1\text{н/ж}}^p &= 0,55 \cdot 76(14,13 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 103,4 \text{ Па}.\end{aligned}$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{ЛЛУ}}^{\text{cp}} &= 0,28 \cdot 76(12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 23,6 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{дв}}^{\text{cp}} &= 0,55 \cdot 76(12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 41,1 \text{ Па}; \\ \Delta p_{1\text{н/ж}}^{\text{cp}} &= 0,55 \cdot 76(12,83 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 47,8 \text{ Па}.\end{aligned}$$

Ж.2.3.4 Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций из сертификата испытаний или согласно 7.16 (окон жилых 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 формулам (8 и 9)

$$G_{\text{инф}} = \frac{A_{\text{ок.1н/ж}} \left(\frac{\Delta p_{1\text{н/ж}}}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{A_{\text{ок.ЛЛУ}} \left(\frac{\Delta p_{\text{ЛЛУ}}}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,6} + \frac{A_{\text{дв.ЛЛУ}} \left(\frac{\Delta p_{\text{ЛЛУ}}}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,47} + \frac{A_{\text{дв}} \left(\frac{\Delta p_{\text{дв}}}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14},$$

где $A_{\text{ок.1н/ж}}$, $A_{\text{ок.ЛЛУ}}$, $A_{\text{дв.ЛЛУ}}$, $A_{\text{дв}}$ – площади соответственно окон 1-го нежилого этажа, окон и балконных дверей ЛЛУ, входных наружных дверей; принимают по энергетическому паспорту проекту здания.

Для жилых помещений первого этажа и ЛЛУ в расчетных условиях

$$G_{\text{инф.1н/ж+ЛЛУ}}^p = \frac{63 \left(\frac{103,4}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{32 \left(\frac{55,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,6} + \frac{92 \left(\frac{55,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,47} + \frac{18 \left(\frac{100,0}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 1431 \text{ кг/ч}.$$

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 жилых помещений первого этажа в нерабочее время при средней температуре отопительного периода

$$G_{\text{инф.1н/ж.н/р}}^{\text{cp}} = \frac{63 \left(\frac{47,8}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{0,9} + \frac{12 \left(\frac{41,1}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,14} = 374 \text{ кг/ч}.$$

Ж.2.3.5 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 (формула 7) $\rho_v = 353/(273 + 20) = 1,2 \text{ кг/м}^3$ составит согласно 7.18:

$$G_{\text{инф.1н/ж.раб}}^{\text{cp}} = 4 \cdot 378 \cdot 1,2 = 1890 \text{ кг/ч}.$$

Тогда интегральный воздухообмен за рабочее и нерабочее время в жилых помещениях для определения теплопотребления за отопительный период (при восьмичасовом рабочем дне и пятидневной рабочей неделе) с учетом формулы (17) составит

$$G_{\text{инф.1н/ж.инт}}^{\text{cp}} = \frac{1890 \cdot 8 \cdot \frac{5}{7} + 374 \cdot 16 \cdot \frac{8}{7}}{24} = 735 \text{ кг/ч}.$$

Ж.2.3.6 Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери

на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и для вентиляции соответственно в расчетных и среднезимних условиях определяем по формуле (6):

$$K_{инф. усл.р} = 0,28 \cdot (L_{вент} \cdot \rho_v + G_{инф} \cdot k_{ок}) \cdot c_d / A_{огр.сум} = 0,28 \cdot (12\,390 \cdot 1,2 + 1431 \cdot 1) \cdot 1,006 / 10856 = 0,423 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$K_{инф. усл.ср} = 0,28 \cdot (12\,390 \cdot 1,2 + (530 + 735) \cdot 1) \cdot 1,006 / 10856 = 0,419 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Ж.3 Расчет энергетической эффективности проекта здания

Ж.3.1 Расчет годового потребления теплоты на отопление и вентиляцию

Ж.3.1.1 Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (15):

$$Q_{огр. зод} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр. нр} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0,024 \cdot 0,548 \cdot 4943 \cdot 10856 = 705750 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.3.1.2 Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период и при $k_{ок} = 1,0$ (окна с одинарным переплетом) определяют по формуле (16):

$$Q_{инф/вент. зод} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{инф. усл.} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0,024 \cdot 0,419 \cdot 4943 \cdot 10856 = 539620 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.3.1.3 Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период определяют по формуле:

$$Q_{тн. зод} = Q_{огр. зод} + Q_{инф/вент. зод} = 705750 + 539620 = 1245370 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.3.1.4 Расчет бытовых (внутренних) тепловыделений ведут с учетом величины удельных бытовых тепловыделений в квартирах, равных $q_{быт.ж} = 15,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$, 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 табл. В.9) и длительности 50% рабочего времени и тепlopоступлений от технологического оборудования, оргтехники и компьютеров – по 10 Вт на квадратный метр расчетной площади при коэффициенте использования $0,4$.

Ж.3.1.5 Удельные бытовые (технологические) тепловыделения в помещениях общественного назначения составят

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

Ж.3.1.6 Суммарные тепlopоступления с бытовыми (технологическими) тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (18):

$$Q_{быт. зод} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot z_{от.п} \cdot (q_{быт.ж} \cdot A_{ж} + q_{быт.общ} \cdot A_p) = 0,024 \cdot 214 \cdot (15,6 \cdot 5252 + 6,07 \cdot 378) = 432583 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.3.1.7 Тепlopоступления от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения за отопительный период определяют по формуле (19) с учетом $\tau_1 = 0,8$; $\tau_2 = 0,74$ и интенсивности солнечной радиации по табл. В.13 Приложения В для ориентации СВ/ЮЗ:

$$Q_{инс. зод} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (180 \cdot 121 + 447 \cdot 121 + 246 \cdot 262 + 670 \cdot 262) = 186\,989 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.3.1.8 Потребность теплоты на отопление с учетом коэффициента дополнительных теплопотерь $\beta_{тн} = 1,1$ и КПД автоматизации отопления $\zeta = 0,9$ (АУУ на вводе и однотрубная система отопления с термостатами) определяют по формуле (14):

$$Q_{от+вент. зод.расч} = [1245370 - (432\,583 + 186\,989) \cdot 0,8 \cdot 0,9] \cdot 1,1 = 884\,580 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.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 (формула 69):

$$q_{от+вент}^{зод.расч} = \frac{884\,580}{10\,775} = 82,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2,$$

что удовлетворяет для ГСОП = 4943 градусо-суток требованиям базового значения из табл. А.1 настоящего документа – $q_{от+вент}^{зод.расч} \leq 88 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ для жилых зданий высотой 12 этажей и выше.

Отклонение расчетного значения от базового составляет $(82,1-88) \cdot 100/88 = -6,7\%$, что отвечает согласно табл. 1 требованиям энергетической эффективности по классу D «Номальный».

Ж.4 Энергетические нагрузки здания

Ж.4.1 Расчет требуемой мощности системы отопления

В соответствии с разделом 9 настоящего документа 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 бытовых (технологических) 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 ЛЛУ и общественного назначения, требуемую мощность системы отопления определяют как расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания по формуле (20):

$$Q_{от.}^{р.мп} = (Q_{огр.}^p + Q_{инф/вент.}^p - Q_{быт.}^p) \cdot \beta_{мп}$$

где $Q_{огр.}^p$ – определяют по формуле (21):

$$Q_{огр.}^p = K_{тр.}^{np} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в} - t_{н}^p) \cdot \beta_{дон} = 0,548 \cdot 10856 \cdot (18 + 26) \cdot 1,13 \cdot 10^{-3} = 295,8 \text{ кВт};$$

$$Q_{инф/вент.}^p = K_{инф.ж.}^{усл.} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в} - t_{н}^p) = 0,423 \cdot 10856 \cdot (18 + 26) \cdot 10^{-3} = 202,1 \text{ кВт};$$

$$Q_{быт.}^p \text{ – определяют по формуле (23): } Q_{быт.}^p = q_{быт.} \cdot A_{ж} = 15,6 \cdot 5252 \cdot 10^{-3} = 81,9 \text{ кВт};$$

$$\text{Тогда: } Q_{от.}^{р.мп} = (Q_{огр.}^p + Q_{инф/вент.}^p - Q_{быт.}^p) \cdot \beta_{мп} = (295,8 + 202,1 - 81,9) \cdot 1,1 = 462 \text{ кВт}.$$

Ж.4.2 Пересчет расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, с учетом завышения проектной нагрузки

Ж.4.2.1 В разделе «Отопление и вентиляция» проекта здания установленную мощность отопления определяют исходя из воздухообмена 3 м³/ч на квадратный метр жилой площади и бытовых (технологических) 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 $575/462 = 1,2$ раза.

Для устранения этого запаса по формулам (Г.1) и (Г.2) следует пересчитать требуемые расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления вместо проектных 95–70 °С:

$$\tau_{о1мп} = 18 + 0,5(95 - 70) \cdot \frac{1}{1,2} + \left(\frac{95 + 70}{2} - 18 \right) \left(\frac{1}{1,2} \right)^{0,8} = 84 \text{ °С};$$

$$\tau_{2мп} = 84 - (95 - 70) \cdot \frac{1}{1,2} = 63 \text{ °С}.$$

Ж.4.2.2 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 Д.2 (приложение Д) и принимая фактическое отношение бытовых (технологических) тепловыделений к расчетному расходу теплоты на отопление равным

$$Q_{быт.}^p / Q_{от.}^{р.мп} = (15,6 \cdot 5252 \cdot 10^{-3}) / 462 = 0,18$$

$$\text{Тогда } \bar{Q}_{от.ж} = 0 = [(1 + 0,18) \cdot (20 - t_{н})] / (18 + 26) - 0,18 = 0,536 - 0,027t_{н} - 0,18$$

откуда t_n при $\overline{Q}_{от.ж} = 0 = 0,356/0,027 = 13,2$ °С.

Ж.4.2.3 Расчетный расход теплоносителя, м³/ч, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения (Г.3):

$$G_{от.р} = 3600 \cdot Q_{от.р.мп} \cdot 10^{-3} / (t_{о1мп.р} - t_{2мп.р}) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}) = 3600 \cdot 462 \cdot 10^{-3} / (84 - 63) / (1 \cdot 4,19) = 18,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Ж.4.3 Расчетные расходы холодной и горячей воды и тепловой энергии на горячее водоснабжение жилой части здания

Ж.4.3.1 Расчет выполняют с учетом применения ресурсосберегающих мероприятий на расчетное количество жителей в здании, составляющее $n = 413$ чел.

Ж.4.3.2 Среднечасовой за сутки отопительного периода расход горячей воды определяют с учетом формул (27) и $a_{зв.табл.А.2} = 100$ л/(чел.·сут.) из табл. В.6

$$G_{зв.ср.от.н} = g_{зв.ср.сут.от.н.ж} \cdot A_{кв} \cdot 10^{-3} / 24 = a_{зв.табл.А.2} \cdot n \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [z_{от.н} + \alpha \cdot (351 - z_{от.н})] / 24 = 100 \cdot 413 \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [214 + 0,9 \cdot (351 - 214)] / 24 = 1,86 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Ж.4.3.3 Среднечасовой за сутки отопительного периода расход холодной воды определяют с учетом формул (41 и 43):

$$G_{хв.ср.от.н} = g_{хв.ср.сут.от.н.ж} \cdot A_{кв} \cdot 10^{-3} / 24 = (a_{об.табл.А.2} - a_{зв.табл.А.2}) \cdot n \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [z_{от.н} + \alpha \cdot (351 - z_{от.н})] / 24 = (250 - 100) \cdot 413 \cdot 365 \cdot 10^{-3} / [214 + 0,9 \cdot (365 - 214)] / 24 = 2,69 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Ж.4.3.4 Среднечасовой за отопительный период расход теплоты на горячее водоснабжение определяют по формуле (39) с учетом таблицы В.6:

$$Q_{зв.ср.от.н} = q_{зв} \cdot A_{кв} \cdot 10^{-3} \cdot A_{чел} / A_{чел.и} = 13,7 \cdot 10330 \cdot 10^{-3} \cdot 20 / 25 = 113,3 \text{ кВт}.$$

Ж.4.3.5 Максимальный часовой расход теплоты на горячее водоснабжение при коэффициенте теплопотерь трубопроводами $k_{мп} = 0,2$ (табл.2) и коэффициенте часовой неравномерности водопотребления $K_{час} = 3,95$ (табл.3) определяют по формуле (40):

$$Q_{зв.макс} = Q_{зв.ср.от.н} \cdot (k_{мп} + k_{час}) / (1 + k_{мп}) = 113,3 \cdot (0,2 + 3,95) / (1 + 0,2) = 392 \text{ кВт}.$$

Ж.4.3.6 Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение с учетом выключения системы на ремонт и при отсутствии квартирных водосчетчиков в доме определяют по формуле (36) с учетом формул (31 и 35), табл. В.6 и формулы (83):

$$Q_{зв.год} = q_{зв.год} \cdot A_{кв} \cdot A_{чел} / A_{чел.и} \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}) = 133 \cdot 10330 \cdot 20 / 25 \cdot (1 - 0,4 \cdot 0) = 1099100 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.4.3.7 Удельное теплотребление определяют в соответствии с формулой (73):

$$q_{зв.год.расч.} = Q_{зв.год} / (A_{кв} + A_{пол}) = 1099100 / 10775 = 102 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Ж.4.3.8 Удельное теплотребление на горячее водоснабжение с учетом наличия во всех квартирах водосчетчиков и оплаты счетов по их показаниям:

$$q_{зв.уст.в.сч.год.расч.} = Q_{зв.год} \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}) / (A_{кв} + A_{пол}) = 1099100 \cdot (1 - 0,4 \cdot 1) / 10775 = 61,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Ж.4.4 Расчетная электрическая нагрузка жилой части дома

Расход электроэнергии складывается из потребления квартирами и на общедомовые нужды, которые включают искусственное освещение помещений входного блока, лестнично-лифтового узла (ЛЛУ), техподполья, чердака и на привод электродвигателей силового оборудования: циркуляционные насосы систем отопления и горячего водоснабжения, подкачивающий водопроводный насос и лифты.

Ж.4.4.1 Расчетная мощность установленных электроприемников, включающих, кроме 82 квартир, 3 лифта, определяют по формулам (46 и 48):

$$N_p = 1,59 \cdot 82 + 0,9 \cdot (7 + 7 + 4,5) = 147 \text{ кВт};$$

Ж.4.4.2 Расчетная мощность циркуляционного насоса отопления определяют по формуле (49):

$$N_{от.р} = K_3 \cdot G_{от.р} \cdot H \cdot \rho_{ж} / (102 \cdot 3600 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{пер}) = 1 \cdot 19,6 \cdot 8 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,61 \text{ кВт},$$

где $G_{нас.от.р} = 19,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, (см. Ж.4.2.3);

$H = 8$ м.в.ст, принимать по примечанию к 12.8;

$\rho_{ж}$ – плотность воды, $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$;

$\eta_{нас.} = 0,7$ (из номограммы); $\eta_{пер} = 1$ (насос на одном валу с электродвигателем).

Ж.4.4.3 Расчетная мощность циркуляционно-повысительного насоса горячего водоснабжения, определяют также по формуле (49):

$$N_{звс.}^P = 1 \cdot 9,68 \cdot 10 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,38 \text{ кВт},$$

где, решая совместно формулы (44б и 44в) получим:

$$G_{нас.зв.}^P = G_{зв.}^{макс} + 0,4 \cdot 3600 \cdot \beta_{ц} \cdot Q_{зв.}^{ср.ом.н.} \cdot k_{тр} / (1 + k_{тр}) / \Delta t / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}) = 7,34 + 0,4 \cdot 3600 \cdot 1,3 \cdot 113,3 \cdot 0,2 / (1 + 0,2) / 10 / (1000 \cdot 4,2) = 7,34 + 2,34 = 9,68 \text{ м}^3/\text{ч};$$

здесь из формулы (38) и Ж.4.4.2: $G_{зв.}^{макс} = k_{нас.} \cdot G_{зв.}^{ср.сум} / 24 = 3,95 \cdot 44,6 / 24 = 7,34 \text{ м}^3/\text{ч};$

$H = 10$ м.в.ст, принимать по примечанию к 12.8;

$\rho_{ж.}$; $\eta_{нас}$ и $\eta_{пер}$ – то же, что при определении $N_{от.}^P$.

Ж.4.4.4 Средняя за сутки потребляемая мощность водопроводного подкачивающего насоса, оборудованного частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП), определяют по той же формуле (49), принимая гарантированное давление в наружной водопроводной сети равное $H_{зар} = 15$ м.в.ст. и свободный напор у санитарно-технического прибора $H_{св} = 2$ м.в.ст.:

$$N_{хвс.}^P = 1 \cdot 4,55 \cdot 67 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 1,2 \text{ кВт},$$

где $G_{нас.хв.}^P = G_{хв.}^{ср} + G_{зв.}^{ср} = 1,86 + 2,69 = 4,55 \text{ м}^3/\text{ч}$, (из Ж.4.3.2 и 3);

$H_{нас.хв.} = H_{геом} + H_{тр} + H_{св} - H_{зар} = 73 + 7 + 2 - 15 = 67$ м.в.ст.,

здесь $H_{тр}$ – сумма потерь напора в трубопроводах месной системы холодного водоснабжения, м.в.ст., определяется расчетом, допускается принимать 6-8 м.в.ст.;

$\rho_{ж.}$; $\eta_{нас}$ и $\eta_{пер}$ – то же, что при определении $N_{от.}^P$.

Ж.4.4.5 Расчетная мощность искусственного освещения общедомовых помещений многоквартирного дома $N_{л.ж.}$, кВт (из проекта):

$$N_{л.ж.} = N_{тех.подп.} + N_{л.э.т, вестибюль} + N_{лестн.клетк} + N_{лифт холл} + N_{межкварт. кор} + N_{чердак} + N_{маш.пом} = 0,4 + 1 + 1,3 + 1,2 + 0,6 + 0,5 + 0,5 = 5,5 \text{ кВт}.$$

Ж.4.5 Расчетное годовое потребление электрической энергии

Ж.4.5.1 Годовое электропотребление квартир в многоквартирных домах $E_{кв.}^{год}$, кВт·ч, (средний уровень электропотребления на освещение, пользование электробытовыми приборами и кухонным оборудованием) принимают по табл. В.4 в зависимости от заселенности дома и в соответствии с наличием газовых или электрических плит для приготовления пищи по п.12.1 и с учетом табл. В.10. Для дома с электрическими плитами и заселенностью 25 м² общей площади квартир на человека удельный годовой расход электрической энергии квартирами дома составляет $q_{эл.}^{год} = 39$ кВт·ч/м², а $E_{кв.}^{год}$ будет:

$$E_{кв.}^{год} = q_{эл.кв.}^{год} \cdot A_{кв} = 39 \cdot 10330 = 402870 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ж.4.5.2 Годовое электропотребление на искусственное освещение мест общего пользования, (лестничная клетка, вестибюли входа и лифтовые, межквартирные коридоры, чердак, техподполье), на перемещение лифтов и на работу насосов, установленных в ИТП:

а). Годовое электропотребление на искусственное освещение мест общего пользования, принимают по формуле (52) с учетом таблицы В.11.

* с использованием датчиков движения или автоматического отключения через заданный период с целью энергосбережения: $E_{л.ж.эн.сб.}^{год} = \sum N_{л.ж.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t = N_{тех.подп.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{л.э.т, вест.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{лестн.клетк.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{лифт.холл.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{межкв.кор.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{чердак.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t + N_{маш.пом.} \cdot Z_{чч} \cdot K_t = 0,4 \cdot 300 \cdot 1 + 1 \cdot 360 \cdot 1 + 1,3 \cdot 120 \cdot 1,05 + 1,2 \cdot 120 \cdot 1 + 0,6 \cdot 240 \cdot 1,05 + 0,5 \cdot 100 \cdot 1 + 0,5 \cdot 40 \cdot 1 = 1010 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$

* без энергосбережения, при постоянной работе освещения в периоды недостаточности естественного освещения: $E_{л.ж.}^{год} = 0,4 \cdot 300 \cdot 1 + 1 \cdot 4380 \cdot 1 + 1,3 \cdot 2920 \cdot 1,0 + 1,2 \cdot 2920 \cdot 1 + 0,6 \cdot 8760 \cdot 1,0 + 0,5 \cdot 100 \cdot 1 + 0,5 \cdot 40 \cdot 1 = 17120 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$

б). Годовое электропотребление на лифты (формула 53):

* с использованием более совершенной программы управления:

$$E_{лифт.}^{год} = (7,5 + 7,5 + 4) \cdot 1460 = 27740 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

* без энергосбережения: $E_{лифт}^{200} = (7,5+7,5+4) \cdot 2200 = 41800$ кВт·ч.

в). Годовое электропотребление при работе циркуляционного насоса, $E_{нас.}^y$, кВт·ч, с постоянным напором равно с учетом формулы (58): $E_{нас.}^{200} = 0,00272 \cdot G_{нас} \cdot t_{нас} \cdot H_{нас} / \eta_{нас}$,

Циркуляционный насос отопления развивает производительность $G_{нас.от} = 19,6$ м³/ч, при напоре 8 м.вод.ст. и $\eta_{нас} = 0,7$. Тогда его годовое электропотребление при работе $t_{нас} = z_{от.н} = 214$ суток составит: $E_{нас.от}^y = 0,00272 \cdot (19,6 \cdot 8 / 0,7) \cdot 214 \cdot 24 = 3130$ кВт·ч.

Годовое электропотребление циркуляционного насоса горячего водоснабжения, устанавливаемого по циркуляционно-повысительной схеме, при расчетной производительности $G_{нас.гв.}^p = 9,68$ м³/ч, при напоре 10 м.вод.ст., $\eta_{нас} = 0,7$ и работе 351 сутки составит: $E_{нас.гв.}^{200} = 0,00272 \cdot (9,68 \cdot 10 / 0,7) \cdot 351 \cdot 24 = 3170$ кВт·ч.

г). Годовое электропотребление подкачивающего насоса на водопроводе, оборудованного частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП), поскольку он работает при переменном режиме работы, который можно разделить на 4 периода водоразбора (ночное время с 0 до 6 час $G_{нас}=0$, утренний максимум 6-10 часов $G_{нас}=1,5 \cdot G_{ср}$, вечерний максимум 18-22 часа $G_{нас}=2,0 \cdot G_{ср}$, дневное время 10-18 ч. и поздний вечер 22-24 ч. $G_{нас}=G_{ср}$) при расчетном напоре $H_{нас}^p = 67$ м.в.ст., $G_{ср} = 4,55$ м³/ч и $\eta_{нас} = 0,7$, составит:

$$E_{нас.гв.}^{200} = 0,00272 \cdot 67 \cdot 4,55 \cdot (1,5 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 1 \cdot 10) \cdot 365 / 0,7 = 10380 \text{ кВт·ч.}$$

Итак, годовое электропотребление на общедомовые нужды $E_{о/д.эн/сб.}^{200}$ составит - при использовании энергосберегающих осветительных приборов и систем их управления и лифтов с усовершенствованной программой управления:

$$E_{о/д.эн/сб.}^{200} = E_{т.ж.эн/сб.}^{200} 1010 + 27740 + (3130+3170+10380) = 45430 \text{ кВт·ч;}$$

- при отсутствии энергосберегающих решений:

$$E_{о/д.}^{200} = 17120 + 41800 + 16680 = 75600 \text{ кВт·ч.}$$

Ж.4.5.3 Годовое электропотребление зданием:

$$E_{сум.}^{200} = E_{кв}^{200} + E_{о/д.}^{200} = 402870 + 75600 = 478470 \text{ кВт·ч;}$$

- то же при использовании энергосберегающих решений:

$$E_{сум.эн/сб.}^{200} = 402870 + 45430 = 448300 \text{ кВт·ч.}$$

Ж.4.5.4 Электропотребление за средние сутки на общедомовые нужды:

$$E_{о/д.}^{сум} = 75600 / 365 = 207 \text{ кВт·ч;}$$

- то же при использовании энергосберегающих решений:

$$E_{о/д.эн/сб.}^{сум} = 45430 / 365 = 124 \text{ кВт·ч.}$$

Ж.4.5.5 Удельное годовое электропотребление зданием

$$q_{эл.сум.}^{200} = E_{сум.}^{200} / (A_{кв} + A_{пол}) = 478470 / 10775 = 44,4 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

в том числе на общедомовые нужды: $q_{эл.о/д.}^{200} = 75600 / 10775 = 7,0 \text{ кВт·ч/м}^2;$

- то же при использовании энергосберегающих решений:

$$q_{эл.сум.эн/сб.}^{200} = 448300 / 10775 = 41,6 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

в том числе на общедомовые нужды: $q_{эл.о/д.эн/сб.}^{200} = 45430 / 10775 = 4,2 \text{ кВт·ч/м}^2.$

Ж.5 Общее удельное энергопотребление на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение, в том числе без электропотребления квартир, а только на освещение мест общего пользования и эксплуатацию общедомового инженерного оборудования и лифтов (с пересчетом электрических кВт·ч по затратам первичной энергии, коэффициент пересчета $\theta = 2,5$ и использованием формул 64 и 66).

- без использования энергосберегающих решений при освещении и управлении лифтами, а также при отсутствии в доме квартирных водосчетчиков:

$$q_{т+эл.сум}^{200.расч} = q_{от+вент+гв.}^{200} + \theta \cdot q_{эл.ж}^{200} = 82,1+102 + 2,5 \cdot 44,4 = 295 \text{ кВт·ч/м}^2,$$

в том числе без электропотребления квартир и квартирных водосчетчиков:

$$q_{т+эл.об.дом}^{200.расч} = q_{от+вент+гв.}^{200} + \theta \cdot q_{эл.об.дом.}^{200} = 82,1+102 + 2,5 \cdot 7 = 202 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

- то же при использовании энергосберегающих решений и 100% оснащённостью дома квартирными водосчетчиками:

$$q_{т+эл.сум.эн/сб}^{200.расч} = q_{от+вент+гв.}^{200} + \theta \cdot q_{эл.эн/сб.}^{200} = 82,1+61,2 + 2,5 \cdot 41,6 = 247 \text{ кВт·ч/м}^2$$

в том числе без электропотребления квартир:

$q_{т+эл.об.дом.эн/сб.}^{зод.расч} = q_{от+вент+зв.}^{зод} + \theta \cdot q_{эл.о/д.}^{зод} = 82,1 + 61,2 + 2,5 \cdot 4,2 = 154 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$,
что соответствует требованиям постановления Правительства Москвы от 03.10.2011 г. № 460-ПП – ниже целевого показателя, действующего с 01.01.2012 г.: 160 кВт·ч/м².

Ж.6 Решения по системам инженерного оборудования, обеспечивающие эффективное использование энергии

Ж.6.1 Теплоснабжение

Теплоснабжение здания осуществляют от встроенного в здание ИТП, который подключен к городским тепловым сетям. Расчетные параметры теплоносителя в городских сетях – 150–70 °С. В ИТП систему отопления подключают по независимой схеме через теплообменник, проектные расчетные параметры теплоносителя – 95–70 °С. Системы вентиляции для встроенных помещений подключены по зависимой схеме. 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.

Ж.6.2 Отопление

В жилых помещениях: вертикальные однотрубные системы отопления с приборами – конвекторами и разводкой магистралей по техническому этажу и обратных магистралей по техническому подполью. В служебных и офисных помещениях: водяная двухтрубная система отопления с приборами – конвекторами и разводкой подающих и обратных магистралей под потолком технического подполья.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляют автоматическими термостатическими клапанами.

Ж.6.3 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. Удаляемый воздух через жалюзийную решетку поступает в канал-спутник, на следующем этаже – в сборный канал, который выводят на кровлю. Приток неорганизованный, через открывающиеся створки окон.

Ж.6.4 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 холодной и горячей воды 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.

Ж.6.5 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 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 (служащих)	413 жителей из расчета 25 м ² общей площади квартиры на человека
Размещение в застройке	Внутри других зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона с вентилируемым фасадом
Установленная мощность системы отопления из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	575

2 Условия расчетные климатические

№№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	$t_{вн}$	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{н.р}$	°С	- 28 - 26
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{н.ом.н}$	°С	-3,1
4	Продолжительность отопительного периода	$Z_{ом.н}$	сут	214

5	Градусо-сутки отопительного периода	<i>ГСОП</i>	°С•сут	4 943
6	Наружная температура воздуха начала/ окончания отопительного периода	<i>t_n¹</i>	°С	8
7	Расчетная скорость ветра в отопительном периоде	<i>v</i>	м/сек	3,8
8	Расчетная температура воздуха в чердаке	<i>t_{черд}</i>	°С	16
9	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	<i>t_{под}</i>	°С	10

3 Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
10	Площадь квартиры	<i>A_{кв}</i> , м ²	—	10 330	
11	Полезная площадь (общественного здания)	<i>A_{пол}</i> , м ²	—	445	
12	Площадь жилых помещений	<i>A_ж</i> , м ²	—	5 252	
13	Расчетная площадь (общественного здания)	<i>A_р</i> , м ²	—	378	
14	Отапливаемый объем здания	<i>V_{от}</i> , м ³	—	53 837	
15	Показатель компактности здания	<i>k_{комп}</i> , м ⁻¹		0,20	
16	Коэффициент остекленности фасада здания	<i>f</i>	Не более 0,18	0,16	
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	<i>A_{огр. сум}</i> , м ²	—	10 856	
	– фасадов	<i>A_{фас}</i>	—	9 418	
	– стен (раздельно по конструк.)	<i>A_{ст}</i>	—	7 674	
	– окон и балк. дверей квартир	<i>A_{ок.1}</i>	—	1 480	
	– глухой части балк. дверей	<i>A_{ок.2}</i>	—	59	
	– окон нежилого этажа	<i>A_{ок.3}</i>	—	63	
	– окон ЛЛЮ	<i>A_{ок..ЛЛЮ}</i>	—	32	
	– балк. дв. нар. переходов ЛЛЮ	<i>A_{б. дв..ЛЛЮ}</i>	—	92	
	– входных дверей витражных	<i>A_{вх. дв.1}</i>	—	6	
	– входных дверей утепленных	<i>A_{вх. дв.2}</i>	—	12	
	– покрытий	<i>A_{покр}</i>	—	719	
	– чердачных перекрытий	<i>A_{черд}</i>	—	—	
	– перекрытий цокольных (над техническими подпольями)	<i>A_{цок}</i>	—	699	
	– перекрытий над проездами или под эркерами	<i>A_{эрк}</i>	—	20	
	– стен в земле и пол по грунту (раздельно)	<i>A_{гр}</i>	—	—	

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 (разд. по типу конструкц.) – окон и балконных дверей – глухой части балконных дверей – витражей – окон ЛЛУ – балконных дверей наружных переходов ЛЛУ – входных дверей витражных – входных дверей утепленных – покрытий – чердачных перекрытий (эквив.) – перекрытий цокольных (над техническими подпольями), экв. – перекрытий над проездами или под эркерами – стен в земле и пол по грунту (раздельно)	R_0^{np} , $m^2 \cdot ^\circ C / W$			
		$R_{ст}^{np}$	3,13	3,27	
		$R_{ок.1}^{np}$	0,54	0,54	
		$R_{б.дв.зл}^{np}$	0,74	0,74	
		$R_{ок.2}^{np}$			
		$R_{ок.ЛЛУ}^{np}$	0,54	0,54	
		$R_{б.дв.ЛЛУ}^{np}$	0,54	0,54	
		$R_{вх.дв.1}^{np}$	0,45	0,45	
		$R_{вх.дв.2}^{np}$	0,80	0,79	
		$R_{покр}^{np}$	3,23	4,08	
		$R_{черд}^{экв}$	–	–	
$R_{цок}^{экв}$	3,03	3,07			
$R_{эрк}^{np}$	4,12	3,43			
$R_{гр}^{np}$	–	–			
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: – окон – витражей – окон ЛЛУ – балконных дверей наружных переходов ЛЛУ – входных наружных дверей	R_a , $m^2 \cdot ч / кг$			
		$R_{a.ок.1}$	0,90	0,90	
		$R_{a.ок.2}$	–	–	
		$R_{a.ок.ЛЛУ}$	0,60	0,60	
		$R_{a.б.дв.ЛЛУ}$	0,47	0,47	
$R_{a.вх.дв}$	0,14	0,14			
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр}^{np}$, $W / (m^2 \cdot ^\circ C)$	–	0,548	
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н.ом.н} / t_{н.р}$)	$K_{инф.усл}$, $W / (m^2 \cdot ^\circ C)$		0,419/0,423	
22	Кратность воздухообмена здания при испытании (на $\Delta p = 50$ Па)	n_{50} , $ч^{-1}$		–	

5 Теплоэнергетические 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·ч		705 750	
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент.}^{год}$, кВт·ч		539 620	
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за ОП	$Q_{отп}^{год}$, кВт·ч	–	1 245 370	
26	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании (квар-	$q_{быт}$, W / m^2	–	15,6/6,07	

	тирах / нежилых помещениях)				
27	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{200}$, кВт·ч	–	432 583	
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП	$Q_{инс}^{200}$, кВт·ч	–	186 989	
29	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета показателя тепловой энергетической эффективности)	$Q_{от+вент}^{200}$, кВт·ч	–	884 580	
30	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление за отопительный период и инфильтрацию в нерабочее время за ОП	$Q_{от+инф.}^{200}$, кВт·ч	–	–	

6 Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
31	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,9
32	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ	0,1–0,15	0,1
33	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7–1,0	1,0
34	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1		0,8
35	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2		0,74
36	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,8	0,8
37	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления	β_{mn}	1,05-1,13	1,1

7 Нагрузки энергетические и ресурсные

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	Мощность систем инженерного оборудования:			
	– требуемая на отопление и вентиляцию (естест)	$Q_{от.р.тр}$	кВт	462
	– требуемая на горячее водоснабжение	$Q_{гв}^{макс}$	кВт	392
	– установленная на механическую вентиляцию	$Q_{вент.р.тр}$	кВт	-
	– установленная на воздушно-тепловые завесы	$Q_{т.з.р.тр}$	кВт	-
	– электроснабжения здания,	$N_{эл}$	кВт	155
	в том числе, на общедомовые нужды, из них:	$N_{об.дом}$	кВт	25
	- на освещение (для многоквартирных зданий только мест общего пользования)	$N_{осв}$	кВт	5,5
	- лифтовое оборудование	$N_{лифт}$	кВт	17
	- водоснабжение и канализацию	$N_{ВК}$	кВт	1,6
- отопление и вентиляцию	$N_{ОВ}$	кВт	0,6	
- кондиционирование (охлаждение)	$N_{конд}$	кВт	-	

39	Среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.ср}$	кВт	113
40	Средний суточный расход: – природного газа – холодной воды – горячей воды – электроэнергии на общедомовые нужды (без энергосбережения/ с энергосбережением)	$V_{нг.сут}$ $G_{хв.сут}$ $G_{гв.сут}$ $E_{эл.о/д.сут}$	м ³ /сут м ³ /сут м ³ /сут кВт•ч	- 1,86 2,69 207/127
41	Удельный расчетный часовой расход тепловой энергии на м ² площади квартир (полезной площади нежилых помещений): – на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) – на механическую приточную вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	Вт/м ² Вт/м ²	44,5 -
42	Удельная объемная тепловая хар-ка здания	q_m	Вт/(м ³ •°С)	0,19

8 Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
43	Годовые расходы энергии и ресурсов на здание: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авторегулирования	$Q_{от+вент.год}$	МВт•ч	884,6
	– тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания	$Q_{от+инф.год}$	МВт•ч	-
	–тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.год}$	МВт•ч	1099
	– тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$Q_{вент.год}$	МВт•ч	-
	– тепловой энергии на тепловые завесы	$Q_{т.з.год}$	МВт•ч	-
	– электрической энергии зданием, в том числе:	$E_{эл.сум.год}$	МВт•ч	451,6/421,4
	на общедомовые нужды (без эн.сбереж./с эн.сб.)	$E_{эл.о/д.год}$	МВт•ч	75,6/45,43
	из них: - освещение мест общего пользования	$E_{эл.осв.год}$	МВт•ч	17,12/1,01
	- силовое оборудование лифтов	$E_{эл.лифт.год}$	МВт•ч	41,8/27,7
	- силовое оборуд. сист. отопления и вентиляции	$E_{эл.ОВ.год}$	МВт•ч	3,13
	- силовое оборудование систем водоснабжения	$E_{эл.БК.год}$	МВт•ч	13,55
- на кондиционирование (охлаждение)	$E_{эл.конд.год}$	МВт•ч	-	
– природного газа	$Q_{нг.год}$	тыс. м ³	-	
44	Удельные годовые расходы энергии и ресурсов: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого здания	$q_{от+вент.год}$	кВт•ч/м ²	82,1
	– тепловой энергии на горячее водоснабжение	$q_{гв.год}$	кВт•ч/м ²	102
	– то же с квартирными водосчетчиками	$q_{гв.кв.в.сч.год}$	кВт•ч/м ²	61,2
	– тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания с механической приточной вентиляцией	$q_{от+инф.год}$	кВт•ч/м ²	-
	– тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$q_{вент.год}$	кВт•ч/м ²	-
	– тепловой энергии на тепловые завесы	$q_{т.з.год}$	кВт•ч/м ²	-
	– электрической энергии в здании (без /с эн.сб.)	$q_{эл.сум.год}$	кВт•ч/м ²	41,9/39,1
	в том числе: - на общедомовые нужды	$q_{эл.о/д.год}$	кВт•ч/м ²	7,0/4,2
- на кондиционирование (охлаждение)	$q_{эл.конд.год}$	кВт•ч/м ²	-	
– природного газа	$q_{нг.год}$	м ³ /м ²	-	
45	Удельное расчетное годовое энергопотребление не газифицированным зданием (с пересчетом			

электроэнергии в тепловую с коэф. $\theta = 2,5$)	$q_{т+эл.сум}^{год}$	кВт•ч/м ²	289/241
– то же без электропотребления квартир	$q_{т+эл.о/д}^{год}$	кВт•ч/м ²	202/154

9 Показатели энергетической эффективности, класс энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
46	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, нормируемый по СНиП 23-02-2003	$q_{от+вент}^{год}$, кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]	88	82,1
47	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания		D	D
48	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА
49	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного зд. с учетом проектного значения расхода т.эн. на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент}^{год.пр}$ кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]		
50	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции			ДА/НЕТ
51	Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания. Соответствует требованиям энергоэффективности	$q_{от+вент+гв.+эл.о/д}^{год.пр}$ кВт•ч/м ²	160	154 ДА
52	Фактически измеренный удельный годовой расхода на отопление, вентиляцию и гвс. Класс энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв.+эл.о/д}^{год.изм}$ кВт•ч/м ²		

10. Сведения об оснащённости приборами учета			
53	Количество точек ввода в здание со стороны централизован. энергоресурсов и воды, оборудован. приборами учета		
	электрической энергии	шт.	один
	тепловой энергии	шт.	один
	газа	шт.	-
	воды	шт.	один
54	Оснащённость квартир приборами учета		
	электрической энергии	%	100
	тепловой энергии	%	-
	газа	%	-
	воды	%	100
55	Паспорт заполнен		
Организация			
Адрес и телефон			
Ответственный исполнитель			

Пример энергетического паспорта проекта общественного здания (школы)

Пояснительная записка (пример выполнен на требования до 2011г)

И.1 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

И.1.1 Здание представляет собой экспериментальный проект общеобразовательной школы, предназначено для строительства в Москве. Проект разработан МНИИТЭП.

И.1.2 Здание школы 3-х этажное выполнено из монолитного железобетона с утеплением минеральной ватой и отделкой полимерцементной штукатуркой; трехэтажное, бесчердачное, с неотапливаемым техническим подпольем.

И.1.3 Объемно-планировочные показатели:

- строительный объем отапливаемой части здания – 54 100 м³;
- полезная площадь здания – 10 800 м²;
- расчетная площадь помещений – 8 068 м²,
- в том числе: - учебных помещений – 6 018 м²;
- зрительного и спортивного залов – 2 050 м²;
- высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты – 17,3 м;
- общая площадь наружных ограждающих конструкций – 17 290 м²;
- компактность здания – $A_{огр.сум.}/V_o = 17\,290/54\,100 = 0,32$ м⁻¹;
- площадь стен – 4 690 м²;
- площадь покрытий – 4 780 м²;
- площадь перекрытий над техническим подпольем – 5130 м²;
- площадь окон – 1030 м²,
- площадь витражей – 1 303 м²;
- площадь зенитных фонарей – 302 м²;
- площадь входных наружных дверей – 55 м².

И.1.4 Расчетное количество людей – 500 учащихся, 100 преподавателей и служащих. Рабочий день длительностью 10 ч при пятидневной рабочей неделе.

И.2 Теплозащита здания

И.2.1 Расчетные климатические параметры – приведены в Энергопаспорте.

И.2.2 Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

И.2.2.1 Наружные стены – из монолитного железобетона плотностью $\rho_o = 2\,500$ кг/м³, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04$ Вт/(м•°С), толщиной $\delta = 200$ мм; утепление минераловатными плитами плотностью $\rho_o = 145$ кг/м³, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,045$ Вт/(м•°С), толщиной $\delta = 140$ мм; композитная полимерцементная штукатурка по стеклосетке с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,7$ Вт/(м•°С), толщиной $\delta = 10$ мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче стен с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,82$ составит

$$R_{cm. np} = 0,82 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,14}{0,045} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} \right) = 2,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт},$$

что ниже нормируемого для школ по табл.4 СНиП 23-02-2003 – 3,13 м²•°С/Вт.

И.2.2.2 Покрытие совмещенное неветилируемое – из монолитной железобетонной плиты плотностью $\rho_o = 2\,500$ кг/м³, с эксплуатационным коэффициентом

теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$; минераловатные плиты типа «Руф Баттс» В и Н плотностью $\rho_0 = 200 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_0 = 125 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационными коэффициентами теплопроводности $\lambda_B = 0,048 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ и $\lambda_B = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$ и $\delta = 150 \text{ мм}$, соответственно; керамзитовый гравий для уклона плотностью $\rho_0 = 600 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $50\text{--}100 \text{ мм}$; армированная цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$; рулонный ковер – филизол плотностью $\rho_0 = 600 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 10 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,95$ составит

$$R_{\text{покр.}}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,03}{0,048} + \frac{0,05}{0,2} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} \right) = 4,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что ниже нормируемого – $4,67 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

И.2.2.3 Перекрытие над техподпольем – монолитный железобетон плотностью $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$; минераловатные плиты плотностью $\rho_0 = 37 \text{ кг/м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$; цементно-песчаная стяжка с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 15 \text{ мм}$; линолеум с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,38 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 5 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия с учетом коэффициента теплотехнической однородности $r = 0,95$ составит

$$R_{\text{цок.}}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{12} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,03}{0,046} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,005}{0,38} + \frac{1}{8,7} \right) = 0,929 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Расчетная температура в подвале $t_{\text{int}} = 5 \text{ °C}$, тогда эквивалентное сопротивление теплопередаче составит

$$R_{\text{цок.}}^{\text{экв.}} = 0,929 \frac{20 - 5}{20 + 28} = 2,97 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что ниже нормируемого – $4,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

И.2.2.4 Витражи – однокамерный стеклопакет с селективным покрытием в одинарном переплете и утепленных алюминиевых профилях. По сертификату $R_{\text{витр.}}^{np} = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $\tau_{\text{витр}} = 0,8$, $k_{\text{витр.}} = 0,54$.

И.2.2.5 Окна – однокамерный стеклопакет с селективным покрытием внутреннего стекла и стеклом на отnose в отдельных дерево-алюминиевых переплетах. По сертификату $R_{\text{ок.}}^{np} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $\tau_{\text{ок}} = 0,75$, $k_{\text{ок}} = 0,51$.

И.2.2.6 Фонарь – однокамерный стеклопакет с покрытием в алюминиевых профилях. По сертификату $R_{\text{фон.}}^{np} = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $\tau_{\text{фон}} = 0,9$, $k_{\text{фон}} = 0,8$.

И.2.2.7 Приведенное сопротивление теплопередаче входных наружных утепленных дверей $R_{\text{вх.дв.}}^{np} = 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

И.2.3 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания $K_{\text{тр}}^{np}$, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ определяют по формуле (4) основного текста стандарта, принимая $n = 1$ для покрытия, стен и перекрытия пола по грунту; для перекрытий над техническим подпольем принимается эквивалентное значение $R_{\text{цок.}}^{\text{экв.}}$:

$$K_{mp}^{np} = \frac{\frac{4\,690}{2,77} + \frac{1\,030}{0,56} + \frac{1\,303}{0,47} + \frac{55}{0,79} + \frac{4\,780}{4,34} + \frac{302}{0,47} + \frac{5\,130}{2,97}}{17\,290} = 0,565 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

И.2.4 Расчет воздухообмена в здании

И.2.4.1 Для помещений общеобразовательной школы с периодическим пребыванием людей при расчете теплозащиты ограждений условно принимают расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления, по 7,18 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 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.

И.2.4.2 Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяют по формулам (10 и 13), полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

– для окон и витражей здания

$$\Delta p = 0,28H(\gamma_n - \gamma_e) + 0,03\gamma_n v^2;$$

– для входных дверей в здание

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_n - \gamma_e) + 0,03\gamma_n v^2,$$

где H – высота здания от пола первого этажа до верха вытяжной шахты, м;

γ_n – удельный вес наружного воздуха, Н/м³ (формула 11); в расчетных условиях при $t_n^p = -28 \text{ °C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 28) = 14,13 \text{ Н/м}^3$; при средней температуре отопительного периода $t_{н.ср.ом.п} = -3,1 \text{ °C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 3,1) = 12,83 \text{ Н/м}^3$;

γ_e – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м³ (формула 12); при определении инфильтрации через окна нежилых помещений для расчетной температуры 18 °C $\gamma_e = 3463/(273 + 18) = 11,9 \text{ Н/м}^3$; для средней температуры воздуха за отопительный период 20 °C $\gamma_e = 3463/(273 + 20) = 11,82 \text{ Н/м}^3$; через входные двери в здание, окна и балконные двери ЛЛУ при 16 °C $\gamma_e = 3463/(273 + 16) = 11,98 \text{ Н/м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, м/с; для Москвы $v = 4,9 \text{ м/с}$; средняя за отопительный период $v = 3,8 \text{ м/с}$ (СНиП 23-01-99*).

Соответственно, разность давлений воздуха для окон и витражей и наружных входных дверей при высоте здания $H = 17,3 \text{ м}$ в расчетных условиях составит

$$\Delta p_{ок,витр.}^p = 0,28 \cdot 17,3(14,13 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 20,98 \text{ Па};$$

$$\Delta p_{вх.дв.}^p = 0,55 \cdot 17,3(14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 30,64 \text{ Па}.$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\Delta p_{ок,витр.}^{cp} = 0,28 \cdot 17,3(12,83 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 10,45 \text{ Па};$$

$$\Delta p_{вх.дв.}^{cp} = 0,55 \cdot 17,3(12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 13,65 \text{ Па}.$$

Для фонаря принимать только по второму слагаемому.

И.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 формулам (8 и 9)

$$G_{инф} = \frac{A_{F.1} \left(\frac{\Delta p_F}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,02} + \frac{A_{F.2} \left(\frac{\Delta p_F}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} + \frac{A_{ед} \left(\frac{\Delta p_{ед}}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,16},$$

где $A_{ок}$, $A_{внтр}$, $A_{вх.дв}$ – 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

$$G_{инф.ок.р} = \frac{1\,030 \left(\frac{20,98}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,02} = 1\,655 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.внтр, фон.р} = \frac{1\,303 \left(\frac{20,98}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} + \frac{302 \left(\frac{20,98}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} = 2\,192 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.вх.дв.р} = \frac{55 \left(\frac{30,64}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,16} = 580 \text{ кг/ч}.$$

Расход воздуха, прошедший через закрытые окна, витражи, фонарь и двери, при средней температуре отопительного периода в нерабочее время составит

$$G_{инф.ок.ср} = \frac{1\,030 \left(\frac{10,45}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,02} = 1\,040 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.внтр, фон.ср} = \frac{1\,303 \left(\frac{10,45}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} + \frac{302 \left(\frac{10,45}{10} \right)^{\frac{2}{3}}}{1,2} = 1\,377 \text{ кг/ч};$$

$$G_{инф.вх.дв.ср} = \frac{55 \left(\frac{13,65}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}{0,16} = 387 \text{ кг/ч}.$$

И.2.4.4 Условный воздухообмен в учебных помещениях школы в рабочее время при норме $7 \text{ м}^3/\text{ч}$ на квадратный метр расчетной площади ($A_p = 6\,018 \text{ м}^2$) и $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ на квадратный метр расчетной площади залов ($A_p = 2\,050 \text{ м}^2$) и с учетом плотности воздуха для средней температуры между наружным и внутренним воздухом (для средней температуры отопительного периода $\rho_a^{ср} = 353/(273 + 0,5(20 - 3,1)) = 1,25 \text{ кг/м}^3$) составит

$$G_{вент.раб.ср} = (7 \cdot 6\,018 + 10 \cdot 2\,050) \cdot 1,25 = 78\,283 \text{ кг/ч}.$$

Тогда интегральный воздухообмен для определения расхода энергии за отопительный период (при 10-часовом рабочем дне и пятидневной рабочей неделе и $k = 0,8$ (по 7.15 для окон с двойными раздельными переплетами)) с учетом формулы (14) составит

$$G_{инф.инт.ср} = \frac{78\,283 \cdot 10 \cdot \frac{5}{7} + \frac{(1\,040 \cdot 0,8 + 1\,377 + 387)(14 \cdot 5 + 24 \cdot 2)}{7}}{24} = 25\,120 \text{ кг/ч}.$$

И.2.4.5 Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при среднезимних условиях $K_{инф.усл.ср}$ и теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха при расчетных условиях $K_{инф.усл.р}$ определяем по формуле (6):

$$K_{инф. усл.}^{cp} = 0,28 \cdot G_{инф.}^{cp} \cdot c_a / A_{огр. сум} = 0,28 \cdot (1040 \cdot 0,8 + 1377 + 387) \cdot 1,006 / 17290 = 0,042 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

$$K_{инф. усл.}^p = 0,28 \cdot G_{инф.}^p \cdot c_a / A_{огр. сум} = 0,28 \cdot (1655 \cdot 0,8 + 2192 + 580) \cdot 1,006 / 17290 = 0,067 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

И.2.4.6 Условный интегральный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха и в объеме вентиляционного воздухообмена при среднезимних условиях $K_{инф. инт.}^{cp}$

$$K_{инф. инт.}^{cp} = 0,28 \cdot G_{инф. инт.}^{cp} \cdot c_a / A_{огр. сум} = 0,28 \cdot 25120 \cdot 1,006 / 17290 = 0,409 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

И.3 Расчет энергетической эффективности проекта здания

И.3.1 Расчет годового потребления теплоты на отопление

И.3.1.1 Потребность в тепловой энергии на отопление здания школы в течение отопительного периода согласно 3.5.6 МГСН 2.01–99 и СНиП 23-02–2003 определяют с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается прямой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

И.3.1.2 Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (15):

$$Q_{огр.}^{год} = 0,024 \cdot 0,565 \cdot 4 \cdot 943 \cdot 17 \cdot 290 = 1 \cdot 158 \cdot 900 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

И.3.1.3 Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период и при $k = 1$ (витражи и зенитные фонари с одинарными переплетами, отдельные переплеты в окнах учтены ранее) определяют по ф-ле (17):

$$Q_{инф/вент.}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,409 \cdot 4 \cdot 943 \cdot 17 \cdot 290 = 838920 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

И.3.1.4 Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период составят:

$$Q_{инт.}^{год} = 1 \cdot 158 \cdot 900 + 838920 = 1 \cdot 997820 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

И.3.1.5 Бытовые (технологические) тепловыделения 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 В.9 (приложение В). 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.

И.3.1.6 Удельные тепловыделения в час за средние сутки составят

$$q_{быт} = \frac{(90 \cdot 600 + 25 \cdot 8 \cdot 068 \cdot 0,75 + 10 \cdot 8 \cdot 068 \cdot 0,2) \cdot 10 \cdot \frac{5}{7}}{24 \cdot 8 \cdot 068} = 8,17 \text{ Вт/м}^2.$$

И.3.1.7 Суммарные теплопоступления с бытовыми (технологическими) тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (18):

$$Q_{быт.}^{год} = 0,024 \cdot 8,17 \cdot 214 \cdot 8 \cdot 068 = 338 \cdot 540 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

И.3.1.8 Теплопоступления от солнечной радиации через окна и витражи в течение отопительного периода определяют по формуле (19) с использованием табл. В.13 Приложения В:

$$Q_{инс.}^{год} = 0,75 \cdot 0,51(127 \cdot 300 + 5 \cdot 178 + 177 \cdot 114 + 172 \cdot 178 + 388 \cdot 121 + 161 \cdot 262) + 0,8 \cdot 0,54(182 \cdot 300 + 190 \cdot 178 + 280 \cdot 114 + 290 \cdot 178 + 87 \cdot 121 + 274 \cdot 262) + 0,9 \cdot 0,8 \cdot 302 \cdot 322 = 248297 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

И.3.1.9 Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации определяют по формуле (14):

$$Q_{от+вент.}^{год.расч} = (1\ 997\ 820 - (338\ 540 + 248\ 297) \cdot 0,8 \cdot 0,95) \cdot 1,13 = 1\ 753\ 560 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

И.3.2 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (СНиП 23-02–2003, приложение Г)

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определяют по формуле (69):

$$q_{от.}^{год} = 1\ 753\ 560 / 10\ 800 = 162,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

что ниже требований СНиП 23-02–2003 – $q_{н}^{req} = 36 \cdot 3,3 \cdot 4943 / 3600 = 163 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$.

Следовательно, в соответствии с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011г. №161 запроектированное здание отвечает требованиям теплозащиты и энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности «С» - нормальный.

И.3.3. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период.

После проверки уровня энергетической эффективности теплозащиты общественного здания определяют его потребность в тепловой энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и тепловые завесы за отопительный период $Q_{от+вент.}^{год.} + Q_{м.з.}^{год}$, кВт·ч, с целью регламентации количества потребляемой энергии на вентиляцию.

Величину $Q_{от+вент.}^{год.}$ следует определять с учетом проектного значения расчетного расхода тепловой энергии на вентиляцию и кондиционирование воздуха ($Q_{вент}^p = 930 \text{ кВт}$) и эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха η_{ym} (из проекта $\eta_{ym} = 0$) по формуле (Е.2), исходя из времени работы вентиляционной установки в течение недели $n_{вент}$ (при 10-ти часовом рабочем дне 5 раз в неделю):

$$Q_{вент.}^{год.расч.пр} = (Q_{вент1 \text{ без утил.}}^{p.пр} + Q_{вент2.}^{p.пр} \cdot (1 - \eta_{ym})) \cdot (n_{вент.}/7) \cdot ГСОП / (t_{в} - t_{н}^p) = 930 \cdot (50/7) \cdot 4943 / (20 + 26) = 713820 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

В нерабочее время определяем отдельно за отопительный период расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна с выключенной вентиляцией, рассчитанное с учетом формул (17 и Е.2):

$$Q_{инф.н.р.}^{год} = K_{инф.усл.}^{ср} \cdot (n_{инф.}/7) \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум.} \cdot 10^{-3} = 0,042 \cdot (168-50)/7 \cdot 4943 \cdot 17290 \cdot 10^{-3} = 60510 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Суммарный расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление и нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна при выключенной вентиляции в нерабочее время и на вентиляцию, исходя из проектной нагрузки, $Q_{от+вент.}^{год.расч.пр}$, кВт·ч, определяют по формуле (Е.5)

$$Q_{от+вент.}^{год.расч.пр} = Q_{огр+инф.}^{год.расч} + Q_{вент.}^{год.расч.пр} = 1158900 + 60510 + 713820 = 1933330 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии находят по формуле (Е.6)

$$q_{от+вент.н.р.}^{год.расч} = 1933330 / 10800 = 179 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Это превышает нормируемый базовый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, но не более допустимых по п. Е.6 10%: $1,1 \cdot 163 = 179 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, что позволяет считать запроектированную систему вентиляции удовлетворяющей требованиям энергетической эффективности.

И.4 Энергетические нагрузки здания

И.4.1 Расчет требуемой мощности системы отопления

И.4.1.1 Для зданий с непостоянным пребыванием людей требуемую мощность системы отопления в рабочее время определяют в соответствии с разделом 9 настоящего

стандарта исходя из теплопотерь через наружные ограждения здания с учетом бытовых (технологических) тепловыделений, а в нерабочее время без учета бытовых тепловыделений, но с учетом нагрева наружного воздуха в объеме инфильтрации его через закрытые окна под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения, по следующим формулам:

$$Q_{от.раб.}^{p.mp} = (Q_{огр.}^p - Q_{быт.}^p) \cdot \beta_{mn} = [1,1 \cdot K_{mp}^{np} \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в.н/p} - t_{н.}^p) - q_{быт} \cdot A_p] \cdot \beta_{mn} \cdot 10^{-3} = [1,1 \cdot 0,565 \cdot 17290 \cdot (20+26) - 8,17 \cdot 8068] \cdot 1,13 \cdot 10^{-3} = 484 \text{ кВт},$$

$$Q_{от.н/раб.}^{p.mp} = (Q_{огр.}^p + Q_{инф.}^p) \cdot \beta_{mn} = [(1,1 \cdot K_{mp}^{np} + K_{инф.усл.}^p) \cdot A_{огр.сум} \cdot (t_{в.н/p} - t_{н.}^p)] \cdot 10^{-3} = [(1,1 \cdot 0,565 + 0,072) \cdot 17290 \cdot (18+26)] \cdot 10^{-3} = 528 \text{ кВт},$$

где $t_{в.н/p}$ – расчетная температура воздуха в нерабочее время в помещениях, принимается, как минимальная из допустимых температур по ГОСТ 30494–2011; $t_{в.н/p} = 18^\circ\text{C}$.

Напомним, что проектная расчетная мощность системы отопления составляет $Q_{от.}^{p.mp} = 620$ кВт. Следовательно, запас поверхности нагрева отопительных приборов системы отопления при рабочем режиме составляет $K_{зап} = 620/484 = 1,28$, что приведет к перегреву здания, если не пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления.

И.4.1.2 Для устранения этого запаса в соответствии с Приложением Г следует пересчитать требуемые расчетные температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления вместо проектных $95-70^\circ\text{C}$ по формулам (Г.1) и (Г.2):

$$\tau_{о1mp} = 18 + 0,5(95 - 70) \cdot \frac{1}{1,28} + \left(\frac{95 + 70}{2} - 18 \right) \left(\frac{1}{1,28} \right)^{0,8} = 80,7^\circ\text{C};$$

$$\tau_{2mp} = 80,7 - (95 - 70) \cdot \frac{1}{1,28} = 61,2^\circ\text{C}.$$

И.4.1.3 Расчетный расход теплоносителя, $\text{м}^3/\text{ч}$, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения (Г.3):

$$G_{от.}^p = 3600 \cdot Q_{от.}^{p.mp} \cdot 10^{-3} / (t_{о1mp}^p - t_{2mp}^p) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}) = 3600 \cdot 484 \cdot 10^{-3} / (80,7 - 61,2) / (1 \cdot 4,2) = 21,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

И.4.1.4 Дальнейшее сокращение подачи теплоты на отопление достигается настройкой контроллера на поддержание температурного графика регулирования с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха в соответствии с положениями СП EN ISO 13790.

И.4.2 Расчетные расходы холодной и горячей воды и тепловой энергии на горячее водоснабжение

И.4.2.1 Расчет выполняют с учетом применения ресурсосберегающих мероприятий на расчетное количество жителей в здании, составляющее $n = 600$ человек и при полезной площади помещений, приходящейся на 1 человека $A_{чел.i} = 10800/600 = 18 \text{ м}^2/\text{человека}$.

И.4.2.2 Среднечасовой за средние сутки года расход горячей воды определяют с учетом табл. В.6

$$G_{гв.}^{cp.год} = g_{гв.}^{cp.сут.} \cdot (A_{чел} / A_{чел.i}) \cdot n \cdot 10^{-3} / 24 = 8 \cdot (10/18) \cdot 600 \cdot 10^{-3} / 24 = 0,11 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

И.4.2.3 Среднечасовой за отопительный период расход теплоты на горячее водоснабжение определяют по формуле (39) с учетом таблицы В.6:

$$Q_{гв.}^{cp.от.п} = q_{гв.} \cdot (A_{чел} / A_{чел.i}) \cdot A_{пол} \cdot 10^{-3} = 2,8 \cdot (10/18) \cdot 10800 \cdot 10^{-3} = 16,8 \text{ кВт}.$$

И.4.2.4 Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение определяют с учетом табл. В.6 и формулы (36):

$$Q_{гв.}^{год} = q_{гв.}^{год} \cdot A_{пол} \cdot A_{чел} / A_{чел.i} = 20 \cdot 10800 \cdot 10/18 = 120000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

И.4.2.5 Удельное годовое теплопотребление будет:

$$q_{гв.}^{год.расч.} = Q_{гв.}^{год} / A_{пол} = 120000/10800 = 11,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

И.4.2.6 Расчетная производительность циркуляционного насоса системы горячего водоснабжения, установленного по циркуляционной схеме (на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения), определяют по 10.14 и формуле (456).

$$G_{\text{нас.цирк.звс.}}^p = 3600 \cdot \beta_{\text{ц}} \cdot Q_{\text{зв}}^{\text{cp.om.n.}} \cdot k_{\text{мп}} / (1 + k_{\text{мп}}) / \Delta t / (\rho_{\text{вод}} \cdot c_{\text{вод}}) = 3600 \cdot 1,3 \cdot 16,8 \cdot 0,1 / (1 + 0,1) / 5 / (1000 \cdot 4,2) = 0,34 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

И.4.3 Расчетная электрическая нагрузка здания (без учета розеточной сети)

Расход электроэнергии складывается из потребления на искусственное освещение всех помещений и на привод электродвигателей силового оборудования: циркуляционные насосы систем отопления и горячего водоснабжения (повысительные водопроводные насосы отсутствуют), вентиляторы приточной и вытяжной систем вентиляции.

И.4.3.1 Расчетная мощность искусственного освещения помещений школы $N_{\text{л.шк}}$, кВт, определяют по табл. В.9 по максимально допустимой удельной установленной мощности искусственного освещения исходя из нормируемой освещенности по формуле (50):

$$N_{\text{осв.шк}} = 25 \cdot 10800 \cdot 10^{-3} = 270 \text{ кВт}.$$

И.4.3.2 Расчетная мощность циркуляционного насоса отопления определяют по формуле (49):

$$N_{\text{от.}}^p = K_3 \cdot G_{\text{от.}}^p \cdot H \cdot \rho_{\text{ж}} / (102 \cdot 3600 \cdot \eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{пер}}) = 1 \cdot 21,3 \cdot 8 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,66 \text{ кВт},$$

где $G_{\text{нас.от.}}^p = 21,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, (см. И.4.1.3);

$H = 8 \text{ м.в.ст}$, принимать по примечанию к 12.8;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность воды, $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$;

$\eta_{\text{нас.}} = 0,7$ (из номограммы); $\eta_{\text{пер}} = 1$ (насос на одном валу с электродвигателем).

И.4.3.3 Расчетная мощность циркуляционного насоса горячего водоснабжения, определяют также по формуле (49):

$$N_{\text{звс.}}^p = 1 \cdot 0,34 \cdot 5 \cdot 1000 / (102 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,01 \text{ кВт},$$

где $G_{\text{нас.цирк.звс.}}^p = 0,34 \text{ м}^3/\text{ч}$ (см. И.4.2.6);

$H = 5 \text{ м.в.ст}$, принимать по примечанию к 12.8;

$\rho_{\text{ж}}$, $\eta_{\text{нас}}$ и $\eta_{\text{пер}}$ – то же, что при определении $N_{\text{от.}}^p$.

И.4.3.4 Расчетная мощность вентиляционных установок в соответствии с примечанием 4 к п. 12.8 настоящего стандарта определяют в зависимости от удельного потребления энергии на транспортировку $1 \text{ м}^3/\text{час}$ воздуха: для приточных систем это $0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^3/\text{ч})$, для вытяжных систем – $0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^3/\text{ч})$.

При расчетной проектной теплопроизводительности приточных систем $Q_{\text{вент.}}^p = 930 \text{ кВт}$ и расчетной температуре приточного воздуха равной внутренней температуре воздуха в помещении $t_{\text{пр}} = 20^\circ\text{C}$ вентилятор будет перемещать: $L_{\text{вент.}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}}$

$$L_{\text{вент.}} = Q_{\text{вент.}}^p / [0,28 \cdot \rho_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{н}}^p)] = 930 \cdot 10^3 / [0,28 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (20 + 26)] = 60100 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Тогда, расчетная мощность приточных вентиляторов составит:

$$N_{\text{вент.пр.}}^p = 0,42 \cdot 60100 \cdot 10^{-3} = 25,2 \text{ кВт};$$

Расчетная мощность вытяжных вентиляторов при той же производительности:

$$N_{\text{вент.выт.}}^p = 0,35 \cdot 60100 \cdot 10^{-3} = 21,0 \text{ кВт}.$$

И.4.4 Расчетное годовое потребление электрической энергии (без учета розеточного подключения)

И.4.4.1 Годовое электропотребление на искусственное освещение принимают по формуле (52) с учетом таблицы В.11, где для общественных зданий с односменной работой, строящихся в регионе с географическими широтами от 50° до 60° , годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, $Z_{\text{осв.}}^{\text{год}} = 750 \text{ ч}$:

$$E_{\text{осв.шк.}}^{\text{год}} = N_{\text{осв.шк.}} \cdot Z_{\text{осв.}}^{\text{год}} = 270 \cdot 750 = 25 \cdot 10800 \cdot 10^{-3} = 202500 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

И.4.4.2 Годовое электропотребление при работе циркуляционного насоса, $E_{нас.}^y$, кВт·ч, с постоянным напором равно с учетом формулы (58): $E_{нас.}^{200} = 0,00272 \cdot G_{нас.} \cdot t_{нас.} \cdot H_{нас.} / \eta_{нас.}$,

а) Циркуляционный насос отопления развивает производительность $G_{нас.от} = 21,3$ м³/ч, при напоре 8 м.вод.ст. и $\eta_{нас.} = 0,7$. Тогда его годовое электропотребление при работе $t_{нас.} = z_{от.н} = 214$ суток составит: $E_{нас.от}^y = 0,00272 \cdot (21,3 \cdot 8 / 0,7) \cdot 214 \cdot 24 = 3400$ кВт·ч.

б) Годовое электропотребление циркуляционного насоса горячего водоснабжения, устанавливаемого по циркуляционной схеме, при расчетной производительности $G_{нас.гв.}^p = 0,34$ м³/ч, при напоре 5 м.вод.ст., $\eta_{нас.} = 0,7$ и работе $50/7=7,14$ ч в средние сутки за $(365-62) = 303$ суток составит: $E_{нас.гв.}^{200} = 0,00272 \cdot (0,34 \cdot 5 / 0,7) \cdot 303 \cdot 7,14 = 14,3$ кВт·ч.

И.4.4.3 Годовое электропотребление вентиляционными установками с учетом использования их только в рабочее время 7,14 часа в течение 303 суток составит:

$$E_{вент.}^{200} = (25,2+21) \cdot 303 \cdot 7,14 = 99950 \text{ кВт·ч.}$$

И.4.4.4 Годовое электропотребление зданием:

$$E_{сум.}^{200} = E_{осв}^{200} + E_{нас.}^{200} + E_{вент.}^{200} = 202500 + (3400+14,3) + 99950 = 305860 \text{ кВт·ч.}$$

И.4.4.4 Электропотребление за средние сутки:

$$E_{сум.}^{сут} = 305860 / 303 = 1010 \text{ кВт·ч.}$$

И.4.4.5 Удельное годовое электропотребление зданием (без розеточной сети):

$$q_{эл.сум.}^{200} = E_{сум.}^{200} / A_{пол} = 305860 / 10800 = 28,3 \text{ кВт·ч;}$$

И.5 Общее удельное энергопотребление на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение (без розеточной сети), с пересчетом электрических кВт·ч по затратам первичной энергии, коэф. пересчета $\theta = 2,5$ и использованием формулы 66).

$$q_{т+эл.сум}^{год.расч} = q_{от+вент.пр.}^{200} + q_{гв.}^{200} + \theta \cdot q_{эл.лик.}^{200} = 179+11,1+2,5 \cdot 28,3 = 261 \text{ кВт·ч/м}^2.$$

С данным показателем сравнивается фактически измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период энергопотребление эксплуатируемого здания, по соотношению значений которых оценивается энергетическая эффективность существующего здания.

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 раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания, кВт	620 кВт
Расчетный расход теплоты на механическую вентиляцию, кВт	930 кВт

2 Условия расчетные климатические

№№ п/п	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
--------	---------------------	-------------	-------------------	--------------------

1	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	$t_{вн}$	°C	20
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{н.р}$	°C	-28 -26
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{н.ом.п}$	°C	-3,1
4	Продолжительность отопительного периода	$z_{ом.п}$	сут	214
5	Градусо-сутки отопительного периода	$ГСОП$	°C•сут	4 943
6	Наружная температура воздуха начала/окончания отопительного периода	$t_{н}^I$	°C	8
7	Расчетная скорость ветра в отопительном периоде	v	м/сек	3,8
8	Расчетная температура воздуха в чердаке	$t_{черд}$	°C	-
9	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°C	5

3 Показатели геометрические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
10	Площадь квартиры	$A_{кв}, м^2$	–	–	
11	Полезная площадь (общественного здания)	$A_{пол}, м^2$	–	10800	
12	Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	–	–	
13	Расчетная площадь (общественного здания)	$A_p, м^2$	–	8 068	
14	Отапливаемый объем здания	$V_{от}, м^3$	–	54 100	
15	Показатель компактности здания	$k_{комп}, м^{-1}$	–	0,32	
16	Коэффициент остекленности фасада здания	f	Не более 0,25	0,33	
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: – фасада отапливаемой части здания – стен (раздельно по типу констр.) – окон и балконных дверей – витражей – фонарей – входных дверей и ворот – покрытий (совмещенных) – перекрытий чердачных – то же над техничес. подпольями – то же над проездами и эркерами – пола по грунту	$A_{огр.сум}, м^2$ $A_{фас}$ $A_{ст.}$ $A_{ок}$ $A_{витр}$ $A_{фон}$ $A_{вх.дв}$ $A_{покр}$ $A_{черд}$ $A_{цок}$ $A_{эрк}$ $A_{гр}$		17 290 7 078 - 4 690 1 030 1 303 302 55 4 780 - 5 130 - -	

Показатели теплотехнические

№	Показатель	Обозначение	Норма-	Расчетное	Факти-
---	------------	-------------	--------	-----------	--------

п/п		и единица измерения	твное значение	(проектное) значение	ческое значение
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе – стен – окон и балконных дверей – витражей – фонарей – входных дверей и ворот – покрытий (совмещенных) – чердачных перекрытий («холодного» чердака) – перекрытий теплых чердаков (эквивалентное) – перекрытий над техническими подпольями или неотапливаемыми подвалами (эквивалентное) – перекрытий над проездами и под эркерами – пола по грунту	R_0^{np} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ $R_{ст.}^{np}$ $R_{ок.}^{np}$ $R_{внтр.}^{np}$ $R_{фон.}^{np}$ $R_{вх.дв.}^{np}$ $R_{ст.}^{np}$ $R_{черд.}^{np}$ $R_{т.черд.}^{np}$ $R_{цок.}^{np}$ $R_{эрк.}^{np}$ $R_{гр.}^{np}$	3,13 0,52 0,52 0,37 0,79 4,67 4,12	2,77 0,56 0,47 0,47 0,79 4,34 2,97	
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: – окон – витражей – входных наружных дверей	R_a^{np} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ $R_{a.ок}$ $R_{a.внтр}$ $R_{a.вх.дв}$		1,02 1,20 0,16	
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи зд.	$K_{тр.}^{np}$, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	–	0,565	
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н.р} / t_{н.ом.н.}^{cp}$)	$K_{инф.усл.}^{p / cp}$, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ $K_{инф.инт.}^{cp}$		0,067/0,042 0,409	
22	Кратность воздухообмена здания при испытании (на $\Delta p = 50 \text{ Па}$)	n_{50} , ч^{-1}		–	

5 Теплоэнергетические 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)	$Q_{огр}^{zod}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$		1158900	
24	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент.}^{zod}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$		838920	
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за ОП	$Q_{отт}^{zod}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$		1997820	
26	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании (квартирах / нежилых помещениях)	$q_{быт}$, $\text{Вт} / \text{м}^2$		8,17	
27	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{zod}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$		338540	
28	Теплопоступления в здание от	$Q_{инс}^{zod}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$		248297	

	солнечной радиации за ОП	кВт·ч			
29	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета показателя тепловой энергетической эффективности)	$Q_{от+вент}^{зод}$, кВт·ч		1753560	
30	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление за отопительный период и инфильтрацию в нерабочее время за ОП	$Q_{огр+инф.}^{зод}$, кВт·ч		1219410	

6 Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
31	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,95
32	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ	0,1–0,15	-
33	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7–1,0	0,8 - окна, 1 - витражи
34	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1		0,75
35	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2		0,51
36	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,8	0,8
37	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления	β_{mn}	1,05-1,13	1,13

7 Нагрузки энергетические и ресурсные

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	Мощность систем инженерного оборудования:			
	– требуемая на отопление и вентиляцию (естест)	$Q_{от.р.тр}$	кВт	484
	– требуемая на горячее водоснабжение	$Q_{гв}^{макс}$	кВт	-
	– установленная на механическую вентиляцию	$Q_{вент.р.нр}$	кВт	930
	– установленная на воздушно-тепловые завесы	$Q_{т.з.р.нр}$	кВт	-
	– электроснабжения здания (без розеточной сети), в т. ч. на общедомовые нужды, из них:	$N_{эл}$	кВт	317
	- на освещение (для общественных зданий всех помещений)	$N_{об.дом}$	кВт	-
	- на освещение (для общественных зданий всех помещений)	$N_{осв}$	кВт	270
	- лифтовое оборудование	$N_{лифт}$	кВт	-
- отопление и водоснабжение	$N_{от+гвс}$	кВт	0,67	
- вентиляцию	$N_{вент}$	кВт	46,2	
- кондиционирование (охлаждение)	$N_{конд}$	кВт	-	
39	Среднечасовой за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв.ср}$	кВт	16,8

40	Средний суточный расход: – природного газа – холодной воды – горячей воды – электроэнергии на общественное здание (без учета розеточного потребления)	$V_{пг}^{сут}$ $G_{хв}^{сут}$ $G_{гв}^{сут}$ $E_{эл.о/д.}^{сут}$	м ³ /сут м ³ /сут м ³ /сут кВт•ч	- - 1,1 1010
41	Удельный расчетный часовой расход тепловой энергии на м ² площади квартир (полезной площади нежилых помещений): – на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) – на механическую приточную вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	Вт/м ² Вт/м ²	44,8 86,1
42	Удельная объемная тепловая характеристика здания	q_m	Вт/(м ³ •°С)	0,19

8 Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

№ п/п	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
43	Годовые расходы энергии и ресурсов на здание: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома с учетом авторегулирования – тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания – тепловой энергии на горячее водоснабжение – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии зданием, в том числе: на общедомовые нужды (без эн.сбереж./с эн.сб.) из них: - освещение мест общего пользования - силовое оборудование лифтов - силовое оборуд. сист. отопления и гвс - силовое оборудование систем вентиляции - на кондиционирование (охлаждение) – природного газа	$Q_{от+вент.}^{год}$ $Q_{от+инф.}^{год}$ $Q_{гв.}^{год}$ $Q_{вент.}^{год}$ $Q_{т.з.}^{год}$ $E_{эл.сум.}^{год}$ $E_{эл.об.дом.}^{год}$ $E_{эл.осв.}^{год}$ $E_{эл.лифт.}^{год}$ $E_{эл.от+гвс.}^{год}$ $E_{эл.вент.}^{год}$ $E_{эл.конд.}^{год}$ $Q_{пг}^{год}$	МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч МВт•ч тыс. м ³	1754 1219 120 839 - 306 - 202,5 - 3,41 100 - -
44	Удельные годовые расходы энергии и ресурсов: – тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома (общественного здания) – тепловой энергии на горячее водоснабжение – то же с квартирными водосчетчиками – тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания с механической приточной вентиляцией – тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию – тепловой энергии на тепловые завесы – электрической энергии в здании (без /с эн.сб.) в том числе: - на общедомовые нужды - на кондиционирование (охлаждение) – природного газа	$q_{от+вент.}^{год}$ $q_{гв.}^{год}$ $q_{гв.кв.в.сч.}^{год}$ $q_{от+инф.}^{год}$ $q_{вент.}^{год}$ $q_{т.з.}^{год}$ $q_{эл.сум.}^{год}$ $q_{эл.об.дом.}^{год}$ $q_{эл.конд.}^{год}$ $q_{пг}^{год}$	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 кВт•ч/м ² кВт•ч/м ² м ³ /м ²	162,4 11,1 - 112,9 77,7 - 28,3 - - -
45	Удельное расчетное годовое энергопотребление не газифицированным зданием (с пересчетом электроэнергии в тепловую с коэф. $\theta = 2,5$)	$q_{т+эл.сум}^{год}$	кВт•ч/м ²	261

– то же без электропотребления квартир	$q_{т+эл.об.дом}^2$	кВт•ч/м ²	-
--	---------------------	----------------------	---

9 Показатели энергетической эффективности, класс энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
46	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, нормируемый по СНиП 23-02-2003	$q_{от+вент.год}$, кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]	Не более 163	162,4
47	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания		C	C
48	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА
49	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного зд. с учетом проектного значения расхода т.эн. на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент.год.пр}$ кВт•ч/м ² [кВт•ч/м ³]	Не более 163•1,1= 179,3	179
50	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции			ДА
51	Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания. Соответствует требованиям энергоэффективности	$q_{от+вент+гв.год}$ кВт•ч/м ²	160	173,5 ДА
52	Фактически измеренный удельный годовой расхода на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Класс энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв.год.изм}$ кВт•ч/м ²		

10. Сведения об оснащенности приборами учета

53	Количество точек ввода в здание со стороны энергоресурсов и воды, оборудованных приборами учета, при централизованном снабжении		
	электрической энергии	шт.	один
	тепловой энергии	шт.	один
	воды	шт.	один
54	Оснащенность квартир приборами учета		
	электрической энергии	%	-
	тепловой энергии	%	-
	воды	%	-

55	Паспорт заполнен	
Организация		
Адрес и телефон		
Ответственный исполнитель		

**Пример составления энергетического паспорта проекта высотного здания
многофункционального назначения для установления класса энергоэффективности
(на требования до 2011г)**

Пояснительная записка

К.1 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

К.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.

К.1.2 Фасады здания выполняют из ограждающих конструкций фасадной системы, состоящей из светопрозрачной и глухой частей в алюминиевых профилях

К.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_в 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 надземных 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.

К.2 Теплозащита здания

К.2.1 Климатические параметры

К.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.

К.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.

К.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.

К.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:

$$ГСОП_{ср.} = (4515 \cdot 31208 + 5218 \cdot 50712 + 5403 \cdot 50712 + 7296 \cdot 1571 + 6076 \cdot 17266) / 151469 = 5255 \text{ °С} \cdot \text{сут}.$$

К.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).

К.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).

К.2.2 Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций

К.2.2.1 Наружные стены типа 1 – стены стилобатной части здания – монолитные железобетонные плотностью $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$, 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 $90\text{--}125 \text{ кг/м}^3$, 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 керамогранитными 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 (2) настоящего стандарта:

$$R_{o.cm.1}^{np} = 0,75 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{10,8} \right) = 2,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что отвечает требованиям теплозащиты для стен зданий общественного назначения с принятой средней расчетной температурой внутреннего воздуха для выбора системы теплозащиты 20 °C $R_{o.cm.1}^{np} = 2,68 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02–2003.

К.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 $\rho_0 = 90 \text{ кг/м}^3$ (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 $r = 0,75$ составит

$$R_{o.cm.2}^{np} = 0,75 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,23} + \frac{0,20}{0,045} + 0,14 + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 3,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

В соответствии с результатами теплофизических измерений ограждающей непрозрачной конструкции для фасадных систем конкретного производства (непрозрачная часть), приведенное сопротивление теплопередаче составляет $R_{o.cm.2}^{np} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Эту величину принимаем в дальнейших расчетах. Она соответствует требуемому из табл.4 значению при $GCOI_{cp.} = 5255 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$ для офисов не менее $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, апартаментов – $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

К.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

$$R_{o.cm.3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,25}{2,04} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{1}{12} = 0,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче внутренних стен с учетом разности температур в помещениях при коэффициенте $n = (18 - 10)/(18 + 28) = 0,174$ (ф-ла 3):

$$R_{o.cm.3}^{экв} = R_{o.cm.3} / n = 0,39 / 0,174 = 2,24 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

К.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 керамзитобетона плотностью $\rho_0 = 100 \text{ кг/м}^3$, 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 – экструзи-

диронный пенополистирол плотностью $\rho_0 = 35 \text{ кг/м}^3$, с коэффициентом теплопроводности в соответствии с СП 23-101-2004 $\lambda_B = 0,03 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, 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 $\gamma = 0,95$ составит

$$R_{o.нок.1}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,19}{2,04} + \frac{0,11}{0,41} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,15}{0,03} + \frac{1}{23} \right) = 5,26 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что отвечает требованиям теплозащиты как для покрытий зданий общественного назначения с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха 18 °C и величиной градусо-суток $4 \text{ 515 } \text{°C}\cdot\text{сут}$ – не менее $3,41 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02-2003, так и для верхнего технического этажа высотной части здания при $ГСОП_{cp.} = 5255 \text{ °C}\cdot\text{сут}$. – не менее $3,7 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$.

К.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 $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$; пароизоляция; стяжка из цементно-песчаного раствора с $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ средней толщиной $\delta = 100 \text{ мм}$; утеплитель – минераловатные плиты плотностью $\rho_0 = 145 \text{ кг/м}^3$, толщиной $\delta = 200 \text{ мм}$, с сертифицированным коэффициентом теплопроводности по параметрам Б $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$; 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 $\gamma = 0,95$ составит

$$R_{o.нок.2}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,19}{2,04} + \frac{0,10}{0,93} + \frac{0,20}{0,046} + \frac{1}{23} \right) = 4,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

что также отвечает требованиям теплозащиты для покрытий зданий общественного назначения (см. К.2.2.4)

К.2.2.6 Перекрытие (конструкция пола) между помещениями общественного назначения с расчетной температурой внутреннего воздуха 20 °C и подземной автостоянкой с принятой расчетной температурой внутреннего воздуха в ней 10 °C – керамическая плитка или линолеум по цементно-песчаной стяжке с $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ общей толщиной $\delta = 50 \text{ мм}$; гидроизоляция; слой экструдированного пенополистерола плотностью $\rho_0 = 45 \text{ кг/м}^3$, с коэффициентом теплопроводности в соответствии с СП 23-101 $\lambda_B = 0,032 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$ по монолитной железобетонной плите перекрытия с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, толщиной $\delta = 250 \text{ мм}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,95$ составит

$$R_{o.пер.}^{np} = 0,95 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,03}{0,032} + \frac{0,25}{2,04} + \frac{1}{6} \right) = 1,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче с учетом разности температур внутреннего воздуха в помещениях при коэффициенте $n = (18-10)/(18+28) = 0,174$):

$$R_{o.пер.}^{экв} = R_{o.пер.}^{np} / n = 1,32 / 0,174 = 7,59 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)},$$

что отвечает требованиям теплозащиты для перекрытий зданий общественного назначения – не менее $2,9 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ в соответствии с таблицей 4 СНиП 23-02-2003.

К.2.2.7 Остекление здания в виде витражей, состоящих из однокамерного стекло-

пакеты, включающего наружное закаленное стекло толщиной $\delta = 10$ мм и внутреннее триплексное стекло толщиной не менее $\delta = 12$ мм с низкоэмиссионным покрытием, с межстекольным расстоянием $\delta = 14$ мм, заполненным аргоном (типа СПО 103-14Аг-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 $R_{o.ок.}^{np} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

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 ($f = A_{витр}/A_{фас} = 29175/60387 = 0,48$, см. энергетический паспорт) выше 25 %, приведенное сопротивление теплопередаче витражных систем должно быть не менее $0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Воздухопроницаемость при $\Delta P = 100$ Па по результатам испытаний НИИСФ РААСН составила $0,1 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$. Сопротивление воздухопроницанию должно быть не менее $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$ при разности давлений $\Delta P = 10$ Па.

К.2.2.8 Светопрозрачное покрытие наклонной кровли и зенитные фонари – однокамерные стеклопакеты из закаленного стекла и триплексного стекла аналогично основному остеклению в металлическом каркасе - $R_{o.фон.}^{np} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. В покрытии предусмотрена установка автоматически открывающихся люков дымоудаления с электроприводом

К.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 $R_{o.дв.вх.}^{np} = 0,84 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

К.2.2.10 Стены в земле минус первого этажа – монолитные железобетонные с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, толщиной $\delta = 300$ мм; утепляют с наружной стороны плитами экструдированного пенополистирола плотностью $\rho_0 = 45 \text{ кг}/\text{м}^3$, с эксплуатационным коэффициентом теплопроводности $\lambda_B = 0,032 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, толщиной $\delta = 50$ мм. Утепляют только первую зону на глубину 2 м.

Термическое сопротивление стен в земле согласно СП 31-101 составит

$$R_{ст.зп} = \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,05}{0,032} = 1,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче не утепленных стен в земле по зонам в соответствии со СНиП 41-01 составит: I зона – $2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; II зона – $4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; III зона – $8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Поэтому, приведенное сопротивление теплопередаче стен в земле 1-ой зоны, площадью 650 м^2 , будет $R_{o.ст.1з.}^{np} = 2,1 + 1,71 = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче всех стен в земле по СП 31-101 (среднее значение по высоте минус первого этажа) составит

$$R_{o.ст.зп.}^{np} = \frac{1974}{\frac{650}{3,81} + \frac{650}{4,3} + \frac{674}{8,6}} = 4,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

К.2.3 Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений здания определяют по формуле (4):

$$K_{тр. np} = \frac{4\,945}{2,75} + \frac{25\,690}{3,20} + 0,174 \cdot \frac{270}{0,39} + \frac{29\,175}{0,65} + \frac{1\,743}{0,65} + \frac{307}{0,84} + \frac{6\,053}{5,26} + \frac{931}{4,47} + 0,174 \cdot \frac{7\,324}{1,32} + \frac{1\,974}{4,93}$$

$$= 0,773 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

К.2.4 Расчет воздухообмена в здании

К.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 таблицей В.2 Приложения В настоящего стандарта;

– из-за высокой герметичности ограждений (с сопротивлением воздухопроницанию до 1,5 м²·ч/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.

К.2.4.2 Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяют в соответствии с п.7.16 стандарта, полагая, что рассматриваемые помещения находятся под разрежением и с наветренной стороны:

$$\Delta P_{внутр.} = 0,28 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2, \quad (10)$$

$$\Delta P_{вх.дв.} = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2, \quad (13)$$

где H – высота зоны от пола нижнего этажа до потолка верхнего, м;

γ_n – удельный вес наружного воздуха, Н/м³ (ф-ла 11); в расчетных условиях при $t_n = -28^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 28) = 14,13 \text{ Н}/\text{м}^3$; при $t_n = -30^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 30) = 14,25 \text{ Н}/\text{м}^3$; при средней температуре отопительного периода $t_{н.ом.п} = -2,9^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 2,9) = 12,82 \text{ Н}/\text{м}^3$; $t_{н.ом.п} = -3,1^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 3,1) = 12,83 \text{ Н}/\text{м}^3$; при $t_{н.ом.п} = -3,4^\circ$ $\gamma_n = 3463/(273 - 3,4) = 12,84 \text{ Н}/\text{м}^3$; при $t_{н.ом.п} = -3,8^\circ\text{C}$ $\gamma_n = 3463/(273 - 3,8) = 12,86 \text{ Н}/\text{м}^3$;

γ_e – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м³ (ф-ла 12); при определении инфильтрации через окна для расчетной температуры $t_e = 18^\circ\text{C}$ $\gamma_e = 3463/(273 + 18) = 11,90 \text{ Н}/\text{м}^3$; для средней температуры воздуха за отопительный период при $t_e = 20^\circ\text{C}$ $\gamma_e = 3463/(273 + 20) = 11,82 \text{ Н}/\text{м}^3$; для температуры $t_e = 22^\circ\text{C}$ $\gamma_e = 3\,463/(273 + 22) = 11,74 \text{ Н}/\text{м}^3$; для температуры $t_e = 27^\circ\text{C}$ $\gamma_e = 3\,463/(273 + 27) = 11,54 \text{ Н}/\text{м}^3$; через входные двери в здание при $t_e = 16^\circ\text{C}$ $\gamma_e = 3\,463/(273 + 16) = 11,98 \text{ Н}/\text{м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, м/с; на уровне 10 м от земли для Москвы $v = 4,9 \text{ м}/\text{с}$;

при среднезимних условиях $v = 3,8$ м/с (СНиП 23-01-99*); при большей высоте скорость принимают в соответствии с табл. В.2 Приложения В.

Принимая за нижнюю границу зоны потолок предыдущего технического этажа, получают следующие расчетные параметры по скорости ветра (в числителе – для определения расчетного расхода тепловой энергии на отопление, в знаменателе – при среднезимних условиях):

- 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;
- 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 (10), для ограждений здания в расчетных условиях по зонам принимаем:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{стил}}^P &= 0,28 \cdot 15,7(14,13 - 11,90) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 20,0 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.1з}}^P &= 0,28 \cdot 92,5(14,13 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 7,6^2 = 84,3 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.2з}}^P &= 0,28 \cdot 112,1(14,25 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,25 \cdot 9,8^2 = 117,3 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{апарк}}^P &= 0,28 \cdot 84,8(14,25 - 11,74) + 0,03 \cdot 14,25 \cdot 11,3^2 = 114,2 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{фитн}}^P &= 0,28 \cdot 88,6(14,25 - 11,54) + 0,03 \cdot 14,25 \cdot 10^2 = 110,0 \text{ Па}.\end{aligned}$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\text{стил}}^{CP} &= 0,28 \cdot 15,7(12,83 - 11,90) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 9,6 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.1з}}^{CP} &= 0,28 \cdot 92,5(12,84 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,84 \cdot 6,5^2 = 42,7 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{оф.2з}}^{CP} &= 0,28 \cdot 112,1(12,86 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,86 \cdot 8,4^2 = 59,9 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{апарк}}^{CP} &= 0,28 \cdot 84,8(12,82 - 11,74) + 0,03 \cdot 12,82 \cdot 9,5^2 = 60,4 \text{ Па}; \\ \Delta p_{\text{фитн}}^{CP} &= 0,28 \cdot 88,6(12,82 - 11,54) + 0,03 \cdot 12,82 \cdot 8,5^2 = 59,5 \text{ Па}.\end{aligned}$$

К.2.4.3 Количество инфильтрующегося воздуха, прошедшего через эти ограждения под действием расчетной разности давлений находится решением уравнения (8), разбив площадь витражей на зоны (из проекта) и принимая расчетное сопротивление воздухопроницанию $R_u = 1,5$ м²·ч/кг: $G_{\text{инф}}^P = G_{\text{инф.стил}}^P + G_{\text{инф.оф1}}^P + G_{\text{инф.оф2}}^P + G_{\text{инф.ап}}^P + G_{\text{инф.фит}}^P =$

$$= \frac{3 \cdot 261 \left(\frac{20,0}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{84,3}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{117,3}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 6 \cdot 302 \left(\frac{114,2}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 112 \left(\frac{110,0}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1,5} = 87 \, 128 \text{ кг/ч}.$$

То же при среднезимних условиях:

$$G_{\text{инф}}^{CP} = \frac{3 \cdot 261 \left(\frac{9,6}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{42,7}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 9 \cdot 750 \left(\frac{59,9}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 6 \cdot 302 \left(\frac{60,4}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + 112 \left(\frac{59,5}{10}\right)^{\frac{2}{3}}}{1,5} = 55 \, 138 \text{ кг/ч}.$$

К.2.4.4 Условный воздухообмен в апартаментах при норме 3 м³/ч на квадратный метр расчетной площади (жилых помещений) в соответствии с 7.15:

$$L_{\text{вент.ап}}^{CP} = 3 \cdot 12260 = 36780 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К.2.4.5 В апартаментах предусмотрена механическая приточно-вытяжная вентиляция с круглосуточным режимом работы, поэтому при расчете теплозащиты условный воздухообмен для вентиляции по 7.15 складывают с объемом инфильтрующегося воздуха:

$$G_{\text{инф/вент.инт.ап}}^{CP} = L_{\text{вент.ап}}^{CP} \cdot \rho_v + G_{\text{инф.ап}}^{CP} = 36780 \cdot 1,2 + 14018 = 58150 \text{ кг/ч},$$

где ρ_v - плотность внутреннего воздуха, по формуле (7) $\rho_v = 353/(273+20) = 1,2$ кг/м³.

К.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.7.16.

К.2.4.7 Условный воздухообмен в обеих зонах офисов в рабочее время при норме 4 м³/ч наружного воздуха на м² расчетной площади составит при $A_p = 2 \cdot 44100$ м²:

$$L_{\text{вент.оф. раб.}}^{cp} = 4 \cdot 2 \cdot 44100 = 352800 \text{ м}^3/\text{ч};$$

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции в офисах 12 ч в день при пятидневной рабочей неделе (п.7.16):

$$G_{\text{инф/вент.инт.оф.}}^{cp} = \frac{352800 \cdot 1,2 \cdot 10 \cdot \frac{5}{7} + (17\ 191 + 21\ 567) \frac{14 \cdot 5 + 24 \cdot 2}{7}}{24} = 153980 \text{ кг/ч.}$$

К.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: $L_{\text{вент.стил.раб.}}^{cp} = 4 \cdot 26840 = 107360$ кг/ч;

а интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции 12 ч в день без выходных: $G_{\text{инф/вент.инт..стил.}}^{cp} = (107360 \cdot 1,2 \cdot 12 + 2115 \cdot 12) / 24 = 65470$ кг/ч.

К.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 при $t_{в} = 27^\circ\text{C}$ $\rho_{в} = 353 / (273 + 27) = 1,18$ кг/м³, составит на расчетной площади 1366 м²:

$$G_{\text{вент.фит.раб.}}^{cp} = 10 \cdot 1366 \cdot 1,18 = 16120 \text{ кг/ч};$$

$$\text{а инфильтрации (из К.2.4.3): } G_{\text{вент.фит.н/раб.}}^{cp} = 112 \left(\frac{59,5}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 247 \text{ кг/ч};$$

Интегральный воздухообмен при режиме работы вентиляции 12 ч в день без выходных:

$$G_{\text{инф/вент.инт.фит.}}^{cp} = \frac{16120 \cdot 12 + 247 \cdot 12}{24} = 8180 \text{ кг/ч.}$$

К.2.4.10 Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время и на нагрев вентиляционного воздуха в рабочее время при средней температуре отопительного периода (для оценки энергетической эффективности теплозащиты здания и системы его отопления), определяем с использованием ф-лы (17):

$$K_{\text{инф.общ.}}^{ysl.cp} = 0,28 \cdot \Sigma G_{\text{инф/вент.инт.}}^{cp} \cdot c_a / A_{огр.сум} = 0,28 \cdot (58150 + 153980 + 65470 + 8180) \cdot 1,006 / 78412 = 1,027 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

К.3 Расчет потребности в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания

К.3.1 Потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания многофункционального делового центра в течение отопительного периода определяют с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации, что обеспечивается прямой в проекте системой авторегулирования теплоотдачи отопительных приборов.

К.3.2 Теплотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяют по формуле (15):

$$Q_{огр.}^{zod} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр.}^{np} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0,024 \cdot 0,773 \cdot 5255 \cdot 78412 = 7644450 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

К.3.3 Теплотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период определяют по формуле (16):

$$Q_{\text{инф/вент.}}^{zod} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{инф.}}^{ysl.cp} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум} = 0,024 \cdot 1,027 \cdot 5255 \cdot 78412 = 10156330 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

К.3.4 Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период определяют суммированием предыдущих показателей:

$$Q_{огр.}^{zod} + Q_{\text{инф/вент.}}^{zod} = 7644450 + 10156330 = 17800780 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

К.3.5 Бытовые (технологические) тепловыделения в здании 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 В.9 (Приложение В) на м² расчетной площади 25 Вт при использовании 50 % рабочего времени в офисах и 75 % рабочего времени в других помещениях общественного назначения; от оргтехники и технологического оборудования 10 Вт/м² расчетной площади при использовании 40 % в рабочее время в офисах и 20 % в других 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 неодновременности заполнения других помещений, равном 0,7, составят: $q_{быт} =$

$$= \frac{10 \cdot 24 \cdot 12\,260 + \left(\frac{90}{10} + 25 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,4\right) \cdot 88\,200 \cdot 8 \cdot \frac{5}{7} + \left(\frac{90}{10} + 25 \cdot 0,75 + 10 \cdot 0,2\right) (26\,840 + 1\,366) \cdot 12 \cdot 0,7}{24 \cdot 128\,666} = 7,4 \text{ Вт/м}^2.$$

Суммарные теплопоступления с бытовыми тепловыделениями за отопительный период определяют по формуле (18):

$$Q_{быт.ср} = 7,4 \cdot 128\,666 \cdot 227 \cdot 0,024 = 518\,7196 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

К.3.6 Теплопоступления от солнечной радиации через окна и витражи в течение отопительного периода определяют по формуле (19) с учетом $\tau_1 = 0,8$; $\tau_2 = 0,54$ и интенсивности солнечной радиации по табл. В.13 Приложения В для ориентации СВ/ЮЗ:

$$Q_{инс.зод} = 121 \cdot 8040 + 262 \cdot 6918 + 300 \cdot 301 + 262 \cdot 7021 + 121 \cdot 6895 + 288 \cdot 1743 \cdot 0,8 \cdot 0,54 = 2614220 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

К.3.7 Потребность в тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений $Q_{быт.зод}$ и теплопоступлений от солнечной радиации $Q_{инс.зод}$ определяют по формуле (14), принимая $\nu = 0,8$; $\zeta = 0,95$ (для рассматриваемого здания с двухтрубной системой отопления с термостатами и центральным регулированием на вводе согласно п.8.1; $\beta_{тп} = 1,13$):

$$Q_{(от+инф/вент)зод} = [17800780 - (5187196 + 2614220) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,13 = 13415025 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

К.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 и вентиляцию здания за отопительный период:

$$q_{(от+вент)зод.расч} = Q_{(от+инф/вент)зод.расч} / A_{пол} = 13415025 / 151469 = 88,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2,$$

а по отношению к средним по всем помещениям здания градусо-суткам отопительного периода будет

$$\theta_{эн/эф}^{зод.расч} = q_{(от+вент)зод.расч} / ГСОП_{ср} = 88,6 \cdot 10^3 / 5255 = 16,9 \text{ Вт}\cdot\text{ч/(м}^2 \cdot \text{°С}\cdot\text{сут)},$$

что ниже базового значения для максимальной этажности административного здания по табл.А.3 (Приложение А): $\theta_{эн/эф}^{зод.баз} = 18,4 \text{ Вт}\cdot\text{ч/(м}^2 \cdot \text{°С}\cdot\text{сут)}$.

Отклонение по отношению к базовому требованию составляет: $(16,9 - 18,4) \cdot 100 / 18,4 = -8,2\%$

Следовательно, запроектированное здание в соответствии с приказом Минрегионразвития РФ от 08.04.2011г. №161 отвечает требованиям энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности С «Нормальный» - величина отклонений от +5 до -10%.

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 (офисы, апартаменты, сервис-обслуживание)
Этажность, количество секций	72 этажа
Расчетное количество жителей или служащих	
Размещение в застройке	Среди зданий
Конструктивное решение	Из монолитного железобетона, отделка – 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	$t_{н.ом.п}$	°C	-2,9÷-3,8
4	Продолжительность отопительного периода	$Z_{ом.п}$	сут	227
5	Градусо-сутки отопительного периода	$G_{СОП}$	°C•сут	5255
6	Расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях	t_v	°C	18÷27
7	Расчетная температура автостоянки	$t_{в.н}$	°C	10

3 Показатели геометрические

п/п	Показатель	Обознач. и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
8	Полезная площадь помещений здания	$A_{пол}, м^2$	–	151469	
9	Расчетная площадь помещений	$A_p, м^2$	–	128666	
10	Отапливаемый объем здания	$V_{от}, м^3$	–	828500	
11	Высота здания до обреза кровли	$H, м$		308,9	
12	Показатель компактности здания	$K_{комп}$	< 0,2	0,09	
13	Коэф. остекленности фасада здания	f	< 0,25	0,48	
14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: – фасада отапливаемой части здания – навесной витражной системы (светопрозрачная) – стен стилобатной части – стен витражных непрозрачных, утепленных	$A_{огр.сум}, м^2$	–	78412	
		$A_{фас}$	–	60387	
		$A_{витр}$	–	29175	
		$A_{ст.1}$	–	4945	
		$A_{ст.2}$	–	25690	

– стен внутр. от рампы минус 1-го эт.	$A_{ст.з}$	–	270
– стен в земле минус первого этажа	$A_{ст.зр}$	–	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	$A_{п.зр}$	–	–

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:	R_o^{np} , $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$			
	– навесной витражной системы (светопрозрачной)	$R_{о.внтр.}^{np}$	0,45-0,6	0,65	
	– стен стилобатной части	$R_{о.ст.1}^{np}$	2,68	2,75	
	– стен витражных непрозрачных, утепленных	$R_{о.ст.2}^{np}$	2,8-3,2	3,20	
	– стен внутренних от рампы -1 го эт.	$R_{о.ст.3}^{экв}$	2,68	2,24	
	– стен в земле минус первого этажа	$R_{о.ст.зр}^{np}$	2,68	4,93	
	– фонарей	$R_{о.фон.}^{np}$	0,39	0,65	
	– входных дверей и ворот	$R_{о.вх.дв}^{np}$	0,8	0,84	
	– покрытий (совмещенных) типа 1	$R_{о.покр.1}^{np}$	3,41	5,26	
	– покрытий (совмещенных) типа 2	$R_{о.покр.2}^{np}$	3,7	4,47	
	– перекрытий чердачных	$R_{о.пер.ч}^{np}$	–	–	
	– перекрытий над автостоянкой	$R_{о.пер.п}^{np}$	3,0	7,59	
	– перекр. над проездами и эркерами	$R_{о.пер.пр}^{np}$	–	–	
	– пола по грунту	$R_{о.зр}^{np}$	–	–	
16	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр}^{np}$, $Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$	–	0,773	
17	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: – окон	$R_{и.ок}$		–	
	– витражей	$R_{и.внтр}$		1,5	
	– входных наружных дверей	$R_{и.дв.вх}$		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 заклеванных 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 (ОП)	$Q_{огр.}^{год}$, $кВт \cdot ч$	–	7644450	

21	Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП (оценка теплозащиты здания)	$Q_{\text{вент+инф.}^{200}}$, кВт•ч	–	10156330	
22	Удельные бытовые (технологические) тепловыделения в здании	$q_{\text{быт}}$, Вт/м ²	–	7,4	
23	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{\text{быт}}^{200}$, кВт•ч	–	5187196	
24	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП.	$Q_{\text{инс.}^{200}}$, кВт•ч	–	2614220	
25	Расход тепловой энергии зданием на отопление и вентиляцию за ОП	$Q_{\text{от+вент.}^{200}}$, кВт•ч	–	13415025	

6 Коэффициенты

№ п/п	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Расчетное значение	Фактическое значение
26	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5–1,0	0,95	
27	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой эн.	ξ	-	-	
28	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{ок}$	0,7-1,0	$k_{встр} = 1,0$	
29	Коэффициент затенения окон, витражей непрозрачными элементами	τ_1	-	$\tau_{1.встр} = 0,8$	
30	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2	-	$\tau_{2.встр} = 0,54$	
31	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений при превышении над теплопотерями	ν	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.
32	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания	$q_{\text{от+вент.}^{200}}$, кВт•ч/м ²	-	88,6	
33	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, Отнесенный к градусо-суткам ОП	$\theta_{\text{эн/эф}}^{200}$, Вт•ч/(м ² •°С•сут)	18,4	16,9	
34	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания			C	
35	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА	

36	Паспорт заполнен	
	Организация	
	Адрес и телефон	
	Ответственный исполнитель	

**Оценка энергоэффективности эксплуатируемых
многоквартирных домов по расходу «конечной» энергии**

В разделе 14 настоящего документа была приведена методика пересчета фактически измеренного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания на нормализованный отопительный период для оценки тепловой энергетической эффективности этих зданий и возможности последующего суммирования этого расхода с измеренным расходом тепловой энергии на горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды и потребленной квартирами для определения расхода «конечной» энергии многоквартирными домами, чтобы установить класс энергоэффективности по потреблению ими этой энергии.

Л.1 Расход потребленной тепловой энергии на горячее водоснабжение $Q_{гв.изм}$, Гкал, измеренный за период времени z_i , пересчитываем на годовое теплотребление $Q_{гв.изм.пер}$, кВт·ч, по формуле

$$Q_{гв.изм.пер} = [1,163 \cdot Q_{гв.изм} / (1 + k_{mp}) / z_i] \cdot \left(351k_{тр} + z_{ом.н} + \frac{\alpha(351 - z_{ом.н})(60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}} \right), \quad (Л.1)$$

где $Q_{гв.изм}$ – фактически измеренная величина расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал, за период z_i ; принимают по формуле (82) настоящего документа;

$k_{mp}, t_{хв}$ – то же, что в формуле (34);

$z_{ом.н}$ – то же, что в формуле (18);

α – то же, что в формуле (32);

$t_{хв.л}$ – то же, что в формуле (35);

Примечание – Измерение проводят в отопительный период, более стабильного водопотребления, и чтобы более точно оценить правильность работы системы отопления.

Л.2 Расход потребленной тепловой энергии на горячее водоснабжение $Q_{гв.изм.пер}$, кВт·ч, также сравнивают с рассчитанным ожидаемым потреблением тепловой энергии на горячее водоснабжение (см. Приложение М) с учетом степени оснащенности дома квартирными водосчетчиками и с пересчетом нормативной заселенности дома на фактическую, $Q_{гв.год.расч}$, кВт·ч, определяемым по формуле

$$Q_{гв.год.расч} = q_{гв.год} \cdot A_{кв} \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}) \cdot (A_{зас.факт} / A_{зас.норм}), \quad (Л.2)$$

где $q_{гв.год}$ – то же, что в формуле (35);

$A_{кв/пол}$ – то же, что в формуле (41);

$m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}$ – количество квартир, в которых расчет за воду ведется по установленным квартирным водосчетчикам, по отношению к общему количеству квартир в доме;

$A_{зас.факт}, A_{зас.норм}$ – фактическое и нормативное (20 м² площади квартир на человека) заселенность дома.

Если измеренное и пересчитанное на отопительный период значение выше рассчитанного, то следует проверить величину фактического среднесуточного потребления горячей воды, приходящейся на одного человека за период времени измерения z_i , и сравнить ее с нормируемым значением из табл. В.5 Приложения В. Например, в жилом доме фактическое среднесуточное в отопительном периоде водопотребление одним жителем, $g_{гв.ср.от.п.ж.}^{\phi}$, л/сут., будет: $g_{гв.ср.от.п.ж.}^{\phi} = G_{гв.изм} \cdot 10^3 / (n_{\phi} \cdot z_i)$, (Л.3)

а нормируемое с учетом степени оснащенности квартирными водосчетчиками:

$$g_{гв.ср.от.п.ж.}^m = g_{гв.ср.от.п.ж.} \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}), \quad (Л.4)$$

где $G_{гв.изм}$ – то же, что в формуле (82);

n_{ϕ} – фактическое количество жителей проживающих в доме;

$g_{гв.ср.от.п.ж.}$ – то же, что в формуле (32);

$m_{уст.в.сч} / m_{кв.в.зд.}$ – то же, что в формуле (Л.2).

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 °С, в противном случае надо сократить циркуляцию, уменьшив число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса, и выполнить гидравлическую наладку распределения потоков циркуляции.

Л.3 Величину суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания $q_{(от+вент+гв)}^{год.изм.пер}$, кВт·ч/м², измеренного и пересчитанного на нормализованный отопительный период (НОП), определяют по формуле

$$q_{(от+вент+гв)}^{год.изм.пер} = (Q_{(от+вент)}^{изм.пер.ноп} + Q_{(вент+тз)}^{изм.пер.} + Q_{гв.}^{изм.пер.}) / A_{кв/пол}, \quad (Л.5)$$

где $Q_{(от+вент)}^{изм.пер.ноп}$, $Q_{(вент+тз)}^{изм.пер.}$ принимают в зависимости от состава оборудования:

– при отсутствии установок приточной вентиляции и тепловых завес $Q_{(от+вент)}^{изм.пер.ноп}$ – в зависимости от установленного при регулировании подачи теплоты на отопление графика: то же, что в формуле (83 или 84), при этом $Q_{(вент+тз)}^{изм.пер.} = 0$;

– при наличии установок приточной вентиляции и тепловых завес $Q_{(вент+тз)}^{изм.пер.}$ – то же, что в формуле (Е.1) Приложения Е, при этом в формуле (Л.5): $Q_{(от+вент)}^{изм.пер.ноп} = Q_{(от+инф)}^{изм.пер.ноп}$, определенному по формуле (88);

$Q_{гв.}^{изм.пер.}$ – то же, что в формуле (Л.1);

$A_{кв/пол}$ – то же, что в формуле (41).

Л.4 Потребление электрической энергии в многоквартирном доме измеряется отдельно на общедомовые нужды, включающие освещение общедомовых помещений и работу электродвигателей силового оборудования (на перемещение лифтов, вращение насосов и вентиляторов, управление приборами авторегулирования и связи), а также квартирами, и сопоставляется с ожидаемым расчетным с учетом фактического заселения квартир, определяемым в разделе 12.1 настоящего документа.

Л.5 Предложенная в действующих Правилах оценка энергоэффективности МКД по сумме удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды недостаточна, чтобы оценить энергопотребление дома в целом по затратам первичной энергии, широко применяемое в европейских странах, потому что из заявленной суммы потребленной МКД энергии исключено потребление электрической энергии непосредственно квартирами на освещение и пользование электроприборами и оборудованием.

Вероятно, оно было исключено из-за сугубо субъективного энергопотребления жителями разных квартир, однако следует заметить, что водопотребление, а за ним и теплотребление на нагрев этой воды настолько же субъективны, как и электропотребление, но квартирное теплотребление на гвс учитывается в суммарном энергопотреблении дома, а квартирное электропотребление – нет, что неправильно.

Поэтому в табл. А.1 Приложения А цифровые показатели удельного суммарного расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды не включают электропотребление квартирами, и все последующие сопоставления выполняются без учета электропотребления квартир. Но в примечание 2 к табл. А.1 приводятся расчетные значения базового удельного годового расхода электроэнергии в квартирах на освещение и пользование электрическими приборами и кухонным оборудованием, $q_{эл.кв.}^{год.расч.}$, равное в соответствии с п. 12.1 настоящего документа при заселенности квартир 20 м²/человека 43 кВт·ч/м² при наличии электрических плит и 26,2 кВт·ч/м² при газовых плитах, а при заселенности 40 м²/человека, соответственно 27 кВт·ч/м² и 16,4 кВт·ч/м². При необходимости проводить

сравнение по «конечной» энергии для негазифицированного МКД ее базовое значение будет определяться по следующей формуле

$$q_{(от+вент+гв+эл.сум)}^{год.расч.пр.} = q_{(от+вент)}^{год.расч.} + q_{гв.}^{год.расч.} + \theta \cdot (q_{эл.о/д.}^{год.расч.} + q_{эл.кв.}^{год.расч.}), \quad (Л.6)$$

А пока сопоставление выполняется без учета электропотребления квартир

$$q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.расч.пр.} = q_{(от+вент)}^{год.расч.} + q_{гв.}^{год.расч.} + \theta \cdot q_{эл.о/д.(осв+с.о.)}^{год.расч.}, \quad (Л.7)$$

где $q_{(от+вент)}^{год.расч.}$ – то же, что в формуле (76);

$q_{гв.}^{год.расч.}$ – то же, что в формуле (35);

θ – то же, что в формуле (73);

$q_{эл.о/д.(осв+с.о.)}^{год.расч.}$ – то же, что в формуле (66).

Л.6 Величину измеренного суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение здания, пересчитанного на нормализованные условия, включая расход электрической энергии на общедомовые нужды $q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.изм.пер.}$, кВт•ч/м², определяют по формуле

$$q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.изм.пер.} = q_{(от+вент+гв)}^{год.изм.пер.} + \theta \cdot q_{эл.о/д.(осв+с.о.)}^{год.изм.}, \quad (Л.8)$$

где $q_{(от+вент+гв)}^{год.изм.пер.}$ – то же, что в формуле (Л.5);

θ – то же, что в формуле (73);

$q_{эл.о/д.(осв+с.о.)}^{год.изм.}$ – измеренный расход электрической энергии за год на общедомовые нужды, включающий освещение общедомовых помещений и электропотребление общедомового силового оборудования (лифты, насосы, вентиляторы).

Л.7 По степени отклонения величины $q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.изм.пер.}$ от базовой $q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.баз.}$, определяемой по таблицам А1 Приложения А, устанавливают класс энергетической эффективности здания в соответствии с таблицей 1.

Величину отклонения δ , %, определяют по формуле

$$\delta = (q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.изм.пер.} - q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.баз.}) \cdot 100 / q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.баз.}, \quad (Л.9)$$

где $q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.изм.пер.}$ – величина суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды здания, кВт•ч/м²; принимают по формуле (Л.8);

$q_{(от+вент+гв+эл.о/д)}^{год.баз.}$ – базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение здания, и электрической энергии на общедомовые нужды, кВт•ч/м²; принимают по таблице А1.

Если по результатам энергообследования получается класс энергетической эффективности здания ниже класса, установленного по проектной документации с учетом фактической заселенности, следует устранить причины завышенного теплопотребления здания, используя рекомендации, приведенные в этом разделе, пока не будет достигнуто соответствие.

Л.8 Показатели, характеризующие годовые удельные величины расхода энергетических ресурсов в здании, в том числе: суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды многоквартирных домов или всей потребленной электрической энергии общественного здания, а также величины отклонений от нормируемых показателей и достигнутый класс энергетической эффективности здания, записывают в энергетический паспорт здания.

Анализ энергетического баланса МКД по состоянию на базовом уровне 2003-23 г.г., 3-х этапов повышения энергоэффективности и фактического до 1980 г. и до 2003 г.

Для оценки доли каждой составляющей энергетического баланса МКД в федеральных нормах на базовом уровне и нормируемых требованиях с 2025 и последующих годов составим таблицу Л.1 баланса годового энергопотребления дома, а затем для наглядности графическое отражение ее на рис. Л.1 (обоснования в [9]).

Таблица Л.1. Баланс годового энергопотребления 12-ти этажного МКД с базовым уровнем теплозащиты и в соответствии с требованиями на 2025-30 годы в кВт·ч/м² и % (с учетом повышающего коэффициента θ на электрический кВт·ч равный 2,0), а также 5-9 этажных домов типовых серий 1 и 2 поколений массового индустриального строительства до 1980г. и 12-16 этажных домов 3-его поколения индустриального строительства с 1980 по 2003 г.г. (в квадратных скобках с учетом $\theta = 2,0$ – участвует в сложении без учета НВИЭ)

	Тепловой энергии на			Электрической энергии на		Суммарное годовое энергопотребление	
	отопление	вентиляцию	ГВС	квартиры	общедомовые нужды	без учета НВИЭ	требуемое
Базовое, с 2003 г.	28,5 (10%)	55 (19,5%)	102 (36%)	43 [86] (30,3%)	6 [12] (4,2%)	284 (100%)	284
Нормируемое с 2025 г.-1 эт.	7,6 (3,6%)	55 (25,5%)	61,2 (28,3%)	41,8 [83,6] (38,7%)	4,2 [8,4] (3,9%)	216 (100%)	213
Нормируемое с 2027 г.-2 эт.	0 (0%)	50,1 [55] (25,2%)	59,3 (30%)	40,3 [80,6] (40,6%)	4,2 [8,4] (4,2%)	198,5 (100%)	170
Нормируемое с 2030 г. 3 эт.	0 (0%)	41,8 [44] (22%)	57,6 (31%)	39,1 [78,2] (42,5)	4,2 [8,4] (4,5%)	186 (100%)	142
Фактическое до 1980 г.	128 (33,3%)	65 (17%)	130 (33,9%)	26,2* [52,4] (13,7%)	4 [8] (2,1%)	383 (100%)	383
Фактическое с 1980-2003 г.	113 (30%)	55 (14,6%)	110 (29,3%)	43 [86] (22,9%)	6 [12] (3,2%)	376 (100%)	376

* В домах строительства до 1980 г. установлены газовые плиты, для остальных – электрические.

Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД, строящегося в Москве при ГСОП = 4551 °С·сут. и $K_{рег} = 0,945$ (обоснование Приложение С данного документа), принимается табл. А.1 Приложения А данного документа) или по позиции 1 и колонке «12 и более этажей» табл. 9 СНиП 23-02-2003 $q_h^{req} = 70$ кДж/ (м²·°С·сут) и с учетом пересчета из кДж в кВт·ч составит:

$$q_{от+вент.}^{год.баз} = (70/3600) \cdot 4551 \cdot 0,945 = 83,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ площади квартиры.}$$

Фактический удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию на примере, принятого 12-этажного 84-квартирного МКД, составил $q_{от+вент.}^{год.факт.} = 76$ кВт·ч/м² при утеплении до базового уровня наружных стен $R_{o.ст.}^{np} = 3,0$ м²·°С/Вт и окон $R_{o.ок.}^{np} = 0,7$ м²·°С/Вт, что соответствует нормальному классу энергоэффективности **D**: $(76-83,5) \cdot 100/83,5 = -9\%$ (см. табл. 4.1 данного документа). Соответственно, нормируемый с 2030 $q_{от+вент.}^{год.норм.2030} = 83,5 \cdot 0,5 = 41,8$ кВт·ч/м²; а фактический при утеплении согласно табл. 2, и продолжая расчет МКД с $R_{o.ст.}^{np} = 4,8$ м²·°С/Вт и окон $R_{o.ок.}^{np} = 1,2$ м²·°С/Вт, но с заселенностью 25 м²/жителя – $q_{от+вент.}^{год.факт.2030} = 41$ кВт·ч/м², что соответствует очень высокому классу энергоэффективности **A**: $(41-83,5) \cdot 100/83,5 = -51\%$ и подтверждает вывод о достижении уровня «здания с низким потреблением энергии» за счет повышения теплозащиты и применения местного авторегулирования систем отопления.

Определим параметры промежуточных значений. Нормируемый с 2025 года расход тепловой энергии на те же цели с учетом 25% снижения энергопотребления будет:

$$q_{от+вент.}^{год.жил.2025} = 83,5 \cdot (1-0,25) = 62,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Предварительно разобьем удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания на его составляющие, приняв расчетный воздухообмен в соответствии с СП 60.13330.2020 на одного жителя 30 м³/ч или 30/20 = 1,5 м³/(ч·м²). Тогда, расход тепловой энергии на нагрев такого количества наружного воздуха для вентиляции:

$$q_{вент.}^{год.баз} = 0,28 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 4551 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 55 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ в год.}$$

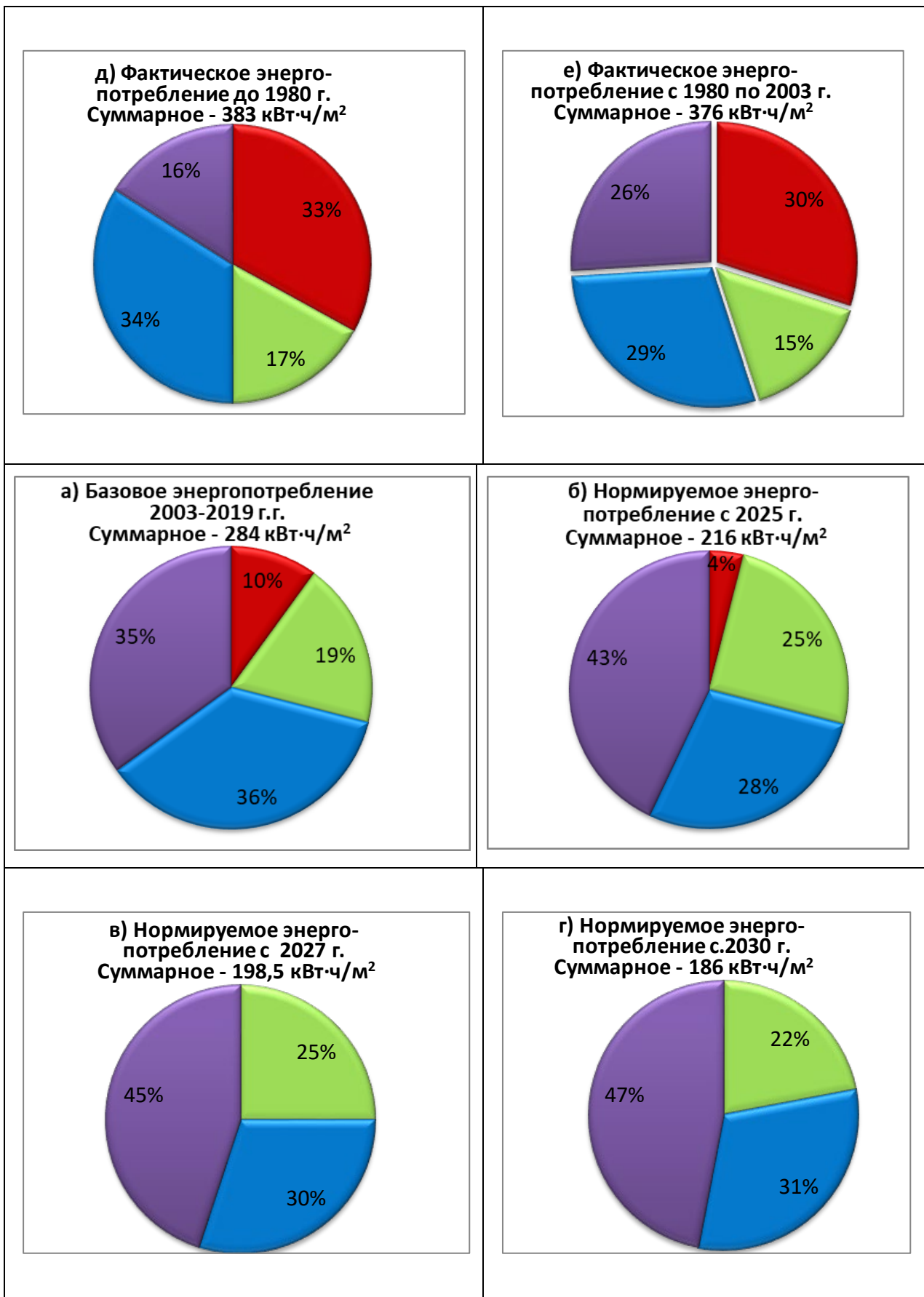


Рис. Л.1 Диаграмма баланса годового энергопотребления МКД с учетом повышения его энергоэффективности на 25, 40 и 50% по сравнению с базовым уровнем и фактического годового энергопотребления МКД до 1980г. и с 1980г. до 2003г. в части расхода тепловой энергии на отопление ■, вентиляцию ■, гвс ■ и электрической энергии ■, потребляемой

квартирами и на общедомовые нужды в % от суммарного энергопотребления

Соответственно, базовый удельный расход тепловой энергии на отопление как разность теплопотерь через наружные ограждения и внутренних теплопоступлений будет:

$$q_{от. год. баз} = q_{от+вент. год. баз} - q_{вент. год. баз} = 83,5 - 55 = 28,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \text{ в год.}$$

А с 2025 года, учитывая, что расход тепловой энергии на нагрев наружного воздуха для вентиляции остается в том же объеме, но теплозащита наружных ограждений повысится, нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление значительно снизится и будет:

$$q_{от. год. 2025} = 62,6 - 55 = 7,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \text{ в год.}$$

Соответственно на 2-ом этапе снижения энергопотребления строящихся зданий на 40% нормируемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с 2027 года составит:

$$q_{от+вент. жил. год. 2027} = 83,5 \cdot (1-0,4) = 50,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2;$$

а на 3-ем этапе снижения энергопотребления строящихся зданий на 50% с 2030 г.:

$$q_{от+вент. жил. год. 2030} = 83,5 \cdot (1-0,5) = 41,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2,$$

но при этом из-за уменьшения плотности заселения с 20 до 25 м²/человека, воздухообмен также снизится до $30/25 = 1,2 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$. Тогда, расход тепловой энергии на нагрев такого количества наружного воздуха для вентиляции на 3-ем этапе будет:

$$q_{вент. год. 3эт.} = 0,28 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 4551 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 44 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 \text{ в год.}$$

Удельное базовое теплопотребление на горячее водоснабжение согласно СП 30.13330.2016 принято 102 кВт·ч/м² в год, нормируемое с 2025 г. – с учетом наличия во всех квартирах водосчетчиков и оплаты счетов по их показаниям: $102 \cdot (1-0,4) = 61,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, уменьшаемое на 1% за каждый последующий год с 2025 г.

Электропотребление квартирами с электроплитами (при норме заселения квартир 20 м² на человека) – 43 кВт·ч/м² в год, уменьшаемое на 1% за каждый последующий год с 2025 г. за счет повышения энергоэффективности используемого электрооборудования и бытовых электроприборов; на общедомовые нужды без энергосбережения – 6 кВт·ч/м², с энергосбережением – 4,2 кВт·ч/м².

Примечание. При сложении теплового киловатт-часа и электрического на последний вводится повышающий коэффициент, равный отношению стоимости кВт·ч этих энергий. С 01.01.2019 г. в Москве в домах с газовыми плитами стоимость киловатт-часа (кВт·ч) электроэнергии при одноставочном тарифе составляет 5,47 руб; цена за отопление – 2318,59 руб. за Гкал. Соотношение стоимости электрического киловатт-часа к тепловому будет: $\theta = 5,47/(2318,59 \cdot 10^{-3} \cdot 1,163) = 2,03$, принимаем округленно равным 2,0 (результат – в табл. Л.1 в квадратных скобках).

Из табл. 3 и рис. 1 следует, что, если при теплозащите на базовом уровне и 1-ом этапе повышения энергоэффективности (на 25% превышающей базовое значение) теплопотребление систем отопления обеспечивается на все 100%, то на 2-ом и 3-ем этапах повышения энергоэффективности теплопотребление систем отопления удовлетворяется без привлечения НВИЭ, соответственно, на: $(50,1/55) \cdot 100/ = 91\%$ и $(41,8/44) \cdot 100/ = 95\%$, что незначительно, и с уменьшением плотности расселения требуемый воздухообмен будет приближаться к нормативному. Жители, ощущающие недостаток воздухообмена, могут установить у себя в квартире «бризеры» – компактное устройство, встраиваемое в стену, с очисткой и электроподогревом потока наружного воздуха.

Сопоставление суммарного требуемого по табл. 1А конечного энергопотребления в той же табл. 3 с ожидаемым фактическим потреблением без использования НВИЭ свидетельствует, что начиная с реализации 2-го этапа повышения энергоэффективности по конечному энергопотреблению разница между требуемым и обеспечиваемым в пределах рекомендованного расхода энергии на 2-ом и 3-ем этапах превышает в целом, соответственно, на $(198,5-170) \cdot 100/170 = 17\%$ и $(186-142) \cdot 100/142 = 31\%$, и касается это систем горячего водоснабжения и электроснабжения.

Также следует заметить, что, если в отношении сокращения расхода тепловой

энергии на отопление и вентиляцию МКД соблюдаются требования ППРФ № 603 на всех этапах нормирования (снижение на 25, 40 и 50% по сравнению с базовым уровнем), то из-за субъективного характера водо- и электропотребления жителями квартир сокращение суммарного энергопотребления отстает от этих требований и составляет 24, 30 и 35%. Это значит, что уже начиная со 2-го этапа повышения энергоэффективности в области водо- и электроснабжения необходимо применение технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ) – использование тепловых насосов и солнечных коллекторов для нагрева горячей воды в системе горячего водоснабжения, использование солнечных фотоэлектрических панелей для выработки электроэнергии и др.

Как показывают последние исследования, реализация энергосберегающих мероприятий в виде дополнительного утепления зданий и оптимизации авторегулирования подачи теплоты на отопление и возможно утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного воздуха или воды на горячее водоснабжение при расчете стоимости жизненного цикла дома, включающего в себя расходы на проектирование, монтаж, последующее обслуживание, эксплуатацию в течение срока службы 30-50 лет до очередного капремонта, экономически оправдано. А без применения технологий НВИЭ невозможно добиться выполнения требований повышения энергоэффективности зданий в области их водо- и электроснабжения. Не следует забывать, что сокращение энергопотребления зданием снижает количество топлива, сжигаемого для его производства, и соответственно выбросы углекислого газа в атмосферу.

Приложение М (справочное).

Примеры расчета удельного среднечасового и 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 – $a_{гвс.табл.А.2} = 100$ л/сутки:

$$a_{гвс.ср.сут.о.п.} = a_{гвс.табл.А.2} \cdot 365 / [z_{ом.н} + 0,9 \cdot (351 - z_{ом.н})] = 100 \cdot 365 / 337 = 108 \text{ л/сут.} \quad (М.1)$$

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

$$q_{гв}^{ср.ч} = a_{гвс.табл.А.2,3} \cdot \{365 / [z_{ом.н} + \alpha \cdot (351 - z_{ом.н})] / A_h\} \cdot (60 - t_{хв}) \cdot (1 + k_{мп}) \cdot \rho_{вод} \cdot c_{вод} / (3,6 \cdot 24). \quad (М.2)$$

Все обозначения в формуле (34).

Исходя из формулы (М.2) и с учетом СП 30.13330.2016 выполним расчет для следующих основных зданий, строящихся, например, в г. Москве:

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

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

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

а также с учетом СП 30.13330.2020 по данным фактического водопотребления, измеренного индивидуальными на квартиру приборами учета воды, исходя из $a_{гвс.ср.ч} = 70$ л/сут. для - муниципального жилья при норме площади квартир 20 м²/человека:

$$q_{гв}^{ср.ч} = 70 \cdot \{365 / [214 + 0,9 \cdot (351 - 214)] / 20\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 12,2 \text{ Вт/м}^2;$$

- жилья эконом-класса при норме площади квартир 30 м²/человека:

$$q_{гв}^{ср.ч} = 70 \cdot \{365 / [214 + 0,9 \cdot (351 - 214)] / 30\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 8,1 \text{ Вт/м}^2;$$

- жилья бизнес-класса при норме площади квартир 40 м²/человека:

$$q_{гв}^{ср.ч} = 70 \cdot \{365 / [214 + 0,9 \cdot (351 - 214)] / 40\} \cdot (60 - 5) \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 \cdot 4,2 / (3,6 \cdot 24) = 6,1 \text{ Вт/м}^2.$$

- б) жилых домов при горячем водоснабжении от квартирных водонагревателей ($a_{гвс.табл.А.2} = 85$ л/сут., $k_{hl} = 0$, $z_{ом.н} = 214$ суток, нет отключения на ремонт), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 85 \cdot \{365/[214 + 0,9 \cdot (365 - 214)]/18\} \cdot (60-5) \cdot (1+0) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 13,2$ Вт/м²;
- в) гостиниц и пансионатов с душами во всех отдельных номерах и полотенцесушителями ($a_{гвс.табл.А.3} = 140$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,2$)
 $q_{гв}^{ср.ч} = (140/15) \cdot (60-5) \cdot (1+0,2) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 30$ Вт/м²;
- г) гостиниц и пансионатов с общими ваннами и душами без полотенцесушителей ($a_{гвс.табл.А.3} = 70$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 70 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/12\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 17,8$ Вт/м²;
- д) больниц с санитарными узлами, приближенными к палатам и полотенцесушителями ($a_{гвс.табл.А.3} = 90$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,2$)
 $q_{гв}^{ср.ч} = (90/15) \cdot (60-5) \cdot (1+0,2) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 19,3$ Вт/м²;
- е) больниц с общими ваннами и душами без полотенцесушителей ($a_{гвс.табл.А.3} = 75$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 75 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 22,9$ Вт/м²;
- ж) поликлиник и амбулаторий ($a_{гвс.табл.А.3} = 12 + 4 \cdot 6 = 36$ л/сут. на 1 медработника, $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 36 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 11,0$ Вт/м²;
- з) детских ясель-садов с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах ($a_{гвс.табл.А.3} = 20$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 20 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 6,1$ Вт/м²;
- и) детских ясель-садов с круглосуточным пребыванием детей, прачечными и столовыми, работающими на сырье ($a_{гвс.табл.А.3} = 40$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 40 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 12,2$ Вт/м²;
- к) общеобразовательных школ с душевыми при гимнастических залах и столовыми на полуфабрикатах ($a_{гвс.табл.А.3} = 20$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$, $z_{ом.н} = 214$ суток, $n_{год} = 305$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 8 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (305 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 2,8$ Вт/м²;
- л) физкультурно-оздоровительных комплексов со столовыми на полуфабрикатах ($a_{гвс.табл.А.3} = 30$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 30 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 18,3$ Вт/м²;
- м) кинотеатров, залов собраний ($a_{гвс.табл.А.3} = 3$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 3 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,8$ Вт/м²;
- н) театров, клубов и досугово-развлекательных учреждений (при 10 зрителей на 1 артиста $a_{гвс.табл.А.3} = (3 \cdot 10 + 1 \cdot 25)/11 = 5$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 5 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 3,0$ Вт/м²;
- о) административных зданий ($a_{гвс.табл.А.3} = 6$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ сут.), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 6 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/10\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,8$ Вт/м²;
- п) магазинов продовольствен. ($a_{гвс.табл.А.3} = 12$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ сут.), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 12 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/30\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,2$ Вт/м²;
- р) магазинов промтоварных ($a_{гвс.табл.А.3} = 8$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 8 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/30\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 0,8$ Вт/м²;
- с) производственных цехов и технопарков с тепловыделениями менее 84 кДж на 1 место/ч ($a_{гвс.табл.А.3} = 11$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 11 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/20\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 1,6$ Вт/м²;
- т) складов ($a_{гвс.табл.А.3} = 11$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ суток), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 11 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/100\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 0,3$ Вт/м²;
- ф) предприятий общественного питания с приготовлением пищи в обеденном зале ($a_{гвс.рест.табл.А.3} = 4 \cdot 2,2 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 0,55 = 73$ л/сут., $\alpha = 1$, $k_{hl} = 0,1$ и $z_{ом.н} = 214$ сут.), Вт/м²
 $q_{гв}^{ср.ч} = 73 \cdot \{365/[214 + 1 \cdot (351 - 214)]/5\} \cdot (60-5) \cdot (1+0,1) \cdot 1 \cdot 4,2/(3,6 \cdot 24) = 44$ Вт/м².

Например, в многоквартирных домах с нормой расхода горячей воды на одного жителя за отопительный период 108 л/сутки и заселенностью 20 и 40 м² жилой площади

на человека базовое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение соответственно составит для г. Москва ($z_{om.n} = 214$ суток):

$$q_{гв.ж.баз.Sa.i=20}^{zod} = 0,02 \cdot 17,4 \cdot [(70,2+214) + 0,74 \cdot (351-214)] \cdot 20/20 = 133 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.ж.баз.Sa.i=40}^{zod} = 0,02 \cdot 13,9 \cdot [(70,2+214) + 0,74 \cdot (351-214)] \cdot 25/40 = 67 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

А с нормой водопотребления горячей воды по СП 30.13330.2020 $a_{гвс.ср.} = 70$ л/сут. и с учетом сокращения на 15% потерь тепла с циркуляцией в системе гвс при переводе на АИТП: - для муниципального жилья при норме площади квартир 20 м²/человека:

$$q_{гв.ж.баз.Sa.i=20}^{zod} = 0,02 \cdot 12,2 \cdot [(70,2+214) + 0,74 \cdot (351-214)] / 1,15 = 81 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

- для жилья бизнес-класса при норме площади квартир 40 м²/человека:

$$q_{гв.ж.баз.Sa.i=40}^{zod} = 0,02 \cdot 6,1 \cdot [(70,2+214) + 0,74 \cdot (351-214)] / 1,15 = 41 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Примерно то же, как приведено ниже по СП 30.13330.2016 с учетом заданного сокращения в 40% при установке индивидуальных квартирных приборов учета воды,

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:

$$q_{гв.ж.ож.Sa.i=20}^{zod} = 133 \cdot (1-0,4) = 80 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.ж.ож.Sa.i=40}^{zod} = 67 \cdot (1-0,4) = 40 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

То же в многоквартирных домах, оборудованных только умывальниками, мойками и душем, с заселенностью 18 м² ожидаемое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение будет:

$$q_{гв.ж.ож.Sa.i=18}^{zod} = 0,02 \cdot 15,2 \cdot [(70,2+214)+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 70 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

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:

$$q_{гв.ж.ож.газ.вод.Sa.i=18}^{zod} = 0,024 \cdot 13,2 \cdot [214+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 60 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.ж.ож.тв.т.вод.Sa.i=18}^{zod} = 0,024 \cdot 9,3 \cdot [214+0,74 \cdot (351-214)] \cdot (1-0,4) = 42 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Искомые значения заносятся в колонку 6 табл. В.5, туда же включены результаты расчетов по другим потребителям с использованием формул (31) и (32) и с учетом приведенной в таблице нормы общей, полезной площади на человека:

$$q_{гв.зост.}^{zod} = 0,02 \cdot 32,1 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 262 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.зост.}^{zod} = 0,02 \cdot 30 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 245 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.зост.}^{zod} = 0,022 \cdot 17,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 141 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.больн.}^{zod} = 0,02 \cdot 19,3 \cdot [(70,2 + 214) + 0,82 \cdot (365 - 214)] = 158 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.больн.}^{zod} = 0,022 \cdot 22,9 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 181 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.поликл.}^{zod} = 0,022 \cdot 11 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 87 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.детсад.}^{zod} = 0,022 \cdot 6,1 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 49 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.детсад.}^{zod} = 0,022 \cdot 9,1 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 72 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.детсад.}^{zod} = 0,022 \cdot 12,2 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 97 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.образ.}^{zod} = 0,022 \cdot 2,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (305 - 214)] = 20 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.физк.}^{zod} = 0,022 \cdot 18,3 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 145 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.кинот.}^{zod} = 0,022 \cdot 1,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 14 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.театр.}^{zod} = 0,022 \cdot 3,0 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 24 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.адм.}^{zod} = 0,022 \cdot 1,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 14 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.рест.}^{zod} = 0,022 \cdot 44 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 350 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.продмаг.}^{zод} = 0,022 \cdot 1,2 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 10 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.проммаг.}^{zод} = 0,022 \cdot 0,8 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.произв.}^{zод} = 0,022 \cdot 1,6 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 13 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

$$q_{гв.склад.}^{zод} = 0,022 \cdot 0,3 \cdot [(35,1 + 214) + 0,82 \cdot (351 - 214)] = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Сопоставляя эти данные с приведенными в табл. G.12 ISO 13790 следует разделить объекты на жилые дома и остальные здания. Для жилых домов исходные данные табл. G.12 не могут быть рекомендованы в наших условиях как из-за разных объемно-планировочных решений квартир, так и по разному менталитету жителей. Как может соотноситься с нашими условиями рекомендация, изложенная в примечании б) к табл. B.5 EN 15251:2007 «Число жителей в доме можно оценить по количеству ванных комнат»? Напоминаем, что средняя норма общей площади квартиры на человека достигает по статистическим данным в России 22,5 м²/человека, в европейских странах – 45, а в США и Канаде – 70 м²/человека, а отсюда чисто механически норма потребления воды на м² площади квартир в России будет в 2 раза выше, чем в европейских странах. А еще выше потребление будет потому, что россияне моют руки и посуду в проточной воде, а европейцы в стоячей, затыкая пробкой слив.

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 теплотребление в нашей стране остается в 2 раза выше, чем принимается в странах Европы. Теплотребление в офисных зданиях, залах собраний, торговых и производственных зданий примерно совпадают, а в больницах, ресторанах, физкультурно-оздоровительных и досуговых комплексах расходения 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.

Ниже приводится обоснование этого расхода для МКД к табл. А.1 ***Расчет удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение МКД для получения базового нормируемого значения суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение во всех регионах России***

В соответствии с Приложением М настоящего документа для многоквартирных домов с нормой расхода горячей воды на одного жителя 100 л/(сут.·чел.) и заселенности 20 м² жилой площади на человека базовое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение составит для центрального региона ($z_{ом} = 220$ суток):

$$q_{гв.}^{zод} = 0,02 \cdot 17,4 \cdot [(70,2 + 220) + 0,74 \cdot (351 - 220)] \cdot 1 = 135 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

для региона севера европейской части и Сибири, если взять усредненное значение длительности отопительного периода в 260 суток:

$$q_{гв.}^{zод} = 0,02 \cdot 17,4 \cdot [(70,2 + 260) + 0,74 \cdot (351 - 260)] \cdot 1 = 138 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2;$$

для региона юга европейской части России с учетом длительности отопительного периода в 160 суток и повышающего коэффициента 1,15 на потребление воды в III и IV климатических районах строительства согласно СП 30.13330:

$$q_{гв.}^{zод} = 0,02 \cdot 17,4 \cdot [(70,2 + 160) + 0,74 \cdot (351 - 160)] \cdot 1,15 = 149 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Для получения базового нормируемого значения суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение МКД прибавляем эти значения, с интерполяцией в зависимости от величины градусо-суток региона строительства, к установленным величинам удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию (табл. А.1, строки показателей суммарного теплотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение).

Таблица базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов сохраняется как в СНиП 23-02, но с пересчетом кДж/(м²·°С·сут) на Вт·ч/(м²·°С·сут) – табл. А.2 Приложения А настоящего документа.

То же общественных зданий сохраняет абсолютные значения величин из табл.9 СНиП 23-02 с пересчетом кДж/(м³·°С·сут) на Вт·ч/(м³·°С·сут), а для зданий с высотой этажа более 3,6 м на Вт·ч/(м³·°С·сут), но модернизирована в части объединения близких по показателям и разных по назначению зданий и разграничения по режимам работы – табл. А.3 Приложения А настоящего документа.

Приложение Н (обязательное)

Особенности расчета расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий за отопительный период с механической системой приточной вентиляции и периодическим режимом работы

Н.1 Общественные здания характеризуются периодическим режимом работы и тем, что водяная система отопления компенсирует только трансмиссионные и инфильтрационные теплопотери, а нагрев наружного воздуха для вентиляции помещений осуществляется в приточных установках. В дальнейшем будет показано, что даже, если при расчете системы отопления таких зданий внутренние теплопритоки не учитываются, а это характерно и при строительстве современных общественных зданий, в эксплуатационных условиях при подаче теплоты на отопление их нельзя не учитывать, поскольку в противном случае это вызовет большой перегрев здания, что видно из графиков рис. Н.1, построенных в офисах с энергоэффективностью на 25% превышающей базовый уровень.

Заштрихованная область – это тот перерасход тепловой энергии, который вызван перечисленными выше обстоятельствами. При этом из-за возрастания доли внутренних теплопоступлений в помещениях по отношению к их теплопотерям, вследствие исключения из их состава вентиляционных теплопотерь на нагрев наружного воздуха, начало/окончание отопительного периода по рабочему времени суток сдвигается в область более низких температур наружного воздуха, чем рекомендовано п. 7.4 СП 124.13330.2012, и расчет следует начинать с определения этой температуры.

В зависимости от доли внутренних теплопоступлений в отапливаемых помещениях по отношению к расчетной нагрузке на систему отопления здания, рассчитанной с учетом внутренних теплопоступлений, от назначения здания и режима эксплуатации температуру начала/окончания отопительного периода (в рабочее время $t_{н.л} = t_{н. при \bar{Q}_{om=0}}$), следует определять по формуле (Н.1), вывод и обоснование которой даны в Приложении Д.

$$t_{н. при \bar{Q}_{om=0}} = (t_{в} + t_{н}^p \cdot Q_{вн.п} / Q_{om.п.мп}) / (1 + Q_{вн.п} / Q_{om.п.мп}) \quad (Н.1)$$

где \bar{Q}_{om} – относительный расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха, определенный с учетом постоянной величины внутренних теплопоступлений в течение отопительного периода, по отношению к расчетному расходу тепловой энергии на отопление $Q_{om}^{п.мп}$, принимать по Приложению Д;

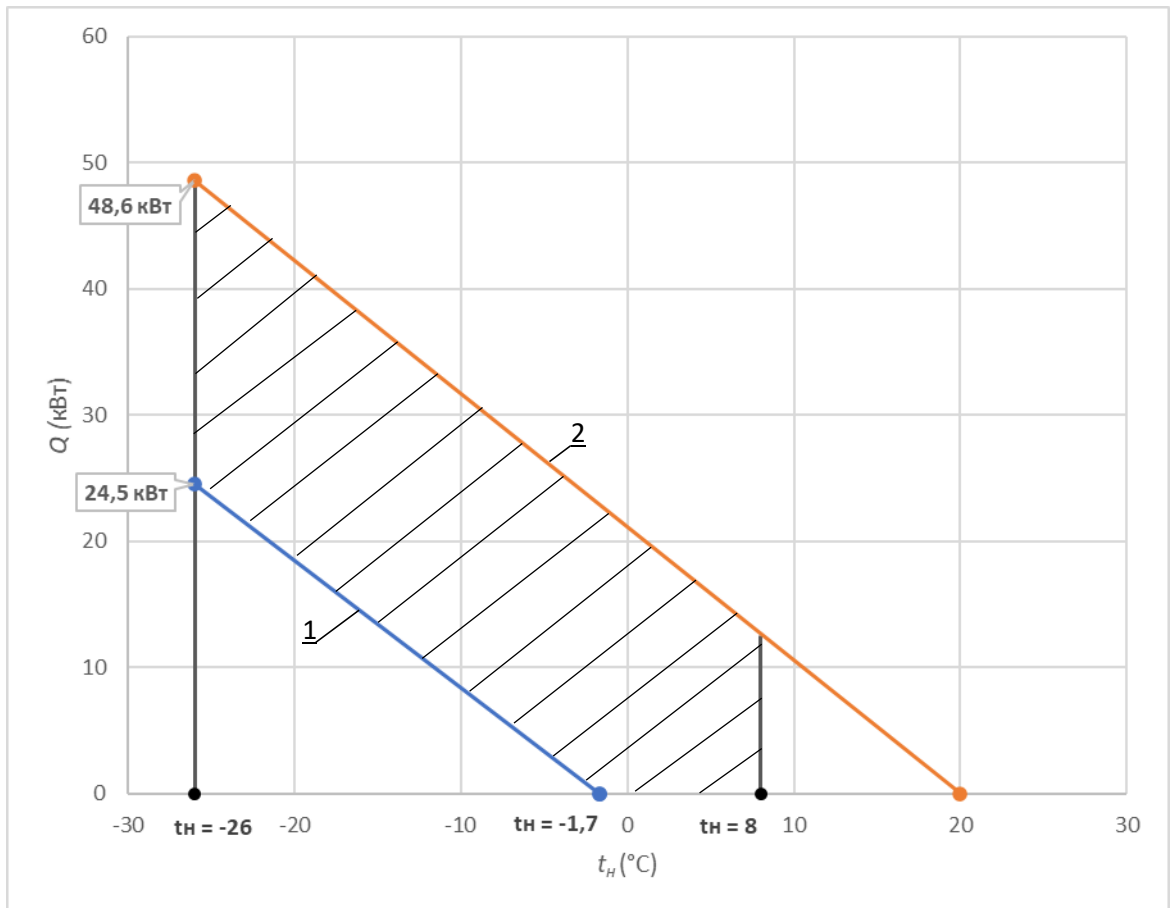


Рис. Н.1. Графики теплопотребления $Q_{от}$ на отопление офисного здания. 1 – с учетом внутренних теплопоступлений и увеличения их доли в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха t_n ; 2 – то же без учета внутренних теплопоступлений.

t_n при $\bar{Q}_{от}=0$ – температура наружного воздуха, при которой следует прекращать отопление (t_n^I), когда относительный расход тепловой энергии на отопление равен нулю;

t_e и t_n^P – расчетные внутренняя и наружная температуры для расчета теплозащиты зданий и их систем отопления в холодный период года, °С;

$Q_{быт.жс./вн.н/жс.}^P$ – расчетная величина бытовых в жилых домах (внутренних в нежилых зданиях) теплопоступлений в целом по дому, кВт, определяется по формуле (Н.2):

$$Q_{быт.жс.}^P = q_{быт} \cdot A_{ж} \cdot 10^{-3} \text{ или в офисах: } Q_{вн.н/жс.}^P = q_{вн} \cdot A_{пол} \cdot 10^{-3}, \quad (\text{Н.2})$$

где $A_{ж}$ – жилая площадь многоквартирного дома

$A_{пол}$ – полезная площадь нежилых помещений здания, м²;

$q_{быт./вн}$ – удельная на м² жилой площади или расчетной площади нежилых помещений здания величина бытовых теплопоступлений (из табл. В.4. Приложения В), Вт/м², принимается по п. 8.5 настоящего документа;

$Q_{от.}^{p,mp}$ – расчетный расход тепловой энергии на систему водяного отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления t_n^P , кВт, определяется для жилых домов и общественных зданий с естественным притоком наружного воздуха для вентиляции отапливаемых помещений по формуле (20), для тех же зданий с механической приточной вентиляцией и централизованным нагревом наружного воздуха в калориферах – по формуле (26).

Если температура наружного воздуха при $\bar{Q}_{от} = 0$ окажется более, чем на 3°C ниже расчетной температуры начала/окончания нормализованного отопительного периода $t_{н.см}^I = 8-10$ °С, то для таких объектов при расчете годового теплопотребления необходимо принимать ГСОП отопительного периода по новым значениям его длительности,

определяемой из климатического справочника региона по времени стояния наружных температур ниже полученной по уравнению (Н.1) настоящего документа и соответствующей средней температуре этого периода.

Примечание. Солнечные тепlopоступления на стадии расчетных условий как для определения тепловой нагрузки системы отопления, так и начала/окончания отопительного периода не учитываются, поскольку они имеют направленное действие не на все фасады одновременно и не стабильны во времени.

Пример к рис. Н.1 и последующим расчетам расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий. В качестве примера принят 4-х этажный офис полезной площадью $A_{пол} = 1243 \text{ м}^2$; Количество работников $m = 1243/10 = 124$ человек (заполнение 10 м^2 полезной площади на 1 работника), строящегося в Московском регионе, с теплозащитой в 2-х вариантах: с базовым уровнем сопротивления теплопередаче наружных ограждений (по табл. 3 СП 50.13330) и соответствующем требованиям 1-го этапа повышения энергетической эффективности зданий (на 15% превышающем базовый уровень, за исключением окон, где сопротивление теплопередаче принято по величинам, достигнутым промышленностью). Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{огр. сум} = 2146 \text{ м}^2$; в том числе: площадь стен – 1072 м^2 (приведенное сопротивление теплопередаче – $2,68/3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, в числителе для дома с базовым сопротивлением теплопередаче наружных ограждений, в знаменателе – соответствующая 15% превышению базового уровня), площадь окон – 235 м^2 ($0,54/0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), площадь покрытия – 415 м^2 ($3,58/4,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), площадь цокольного перекрытия – 415 м^2 ($3,03/3,48 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$); площадь наружных дверей – 9 м^2 ($R_{дв}^p = 0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$). Отапливаемый объем здания $V_{ом} = 5900 \text{ м}^3$; Компактность здания $A_{огр. сум} / V_{ом} = 0,36$; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – $0,18$. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания $K_{тр. np} = 0,514/0,407 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи через закрытые оконные и дверные проемы при отключенных системах механической вентиляции средний за отопительный период (п. 8.4) $K_{инф. cp} = 0,28 \cdot G_{инф} \cdot k_{ок} \cdot n_{инф} \cdot c_a / (24 \cdot A_{огр. сум}) = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Климатические данные: г. Москва, $t_n^p = -26 \text{ °C}$; ГСОП = $[20 - (-2,2)] \cdot 205 = 4551 \text{ °C} \cdot \text{сут}$.

Расчетный расход теплоты на приточную вентиляцию $Q_{вент. p}$ – по формуле (27), исходя из минимальной нормы приточного наружного воздуха $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека (СП 60.13330.2020, Приложение В) при заполнении 10 м^2 полезной площади на 1 работника составит:

$$Q_{вент. p} = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot (t_{пр} - t_n^p) \cdot \beta_{mn.возд} = 0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot (20+26) \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 84,3 \text{ кВт}.$$

Удельные расчетные внутренние теплопритоки (формула (24) и п. 8.5) при принятой заселенности в 10 м^2 полезной площади помещений на одного работника (интерполируя величины K_{qE} и q_E) составят: $q_{вн. оф} = (Q_p/A_{пол}) \cdot t_{мет}/t + K_{qE} \cdot (q_E \cdot f_E) \cdot 10^3/(t \cdot 365) = (80/10) \cdot 6/6 + 1,09 \cdot (31,3 \cdot 0,9) \cdot 10^3/(6 \cdot 365) = 22,02 \text{ Вт}/\text{м}^2$ (обозначения в табл. В.4 Приложения В настоящего документа). Расчетный расход теплоты на отопление $Q_{от. p. TP}$ (ф-ла 26), равный расчетным теплотерям через наружные ограждения при базовом уровне теплозащиты $Q_{отр. p}$ (ф-ла 21) с добавочными теплотерями на ориентацию помещений по сторонам света и на угловые помещения, оцениваемые повышающим коэффициентом $\beta_{доб} = 1,1$, с учетом полезного использования внутренних тепlopоступлений $Q_{вн. p}$ (ф-ла 24) только в помещениях, относящихся к расчетной площади, составляющей в офисах $A_{расч} = 0,8 \cdot A_{пол}$, составят:

$$Q_{от. p. TP} = (Q_{отр. p} - Q_{вн. p}) \cdot \beta_{mn} \cdot 10^{-3} = [\beta_{доб} \cdot K_{тр} \cdot A_{отр. сум} \cdot (t_n - t_n^p) - 0,8 \cdot A_{пол} \cdot q_{вн. оф}] \cdot \beta_{mn} \cdot 10^{-3} = [1,1 \cdot 0,514 \cdot 2146 \cdot (20+26) - 0,8 \cdot 1243 \cdot 22,02] \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = (55,8 - 21,9) \cdot 1,1 = 37,3 \text{ кВт}.$$

Внутренние тепlopоступления по отношению к тепловой нагрузке системы отопления составят: $Q_{вн. p}/Q_{от. p. TP} = 21,9/37,3 = 0,59$, а температура наружного воздуха, при которой $\bar{Q}_{от} = 0$, будет: $t_{н. баз. при \bar{Q}_{от}=0} = (t_n + t_n^p \cdot Q_{вн. p}/Q_{от. p. mp}) / (1 + Q_{вн. p}/Q_{от. p. mp}) = (20 - 26 \cdot 0,59) / (1 + 0,59) = +3,0 \text{ °C}$.

В случае пренебрежения внутренними тепlopоступлениями тепловая нагрузка системы отопления возрастет до $Q_{от. p. TP} = 55,8 \cdot 1,1 = 61,4 \text{ кВт}$, то-есть в $61,4/37,3 = 1,65$ раза против определенной с учетом этих тепlopоступлений. Чтобы убрать этот запас надо рассчитать снижение расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, как предписано по Приложению Г, формулы Г.1 и Г.2.

Для варианта с увеличенной на 15% тепловой защитой офиса относительный перерасход теплоты на отопление без учета внутренних тепlopоступлений будет еще выше:

$$Q_{от. 1,15баз. p. TP} = [1,1 \cdot 0,407 \cdot 2146 \cdot (20+26) - 0,8 \cdot 1243 \cdot 22,02] \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = (44,2 - 21,9) \cdot 1,1 = 24,5$$

кВт; $Q_{\text{вн.}}^{\text{P}}/Q_{\text{от.1,156аз.}}^{\text{P.ТP}} = 21,9/24,5 = 0,89$; $t_{\text{н.1,156аз.}} \text{ при } \bar{Q}_{\text{от=0}} = (20-26 \cdot 0,89)/(1+0,89) = -1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$. Тогда тепловая нагрузка системы отопления, определенная без учета внутренних теплопоступлений будет: $Q_{\text{от.1,156аз.}} \text{ без } \text{вн.}^{\text{P.ТP}} = 44,2 \cdot 1,1 = 48,6 \text{ кВт}$, что превышает тепловую нагрузку с таким же уровнем теплозащиты и с учетом внутренних теплопоступлений на: $(48,6-24,5) \cdot 100/24,5 = 98\%$.

Н.2 Годовой расход тепловой энергии на отопление общественных зданий с механической приточной вентиляцией и периодическим режимом работы $Q_{\text{от.общ.}}^{200}$, кВт·ч, определяют по формуле (14) настоящего документа, но поскольку в общественных зданиях с отдельным нагревом наружного воздуха в калориферах составляющая теплопотерь на нагрев воздуха для вентиляции в рабочий период значительно превышает теплопотери через ограждения за минусом бытовых теплопоступлений, из формулы (14) исключаются учет теплопоступлений с инсоляцией и коэффициенты эффективности авторегулирования отопления и учитывающие снижение теплопотребления при наличии поквартирных измерителей. Коэффициент ν , учитывающий снижение использования теплопоступлений в годовом теплопотреблении в период превышения их над теплопотерями, из-за исключения теплопоступлений с инсоляцией, повышается до $\nu = 0,9$ – при ГСОП = 5000 $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$, 1,0 – при ГСОП = 9000 $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$ – и 0,8 – при ГСОП = 1000 $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$., при промежуточных значениях определяют линейной интерполяцией. Тогда формула (14) превращается в формулу (Н.3):

$$Q_{\text{от.общ.}}^{200} = (Q_{\text{тп.н/раб.}}^{200} + Q_{\text{тп.раб.}}^{200} - \nu \cdot Q_{\text{вн.}}^{\text{год}}) \cdot \beta_{\text{тп}}, \quad (\text{Н.3})$$

где $Q_{\text{тп.н/раб.}}^{200}$ – годовые теплопотери здания в нерабочее время, кВт·ч; принимают по формуле (Н.4);

$Q_{\text{тп.раб.}}^{200}$ – годовые теплопотери здания в рабочее время, кВт·ч; принимают по (Н.5);

$Q_{\text{вн.}}^{200}$, $\beta_{\text{тп}}$ – то же, что в формуле (14), включая определение $q_{\text{быт}}$ по формуле (18):

$$Q_{\text{вн.баз.}}^{200} = q_{\text{вн.}} \cdot \tau \cdot z_{\text{он}} \cdot A_{\text{пол}} \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 22,02 \cdot 6 \cdot 85 \cdot 1243 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 11164 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$Q_{\text{вн.1этап.}}^{200} = 22,02 \cdot 6 \cdot 31 \cdot 1243 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 4072 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. (z_{\text{он}} \text{ определены в п. Н.6})$$

Н.3 Годовые теплопотери здания в нерабочее время $Q_{\text{тп.н/раб.}}^{200}$, кВт·ч, определяют:

$$Q_{\text{тп.н/раб.}}^{200} = (K_{\text{тр.}}^{\text{нр}} + 0,28 \cdot G_{\text{инф}} \cdot k \cdot c_a) \cdot A_{\text{огр.сум}} \cdot \text{ГСОП}_{\text{н/раб}} \cdot n_{\text{инф}} \cdot 10^{-3} \quad (\text{Н.4})$$

при $Q_{\text{вн.}}/Q_{\text{от.}}^{\text{P}} = 0,59$: $Q_{\text{тп.н/раб.баз.}}^{200} = (0,514 + 0,042) \cdot 2146 \cdot 4408 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 94670 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$;

При $Q_{\text{вн.}}/Q_{\text{от.}}^{\text{P}} = 0,89$: $Q_{\text{тп.н/раб.1этап.}}^{200} = (0,407 + 0,042) \cdot 2146 \cdot 4408 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 76450 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$;

где $K_{\text{тр.}}^{\text{нр}}$, $A_{\text{огр.сум}}$ – то же, что в формуле (4);

$G_{\text{инф}}$, k , c_a , $n_{\text{инф}}$ – то же, что в формуле (17) [в исходных данных примера составляющая нагрева инфильтрующегося через неплотности окон воздуха определена через $K_{\text{инф.}}^{\text{ср}} = 0,28 \cdot G_{\text{инф}} \cdot k_{\text{ок}} \cdot n_{\text{инф}} \cdot c_a / (24 \cdot A_{\text{огр.сум}}) = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

$\text{ГСОП}_{\text{н/раб}}$ – градусо-сутки отопительного периода для нерабочего времени, определяют по формуле (Н.8).

Н.3 Годовые теплопотери здания в рабочее время $Q_{\text{тп.раб.}}^{200}$, кВт·ч, определяют по формуле (Н.5), равны только теплопотерям через наружные ограждения:

$$Q_{\text{тп.раб.}}^{200} = K_{\text{тр.}}^{\text{нр}} \cdot A_{\text{огр.сум}} \cdot \text{ГСОП}_{\text{раб}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot 10^{-3}, \quad (\text{Н.5})$$

при $Q_{\text{быт.}}/Q_{\text{от.}}^{\text{P}} = 0,59$: $Q_{\text{тп.раб.1.}}^{200} = 0,514 \cdot 2146 \cdot 1955 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 12940 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$;

при $Q_{\text{быт.}}/Q_{\text{от.}}^{\text{P}} = 0,89$: $Q_{\text{тп.раб.2.}}^{200} = 0,407 \cdot 2146 \cdot 800 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 4190 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$;

где $K_{\text{тр.}}^{\text{нр}}$, $A_{\text{огр.сум}}$ – то же, что в формуле (4);

$n_{\text{вент}}$ – рабочее время использования помещения в сутки (средние за неделю в отопительном периоде), ч, по табл. В.4;

$\text{ГСОП}_{\text{раб}}$ – градусо-сутки отопительного периода для рабочего времени, ф-ла (Н.9).

Н.4 Градусо-сутки отопительного периода рабочего и нерабочего времени определяются по следующей методике:

1) сначала определяется средняя температура наружного воздуха нормализованного отопительного периода для рабочего времени, $t_{\text{н.ср.от.н.раб}} \text{ до } t_{\text{н.ср.}}^{\text{I}} = 8^\circ\text{C}$:

$$t_{\text{н.ср.от.н.раб}} \text{ до } t_{\text{н.ср.}}^{\text{I}} = 8^\circ\text{C} = t_{\text{н.ср.он}} + \Delta t_{\text{он}}, \quad (\text{Н.6})$$

где $t_{\text{н.ср.он}}$ – средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, за нормализованный

отопительный период, оканчивающийся при $t_{н.см.1} = 8^\circ\text{C}$, из табл. 3.1 СП 131.13330.

$\Delta t_{он}$ – разность между значениями средней температуры отопительного или охлаждающего периода для суток в целом и для части суток, $^\circ\text{C}$. Она зависит от длительности рабочего времени объекта в пределах суток и средней амплитуды суточных колебаний (отклонение от среднесуточного значения) температуры наружного воздуха, $A_{тн}$, $^\circ\text{C}$, в течение отопительного или охлаждающего периодов, принимаемой по имеющимся климатическим данным в зависимости от района строительства по СП 131 (для условий московского региона в отопительном периоде $A_{тн.он} = 5,4^\circ\text{C}$, в охлаждающем $A_{тн.ох.н} = 9,6^\circ\text{C}$). В частном случае при начале рабочего дня в 9.00 и окончании 18.00:

$$\Delta t_{он} = 0,72 \cdot A_{тн.он} = 0,72 \cdot 5,4 = 3,9^\circ\text{C}, \text{ а } t_{н.ср.он.раб} \text{ до } t_{н.см.1} = 8^\circ\text{C} = -2,2 + 3,9 = +1,7^\circ\text{C}; \quad (\text{H.6a})$$

2) Тогда, средняя температура наружного воздуха в нерабочее время за нормализованный отопительный период $t_{н.он.н/раб}$, $^\circ\text{C}$:

$$t_{н.он.н/раб} = (t_{н.он} \cdot 24 - t_{н.он.раб} \cdot 6) / 18 = (-2,2 \cdot 24 - 1,7 \cdot 6) / 18 = -3,5^\circ\text{C}, \quad (\text{H.7})$$

здесь 6 – число рабочих часов в средний день месяца, принимается по табл. В.4 (τ).

3) Градусо-сутки отопительного периода в течение нерабочего времени при длительности нормализованного отопительного периода $z_{он} = 205$ суток и поддержания температуры внутреннего воздуха в помещении на уровне минимальной из допустимых температур по ГОСТ 30494 $t_{в.н/раб} = 18^\circ\text{C}$:

$$\text{ГСОП}_{н/раб} = (t_{в.н/раб} - t_{н.он.н/раб}) \cdot z_{он} = [18 - (-3,5)] \cdot 205 = 4408^\circ\text{C} \cdot \text{сут}. \quad (\text{H.8})$$

4) Продолжительность отопительного периода (ОП) в рабочее время $z_{он.раб}$, сут., принимается по климатическим данным, исходя из количества дней стояния наружной температуры. Сначала, используя данные из СП 131.13330 о средней температуре воздуха в каждом месяце отопительного периода, затем по формуле (H.6) определим среднюю температуру месяца в рабочее время и вычислим длительность отопительного периода в рабочее время при разных значениях его начала/окончания для г. Москва:

январь $t_{н.ср.я} = -7,8^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.я.раб} = -7,8 + 0,72 \cdot 5,4 = -3,9^\circ\text{C}$;

февраль $t_{н.ср.ф} = -7,1^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.ф.раб} = -7,1 + 0,72 \cdot 5,4 = -3,2^\circ\text{C}$;

март $t_{н.ср.м} = -1,3^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.м.раб} = -1,3 + 0,72 \cdot 5,4 = +2,6^\circ\text{C}$;

апрель $t_{н.ср.а} = +6,4^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.а.раб} = +6,4 + 0,72 \cdot 5,4 = +10,3^\circ\text{C}$;

октябрь $t_{н.ср.о} = +5,2^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.о.раб} = +5,2 + 0,72 \cdot 5,4 = +9,1^\circ\text{C}$;

ноябрь $t_{н.ср.н} = -1,1^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.н.раб} = -1,1 + 0,72 \cdot 5,4 = +2,8^\circ\text{C}$;

декабрь $t_{н.ср.д} = -5,6^\circ\text{C}$; $t_{н.ср.д.раб} = -5,6 + 0,72 \cdot 5,4 = -1,7^\circ\text{C}$.

Тогда, для дома с энергоэффективностью на базовом уровне при $t_{н.1} = -0,3^\circ\text{C}$, начало ОП_{раб} будет 5 декабря, а окончание – 28 февраля, и $z_{он.раб.1} = 85$ суток;

то же для дома с повышенной энергоэффективностью при $t_{н.1} = -5,6^\circ\text{C}$, начало ОП_{раб} будет 10 января, а окончание – 10 февраля, и $z_{он.раб.2} = 31$ сутки.

5) Средняя температура наружного воздуха в рабочее время за отопительный период $t_{н.ср.он.раб}$, $^\circ\text{C}$, определяется графиком стояния наружных температур в г. Москве по климатическому справочнику, на основании которого средняя температура за период времени с температурами воздуха ниже $t_{н.1} = -0,3^\circ\text{C}$ будет $t_{н.ср.он.раб.баз} = -3,0^\circ\text{C}$, а ниже $t_{н.1} = -5,6^\circ\text{C}$ будет равна $t_{н.ср.он.раб.1этан} = -5,8^\circ\text{C}$.

6) Градусо-сутки отопительного периода в течение рабочего времени будут:

при $Q_{быт.}/Q_{от.}^p = 0,59$: $\text{ГСОП}_{баз} = (t_{в} - t_{н.ср.он.раб.баз}) \cdot z_{он.н.раб.баз} = (20+3) \cdot 85 = 1955^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$; (H.9)

при $Q_{быт.}/Q_{от.}^p = 0,89$: $\text{ГСОП}_{1этан} = (t_{в} - t_{н.ср.он.раб.1этан}) \cdot z_{он.н.раб.1этан} = (20+5,8) \cdot 31 = 800^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

Н.5 Годовой расход тепловой энергии на отопление в рабочее и нерабочее время общественного здания с механической системой приточной вентиляции, $Q_{(от.раб+н/раб)}^{год}$:

$$Q_{(от.раб+н/раб)}^{год} = (Q_{тп.н/раб}^{год} + Q_{тп.раб}^{год}) \cdot \beta_{тп.} - \nu \cdot Q_{быт.}^{год}. \quad (\text{H.10})$$

$$Q_{(от.баз.раб+н/раб)}^{год} = (94670 + 12940) \cdot 1,1 - 0,9 \cdot 11164 = 108\,320 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$Q_{(от.1этан.раб+н/раб)}^{год} = (76450 + 4190) \cdot 1,1 - 0,9 \cdot 4072 = 84\,630 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Н.6 Годовое теплотребление на приточную вентиляцию при времени использования ее в рабочее время $t = 6$ часов в средний день месяца (табл. В.4) в течение

нормализованного отопительного периода (НОП) в 205 суток при средней наружной температуре этого периода для рабочего времени $t_{ноп,раб} = +1,7$ °С и величине градусо-суток $ГСОП_{вент} = (20-1,7) \cdot 205 = 3752$ °С·сут., обеспечивая нагрев наружного приточного воздуха в объеме 40 м³/ч на одного человека до температуры $t_{пр} = t_в = 20$ °С (с плотностью расселения 10 м² полезной площади отапливаемых помещений на человека), будет согласно формулы (Е.2 Приложения Е настоящего документа):

$$Q_{вент.пр.}^{год} = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot ГСОП_{вент} \cdot n_{вент} \cdot \beta_{тп.возд} \cdot 10^{-3} = 0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 3752 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 41\ 280 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Н.7 Годовой расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию офиса при непрерывном отоплении с периодическим режимом работы (рабочее/нерабочее время):

$$Q_{(от+вент) баз.}^{год.р} = Q_{от.раб+н/раб.}^{год} + Q_{вент.пр.}^{год} = 108320 + 41280 = 149\ 600 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$Q_{(от+вент) 1этп.год.р} = 84630 + 41280 = 125\ 910 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

А расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию:

$$q_{(от+вент) баз.}^{год.р} = 149600 / 1243 = 120,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2,$$

$$q_{(от+вент) 1этп.год.р} = 125910 / 1243 = 101,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Но, поскольку нормируемый годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий из таблицы А.3 приводится в Вт·ч/(м²·°С·сут), перед сопоставлением с расчетным значением, последнее согласно формулы (79) делится на ГСОП региона строительства без разделения на рабочий и нерабочий периоды:

$$q_{(от+вент) ГСОП.год.р} \cdot 10^3 / ГСОП \leq q_{от+вент.}^{год.норм}$$

В связи с этим, для 4-х этажного офиса, запроектированного на базовые условия теплозащиты и в другом варианте на ее повышение по сравнению с базовым значением, расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, пересчитанный на Вт·ч/(м²·°С·сут), составит:

$$q_{(от+вент)баз./ГСОП.год.р} = q_{(от+вент) баз.}^{год.р} \cdot 10^3 / ГСОП = 120,3 \cdot 10^3 / 4551 = \mathbf{26,4} \text{ Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут});$$

$$q_{(от+вент)1эт/ГСОП.год.р} = q_{(от+вент)1эт.}^{год.р} \cdot 10^3 / ГСОП = 101,3 \cdot 10^3 / 4551 = \mathbf{22,3} \text{ Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут}).$$

Нормируемые из табл. А.3 значения для офиса, запроектированного на базовое значение энергоэффективности будут **29,8** Вт·ч/(м²·°С·сут), а на его повышение в **25%** по сравнению с базовым значением – **22,35** Вт·ч/(м²·°С·сут). Это свидетельствует, что проект здания офиса, запроектированного на базовые условия, в первом случае удовлетворяет требованию норм – отклонение показателей составляет $(26,4-29,8) \cdot 100 / 29,8 = -11,4\%$, и проект соответствует нормальному классу энергоэффективности «D», а на повышенные значения энергоэффективности отклонение достигнутого в проекте удельного годового теплопотребления на отопление и вентиляцию офиса от базового составило: $(22,3-29,8) \cdot 100 / 29,8 = -25,2\%$ – тоже достигает заданного ППРФ повышения в 25%, что соответствует согласно табл. 4.1 повышенному классу энергоэффективности «C».

Приложение О (рекомендуемое)

Использование «фрикулинга» для повышения энергоэффективности при отоплении и вентиляции общественного здания с механической приточной вентиляцией и периодическим режимом работы

О.1 При отоплении общественного здания с механической приточной вентиляцией из-за возрастания доли внутренних теплопоступлений в помещениях по отношению к их теплопотерям при повышении наружной температуры возникает момент, когда отопление выключается, и чтобы здание не перегревалось в этот период, необходимо снижать температуру приточного воздуха системы вентиляции ниже внутренней температуры – режим охлаждения без включения холодильной установки, а уменьшением нагрева приточного воздуха («фрикулинг»).

Выключение системы отопления при отрицательных температурах наружного

воздуха может вызвать нежелательный эффект отрицательной радиации от окон. С целью сокращения из-за этого дискомфортной зоны целесообразно продолжить отопление в период до расчетной температуры начала/окончания отопительного периода ($t_{н.см}^I = +8^{\circ}\text{C}$) по линейному графику в зависимости от изменения наружной температуры, построенному с учетом реального запаса в системе, а систематический перегрев, возникающий при этом, снимать понижением температуры приточного воздуха также в зависимости от изменения этой наружной температуры, вместо общепринятого решения о поддержании ее на постоянном уровне. К тому же это снизит суммарное теплотребление на отопление и вентиляцию за отопительный период и исключит необходимость охлаждения в теплую часть отопительного периода. В этом случае должны быть приняты такие воздухораспределительные устройства, которые обеспечивали бы температуру в струе приточного воздуха при входе в обслуживаемую или рабочую зону не ниже требований п. В.1 Приложения В СП 60.13330, либо возможность изменения направления струи.

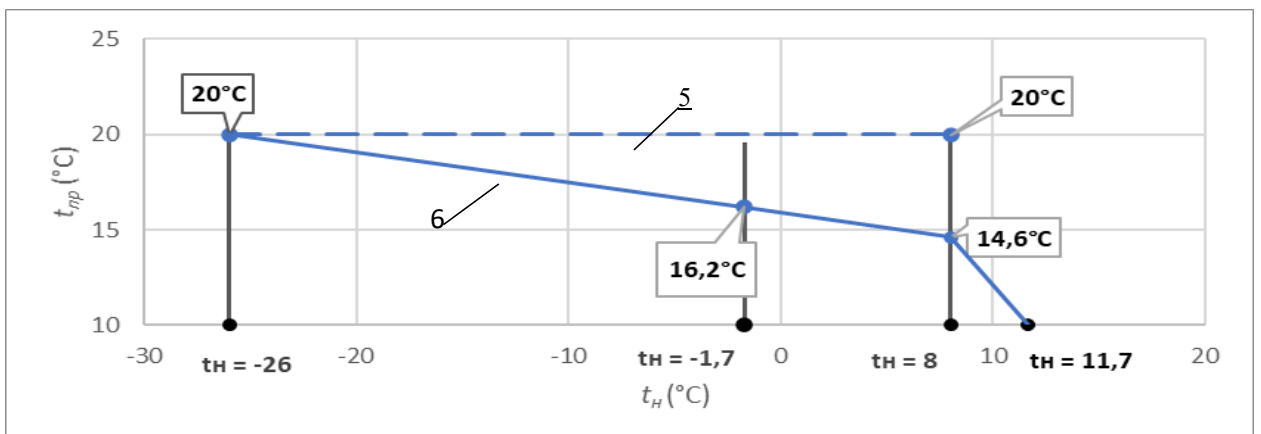
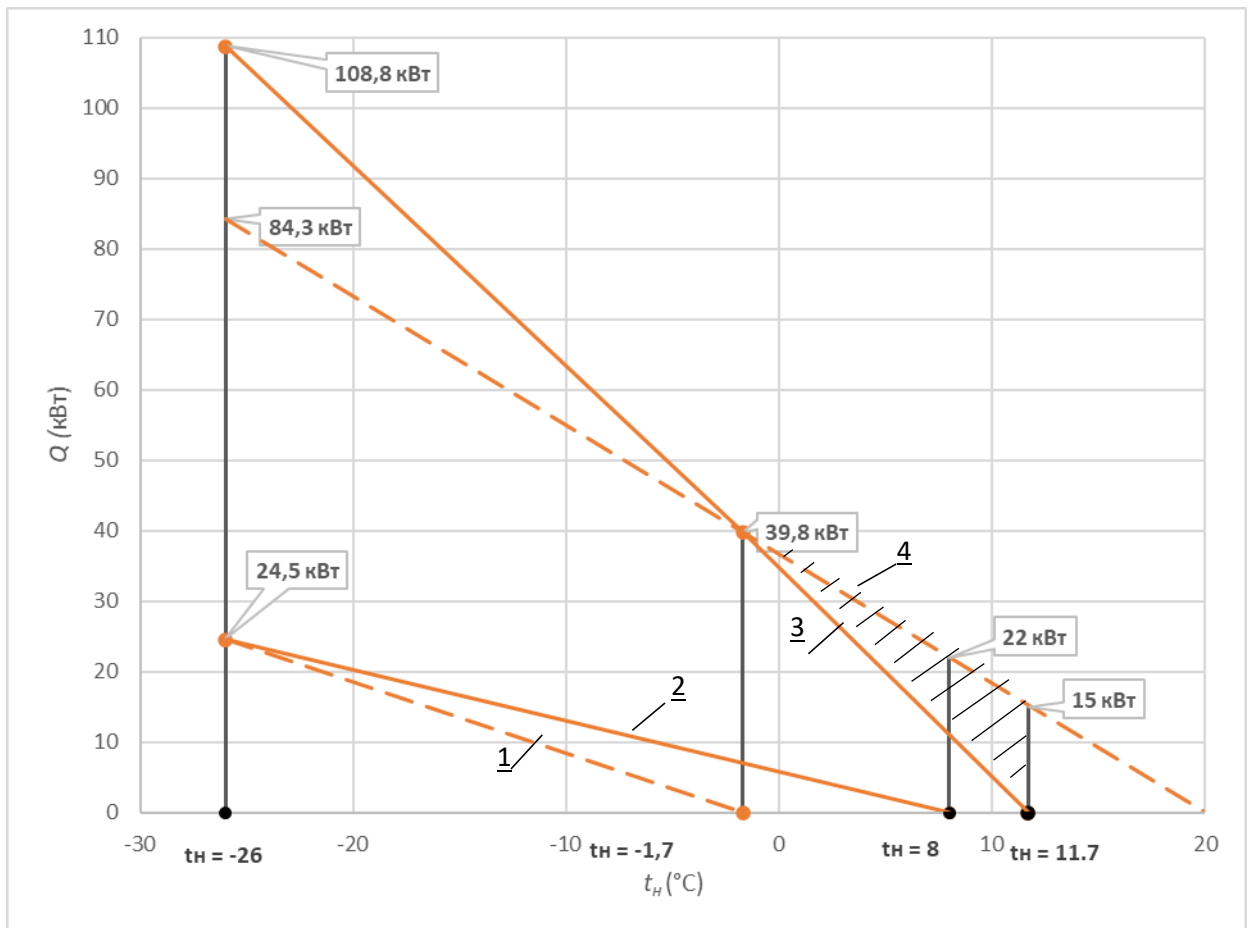


Рис. О.1. Графики теплотребления на отопление и вентиляцию офисного здания. 1 – на отопление с учетом внутренних теплопоступлений и увеличения их доли в тепловом балансе здания с повышением t_n ; 2 – то же с продолжением отопления в рабочее время в течение стандартного отопительного периода; 3 – на отопление и вентиляцию с учетом «фрикулинга»; 4 – то же с постоянной температурой приточного воздуха в течение стандартного отопительного периода; 5 – график температуры приточного воздуха в системе вентиляции при работе без «фрикулинга»; 6 – график изменения температуры приточного воздуха в системе вентиляции при работе в режиме «фрикулинга». (В продолжение рис. Н.1 с включением в график нагрузки на вентиляцию $Q_{\text{вент.}P} = 84,3$ кВт).

Примечание к рисунку. В верхней части рис.О.1 – изменение расхода теплоты на отопление и вентиляцию офиса в зависимости от температуры наружного воздуха: на ординате $t_n^P = -26$ °С точка $Q_{\text{от.}P,TP} = 24,5$ кВт – это расчетный расход теплоты на отопление для офиса с энергоэффективностью на 25% превышающей базовый уровень (из примера к рис. Н.1); пунктирная линия 1 в $Q_{\text{от}} = 0$ при $t_n = -1,7$ °С – это график работы системы отопления без «фрикулинга»; сплошная линия 2 до $Q_{\text{от}} = 0$ при $t_n = 8$ °С – это график работы системы отопления на протяжении всего отопительного периода для снижения зоны отрицательной радиации от окон и с «фрикулингом» в режиме работы приточной вентиляции. Вторая точка $Q_{\text{вент.}P,TP} = 84,3$ кВт – это расчетный расход теплоты на приточную вентиляцию офиса, пунктирная линия 4 от нее до $Q_{\text{вент.при}Q_{\text{от}=0}} = 84,3 \cdot (20+1,7)/(20+26) = 39,8$ кВт и далее до $Q_{\text{вент}} = 0$ при $t_n = t_{np} = 20$ °С – это график теплотребления на вентиляцию при поддержании одинаковой температуры приточного воздуха на уровне внутреннего в течение всего отопительного периода (стандартный проектный режим).

И, наконец, $Q_{(от+вент)}^{P,MP} = Q_{\text{от.}P,TP} + Q_{\text{вент.}P,TP} = 24,5+84,3 = 108,8$ кВт – это расчетный расход теплоты суммарно на отопление и вентиляцию офиса, сплошная линия 3 от него означает график суммарного теплотребления на отопление и вентиляцию офиса с учетом «фрикулинга». Как будет показано далее в п. О.2, она пересекает линию нулевого теплотребления при $t_{n,1эmana при Q_{\text{вент.}фр=0}} = 11,7$ °С. Заштрихованная область – экономия теплоты от использования «фрикулинга».

В нижней части рис. О.1 показано изменение температуры приточного воздуха в зависимости от наружной температуры и выбранного режима работы приточной вентиляции: от расчетной температуры приточного воздуха $t_{np}^P = 20$ °С при $t_n^P = -26$ °С пунктирная линия 5 – это график поддержания одинаковой температуры приточного воздуха на уровне внутреннего в течение всего отопительного периода (стандартный проектный режим); сплошная линия 6 – это график изменения температуры приточного воздуха в режиме работы с «фрикулингом» по линейной функции с изломом при температуре наружного воздуха начала/окончания стандартного отопительного периода $t_{n,cm.1} = 8$ °С, при которой внутренние теплопоступления в рабочее время полностью компенсировали теплопотери системы отопления, а температура приточного воздуха находится из уравнения (О.2) $t_{np.} = 14,6$ °С, и заканчивается эта линия при $t_n = 11,7$ °С, когда внутренние теплопоступления равны сумме теплопотерь через наружные ограждения и на нагрев приточного воздуха.

О.2 Из уравнения равенства теплопотерь, в том числе и на нагрев наружного приточного воздуха, внутренним теплопоступлениям определяется температура наружного воздуха t_n , при которой нет необходимости нагрева приточного воздуха:

$$t_{n,при Q_{\text{вент.}фр=0}} = t_в - q_{вн.} \cdot A_{пол.} \cdot 0,8 / (\beta_{доб.} \cdot K_{мп.}^{np} \cdot A_{огр.сум} \cdot \beta_{mn} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_в \cdot c_a \cdot \beta_{mn.возд}), \quad (O.1)$$

где $t_в$ – то же, что в формуле (Н.1);

$q_{вн.}$, $A_{пол.}$ – то же, что в формуле (Н.2);

остальные обозначения – то же, что в формулах (Н.5, Н.7 и Н.8).

Формула (О.1) – общая формула для определения любой наружной температуры, но при равенстве температуры приточного воздуха наружной температуре отсутствуют теплопотери в приточных воздуховодах, поэтому $\beta_{mn.возд} = 1,0$, также в диапазоне наружных температур от 8 °С и выше следует исключить коэффициент дополнительных теплопотерь $\beta_{mn} = 1,0$, потому что он вводится на теплопотери здания, а при указанных температурах теплопотери оказываются ниже внутренних теплопоступлений.

После подстановки в формулу (О.1) численные значения получим:

$$t_{н.баз.при Q_{вент.фр}=0} = 20 - 22,02 \cdot 1243 \cdot 0,8 / (1,1 \cdot 0,514 \cdot 2147 \cdot 1 + 0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1) = 20 - 21897 / (1214 + 1667) = \mathbf{12,4} \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_{н.1этап при Q_{вент.фр}=0} = 20 - 22,02 \cdot 1243 \cdot 0,8 / (1,1 \cdot 0,407 \cdot 2147 \cdot 1 + 0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1) = 20 - 21897 / (961 + 1667) = \mathbf{11,7} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Если температура наружного воздуха t_n окажется выше стандартной температуры начала/окончания отопительного периода ($t_{н.см}^I = +8 \text{ } ^\circ\text{C}$ или $+10 \text{ } ^\circ\text{C}$), то она приравнивается $t_n = t_{н.см}^I$ и $z_{вент.} = z_{ом.н.}$, а требуемая температура приточного воздуха $t_{пр.}$ при которой удовлетворяется тепловой баланс здания при наружной температуре $t_{н.см}^I = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$, находится из формулы (О.2):

$$t_{пр.при.t_n.фр.8} = t_v + [\beta_{доб.} \cdot K_{пр} \cdot A_{огр.сум.} \cdot (t_v - t_{н.см}^I) - q_{быт.} \cdot A_{пол} \cdot 0,8] \cdot \beta_{мн} / (0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot \beta_{мн.возд.}) \quad (\text{О.2})$$

После подстановки в формулу (О.2) численные значения получим для 2-х вариантов с учетом пояснений к формуле (О.1):

$$t_{пр.баз.при.t_n.фр.8^\circ\text{C}} = t_v + [Q_{огр} - Q_{вн}] / (0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1) = 20 + [1,1 \cdot 0,514 \cdot 2147 \cdot (20 - 8) - 22,02 \cdot 1243 \cdot 0,8] / (0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1) = 20 + [14567 - 21897] / 1833 = \mathbf{16,0} \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_{пр.1этап.при.t_n.фр.8^\circ\text{C}} = 20 + [1,1 \cdot 0,407 \cdot 2147 \cdot (20 - 8) - 22,02 \cdot 1243 \cdot 0,8] / (0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1) = 20 + [11535 - 21897] / 1833 = \mathbf{14,6} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температура приточного воздуха при $t_n = -1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ определяется исходя из того, что при этой t_n разность тепловых потоков между линиями 2 и 1 рис. О.1 позволяет снизить расход на нагрев наружного приточного воздуха до температуры:

$$t_{пр.1этап.при.t_n.фр.-1,7^\circ\text{C}} = 20 - (Q_{ом.2} - Q_{ом.1}) / (0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot \beta_{мн.возд.}) = 20 - (7000 - 0) / (1833) = \mathbf{16,2} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Как и должно быть, эта точка легла на линейную зависимость, связывающую $t_{пр}$ при $-26 \text{ } ^\circ\text{C} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ и $t_{пр}$ при $8 \text{ } ^\circ\text{C} = 14,6 \text{ } ^\circ\text{C}$, что подтверждает правильность расчетов.

О.3 Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию со снижением температуры приточного воздуха $Q_{вент.фр.}^{200}$, кВт·ч, следует определять по формуле (О.3):

$$Q_{вент.фр.}^{200} = (0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot n_{вент} \cdot \beta_{мн.возд.} \cdot 10^{-3}) \cdot \{(t_{пр.}^P - t_{н.ср.за.оп.раб.}) \cdot z_{оп.раб} + [(t_{пр.}^P + t_{пр.при.t_n.} = 8^\circ\text{C}) / 2 - t_{н.ср.за.оп.раб.}] \cdot (z_{ом.н.} - z_{оп.раб.})\}. \quad (\text{О.3})$$

Здесь все показатели приводятся в предыдущих формулах Приложения Н за исключением $t_{н.ср.за.оп.раб.}$ – средняя температура наружного воздуха в рабочее время за пределами отопительного периода, $^\circ\text{C}$, которую следует принимать по формуле (О.4):

$$t_{н.ср.за.оп.раб.} = (t_{н.ср.оп.раб.до.t_n.см^I=8^\circ\text{C}} \cdot z_{оп} - t_{н.ср.оп.раб.} \cdot z_{оп.раб.}) / (z_{оп} - z_{оп.раб.}) \quad (\text{О.4})$$

После подстановки, при $Q_{быт.}/Q_{ом.}^P = 0,59$: $t_{н.ср.за.оп.н.раб.баз.} = (1,7 \cdot 205 + 3 \cdot 85) / (205 - 85) = 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$;
То же, при $Q_{быт.}/Q_{ом.}^P = 0,89$: $t_{н.ср.за.оп.н.раб.1этап.} = (1,7 \cdot 205 + 5,8 \cdot 31) / (205 - 31) = 3,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Подставляя в формулу (О.3) численные значения получим для 2-х вариантов:

$$Q_{вент.фр.баз.}^{200} = (0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}) \cdot \{(20 + 3,0) \cdot 85 + [(20 + 16,0) / 2 - 5,0] \cdot (205 - 85)\} = 38665 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

что сократило теплотребление на приточную вентиляцию:

$$(Q_{вент.пр.}^{200} - Q_{вент.фр.баз.}^{200}) \cdot 100 / Q_{вент.пр.}^{200} = (41280 - 38665) \cdot 100 / 41280 = \mathbf{6,3\%},$$

где $Q_{вент.пр.}^{200}$ – годовое теплотребление на приточную вентиляцию в п. Н.6;

$$Q_{вент.фр.1этап.}^{200} = (0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}) \cdot \{(20 + 5,8) \cdot 31 + [(20 + 14,6) / 2 - 3,0] \cdot (205 - 31)\} = 36170 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

что сократило теплотребление на: $(41280 - 36170) \cdot 100 / 41280 = \mathbf{12,4\%}$.

Как следует из рис. О.1, если считать экономический эффект от «фрикулинга» не от $t_{н.см}^I = +8 \text{ } ^\circ\text{C}$, а от $t_n = +11,7 \text{ } ^\circ\text{C}$, до которой доведена заштрихованная область и которая на практике является действительной, то эффект будет выше, поскольку выключение подачи теплоты на отопление выполняется при средней температуре наружного воздуха выше $8 \text{ } ^\circ\text{C}$ за 5 суток подряд, то безусловно будет неоднократное достижение $t_n = 11,7 \text{ } ^\circ\text{C}$.

О.4 Годовой расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с фрикулингом офиса при непрерывном отоплении с периодическим режимом работы (рабочее/нерабочее время, определенные в п. Н.5) находится по следующей зависимости:

$$Q_{(от+вент.фр).баз.}^{200.p} = Q_{от.(раб+н/раб).}^{200} + Q_{вент.фр.}^{200} = 108320 + 38665 = 146985 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где $Q_{от.(раб+н/раб).}^{200}$ – то же, что в п. Н.5;

$$Q_{(от+вент.фр).1этап.}^{200.p} = 84630 + 36170 = 120800 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

а расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с фрикулингом:

$$q_{(от+вент.фр).баз.}^{год.p} = 146985 / 1243 = \mathbf{118,25} \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2,$$

$$q_{(от+вент.фр)1эт.п.}^{год.p} = 120800 / 1243 = \mathbf{97,2} \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

0.5 В сравнении с нормируемым базовым значением из табл. А.3 для 4-х этажного офиса (**29,8** Вт·ч/(м²·°С·сут)), а на его снижение в 25% по сравнению с базовым значением – **22,35** Вт·ч/(м²·°С·сут), расчетные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию согласно формулы (79) необходимо поделить на ГСОП региона строительства без разделения на рабочий и нерабочий периоды, тогда:

$$q_{(от+вент)баз./ГСОП.}^{год.p} = q_{от+вент.баз.}^{год.p} \cdot 10^3 / \text{ГСОП} = 118,25 \cdot 10^3 / 4551 = \mathbf{26,0} \text{ Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут});$$

$$q_{(от+вент)1эт.п./ГСОП.}^{год.p} = q_{от+вент.1эт.п.}^{год.p} \cdot 10^3 / \text{ГСОП} = 97,2 \cdot 10^3 / 4551 = \mathbf{21,36} \text{ Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут}).$$

Тогда, тепловая энергоэффективность запроектированного на базовые значения теплозащиты офиса будет ниже базового значения удельного теплопотребления на: $(26,0 - 29,8) \cdot 100 / 29,8 = \mathbf{-12,8\%}$, что соответствует согласно табл. 4.1 нормальному классу энергоэффективности «D». А на повышенные значения энергоэффективности отклонение достигнутого в проекте удельного годового теплопотребления на отопление и вентиляцию офиса от базового составило: $(21,36 - 29,8) \cdot 100 / 29,8 = \mathbf{-28,3\%}$, что соответствует согласно табл. 4.1 повышенному классу энергоэффективности «C».

Высказываются опасения, что при таком режиме регулируемые системы отопления и вентиляции будут мешать друг другу, но этого не произойдет, потому что в системе приточной вентиляции будет автоматически поддерживаться, не как ранее постоянная температура приточного воздуха, а переменная в зависимости от изменения наружной температуры и с учетом работы системы отопления в течение всего отопительного периода. В системе отопления на ИТП также автоматически в зависимости от изменения наружной температуры будет поддерживаться заданный график температуры теплоносителя, циркулирующего в системе, но с меньшим наклоном, чем ранее, обеспечивая поддержание комфортных условий в отапливаемых помещениях при нормируемом воздухообмене.

С учетом полученных результатов очевидно значительное влияние на нагрузку и режим работы системы отопления офисного здания плотности заполнения помещений людьми, компактности здания, отношения площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов и достигнутого уровня повышения теплозащиты наружных ограждений. Первая позиция существенно влияет на начало/конец отопительного периода, остальные – на величину общего теплопотребления на отопление.

Расчеты подтверждают, что для дальнейшего снижения теплопотребления наиболее целесообразно воздействовать на снижение теплопотребления на отопление в нерабочий период – осуществление периодического режима отопления здания с выключением подачи теплоты после окончания рабочего дня, натоп перед началом работы для восстановления температуры воздуха в помещениях до комфортных условий в пределах того запаса поверхности нагрева отопительных приборов, который достигается при их подборе без учета внутренних теплопоступлений, как это принято в настоящее время, и умеренное отопление с пересчетом расчетных параметров теплоносителя на имеющийся запас в поверхности нагрева, а графика регулирования – с учетом увеличивающейся доли внутренних теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха. Но для выполнения такого расчета уже следует учитывать нестационарность процесса. А вышеприведенный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию будет тем расходом, по отношению к которому следует определять энергосберегающий эффект при осуществлении режима периодического отопления с выключением в нерабочее время.

Уточнение величин внутренних теплоступлений в зданиях для периодов отопления и охлаждения. Методика и примеры расчета годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений

Для того чтобы оценить годовые затраты холода на охлаждение и вентиляцию помещений в общих энергозатратах на поддержание комфортных условий в закрытых помещениях, где находятся люди, необходимо знать длительность охлаждающего периода и его климатические параметры, а также объем теплоступлений, которые предстоит нейтрализовать, чтобы обеспечить заданный комфортный уровень температуры воздуха в помещении и минимально необходимый воздухообмен для его вентиляции.

Определение условного охлаждающего периода для зданий при центральном кондиционировании воздуха

П.1 Центральное кондиционирование наибольшее распространение получило в общественных зданиях, для которых характерен периодический режим эксплуатации. Поэтому условный охлаждающий период, как и при отоплении таких зданий, определяется в зависимости от температуры наружного воздуха в рабочее время и начинается/оканчивается, когда внутренние теплоступления становятся равными теплотерям через наружные ограждения и на нагрев наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена для вентиляции, при обеспечении расчетной температуры воздуха в помещениях согласно СП 60.13330 для теплого периода года.

Температура начала/окончания условного охлаждающего периода по аналогии с отопительным периодом находится из уравнения теплового баланса здания без учета теплоступлений от солнечной радиации, поскольку они имеют не постоянный и однонаправленный характер – в пасмурные дни солнечная радиация весьма незначительная, как и в помещениях северного фасада здания при солнце, и должна учитываться дополнительно в зависимости от ориентации отдельных помещений по сторонам света. Следует также иметь в виду, что расчет энергии охлаждения выполняется на стадии до выбора решения, какими средствами реализовывать охлаждение – через водяную систему охлаждения или приточную вентиляцию, поэтому в тепловом балансе здания учитываются теплоступления с приточной вентиляцией, когда температура наружного воздуха в рабочее время выше температуры воздуха в основных помещениях здания.

Предполагается, что охлаждающий период начинается, когда, как и в отопительном периоде, внутренние теплоступления компенсируют теплотери через наружные ограждения и на догрев приточного воздуха в нормативном объеме до более высокой, чем в отопительном периоде, расчетной температуры воздуха в основных помещениях здания в соответствии с формулой (П.1) в [1], но в периоды превышения наружной температуры над внутренней знак этих составляющих баланса меняется, и они прибавляются к бытовым теплоступлениям, увеличивая охлаждающую нагрузку.

$$(K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a) \cdot (t_{в.ох} - t_{н.ох. при Q_{ох.зд.}=0}) = q_{вн.ох} \cdot A_{пол} \quad (П.1)$$

Исходя из этого уравнения температура начала/окончания охлаждающего периода находится из предыдущего уравнения:

$$t_{н.ох. при Q_{ох.зд.}=0} = t_{в.ох} - q_{вн.ох} \cdot A_{пол} / (K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a) \quad (П.2)$$

где $t_{н.ох}$ – температура наружного воздуха начала/окончания условного охлаждающего периода, °С;

$t_{в.ох}$ – расчетная температура внутреннего воздуха помещений для охлаждающего периода °С, согласно СП 60.13330;

$q_{вн.ох}$ – удельная величина внутренних теплоступлений в помещении в охлаждающий период, Вт/м², принимается с использованием табл. П.1 Исходные данные для расчета удельной величины среднечасовых бытовых тепловыделений за рабочее

время в течение отопительного периода для жилых и общественных зданий различного назначения из [2], уточненные значения которой приводятся ниже.

$A_{пол}$ – полезная площадь отапливаемых помещений общественного или производственного здания, за исключением лестничных клеток, технических этажей, пандусов и автопарковок, м²;

$K_{тр.нр}$ – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м²·°C);

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

$L_{вент}$ – нормируемое значение количества приточного наружного воздуха, подаваемого в помещения здания, м³/ч, принимается по табл. в [3];

ρ_v – плотность внутреннего воздуха, равная 1,2 кг/м³;

c_a – удельная теплоемкость воздуха, равная 1,0 кДж/(кг·°C).

Примечание. Температура начала/окончания охладительного периода — это условная величина для определения годовой потребности в холоде на кондиционирование воздуха при установлении нормируемого значения энергопотребления зданиями. В действительности включение охлаждения будет происходить автоматически по температуре воздуха в кондиционируемом помещении, возможно, и при более низких наружных температурах, например в солнечные дни, но при полном использовании «фрикулинга» согласно Приложению Н. В отличие от отопительного периода, где задержка с его началом приводит к значительному нарушению комфорта и массовым жалобам, опаздывание с началом периода охлаждения таких жалоб не вызывает, а избыток теплоты может быть частично снят за счет проветривания путем открывания окон.

Уточнение величин внутренних теплопоступлений для зданий различного назначения в части разделения их для отопительного периода и периода охлаждения

Таблица П.1 – Исходные данные для расчета удельной величины среднечасовых бытовых теплопоступлений за рабочее время в течение отопительного и охладительного периодов для жилых и общественных зданий различного назначения, в том числе: от людей, электрических приборов, освещения, горячего водоснабжения (последнее только для жилых домов), Вт/м². (красным шрифтом обозначены добавленные автором показатели и надписи к оригинальной версии табл. G.12 ISO 13790:2008).

Наименование показателя	Здания													
	Одноквартирные	Многоквартирные, категория I	Многоквартирные, категория II	Офисные, категория I	Офисные, категория II	Учебно-воспитательные	Больницы, категория I	Больницы, категория II	Поликлиники	Общественного питания	Предприятия торговли	Спортивные сооружения	Зрелищные учреждения	Склады
Внутренняя заданная температура при отоплении/охлаждении, °C	20/ 24	20/ 24	20/ 24	20/ 24	20/ 24	20/ 24	21/ 24	21/ 24	21/ 24	20/ 24	20/ 24	18/ 24	20/ 24	18/ 24
Полезная кондиционируемая площадь на человека (заселенность) $A_{пол}$, м ² /чел. ¹⁾	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 обслуживаемую площадь $Q_p/A_{ж/н}$, 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 метаболического притока в день $\tau_{мет}, Ч$	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6
Рабочее время использования помещения в день (среднемесячное) $\tau, ч$	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6
Годовое удельное потребление электрической энергии ²⁾ на общую кондиционируемую площадь здания $q_{E,год}, кВт \cdot ч/м^2$	20	30/ 14,4	43,5/ 24,4	20	33,5	10	30	40	25	30	30	10	20	6
Доля потребления электроэнергии в кондиционируемой части здания, f_E	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9
Удельные среднечасовые бытовые теплотупления за раб. время ³⁾ при отоплении/охлаждении, $q_{вн. от/ох} Вт/м^2$ ⁴⁾	10/ 7,7	11,4/ 8,8	17,0/ 14,5	13,4/ 10,7	24,9/ 22,3	14,1/ 10,0	8,1/ 6,8	14,2/ 12,4	15,1/ 12,7	12,8/ 10,4	9,5/ 7,2	5,9/ 4,9	19,9/ 16,3	4,1

Примечания

1) Под кондиционируемой площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений $A_{кв}$ – для жилых зданий; полезную площадь всех отапливаемых помещений, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, $A_{пол}$ – для общественных зданий.

2) Включая освещение квартир и помещений общественных зданий, пользование электрическими приборами и оборудованием, за исключением потребления электроэнергии для охлаждения и приводов насосов и вентиляторов систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, устройств автоматического регулирования этих систем, а также перемещения лифтов, эскалаторов и траволаторов. Для МКД – в числителе с электроплитами, в знаменателе с газовыми плитами.

3) Для жилых зданий – на $м^2$ жилой площади, составляющей как правило 0,55 от общей площади квартир, для общественных зданий – на $м^2$ полезной площади отапливаемых помещений.

4) В числителе – в отопительный период; в знаменателе – в период охлаждения.

Таблица П.1 – это дополненная и частично измененная для российских условий табл. G.12 ISO 13790:2008 Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling (Энергоэффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения помещений) в части расширения уровня заселенности помещений ближе к российским условиям. А дополненная тем, что на базе имеющихся в ней всех составляющих теплопритоков, эта таблица завершена мной конкретными показателями внутренних теплопритоков в рабочие помещения жилых и общественных зданий перечисленного в таблице назначения, охватывающего наиболее распространенные, в отопительный период и в теплый период года [4].

В этой таблице наряду с параметрами, соответствующим заселенности жилых домов в $40 м^2$ площади квартир на человека, а офисов и больниц $20 м^2$ полезной площади помещений здания, принятых в табл. G.12, и являющихся для России больше исключением, чем правилом, в табл. П.1 приводятся также и показатели для $20 м^2$ площади квартир на человека и $8 м^2$ полезной площади помещений или примерно $6 м^2$ расчетной площади на одного работающего в офисах (все наши включения в табл. П.1 – красным шрифтом), что соответствует норме заселенности существующих зданий в России. Таким зданиям присваивается 2-ая категория, в то время как предшествующим из табл. G.12 – 1-ая категория. Это позволяет интерполяцией находить показатели для промежуточных значений заселенности (заполняемости людьми в общественных зданиях).

Учреждения здравоохранения разделены на больницы (с меньшей площадью помещения, приходящейся на одного человека – 20 и $10 м^2$ на человека и поликлиники (с

площадью в 10 м^2 на человека), отличающиеся режимом эксплуатации. Добавлены строки с параметрами времени использования метаболических притоков и показателей удельных среднечасовых за рабочее время внутренних теплопритоков (формулировки табл. G.12), включая: от людей, электроприборов и электрооборудования, освещения (для жилых домов и от системы горячего водоснабжения). Обоснование изменений приведено в [4].

В частности, внесены изменения в строку времени использования в день для зданий торговли, ресторанов, спортивных сооружений, залов собраний и приравненных им зрелищных учреждений, работающих без выходных. Часы их работы, в течение которых включено освещение и используются электрические приборы, значительно больше, чем 3-4 часа, указанные в таблице. Эти здания имеют нестабильную заполняемость, и указанное количество часов соответствует длительности максимального заполнения зданий людьми в часах за целые сутки, и относится к длительности теплопритоков от метаболических тепловыделений находящихся в помещениях людей.

В связи с изложенным в таблицу добавлена строка 5 показателей «Время использования метаболических теплопритоков в средний день месяца – $t_{мет}$, ч.», значения которых перекочевали из строки «время использования в день» (строка 6). Последняя строка совпадает по значениям с добавленной для зданий, которые имеют практически постоянную заполняемость в течение рабочего дня (офисы, учреждения образования и здравоохранения, склады), а для зданий с нестабильной заполняемостью время использования в день соответствует времени работы этого здания. Применительно к нашим российским условиям увеличено число часов использования школ с 4 до 5 ч. в день при 1-сменной загрузке. Офисы рассчитаны на режим 5-ти дневной рабочей недели длительностью 40 часов, поликлиники – на 1,5 сменную загрузку и т.д.

П.2 Наличие в табл. G.12 всех составляющих теплопритоков позволяет определить удельные внутренние теплопритоки в средний час рабочего времени как в отопительный ($q_{вн.от}$), так и в охлаждаемый ($q_{вн.ох}$) периоды $q_{вн.от/ох}$, Вт/м² (строка 9).

$$q_{вн.от/ох} = (Q_p/A_{пол}) \cdot \tau_{мет}/\tau + Kq_E \cdot (q_{E.год} \cdot f_E) \cdot 10^3 / (t \cdot 365), \quad (\text{П.3})$$

где $Q_p/A_{пол}$ – метаболические притоки от присутствующих людей, приходящиеся на м² полезной площади помещений здания или жилой площади квартир, Вт/м²; принимают в зависимости от назначения здания и заполнения помещений по табл. П.1, строка 4;

$\tau_{мет}$ – время использования метаболического притока от людей, ч, строка 5;

τ – рабочее время использования помещения в сутки (среднемесячное), ч, строка 6;

$q_{E.год}$ – удельное годовое потребление электрической энергии на общую площадь здания, кВт·ч/м² в год, строка 7;

f_E – доля потребления электрической энергии в кондиционируемой части здания;

Kq_E – коэффициент, учитывающий увеличение электропотребления на освещение в отопительный период к среднегодовому значению из-за уменьшения светового дня зимой и сокращение электропотребления на освещение в охлаждаемый период.

а) Определение внутренних теплопоступлений для офисов

Для того чтобы установить, какова должна быть величина удельных внутренних теплопоступлений при норме 8 м^2 полезной площади помещений офиса на человека, обратимся к таблице С.2 Годовое потребление электрической энергии для офисной аппаратуры, из европейских норм EN 15603:2008 Приложение С (у нас это табл. П.2). Примем в условиях заполнения помещений служащими $20 \text{ м}^2/\text{человека}$ и использования энергоэффективной аппаратуры на половину, тогда её удельное годовое энергопотребление составит: $q_{E.проб.} = (6+12)/2 = 9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, и сравним с показателем удельного годового потребления электрической энергии на освещение и пользование электрическими приборами и оборудованием из табл. 1 при тех же $20 \text{ м}^2/\text{человека}$: $q_{E.год} = 20 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$. Отсюда следует, что на освещение приходится: $q_{E.осв.} = 20 - 9 = 11 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ годового энергопотребления.

Таблица П.2. Годовое потребление электрической энергии для офисной аппаратуры в расчете на рабочее место в кВт·ч и в расчете на кондиционируемую площадь в кВт·ч/м² (таблица С.2. Приложения С EN 15603:2008).

	В расчете на рабочее место	В расчете на м ² кондиционируемой площади		
		10 м ²	15 м ²	20 м ²
Площадь пола в расчете на человека		10 м ²	15 м ²	20 м ²
С энергоэффективной аппаратурой	120	12	8	6
Без энергоэффективной аппаратуры	230	23	15	12

Примечания: 1. В офисных зданиях принята следующая аппаратура: а) Персональный компьютер с плоским экраном и 1 телефоном в расчете на рабочее место; б) 1 принтер в расчете на 10 рабочих мест; в) 1 телефакс, 1 фотокопировальное устройство, 1 сканер и 1 кофе-машина в расчете на офис.

2. Кондиционируемая площадь включает все помещения внутри теплоизоляционного покрытия. В настоящей таблице эта площадь рассчитывается с учетом наружных размеров здания.

При уменьшении полезной площади помещений на служащего из табл. П.2 следует, что удельное энергопотребление офисной аппаратурой возрастает во столько же раз, во сколько происходит уменьшение площади. А удельные теплопоступления от источников света практически останутся неизменными, поскольку они определяются нормой освещенности, приходящейся на м² площади пола помещения, и не зависят от количества работников в этом помещении. Тогда при заявленной ранее минимальной норме заполнения помещений офиса из расчета 8 м² полезной площади на человека удельное годовое потребление электрической энергии на освещение и пользование электрическими приборами и оборудованием составит : $q_{E,год} = 9 \cdot 20/8 + 11 = 33,5$ кВт·ч/м². Такое значение и включено в дополнительной колонке к гармонизируемой нами табл. П.1 как для 2-й категории офисов с заполняемостью 8 м²/человека, а указанная в таблице 20 м²/человека принята как для 1-й категории офиса.

Далее для установления удельной величины внутренних теплопоступлений надо объединить теплопоступления от людей, пользования электроприборами, офисным оборудованием и от освещения, причем удельное годовое потребление энергии необходимо преобразовать в часовое за рабочее время в отопительном периоде, поскольку внутренние теплопоступления не одинаковы в зимнее и летнее время из-за разной длительности светового дня. Принимая увеличение теплопоступлений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, получаем повышающий коэффициент на величину $q_{E,год}$ для соответственно 1-й и 2-й категории офисов $Kq_{E,оф}$:

$$Kq_{E,1оф.от} = (9 + 11 \cdot 1,25)/20 = 1,14 \text{ и } Kq_{E,2оф.от} = (9 \cdot 20/8 + 11 \cdot 1,25)/33,5 = 1,08.$$

Соответственно, в охладительном периоде с учетом длительности его 5 месяцев, понижение теплопоступлений от освещения составляет 35% по отношению к годовому из-за увеличения длительности светового дня, коэффициенты на величину $q_{E,год}$ будут:

$$Kq_{E,1оф.ох} = (9 + 11 \cdot 0,65)/20 = 0,81 \text{ и } Kq_{E,2оф.ох} = (9 \cdot 20/8 + 11 \cdot 0,65)/33,5 = 0,89.$$

Подставив известные величины в формулу (П.3) получим удельные внутренние теплопоступления в течение отопительного периода $q_{вн.от}$, Вт/м², при заданной в таблице полезной площади помещений офиса 20 м² на человека и включенной 8 м² на человека:

$$q_{вн.от.20} = (80/20) \cdot 6/6 + 1,14 \cdot (20 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 13,4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.от.8} = (80/8) \cdot 6/6 + 1,08 \cdot (33,5 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 24,9 \text{ Вт/м}^2.$$

То же для охладительного периода соответственно будет:

$$q_{вн.ох.20} = (80/20) \cdot 6/6 + 0,81 \cdot (20 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 10,7 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.ох.8} = (80/8) \cdot 6/6 + 0,89 \cdot (33,5 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 22,3 \text{ Вт/м}^2.$$

На основании расчетов по последней формуле добавлена еще одна строка 9 в таблицу – «Удельные среднечасовые за рабочее время в отопительном периоде (через дробь – в охладительном периоде) внутренние теплопритоки, включая людей,

электроприборы, освещение (для жилых домов и теплоснабжения от системы ГВС), $q_{вн.от/ох}$, Вт/м²».

б) Определение внутренних теплоснабжений для учебных заведений

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь здания учебного заведения $q_{E.год} = 10$ кВт·ч/м², расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Из табл. G.11 ISO 13790:2008 устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования в 3 раза меньше, чем в офисах, что составит: $q_{E.приб.} = 9/3 = 3$ кВт·ч/м², тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.год} - q_{E.приб.} = 10 - 3 = 7$ кВт·ч/м². Поскольку учебные заведения в июле и августе не работают, доля теплоснабжений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, возрастает на: $25 \cdot (7/10)/(7/12) = 30\%$ по отношению к годовому, тогда повышающий коэффициент на величину $q_{E.год}$ для учебных заведений будет:

$$Kq_{E.уч.от.} = (q_{E.приб.} + 1,3 \cdot q_{E.осв.})/q_{E.год} = (3 + 1,3 \cdot 7)/10 = 1,21.$$

Соответственно, в охлаждающем периоде с учетом длительности его 3 месяца понижение теплоснабжений от освещения составят: $(10 - 7 \cdot 1,3)/3 = 0,3$ по отношению к годовому из-за увеличения длительности светового дня, коэффициенты на величину $q_{E.год}$ будут: $Kq_{E.уч.ох} = (3 + 0,3 \cdot 7)/10 = 0,51$.

Подставив известные из табл. 1 величины в формулу (3), получим удельные внутренние теплоснабжения в течение отопительного $q_{вн.уч.от.}$ и охлаждающего $q_{вн.уч.ох}$ периодов Вт/м²:

$$q_{вн.уч.от.} = (70/10) \cdot 5/5 + 1,21 \cdot (10 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (5 \cdot 305) = \mathbf{14,1 \text{ Вт/м}^2};$$

$$q_{вн.уч.ох} = (70/10) \cdot 5/5 + 0,51 \cdot (10 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (5 \cdot 305) = \mathbf{10,0 \text{ Вт/м}^2}.$$

в) Определение внутренних теплоснабжений для больниц

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь здания больницы 1-й категории с заполнением 20 м² полезной площади помещений на человека $q_{E.год} = 30$ кВт·ч/м², расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Из табл. G.11 ISO 13790:2008 устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования в 1,3 раза больше, чем в офисах, что составит: $q_{E.приб.} = 9 \cdot 1,3 = 12$ кВт·ч/м², тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.год} - q_{E.приб.} = 30 - 12 = 18$ кВт·ч/м². При увеличении плотности заполнения больницы людьми до 10 м² полезной площади помещений на человека электропотребление увеличится до: $q_{E.приб.} = 18$ кВт·ч/м², $q_{E.осв.} = 22$ кВт·ч/м² и $q_{E.год} = 18 + 22 = 40$ кВт·ч/м² в год.

Принимая увеличение теплоснабжений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, а в охлаждающий период, длящийся 5 месяцев, уменьшение на 35%, а также время использования метаболического притока, как и рабочее время использования помещений в день 16 часов в средние сутки месяца, получим следующие значения повышающих и понижающих коэффициент на величину $q_{E.год}$ для больниц 1-й и 2-й категорий и по формуле (П.3) удельные внутренние теплоснабжения в течение отопительного и охлаждающего периодов:

$$Kq_{E.1бол.от.} = (12 + 18 \cdot 1,25)/30 = 1,15 \text{ и } Kq_{E.2бол.от.} = (9 \cdot 20/10 + 22 \cdot 1,25)/40 = 1,14.$$

$$Kq_{E.1бол.ох} = (12 + 18 \cdot 0,65)/30 = 0,79 \text{ и } Kq_{E.2бол.ох} = (9 \cdot 20/10 + 22 \cdot 0,65)/40 = 0,81$$

$$q_{вн.от.1бол} = (80/20) \cdot 16/16 + 1,15 \cdot (30 \cdot 0,7) \cdot 10^3 / (16 \cdot 365) = \mathbf{8,1 \text{ Вт/м}^2};$$

$$q_{вн.от.2бол} = (80/10) \cdot 16/16 + 1,14 \cdot (40 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (16 \cdot 365) = \mathbf{14,2 \text{ Вт/м}^2}.$$

$$q_{вн.ох.1бол} = (80/20) \cdot 16/16 + 0,79 \cdot (30 \cdot 0,7) \cdot 10^3 / (16 \cdot 365) = \mathbf{6,8 \text{ Вт/м}^2};$$

$$q_{вн.ох.2бол} = (80/10) \cdot 16/16 + 0,81 \cdot (40 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (16 \cdot 365) = \mathbf{12,4 \text{ Вт/м}^2}.$$

г) Определение внутренних теплоснабжений для поликлиник

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь здания поликлиники $q_{E.год} =$

25 кВт·ч/м², расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Из табл. G.11 ISO 13790:2008 устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования такая же, как в офисах, что составит: $q_{E.приб.} = 9$ кВт·ч/м², тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.} - q_{E.приб.} = 25 - 9 = 16$ кВт·ч/м².

Принимая увеличение теплоступлений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, а в охладительный период, длящийся 5 месяцев, уменьшение на 35%, а также время использования метаболического притока, как и в рабочее время использования помещений в день 9 часов в средние сутки месяца, получим следующие значения повышающих и понижающих коэффициентов на величину $q_{E.год}$ для поликлиники и по формуле (П.3) удельные внутренние теплоступления в течение отопительного и охладительного периодов:

$$Kq_{E.пол.от.} = (q_{E.приб.} + 1,25 \cdot q_{E.осв.}) / q_{E.год} = (9 + 16 \cdot 1,25) / 25 = 1,16.$$

$$Kq_{E.пол.ох} = (9 + 16 \cdot 0,65) / 25 = 0,78.$$

$$q_{вн.пол.от.} = (80/10) \cdot 9/9 + 1,16 \cdot (25 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (9 \cdot 365) = 15,1 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.пол.ох} = (80/10) \cdot 9/9 + 0,78 \cdot (25 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (9 \cdot 365) = 12,7 \text{ Вт/м}^2.$$

д) Определение внутренних теплоступлений для предприятий общественного питания

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь здания предприятия общественного питания $q_{E.год} = 30$ кВт·ч/м², расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Из табл. G.11 ISO 13790:2008 устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования такая же, как в офисах, что составит: $q_{E.приб.} = 9$ кВт·ч/м², тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.год} - q_{E.приб.} = 30 - 9 = 21$ кВт·ч/м².

Принимая увеличение теплоступлений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, а в охладительный период, длящийся 5 месяцев, уменьшение на 35%, а также время использования метаболического притока $\tau_{мет} = 3$ часа в сутки при рабочем времени использования помещений в день $\tau = 10$ часов, получим следующие значения повышающих и понижающих коэффициентов на величину $q_{E.год}$ для предприятий общественного питания и по формуле (П.3) удельные внутренние теплоступления в течение отопительного и охладительного периодов:

$$Kq_{E.нут.от.} = (q_{E.приб.} + 1,25 \cdot q_{E.осв.}) / q_{E.год} = (9 + 21 \cdot 1,25) / 30 = 1,18.$$

$$Kq_{E.нут.ох} = (9 + 21 \cdot 0,65) / 30 = 0,76.$$

$$q_{вн.нут.от.} = (100/5) \cdot 3/10 + 1,18 \cdot (30 \cdot 0,7) \cdot 10^3 / (10 \cdot 365) = 12,8 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.нут.ох} = (100/5) \cdot 3/10 + 0,76 \cdot (30 \cdot 0,7) \cdot 10^3 / (10 \cdot 365) = 10,4 \text{ Вт/м}^2.$$

е) Определение внутренних теплоступлений для предприятий торговли

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь предприятий торговли $q_{E.год} = 30$ кВт·ч/м², расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Из табл. G.11 ISO 13790:2008 устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования такая же, как в офисах, что составит: $q_{E.приб.} = 9$ кВт·ч/м², тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.год} - q_{E.приб.} = 30 - 9 = 21$ кВт·ч/м².

Принимая увеличение теплоступлений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, а в охладительный период, длящийся 5 месяцев, уменьшение на 35%, а также время использования метаболического притока $\tau_{мет} = 4$ часа в сутки при рабочем времени использования помещений в средний день месяца $\tau = 12$ часов, получим следующие значения повышающих и понижающих коэффициентов на величину $q_{E.год}$ для предприятий торговли и по формуле (П.3) удельные внутренние теплоступления в течение отопительного и охладительного периодов:

$$Kq_{E.торг.от.} = (q_{E.приб.} + 1,25 \cdot q_{E.осв.})/q_{E.год} = (9 + 21 \cdot 1,25)/30 = 1,18.$$

$$Kq_{E.торг.ох} = (9 + 21 \cdot 0,65)/30 = 0,76.$$

$$q_{вн.торг.от.} = (90/10) \cdot 4/12 + 1,18 \cdot (30 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (12 \cdot 365) = 9,5 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.торг.ох} = (90/10) \cdot 4/12 + 0,76 \cdot (30 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (12 \cdot 365) = 7,2 \text{ Вт/м}^2.$$

ж) Определение внутренних теплоступлений для спортивных сооружений

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь спортивного сооружения $q_{E.год} = 10 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Из табл. G.11 ISO 13790:2008 устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования такая же, как в учебных заведениях, что составит: $q_{E.приб.} = 3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.год} - q_{E.приб.} = 10 - 3 = 7 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$.

Принимая увеличение теплоступлений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, а в охладительный период, длящийся 5 месяцев, уменьшение на 35%, а также время использования метаболического притока $\tau_{мет} = 6$ часов в сутки при рабочем времени использования помещений в средний день месяца $\tau = 10$ часов, получим следующие значения повышающих и понижающих коэффициентов на величину $q_{E.год}$ для спортивных сооружений и по формуле (П.3) удельные внутренние теплоступления в течение отопительного и охладительного периодов:

$$Kq_{E.спорт.от.} = (q_{E.приб.} + 1,25 \cdot q_{E.осв.})/q_{E.год} = (3 + 7 \cdot 1,25)/10 = 1,18.$$

$$Kq_{E.спорт.ох} = (3 + 7 \cdot 0,65)/10 = 0,76.$$

$$q_{вн.спорт.от.} = (100/20) \cdot 6/10 + 1,18 \cdot (10 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (10 \cdot 365) = 5,9 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.спорт.ох} = (100/20) \cdot 6/10 + 0,76 \cdot (10 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (10 \cdot 365) = 4,9 \text{ Вт/м}^2.$$

и) Определение внутренних теплоступлений для зрелищных учреждений

Из 7-й строки табл. П.1 находим удельное годовое потребление электрической энергии на общую кондиционируемую (полезную) площадь зрелищного учреждения $q_{E.год} = 20 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, расходуемое на освещение и используемые в этих помещениях электроприборы и электрооборудование. Устанавливаем, что средняя величина потока теплоты от действующих приборов и оборудования составит: $q_{E.приб.} = 6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, тогда на освещение останется: $q_{E.осв.} = q_{E.год} - q_{E.приб.} = 20 - 6 = 14 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$.

Принимая увеличение теплоступлений от освещения в отопительный период, длящийся 7 месяцев, на 25% по отношению к годовому, а в охладительный период, длящийся 5 месяцев, уменьшение на 35%, а также время использования метаболического притока $\tau_{мет} = 3$ часов в сутки при рабочем времени использования помещений в средний день месяца $\tau = 5$ часов, получим следующие значения повышающих и понижающих коэффициентов на величину $q_{E.год}$ для зрелищного учреждения и по формуле (П.3) удельные внутренние теплоступления в течение отопительного и охладительного периодов:

$$Kq_{E.зрел.от.} = (q_{E.приб.} + 1,25 \cdot q_{E.осв.})/q_{E.год} = (6 + 14 \cdot 1,25)/20 = 1,18.$$

$$Kq_{E.зрел.ох} = (6 + 14 \cdot 0,65)/20 = 0,76.$$

$$q_{вн.зрел.от.} = (80/5) \cdot 3/5 + 1,18 \cdot (20 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (5 \cdot 365) = 19,9 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{вн.зрел.ох} = (80/5) \cdot 3/5 + 0,76 \cdot (20 \cdot 0,8) \cdot 10^3 / (5 \cdot 365) = 16,3 \text{ Вт/м}^2.$$

Определение годового расхода холода на охлаждение офисов

В общем виде формула определения расхода холода на охлаждение и вентиляцию здания $Q_{ох.зд.}$, кВт·ч, описана ниже.

$$Q_{ох.зд.} = Q_{вн.ох.п.} + Q_{огр.ох.п.клим.} + Q_{вент.ох.п.клим.} + \Delta Q_{огр.инс.} + Q_{инс.ох.п.} \quad (\text{П.4})$$

где $Q_{вн.ох.п.}$ – внутренние теплоступления от людей, электрических приборов и оборудования, находящихся в кондиционируемых помещениях здания, и от их освещения за условный охладительный период, кВт·ч;

$Q_{огр. \text{ ох.п.клим}}$ – теплопоступления через наружные ограждающие конструкции здания за климатический охлаждающий период, кВт·ч, когда средняя температура наружного воздуха в рабочее время выше расчетной температуры воздуха в помещении;

$Q_{вент. \text{ ох.п.клим}}$ – теплопоступления с приточной вентиляцией за климатический охлаждающий период кВт·ч, когда $t_{н.ср.клим.ох.п.раб} > t_{в.ох}$;

$\Delta Q_{огр. \text{ инс}}$ – дополнительные теплопоступления за счет повышения температуры наружной поверхности ограждений из-за облучения их солнцем, кВт·ч;

$Q_{инс \text{ ох.п.}}$ – теплопоступления от солнечной радиации через светопрозрачные ограждающие конструкции за условный охлаждающий период, кВт·ч.

а) уточнение метеорологических параметров периода охлаждения

Поскольку, как показано в формуле (П.1), после установления удельной величины внутренних теплопоступлений в зависимости от плотности заполнения кондиционируемых помещений людьми, для определения годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию необходимо знать теплотехнические и геометрические параметры объекта исследования, в качестве примера возьмем 4-х этажный офис полезной площадью $A_{пол} = 1243 \text{ м}^2$. Количество работников $m = 1243/10 = 124$ человек (заполнение 10 м^2 полезной площади на 1 работника), строящегося в Московском регионе, с теплозащитой в 2-х вариантах: с базовым уровнем сопротивления теплопередаче наружных ограждений (по табл. 3 СП 50.13330) и соответствующем требованиям 1-го этапа повышения энергетической эффективности зданий (на 15% превышающем базовый уровень, за исключением окон, где сопротивление теплопередаче принято по величинам, достигнутым промышленностью). Подробный расчет выполнен в Приложении Н.

Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{огр. \text{ сум}} = 2146 \text{ м}^2$; в том числе: площадь стен – 1072 м^2 (приведенное сопротивление теплопередаче – $2,68/3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, в числителе для дома с базовым сопротивлением теплопередаче наружных ограждений, в знаменателе – соответствующая 15% превышению базового уровня), площадь окон – 235 м^2 ($0,54/0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), площадь покрытия – 415 м^2 ($3,58/4,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), площадь цокольного перекрытия – 415 м^2 ($3,03/3,48 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$); площадь наружных дверей – 9 м^2 ($R_{дв}^p = 0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$). Отапливаемый объем здания $V_{от} = 5900 \text{ м}^3$; Компактность здания $A_{огр. \text{ сум}} / V_{от} = 0,36$; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – $0,18$. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания $K_{тр. \text{ np}} = 0,514/0,407 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

Находим температуру начала/окончания условного охлаждающего периода из формулы (П.2) для 2-х вариантов теплозащиты здания: базовой, характеризуемой приведенным трансмиссионным коэффициентом теплопередачи здания $K_{тр. \text{ баз}}^{\text{np}} = 0,514 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, и повышенной на 15% – $K_{тр. \text{ нов}}^{\text{np}} = 0,407 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, при условии поддержания в помещениях температуры внутреннего воздуха на заданном оптимальном для теплого периода года уровне $t_{в.ох} = 24 \text{ °C}$ и вентиляционного воздухообмена исходя из минимального уровня $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ наружного воздуха на 1 работающего $L_{вент} = 40 \cdot 124 = 4960 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$t_{н.ох. \text{ при } Q_{ох.оф.}=0.} = t_{в.ох} - q_{вн.ох} \cdot A_{пол} / (K_{тр. \text{ np}} \cdot A_{огр. \text{ сум}} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a)$$

$$t_{н.ох. \text{ при } Q_{ох.оф.}=0. \text{ баз.}} = 24 - 19,3 \cdot 1243 / (0,514 \cdot 2146 + 0,28 \cdot 4960 \cdot 1,2 \cdot 1,0) = 15,3 \text{ °C},$$

$$t_{н.ох. \text{ при } Q_{ох.оф.}=0. \text{ нов.}} = 24 - 19,3 \cdot 1243 / (0,407 \cdot 2146 + 0,28 \cdot 4960 \cdot 1,2 \cdot 1,0) = 14,6 \text{ °C},$$

где $q_{вн.ох} = 19,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – внутренние удельные теплопоступления в летний период, интерполированные в табл. П.1 на принятое в примере заполнение офиса исходя из $10 \text{ м}^2/\text{человека}$:

$$q_{вн.ох.оф.10} = (Q_p/A_{пол}) \cdot \tau_{мет}/\tau + Kq_E \cdot (q_{E.зод} \cdot f_E) \cdot 10^3 / (\tau \cdot 365) = (80/10) \cdot 6/6 + 0,877 \cdot (31,3 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 19,3 \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

Длительность $z_{ох.п}$ и средняя температура наружного воздуха условного охлаждающего периода $t_{н.ср.ох.п.раб}$, находятся из графика времени стояния наружных температур для рассматриваемого региона и пересчета показателей средней температуры каждого смежного месяца, в котором есть дни с температурой выше температуры начала/окончания охлаждающего периода, в средние температуры наружного воздуха в

течение рабочего времени по нижеследующей методике.

При определении $z_{ox.n.раб.}$ следует учитывать, что в центральном регионе России среднемесячные температуры наружного воздуха в самые жаркие летние месяцы не превышают 18,7 °С, что свидетельствует о довольно низких ночных температурах, не требующих охлаждения, тем более для офисных зданий это нерабочее время, целесообразно вычислить длительность стояния средних температур наружного воздуха в течение рабочего времени согласно СП 131.13330 Строительная климатология применительно к отопительному периоду: $t_{on.раб} = t_{on} + \Delta t$.

Здесь применительно к охладительному периоду: $t_{on.раб} = t_{н.ср.ox.n.раб.}$ – средняя наружная температура охладительного периода для рабочего времени; $t_{on} = t_{н.ox.n}$ – средняя суточная наружная температура охладительного периода для данного региона; Δt – разность между значениями средней температуры охладительного периода для суток в целом и для части суток. Она зависит от длительности рабочего времени объекта в пределах суток и средней амплитуды суточных колебаний (отклонение от среднесуточного значения) температуры наружного воздуха, $A_{тн}$, °С, принимаемая по имеющимся климатическим данным согласно СП 131.13330 в зависимости от района строительства. В частном случае при начале рабочего дня в 9.00 и окончании 18.00: $\Delta t = 0,72 \cdot A_{тн}$.

Тогда, средняя температура наружного воздуха в летние и примыкающие к ним месяцы в рабочее время, используя климатические данные г. Москва о среднесуточной температуре наружного воздуха каждого месяца и принятой $t_{н.ox.} = 15$ °С, будет:

апрель $6,4 + 0,72 \cdot 5,4 = 10,3$ °С;
май $13,0 + 0,72 \cdot 9,6 = 19,9$ °С;
июнь $16,9 + 0,72 \cdot 9,6 = 23,8$ °С;
июль $18,7 + 0,72 \cdot 9,6 = 25,6$ °С;
август $16,8 + 0,72 \cdot 9,6 = 23,7$ °С;
сентябрь $11,1 + 0,72 \cdot 9,6 = 18,0$ °С;
октябрь $5,2 + 0,72 \cdot 5,4 = 9,1$ °С.

Апрель и октябрь – это месяцы отопительного периода, и в них средняя амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха составляет $A_{тн} = 5,4$ °С, тогда как для охладительного периода $A_{тн} = 9,6$ °С.

Результаты сложения – это средние температуры наружного воздуха в рабочее время в середине месяца; 1 мая и 30 сентября средняя температура, соответственно, будет: $(19,9 + 10,3)/2 = 15,1$ °С и $(18,0 + 9,1)/2 = 13,6$ °С, а 15 °С будет 25 сентября. Тогда средняя температура с 1 по 25 сентября будет: $(18 \cdot 30 - (15 + 13,6)/2 \cdot 5)/25 = 18,74$. Очевидно, что в климатический охладительный период по числу дней со средней температурой наружного воздуха в рабочее время выше 15 °С, когда внутренние теплопоступления будут превышать теплопотери, вошли $z_{ox.n} = 148$ дня с 1 мая по 25 сентября. Средняя наружная температура этого охладительного периода для рабочего времени находится как среднеарифметическое значение:

$$t_{н.ср.ox.n.раб.} = [31 \cdot 19,9 + 30 \cdot 23,8 + 31 \cdot 25,6 + 31 \cdot 23,7 + 25 \cdot 18,74] / 148 = 22,5 \text{ °С.}$$

б) определение внутренних теплопоступлений за охладительный период

При определении потребности в охлаждении внутренние теплопоступления за условный охладительный период $Q_{вн.ox.n.}$, кВт·ч, принимают с учетом того, что при температурах наружного воздуха ниже расчетной внутренней температуры $t_{в.ox} = 24$ °С они будут частично компенсировать теплопотери через наружные ограждения. Поэтому, они должны быть снижены пропорционально отношению разности внутренней температуры и средней наружной за охладительный период $t_{н.ср.ox.n.раб.}$ к разности $(t_{в.ox} - t_{н.ox. при Q_{ox.оф.}=0})$:

$$Q_{вн.ox.n} = q_{вн.ox.оф} \cdot A_{пол} \cdot z_{ox.n} \cdot \tau \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (t_{в.ox} - t_{н.ср.ox.n.раб}) / (t_{в.ox} - t_{н.ox. при Q_{ox.оф.}=0})] \text{ П.5}$$
$$Q_{вн.ox.n} = 19,3 \cdot 1243 \cdot 148 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (24 - 22,5) / (24 - 15)] = 17 \, 750 \text{ кВт·ч.}$$

где $q_{вн.ox.оф}$ – удельная величина внутренних теплопоступлений за охладительный период, Вт/м², из формулы (П.1 и П.3), находится интерполяцией из табл. П.1;

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

$z_{ox.n}$ – длительность охладительного периода, $z_{ox.n} = 148$ суток;
 τ – рабочее время использования помещений в сутки (среднемесячное), для офиса $\tau = 6$ ч, находится из табл. П.1;
 $t_{в.ox}, t_{н.ox}$ – то же, что в формуле (П.2);
 $t_{н.ср.ox.n.раб}$ – средняя температура наружного воздуха рабочего времени суток за охладительный период, $t_{н.ср.ox.n.раб} = 22,5$ °С.

в) определение величин внешних теплопоступлений за охладительный период

Это теплопоступления в период стояния температур наружного воздуха выше расчетной внутренней температуры $t_{в.ox} = 24$ °С через наружные ограждения и с наружным приточным воздухом. В число дней, в которые будут иметь место эти теплопоступления, помимо всех 31 дня июля войдут 12 дней июня со средней наружной температурой в рабочее время $t_{н.ср.раб.июнь} = 24,35$ °С и 10 дней августа с $t_{н.ср.раб.авг} = 24,3$ °С, всего длительность климатического охладительного периода будет $z_{клим.ox.n} = 53$ дня.

Поэтому, градусо-сутки климатического охладительного периода $ГСОхП_{клим}$, °С·сут, в течение которого температура наружного воздуха рабочего времени суток превышает расчетную температуру воздуха в помещении, определяют по формуле (П.6):

$$ГСОхП_{клим} = \sum (t_{н.ср.клим.ox.n.раб} - t_{в.ox}) \cdot z_{клим.ox.n}, \quad (П.6)$$

где $t_{н.ср.клим.ox.n.раб}$ – средняя температура наружного воздуха рабочего времени суток, превышающая расчетную температуру воздуха в помещении, за каждый календарный месяц охладительного периода;

$t_{в.ox}$ – расчетная внутренняя температура воздуха в периоде охлаждения, °С;

$z_{клим.ox.n}$ – количество суток в каждый месяц охладительного периода, когда $(t_{н.ср.клим.ox.n.раб} - t_{в.ox}) > 0$, сут.

$$ГСОхП_{клим} = (24,35 - 24) \cdot 12 + (25,6 - 24) \cdot 31 + (24,3 - 24) \cdot 10 = 57 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Но при определении теплопоступлений от превышения $t_{н.ср.клим.ox.n.раб} > t_{в.ox}$ следует иметь ввиду, что из этих суток принимаются только рабочее время использования помещения в день (среднемесячное), обозначенное в табл. П.1 символом « τ ».

Теплопоступления через наружные ограждающие конструкции здания за климатический охладительный период $Q_{огр.ox.n.}$, кВт·ч, определяют по формуле (П.7) для 2-х вариантов теплозащиты здания: базовый, характеризуемый приведенным трансмиссионным коэффициентом теплопередачи здания $K_{тр.баз}^{np} = 0,514$ Вт/(м²·°С), и повышенный на 15% – $K_{тр.пов}^{np} = 0,407$ Вт/(м²·°С).

$$Q_{огр.ox.} = K_{тр.}^{np} \cdot A_{огр.сум} \cdot ГСОхП_{клим.} \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (П.7)$$

$$Q_{огр.баз.ox.} = 0,514 \cdot 2147 \cdot 57 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 377 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$Q_{огр.пов.ox.} = 0,407 \cdot 2147 \cdot 57 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 299 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $K_{тр.}^{np}$, $A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (П.1),

$ГСОхП_{клим.}$ – то же, что в формуле (П.6),

τ – то же, что в формуле (П.5).

Теплопоступления с приточной вентиляцией, связанные с тем, что температура наружного воздуха выше расчетной температуры воздуха в помещении, за климатический охладительный период $Q_{вент.ox.n}^{2од}$, кВт·ч, определяют по формуле (П.8):

$$Q_{вент.ox.} = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot ГСОхП_{клим.} \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (П.8)$$

$$Q_{вент.ox.} = 0,28 \cdot 4960 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 57 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 570 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $L_{вент}$, ρ_v , c_a , – то же, что в формуле (П.1),

$ГСОхП_{клим.}$ – то же, что в формуле (П.6),

τ – то же, что в формуле (П.5).

Итого внутренние теплопоступления и внешние через наружные ограждения и с приточным воздухом в периоды превышения температуры наружного воздуха над расчетной внутренней составят: $Q_{вн.ox.n} + Q_{огр.ox.} + Q_{вент.ox.n}$ или

при базовом варианте теплозащиты: $17750 + 377 + 570 = 18120$ кВт·ч,

при повышенном варианте теплозащиты: $17750 + 299 + 570 = 18040$ кВт·ч.

Разница составляет: $(18120-18040) \cdot 100/18120 = 0,44 \%$ и еще без теплоступлений от солнечной радиации, это подтверждает, что повышение энергоэффективности зданий, несмотря на высказывания некоторых специалистов, нисколько не влияет на затраты для его охлаждения.

Теплоступления от солнечной радиации через светопрозрачные ограждающие конструкции за охлаждающий период $Q_{инс.ох.п.}$, кВт·ч, которые условно устраняются локальными системами охлаждения, для всех фасадов зданий, ориентированных по разным направлениям, определяют по формуле (П.9):

$$Q_{инс.ох.п.} = (\sum \eta_{ок,i} \cdot \tau_{ок,i} \cdot k_{ок,i} \cdot A_{ок,i} \cdot I_i + \sum \eta_{ф,i} \cdot \tau_{ф,i} \cdot k_{ф,i} \cdot A_{ф,i} \cdot I_{гор}) \cdot z_{раб} / z_{ох.п.} \quad (П.9)$$

где $\tau_{ок}$, $\tau_{ф}$, $k_{ок}$, $k_{ф}$ – то же, что в формуле (19) раздела 8 настоящего документа;

$A_{ок,i}$, $A_{ф,i}$, I_i , $I_{гор}$ – то же, что в формуле (19); I_i , $I_{гор}$ принимают по СП 131.13330;

η – коэффициент относительного проникания солнечной радиации через солнцезащитные устройства; при отсутствии данных допускается принимать по таблице П.3.

$z_{раб}$ – число рабочих дней в условном охлаждающем периоде, сут, принимается, что теплоступления от солнечной радиации, имеющие место и в нерабочее время рабочих суток также компенсируются энергией на охлаждение.

$z_{ох.п.}$ – то же, что в формуле (П.5);

При месячном расчете интенсивность суммарной солнечной радиации принимают для каждого месяца поочередно.

Примечание – Интенсивность солнечной радиации, падающей на мансардные окна и световые фонари, расположенные под углом к горизонту, следует рассчитывать в зависимости от угла наклона пропорционально между интенсивностью на горизонтальную и соответствующую вертикальную поверхности.

Таблица П.3 – Коэффициент относительного проникания радиации через солнцезащитные устройства

Солнцезащитные устройства	Коэффициент относительного проникания радиации через солнцезащитные устройства η
<i>Наружные устройства</i>	
Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
Штора или маркиза из темной ткани	0,20
Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<i>Межстекольные (непрветриваемые)</i>	
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
Штора из светлой ткани	0,25
Штора из темной ткани	0,40
<i>Внутренние устройства</i>	
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
Штора из светлой ткани	0,40
Штора из темной ткани	0,60
Примечания	
1 Коэффициенты даны дробью: в числителе – для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, в знаменателе – под углом 90°.	
2 Значения коэффициентов относительного проникания радиации межстекольных солнцезащитных устройств с прветриваемым межстекольным пространством принимают в 2 раза меньше.	

Дополнительные теплоступления за счет повышения температуры наружной поверхности ограждений из-за облучения их солнцем.

Это эквивалентное действию солнечной радиации среднее за сутки повышение температуры наружной поверхности ограждения $\Delta t_{д}$, °С, находится в [6] по следующей формуле (П.10):

$$\Delta t_d = p \cdot q_{инс} / a_n \quad (\text{П.10})$$

где p – коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения, зависит от материала конструкции ограждения из табл.1.1 в [6], например, для рубероида покрытия $p = 0,88$; для керамогранита стен $p = 0,65$; для стекла $p = 0,04$;

$q_{инс}$ – интенсивность падающей на ограждения солнечной радиации среднесуточная при действительных условиях облачности за три летних месяца $q_{инс}$, Вт/м², принимается по климатическим данным региона строительства Суммарная солнечная радиация за июнь-август составляет: на горизонтальную поверхность $173+163+132 = 468$ кВт·ч/м², на вертикальную северной ориентации $42+42+35 = 119$ кВт·ч/м², на вертикальную восточной/западной ориентации $86+82+68 = 236$ кВт·ч/м², на вертикальную южной ориентации $81+80+81 = 242$. А средняя за $(30+31+31) \cdot 24 = 2208$ часов летнего периода, соответственно: $468 \cdot 10^3 / 2208 = 212$ Вт/м², 54, 107 и 110 Вт/м²;

a_n – коэффициент теплообмена на наружной поверхности ограждения, Вт/(м²·°С), в летний период, определяемый по формуле из СП 50.13330:

$$a_n = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot v^{0,5}) = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot 1^{0,5}) = 17,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)},$$

где v – минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, принимаемая по СП 131.13330, но не менее 1 м/с.

Решение приведенного выше уравнения (П.10) показывает, что среднесуточное повышение температуры на внешней поверхности покрытия здания за летний период составляет: $\Delta t_{д.покp.} = p \cdot q_{инс} / a_n = 0,88 \cdot 212 / 17,4 = 10,7^\circ\text{C}$;

$$\text{то же стен северной ориентации: } \Delta t_{д.ст.сев.} = 0,65 \cdot 54 / 17,4 = 2,0^\circ\text{C};$$

$$\text{то же стен ориентации восток/запад: } \Delta t_{д.ст.в/з.} = 0,65 \cdot 107 / 17,4 = 4,0^\circ\text{C};$$

$$\text{то же стен южной ориентации: } \Delta t_{д.ст.юг.} = 0,65 \cdot 110 / 17,4 = 4,1^\circ\text{C};$$

$$\text{то же окон северной ориентации: } \Delta t_{д.ок.сев.} = 0,04 \cdot 54 / 17,4 = 0,12^\circ\text{C};$$

$$\text{то же окон ориентации восток/запад: } \Delta t_{д.ок.в/з.} = 0,04 \cdot 107 / 17,4 = 0,24^\circ\text{C};$$

$$\text{то же окон южной ориентации: } \Delta t_{д.ок.юг.} = 0,04 \cdot 110 / 17,4 = 0,25^\circ\text{C}.$$

Очевидно, что дополнительными теплопоступлениями через окна из-за облучения их солнцем за малостью повышения температуры можно пренебречь, а через покрытие площадью $A_{покp} = 415$ м² (приведенное сопротивление теплопередаче $R_{покp}^p = 4,12$ м²·°С/Вт) и стены ($R_{ст.}^p = 3,08$ м²·°С/Вт), ориентированные на север и юг площадью по 402 м², восток и запад – 134 м², составят с учетом рабочего времени использования в день (см. табл. П.1) $\tau = 6$ ч:

$$\Delta Q_{покp} = \Delta t_{д.покp.} \cdot (A_{покp} / R_{покp}^p) \cdot (30+31+31) \cdot \tau / 10^3 = 10,7 \cdot (415/4,12) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 595 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\Delta Q_{ст.сев.} = 2,0 \cdot (402/3,08) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 144 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\Delta Q_{ст.в/з.} = 4,0 \cdot (134/3,08) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 96 \cdot 2 = 192 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\Delta Q_{ст.юг.} = 4,1 \cdot (402/3,08) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 295 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Всего дополнительные теплопоступления от инсоляции через покрытие и стены:

$$\Delta Q_{покp+ст.} = 595 + 144 + 192 + 295 = 1226 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Итого все теплопоступления в охлаждаемый период, за исключением солнечной радиации, поступающей непосредственно через светопрозрачные проемы, составят:

$$Q_{ох.п.без инс.} = 17750 + 377 + 570 + 1226 = 19350 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Количество теплопритоков с солнечной радиацией за охлаждаемый период $Q_{инс.ох.п.}$, кВт·ч, поступающих через светопрозрачные проемы для всех фасадов зданий, ориентированных по разным направлениям, следует определять с использованием климатических данных региона. Для конкретно принятого примера с площадью оконных проемов, ориентированных на север – 80 м², восток – 35 м², юг – 85 м², запад – 35 м², и средней интенсивностью солнечной радиации при действительных условиях облачности, характерной для московского региона из табл. В.13 Приложения В, за май-сентябрь плюс 13 дней апреля и 7 дней октября, соответственно $183+17$, $359+27$, $391+39$ и $359+27$ кВт·ч/м², количество теплопоступлений с солнечной радиацией с учетом $z_{раб} = 123$ рабочих дней (при 5-ти дневной рабочей неделе) в $173^{*})$ днях теплого периода года и

применения окон с эмиссионным покрытием стекла ($\tau_{ок} = 0,8$; $k_{ок} = 0,54$) и без солнцезащитных устройств составит:

$$Q_{инс.ок.n.} = [(183+17) \cdot 80 + (359+27) \cdot 35 + (391+39) \cdot 85 + (359+27) \cdot 35] \cdot 0,8 \cdot 0,54 \cdot 123/173 = 24440 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

*) период учета действия солнечной радиации при определении количества теплопритоков для оценки затрат холода на охлаждение помещений расширен до 173 суток по сравнению с длительностью условного охлаждающего периода при определении внутренних теплопритоков $Z_{ох.n.} = 148$ суток, потому что притоки от солнечной радиации выше внутренних теплопритоков.

Годовые затраты холода на охлаждение помещений здания офиса будут:

$$Q_{ох.n.} = Q_{ох.n.без инс.} + Q_{инс. ох.} = 19350 + 24440 = 43790 \text{ кВт}\cdot\text{ч,}$$

а удельные годовые на м^2 полезной площади помещений ($A_{пол} = 1243 \text{ м}^2$):

$$q_{ох.n.} = 43790 / 1243 = \mathbf{35,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2}.$$

Приведенная методика расчета начала и длительности охлаждающего периода для общественных зданий, справедлива и для жилых домов. С учетом полученных в табл. П.1 удельных величин внутренних теплопоступлений и заданной интенсивности солнечной радиации при действительных условиях облачности, она позволяет оценить годовую потребность в холоде зданий, чтобы определить суммарные удельные годовые затраты энергии на них и установить класс энергетической эффективности здания.

Определение годового расхода холода на охлаждение многоквартирных домов

а) определение удельных внутренних теплопоступлений за охлаждающий период

После уточнения на национальном уровне удельного годового расхода электроэнергии квартирами на искусственное освещение и использования электроприборами и электрооборудованием, исключая расходы энергии на охлаждение и на силовое оборудование, определим удельные внутренние теплопоступления в период машинного охлаждения, отнесенные на 1 м^2 жилой площади при заданной заселенности квартир в 20 и 40 м^2 площади квартир на одного жителя (как уже было сказано, удельные внутренние теплопоступления в отопительный период приняты на национальном уровне согласно [7] и равны, соответственно $q_{вн.жс.от.20} = 17,0 \text{ Вт}/\text{м}^2$ и $q_{вн.жс.от.40} = 11,4 \text{ Вт}/\text{м}^2$).

С учетом перечисленных выше составляющих удельные внутренние теплопоступления в период охлаждения определяются по формуле (3), и поскольку удельный годовой расход электроэнергии квартирами с заселенностью $40 \text{ м}^2/\text{человека}$ на национальном уровне (см. п.12.1) был близок к принятому на европейском (согласно табл. G.12 ISO 13790:2008 и табл. С.1 EN 15603:2008) и оставлен нами на уровне табл. G.12 ($q_{эл.жс.40}^{zod} = 30 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$), а при заселенности $20 \text{ м}^2/\text{человека}$ $q_{эл.жс.20}^{zod} = 43,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ (см. п.12.1).

При расчете внутренних теплопоступлений в период охлаждения сначала с использованием табл. П.4 (в оригинале табл. С.1 EN 15603:2008) установим, что в квартире 80 м^2 , где проживают 2 человека, удельное годовое электропотребление приборами и кухонным оборудованием составляет $17 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Поскольку, согласно табл. П.1 удельное годовое потребление электроэнергии в квартирах составляет $30 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, а по табл. П.4 из них расходуется $17 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ электроприборами и кухонным оборудованием, то остальные $30 - 17 = 13 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ - это электропотребление на освещение.

Таблица П.4 (Табл. С.1 EN 15603:2008, Приложение С) – Годовое удельное потребление электрической энергии электроприборами и оборудованием в жилых домах ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$)

Число комнат	1	2	3	4	5	6
Число жильцов	1	1,5	2	3	4	5
Холодильник	250*	250*	270*	270*	170	170
Морозильная камера	0	0	0	0	200	200
Посудомоечная машина	110	150	210	260	320	330
Духовка	30	40	80	80	80	80

Стиральная машина	70	100	130	200	270	330
Сушилка	130	200	260	390	525	660
Кухонная плита	220	240	260	300	340	380
Другое оборудование	130	150	180	220	270	290
Итого в кВт-ч**	940	1130	1390	1720	2175	2440
Площадь пола квартиры	40	60	80	110	140	170
Удельная величина в кВт-ч/м²	24	19	17	16	16	14
* совмещенный с морозильной камерой						
** курсивом посчитано мной, в оригинале: 690 880 1120 1450 2005 2270						

В охлажденном периоде с учетом длительности его 5 месяцев, понижение теплоступлений от освещения по аналогии с расчетом для офисов составляет 35% по отношению к годовому из-за увеличения длительности светового дня, и соответственно по аналогии с расчетом офиса находим значения понижающих коэффициентов Kq_E :

$Kq_{E.ж40.ох} = (17+13\cdot 0,65)/30 = 0,85$ и $Kq_{E.ж20.ох} = (17\cdot 40/20+13\cdot 0,65)/43,5 = 0,98$. Подставив в формулу (П.3) эти коэффициенты и известные величины из табл. П.1 получим удельные внутренние теплоступления в течение периода охлаждения для МКД с плотностью заселения 40 и 20 м² общей площади квартир на человека:

$$q_{вн. ж.ох.40} = [(70/40)\cdot 12/24 + 0,85\cdot (30\cdot 1,0)\cdot 10^3/(24\cdot 365)] / 0,55 + 1,9 = \mathbf{8,8 \text{ Вт/м}^2},$$

$$q_{вн. ж.ох.20} = [(70/20)\cdot 12/24 + 0,98\cdot (43,5\cdot 1,0)\cdot 10^3/(24\cdot 365)] / 0,55 + 2,5 = \mathbf{14,5 \text{ Вт/м}^2}.$$

Запишем эти показатели под дробью в табл. П.1, строка 9, колонки МКД категория I и II.

б) уточнение метеорологических параметров охлаждающего периода

После установления удельной величины внутренних теплоступлений в зависимости от плотности заселения квартир [8], для определения годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию необходимо знать теплотехнические и геометрические параметры объекта исследования на примере двух квартир, ориентированных на юг для условий г. Москвы: с 20 м² общей площади квартир на человека ($A_{кв-1} = 60 \text{ м}^2$; $A_{ж-1} = 33 \text{ м}^2$; $A_{ф-1} = 27 \text{ м}^2$; $A_{ок-1} = 9,3 \text{ м}^2$) и 40 м²/чел. ($A_{кв-2} = 120 \text{ м}^2$; $A_{ж-2} = 66 \text{ м}^2$; $A_{ф-2} = 54 \text{ м}^2$; $A_{ок-2} = 16,5 \text{ м}^2$). Приведенное сопротивление теплопередаче стен одинаковое для обеих квартир $R_{ст} = 3,6 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$, окон $R_{ок} = 0,8 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$. Нормативный воздухообмен в 1-ой квартире исходя из 30 м³/ч на человека: $30\cdot 3 = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$, второй – из 0,35 обмена в час от объема помещений квартиры: $0,35\cdot 120\cdot 2,7 = 113,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ (из 30 м³/ч на человека оказалось меньше – 90 м³/ч).

Удельные теплотери через наружные ограждения и с вентиляционным воздухообменом, отнесенные к 1°С, $q_{огр+вент}$, Вт/°С, из решения части формулы (П.1) составят:

$$q_{огр+вент} = K_{тр}\cdot A_{огр.сум} + 0,28\cdot L_{вент}\cdot \rho_v\cdot c_a;$$

$$q_{(огр+вент) ж20} = (27-9,3)/3,6+9,3/0,8+0,28\cdot 90\cdot 1,2\cdot 1,0 = 46,8 \text{ Вт/°C} \quad (A_{огр.сум} - \text{сокращается});$$

$$q_{(огр+вент) ж40} = (54-16,5)/3,6+16,5/0,8+0,28\cdot 113,4\cdot 1,2\cdot 1,0 = 69,15 \text{ Вт/°C}.$$

Как и в предыдущем примере общественного здания, так и для жилого дома температура наружного воздуха начала/окончания охлаждающего периода соответствует такой величине $t_{н.ох. при Q_{ох.ж.}=0}$, при которой теплотери через наружные ограждения вместе с нагревом наружного воздуха для вентиляции до внутренней расчетной температуры для охлаждающего периода $t_{в.ох.}$ будут равны внутренним теплоступлениям этого периода. В соответствии с формулой (П.2) эта температура будет равна:

$$t_{н.ох. при Q_{ох.ж.}=0} = t_{в.ох.} - q_{вн.ох.}\cdot A_{ж} / (K_{тр.нр}\cdot A_{огр.сум} + 0,28\cdot L_{вент}\cdot \rho_v\cdot c_a)$$

$$t_{н.ох. при Q_{ох.ж.}=0 при 20} = 24 - 14,5\cdot 0,55\cdot 60/46,8 = 24 - 10,2 = 13,8\text{°C};$$

$$t_{н.ох. при Q_{ох.ж.}=0 при 40} = 24 - 8,8\cdot 0,55\cdot 120/69,15 = 24 - 8,4 = 15,6\text{°C}.$$

Поскольку доля внутренних теплоступлений по отношению к теплотерям при заселенности в 20 м²/человека выше, чем при заселенности в 40 м²/человека ($10,2 > 8,4$), начало охлаждающего периода наступает раньше в домах с более плотной заселенностью. Но с другой стороны такие дома муниципальные, а с меньшей плотностью заселения, как правило, дома коммерческие, располагающими большими инвестициями

для реализации кондиционирования воздуха в таких домах. Поэтому длительность охладительного периода будем оценивать для домов с заселенностью в 40 м²/человека, начинающегося с наружной температуры $t_{н.ох. при Q_{ох.ж}=0} = 15$ °С.

Как сказано выше, в центральном регионе России, где расположен г. Москва, среднемесячные температуры наружного воздуха в самые жаркие летние месяцы не превышают 18,7 °С, что свидетельствует о довольно низких ночных температурах, не требующих охлаждения, целесообразно, как и при расчете офисных зданий, вычислять длительность стояния средних температур наружного воздуха в течение дневного времени стояния наиболее высоких температур наружного воздуха, соответствующих и максимальным значениям солнечной радиации с 8.00 до 17.00. Тогда из предыдущего примера расчета офисного здания можно принять следующие метеорологические параметры: условный охладительный период по числу дней со средней температурой наружного воздуха в рабочее время выше 15 °С, когда внутренние теплопоступления будут превышать теплотери, вошли $z_{ох.н} = 148$ дня с 1 мая по 25 сентября. Средняя наружная температура этого охладительного периода для рабочего времени находится как среднеарифметическое значение:

$$t_{н.ср.ох.н.} = [31 \cdot 19,9 + 30 \cdot 23,8 + 31 \cdot 25,6 + 31 \cdot 23,7 + 25 \cdot 18,74] / 148 = 22,5 \text{ °С.}$$

в) определение величин внутренних теплопоступлений за охладительный период

При определении потребности в охлаждении внутренние теплопоступления за условный охладительный период $Q_{вн.ох.н.}$, кВт·ч, принимают с учетом того, что при температурах наружного воздуха ниже расчетной внутренней температуры $t_{в.ох} = 24$ °С они будут частично компенсировать теплотери через наружные ограждения. Поэтому, они должны быть снижены пропорционально отношению разности внутренней температуры и средней наружной за охладительный период $t_{н.ср.ох.н.раб.}$ к разности $(t_{в.ох} - t_{н.ох. при Q_{ох.ж}=0})$ – по аналогии с расчетом для офиса это будет формула (П.4а):

$$Q_{вн.ох.н.} = q_{вн.ох.ж} \cdot A_{ж} \cdot z_{ох.н} \cdot \tau \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (t_{в.ох} - t_{н.ср.ох.н.раб.}) / (t_{в.ох} - t_{н.ох. при Q_{ох.ж}=0})] \quad (\text{П.4а})$$

$$Q_{вн.ох.н.} = 8,8 \cdot 0,55 \cdot 120 \cdot 148 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (24 - 22,5) / (24 - 15)] = 645 \text{ кВт·ч.}$$

где $q_{вн.ох.ж}$ – удельная величина внутренних теплопоступлений за охладительный период, Вт/м², из формулы (П.1 и П.3);

$A_{ж}$ – жилая площадь квартир, м²;

$z_{ох.н}$ – длительность условного охладительного периода, $z_{ох.н} = 148$ суток;

τ – то же, что в формуле (П.3), но сохраняя период стояние повышенной дневной температуры, как и для офисов 9 часов, однако для МКД без выходных, $\tau = 9$ ч.;

$t_{в.ох}$, $t_{н.ох. при Q_{ох.ж}=0}$ – то же, что в формуле (П.2);

$t_{н.ср.ох.н.раб.}$ – средняя температура наружного воздуха рабочего времени суток за охладительный период, $t_{н.ср.ох.н.раб.} = 22,5$ °С.

в) определение величин внешних теплопоступлений за охладительный период

$Q_{вн.ох.н.} = 645$ кВт·ч – это величина бытовых (внутренних) теплопоступлений, компенсируемая системой охлаждения в течение условного охладительного периода $z_{ох.н} = 148$ суток. Но есть еще теплопоступления в период стояния температур наружного воздуха выше расчетной внутренней температуры $t_{в.ох} = 24$ °С через наружные ограждения и с наружным приточным воздухом. В число дней, в которые будут иметь место эти теплопоступления, помимо всех 31 дня июля войдут 12 дней июня со средней температурой в рабочее время $t_{н.ср.раб.июнь} = 24,35$ °С и 10 дней августа с $t_{н.ср.раб.авг} = 24,3$ °С, всего длительность климатического охладительного периода будет $z_{клим.ох.н.} = 53$ дня. Поэтому, градусо-сутки климатического охладительного периода будут по ф-ле (П.5):

$$ГСОХП_{клим.} = (24,35 - 24) \cdot 12 + (25,6 - 24) \cdot 31 + (24,3 - 24) \cdot 10 = 57 \text{ °С·сут.}$$

Но при определении теплопоступлений от превышения $t_{н.ср.клим.ох.н.раб.} > t_{в.ох}$ следует иметь ввиду, что из этих суток принимаются только рабочее время использования помещения в день (среднемесячное), обозначенное в табл. П.1 символом «t».

Теплопоступления через наружные ограждающие конструкции здания за климатический охлаждающий период $Q_{огр. \text{ ох.н.клим}}$, кВт·ч, определяют по формуле (П.6) для повышенного варианта теплозащиты здания, характеризуемый приведенным трансмиссионным коэффициентом теплопередачи квартиры типового рядового этажа:

$$K_{тр.пов.}^{np} = [(54-16,5)/3,6+16,5/0,8]/54 = 0,575 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}).$$

$$Q_{огр. \text{ ох.н.клим}} = K_{тр.}^{np} \cdot A_{огр.сум} \cdot \text{ГСОхП}_{\text{клим}} \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (\text{П.6})$$

$$Q_{огр.пов.ох.н.клим} = 0,575 \cdot 54 \cdot 57 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 15,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $K_{тр.}^{np}$, $A_{огр.сум}$ – то же, что в формуле (П.1),

$\text{ГСОхП}_{\text{клим}}$ – то же, что в формуле (П.5),

τ – то же, что в формуле (П.4), но для жилых зданий $\tau = 9$ ч.

Теплопоступления с приточной вентиляцией, связанные с тем, что температура наружного воздуха выше расчетной температуры воздуха в помещении, за климатический охлаждающий период $Q_{вент. \text{ ох.н.клим}}$, кВт·ч, определяют по формуле (П.7):

$$Q_{вент. \text{ ох.н.клим}} = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot \text{ГСОхП}_{\text{клим}} \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (\text{П.7})$$

$$Q_{вент. \text{ ох.н.клим}} = 0,28 \cdot 113,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 57 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 19,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $L_{вент}$, ρ_v , c_a – то же, что в формуле (П.1),

$\text{ГСОхП}_{\text{клим}}$ – то же, что в формуле (П.5),

τ – то же, что в формуле (П.4), но для жилых зданий $\tau = 9$ ч.

Итого внутренние теплопоступления и внешние через наружные ограждения и с приточным воздухом в периоды превышения температуры наружного воздуха над расчетной внутренней составят: $Q_{вн.ох.н} + Q_{огр.ох.н.клим} + Q_{вент. \text{ ох.н. клим}}$ или $645+15,9+19,5 = 680$ кВт·ч.

Дополнительные теплопоступления за счет повышения температуры наружной поверхности ограждений из-за облучения их солнцем. По аналогии с расчетами офисного здания и с учетом рекомендаций в [6] среднесуточное повышение температуры на внешней поверхности стен квартиры за летний период составляет: южной ориентации $\Delta t_{\text{д.ст.юг}} = 4,1^\circ\text{С}$; ориентации восток/запад $\Delta t_{\text{д.ст.в/з}} = 4,0^\circ\text{С}$; северной ориентации $\Delta t_{\text{д.ст.сев.}} = 2,0^\circ\text{С}$. Дополнительными теплопоступлениями через окна из-за облучения их солнцем за малостью повышения температуры можно пренебречь. Тогда, дополнительные теплопоступления при меридиональном и широтном расположении здания будут:

$$\Delta Q_{\text{ст.}(в+з)/2} = 4,0 \cdot (54-16,5)/3,6 \cdot 92 \cdot 9/10^3 = 34,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$\Delta Q_{\text{ст.}(юг+сев.)/2} = (4,1+2,0)/2 \cdot (54-16,5)/3,6 \cdot 92 \cdot 9/10^3 = 26,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Теплопоступления от солнечной радиации, поступающие через светопрозрачные проемы для всех фасадов здания, $Q_{инс.ох.н.}$, кВт·ч, ориентированных по разным направлениям, следует определять по формуле (19) раздела 8 настоящего документа при средней интенсивности солнечной радиации и действительных условиях облачности, характерной для московского региона из табл. В.13 Приложения В, за май-сентябрь плюс 13 дней апреля и 7 дней октября (всего 173 дня), и применения окон с эмиссионным покрытием стекла ($\tau_{ок} = 0,8$; $k_{ок} = 0,54$) и без солнцезащитных устройств по аналогии с офисными зданиями, соответственно при меридиональном и широтном расположении здания составит:

$$Q_{инс.ж.ох.н.}(в+з)/2} = (359+27) \cdot 16,5 \cdot 0,8 \cdot 0,54 = 2750 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

$$Q_{инс.ж.ох.н.}(юг+сев.)/2} = [(391+39) + (183+17)]/2 \cdot 16,5 \cdot 0,8 \cdot 0,54 = 2245 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Годовые затраты холода на охлаждение помещений квартир, ориентированных на восток и запад и юг и север, приведенные к затратам на одну квартиру:

$$Q_{ж.ох.н.}(в+з)/2} = Q_{ох.н.без инс.} + \Delta Q_{\text{ст}} + Q_{инс.ох.н.} = 680 + 34,5 + 2750 = 3465 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$Q_{ж.ох.н.}(юг+сев.)/2} = Q_{ох.н.без инс.} + \Delta Q_{\text{ст}} + Q_{инс.ох.н.} = 680 + 26,3 + 2245 = 2950 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

а удельные годовые на м^2 площади квартир ($A_{кв} = 120 \text{ м}^2$) соответственно будут:

$$q_{ох.н.}(в+з)/2} = 3465 / 120 = 28,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

$$q_{ох.н.}(юг+сев.)/2} = 2950 / 120 = 24,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2.$$

Выводы. Для более полной оценки энергоэффективности зданий предложена методика с примерами расчета годовых затрат холода на охлаждение помещений жилых и общественных зданий при использовании рекомендованного в ISO 13790:2008(E) «метода

квазистационарного состояния, который позволяет в расчетах энергопотребления зданием за длительный период (обычно, месяц или сезон) учесть динамические эффекты за счет выведенного эмпирическим путем показателя использования притоков или потерь». В наших расчетах из-за отсутствия достаточного практического опыта этот коэффициент пока принят равным 1, и есть основания полагать, что рассчитанная по данной методике величина удельного годового расхода холода будет максимальной, поскольку ее уточнение с использованием динамических характеристик только понизит её значение. Применение данной методики стало возможным после уточнения в [1] величин внутренних теплопоступлений для зданий различного назначения в части разделения их для отопительного периода и периода охлаждения.

Подтверждено, в частности для условий г. Москвы, что удельные годовые затраты холода в летний период на охлаждение помещений квартир, отнесенные на м² площади квартир МКД широтной ориентации ($q_{ох.н.(юг+сев.)/2} = 24,6$ кВт·ч/м²), значительно меньше аналогичных затрат на охлаждение помещений офисов такой же ориентации ($q_{ох.н.оф.} = 35,2$ кВт·ч/м²), что послужило причиной более широкого применения в жилых зданиях при эксплуатации квартирных рециркуляционных воздухоохладителей, а в зданиях общественного назначения на стадии проектирования – прямооточных систем кондиционирования воздуха.

Литература

1. Ливчак В.И. Роль градусо-суток охладительного периода при расчете потребности жилых домов в охлаждении. «Энергосбережение» №7-2015г.
2. Ливчак В.И. Исходные данные для расчета годового теплопотребления зданий в России. «АВОК» №5-2015.
3. Ливчак В.И. Сравнение российских и американских нормативов. Таблица минимальных норм воздухообмена из ASHRAE 62.1–2016, гармонизированная к российским условиям. «АВОК» № 6-2020.
4. Ливчак В.И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами. «АВОК» №1-2014.
5. Стандарт СТО НОП 2.1-2014 «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания». М. 2014 г.
6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. Изд. «Высшая школа». М. 1970.
7. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Приняты и введены в действие с 1 октября 2003 г. постановлением Госстроя России от 26.06.2003 г. № 113.
8. Ливчак В.И. Нормирование показателей годового электропотребления жилыми зданиями, в том числе на общедомовые нужды. «АВОК» № 6-2015.

Предложения по ведению отчетности показателей, включенных в Госдоклад 2019 МЭР в табл. Г.8 Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ

Как сейчас перед субъектами РФ устанавливаются ежегодные планы ввода жилья по метражу площади квартир многоквартирных домов с соответствующими требованиями по их энергетической эффективности, так в соответствии с Комплексным планом мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации от 19 апреля 2018 года, на который есть ссылка в Госдокладе, следует устанавливать такие же планы выполнения комплексного капитального ремонта МКД существующего жилищного фонда в части снижения потребления тепловой энергии на отопление в соответствии с провозглашенными целевыми показателями, как показали приведенные выше расчеты, с площадью квартир на 1/3 превышающую площадь вводимого жилья. Для контроля за реализацией этих решений субъекты РФ должны представлять следующие 2 таблицы, на основании которых будет наполняться искомая таблица Г.8 - Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ.

Таблица 1. Характеристика построенных в отчетном году МКД и показатели потребляемых ими удельных годовых расходов энергетических ресурсов региона с $ГСОП_{норм} = \dots\dots$ градусо-суток отопительного периода.

№№	Адрес МКД	серия дома	этажность	к-во квартир	к-во жителей	площадь квартир м ²	площадь жилая, м ²	% оснащ. водосчетч.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Q _{от.расч.} , кВт		q _{быт. уд.}	g _{вент.уд.}	q _{от.норм.} ,	q _{от.} , кВт*ч/м ² кварт		q _{гв.факт.} ,	q _{эл.факт.} ,	q _{сум.конеч.}
проект ОВ	проект ЭЭ	Вт/м ² _{жил}	м ³ /(ч*чел)	кВт*ч/м ² кварт	проект	факт.ноп	кВт*ч/м ²	кВт*ч/м ²	кВт*ч/м ²
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Таблица 2 Характеристика капитально отремонтированных в отчетном году МКД и показатели потребляемых ими удельных годовых расходов энергетических ресурсов региона с $ГСОП_{норм} = \dots\dots$ градусо-суток отопительного периода

№№	Адрес МКД и год их строительства	Серия дома	этажность	к-во квартир	к-во жителей	площадь квартир м ²	площадь жилая, м ²	% оснащ. водосчетч.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Q _{от.расч.} , кВт		q _{быт. уд.}	g _{вент.уд.}	q _{от.норм.} ,	q _{от.факт.ноп.} , кВт*ч/м ² кварт		q _{гв.факт.} ,	q _{эл.факт.} ,	q _{сум.конеч.}
проект ОВ	проект ЭЭ	Вт/м ² _{жил}	м ³ /(ч*чел)	кВт*ч/м ² кварт	до капрем.	после капрем.	кВт*ч/м ²	кВт*ч/м ²	кВт*ч/м ²
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Пояснения к таблицам:

Q_{от.расч.} – расчетный расход тепловой энергии на отопление (тепловая нагрузка) при t_{н.р.} = ... °С из из разделов проекта ОВ (отопление и вентиляция) и ЭЭ (энергоэффективность), кВт;

q_{быт.уд.} – принятая в проекте ОВ удельная на м² жилой площади величина бытовых теплопоступлений в квартирах, Вт/м² жилой площади (показатель контроля проекта);

g_{вент.уд.} – принятая в проекте ОВ удельная на человека величина расхода наружного воздуха для вентиляции квартир, м³/(ч*чел), показатель контроля проекта;

q_{от.норм.} – нормируемый в зависимости от ГСОП_{норм} региона строительства и этажности МКД, а также требований повышения энергетической эффективности федеральных органов власти, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД, кВт*ч/м² площади квартир без летних помещений, принимается из табл.7 [1];

q_{от.пр} – удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию построенного в отчетном году МКД, кВт*ч/м² площади квартир, принимается из Энергетического паспорта проекта, или

рассчитывается по стандарту СТО НОП 2.01-2014 (колонка 15), в колонке 16 (при возможности выполнения измерения за период не менее 3 месяцев) $Q_{от.факт.ноп.}$ – фактически измеренный за период не менее 3 месяцев (исключая последний месяц отопительного периода), пересчитанный на нормализованный отопительный период по уравнению в [1] в зависимости от принятого графика авторегулирования подачи теплоты в систему отопления;

$Q_{от.факт.ноп.}$ (в таблице капитально отремонтированных МКД за отчетный год) – фактически измеренный за период не менее 3 месяцев (исключая последний месяц отопительного периода) и пересчитанный на нормализованный отопительный период по уравнению в [1] удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД до выполнения капремонта (колонка 15) и после (колонка 16), кВт*ч/м² площади квартир;

$Q_{гв.факт.}$ – удельный фактически измеренный за отчетный год годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение МКД (при измерении за неполный год пересчитывается по стандарту СТО НОП 2.01-2014, при невозможности измерения – $Q_{гв.пр.}$, включается нормируемая величина, указанная в примечаниях к табл.7 в [1] с пересчетом на фактическую оснащенность дома квартирными водосчетчиками: $Q_{гв.пр.} = Q_{гв.норм.} \cdot (1 - 0,4 \cdot m_{уст}/m_{кв})$, где $m_{уст}$ – количество квартир с установленными водосчетчиками; $m_{кв}$ – количество квартир в доме), кВт*ч/м² площади квартир;

$Q_{эл.факт.}$ – удельный фактически измеренный за отчетный год годовой расход электрической энергии, потребляемой квартирами и на общедомовые нужды МКД (при измерении за неполный год пересчитывается по стандарту СТО НОП 2.01-2014, при невозможности измерения – $Q_{эл.пр.}$, включается нормируемая величина, указанная в примечаниях к табл.7 в [1]), кВт*ч/м² площади квартир;

$Q_{сум.конеч.}$ – удельный суммарный расход конечной энергии, потребляемой МКД и получаемой суммированием перечисленных в колонках 16, 17 и 18 значений (для электрической энергии с умножением на коэффициент пересчета электрического кВт*ч в тепловой, равный 2, если отсутствуют такие сведения в регионе), при наличии измерений за фактический период измерений с пересчетом на удельный годовой расход – $Q_{сум.конеч.факт.}$, при отсутствии возможности измерить – по проектным данным $Q_{сум.конеч.пр.}$, кВт*ч/м² площади квартир.

В результате для каждого МКД можно оценить существующий запас тепловой мощности запроектированной системы отопления по соотношению расчетного расхода теплоты на отопление из проекта ОВ и из проекта энергоэффективности; установить причину этих расхождений по отклонению принятых в проекте ОВ удельных показателей бытовых теплопоступлений и вентиляционного воздухообмена в квартирах; сопоставить между собой проектный и фактически измеренный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию построенного МКД и каково их отклонение от нормируемого значения; также для капитально отремонтированного МКД оценить отклонение достигнутого такого же расхода от нормируемого и количественную экономию тепловой энергии по разности теплопотребления на отопление до и после выполнения капремонта; сопоставить фактическое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение и электрической энергии в квартирах и на общедомовые нужды с нормируемыми значениями, как и по потреблению конечной энергии.

Просуммировав площади квартир всех домов, представленных в каждой таблице, получим площадь квартир всех домов в количестве пронумерованных строк, законченных новым строительством и комплексным капитальным ремонтом в отчетном году каждым субъектом РФ. При осреднении показателей энергопотребления МКД, вынужденно принятых из проекта, необходимо полученные результаты в каждой строке в колонках 15, 17, 18 и 19 табл.1 и в колонке 14 обеих таблиц отдельно умножить на площадь квартир из колонки 7, сложить по всем строкам отдельно для каждой колонки и полученную сумму разделить на сумму площадей квартир домов в каждой таблице.

Для получения итоговых результатов осреднения при измерении показателей энергопотребления следует, как указывалось выше, исключить из перечня МКД те дома, которые имеют отклонения в теплопотреблении на отопление (колонка 16) от нормируемых значений (колонка 14) ниже 20% и выше 50%. Далее, по каждой таблице необходимо полученные результаты в каждой оставленной строке в колонках 16, 17, 18 и 19, а также в колонке 15 табл. 2, отдельно умножить на площадь квартир из колонки 7, сложить по всем строкам отдельно для каждой колонки и полученную сумму разделить на

сумму площадей квартир домов, оставленных в каждой таблице.

В результате получим средние удельные годовые расходы энергетических ресурсов, потребляемых МКД субъекта РФ отдельно по каждому направлению и суммарно по показателю потребления конечной энергии, которые записываются в итоговой строке таблиц в колонках 14, 15, 16, 17, 18 и 19, которые переносятся в сводную таблицу Г 8 из Госдоклада. Ниже в тех двух таблицах пишется фраза, что осреднение выполнено по показателям такого-то количества зданий с площадью квартир (приводится сумма всех оставшихся в перечне домов) из такого-то количества зданий с такой-то площадью квартир (приводятся все здания из первоначального перечня с их площадью квартир).

Если понадобится установить, насколько в существующем жилищном фонде увеличится теплоснабжение после ввода жилья в МКД в отчетном году, следует показатели колонок 16 и 17 в итоговой табл. 1 сложить и умножить на площадь квартир всех вводимых домов. А если надо узнать, насколько уменьшится теплоснабжение в существующем жилищном фонде после выполнения комплексного капитального ремонта в отчетном году, следует разность показателей колонок 16 и 15 табл. 2 сложить с разностью показателей расхода тепловой энергии на горячее водоснабжения до и после капремонта и умножить на площадь квартир всех капитально отремонтированных в этом году МКД. Тогда таблица Г. 8 должна иметь следующую форму.

Таблица Г.8 – Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ вг.

	ГСОП, градусо-сутки отопительного периода	Суммарная площадь квартир всех МКД	Средние удельные годовые расходы энергетических ресурсов, потребляемых МКД, кВт*ч/м ²					Количество жителей в МКД, по которым выполн. измерен.	Расход воды (горячая и холодная), м ³ на 1 жителя
			нормируемое тепловое энергетическое на отопление	тепловой энергии на отопление фактическое	тепловой энергии на горячее водоснабжение	электрической энергии в квартирах и на общедомовые нужды	конечной суммарной энергии		
I. МКД, законченных строительством в отчетном году									
II. МКД, в которых закончен комплексный капитальный ремонт									

Примечание. Добавление в ведомость учета отпуска тепловой энергии параметров контроля за режимом теплоснабжения. Для возможности анализа энергоэффективности используемого ресурса типовые ведомости посуточного, в течение каждого месяца, учета отпуска тепловой энергии, измеренной в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) и центральном (ЦТП) (табл. 1), необходимо дополнить информацией о температуре наружного воздуха, исключенной еще в советское время. Это позволит, сопоставляя фактический (измеренный теплосчетчиком) расход теплоты на отопление с требуемым (для текущей температуры наружного воздуха), судить о правильности отопления каждого дома, а по завышению температуры в обратном трубопроводе против графика – о перегреве здания.

Ведомость учета отпуска тепловой энергии в АУУ составляется отдельно на отопление и ГВС, поскольку от ЦТП теплоноситель на эти системы поступает по отдельным трубопроводам и на вводе в здание устанавливаются отдельные приборы учета теплоты на отопление и на горячее водоснабжение.

Отметим, что вместо колонок 5 и 6 (табл. 1) приводится отклонение показаний по отношению к максимальному значению (табл. 2, колонка 8), что позволяет сразу сравнивать реальное отклонение с допустимой погрешностью измерения приборами.

Правда, дублирование измерения расхода теплоносителя на обратном трубопроводе в АУУ и ИТП выполняется в исключительных случаях. Это актуально для ЦТП, когда от него трубопроводы к домам прокладываются в подземных каналах, а

возможно, и бесканально. В АУУ и ИТП после узла учета трубопроводы прокладываются в помещениях открыто, с возможностью визуального осмотра, и для учета теплотребления достаточно измерения расхода теплоносителя только по одному трубопроводу. Тогда колонки 7 и 8 (табл. 2), и 4 и 5 (табл. 3) будут свободны.

Таблица 1 Условное изображение ведомости:

Ведомость учета отпуска тепловой энергии в водяной системе теплоснабжения (ЦТП, ИТП)

за период с «___» _____ 20__ г. по «___» _____ 20__ г.
 Адрес _____
 Номер абонента _____ Тип теплосчетчика _____
 Наименьший расход теплоносителя $G_{\min} =$ _____ т/ч Номер теплосчетчика _____
 Наибольший расход теплоносителя $G_{\max} =$ _____ т/ч

Дата	Тепловая энергия по показаниям теплосчетчика за сутки, $Q_{\text{н}}$, Гкал	Масса теплоносителя за сутки, M , т (м^3)					Температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$, средневзвешенная			Давление теплоносителя, МПа		Время, ч	
		Подающий трубопровод M_1	Обратный трубопровод M_2	$+\Delta M$	$-\Delta M$	Трубопровод подпитки M_n	Подающий трубопровод t_1	Обратный трубопровод t_2	Разность температур $D_t = t_1 - t_2$	Подающий	Обратный	$T_{\text{раб}}$	$T_{\text{н/р}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
.....													
Итого за неделю													
.....													
Итого за неделю													
Итого за месяц													
$T_{\text{оп}} = T_{\text{раб}} + T_{\text{макс}} + T_{\text{мин}} + T_{\Delta t} + T_{\text{ош}}$ Время расчетного периода T , ч Время работы теплосчетчика $T_{\text{оп}} = \text{___} + \text{___} + \text{___} + \text{___} + \text{___}$													
$Q = Q_{\text{н}} + Q_{\text{макс}} + Q_{\text{мин}} + Q_{\Delta t} + Q_{\text{ош}} + Q_{\text{ут}}$ Потребленная тепловая энергия Q , Гкал $Q = \text{___} + \text{___} + \text{___} + \text{___} + \text{___} + \text{___}$													
Показания интеграторов							На 24.00 последнего дня предыдущего периода	На 24.00 последнего дня данного периода	Результат за период				
Тепловая энергия, Гкал													
Масса в подающем трубопроводе, т													
Масса в обратном трубопроводе, т													
Масса (объем) в трубопроводе подпитки, т													
Время нормальной работы $T_{\text{раб}}$, ч													
Время неработы $T_{\text{макс}} + T_{\text{мин}} + T_{\Delta t} + T_{\text{ош}}$, ч													

Подпись представителя потребителя _____
 Подпись представителя теплоснабжающей организации _____

Колонка «Трубопровод подпитки» (табл. 1) исключается, поскольку после ЦТП в домах, как правило, не применяется независимого присоединения. В графу «Температура теплоносителя» добавляются расчетные значения в подающем t_{1p} и обратном t_{2p} трубопроводе (табл. 2, колонки 10 и 14), принимаемые из расчетного температурного графика в зависимости от средней за данные сутки температуры наружного воздуха.

Если ранее система отопления подключалась к внутриквартальным сетям через элеватор, то в графу «Температура теплоносителя» добавляются значения температуры в подающем трубопроводе после узла смешения $t_{1\text{оп}}$, т.е. температура теплоносителя, поступающего в систему отопления, и расчетное значение ее после узла смешения $t_{1\text{ор}}$ (табл. 2, колонки 11 и 12).

Кстати, при установке узлов учета на вводе тепловых сетей в дом из расчета

потребленной тепловой энергии в ведомости учета необходимо исключить тепловые потери трубопроводами $Q_{тп}$ от стены дома (границы эксплуатационной ответственности) до узла учета, составляющие ничтожную долю процента от измеряемого теплосчетчиком расхода, собственные измерения которого осуществляются с погрешностью $\pm 4\%$, и, соответственно, покрываются этой погрешностью. Это как раз один из способов перекладывания издержек теплоснабжающей организации на потребителя.

Таблица 2 Ведомость учета отпуска тепловой энергии на отопление в АУУ МКД, подключенного к ЦТП (красным шрифтом добавлено автором)

Дата	Температура наружного воздуха t_v , °C	Тепловая энергия на отопление за сутки, Гкал			Масса теплоносителя за сутки M , т (м ³)			Температура теплоносителя, °C, средневзвешенная				Давление теплоносителя, МПа		Время, ч			
		Измеренная $Q_{ом}$	Расчетная $Q_{ор}$	Отклонение $(Q_{ом} - Q_{ор}) \cdot 100 / Q_{ор}$, %	Подающий трубопровод M_1	Обратный трубопровод M_2	$(M_1 - M_2) \cdot 100 / (24 \cdot G_{max})$, %	Подающ., измеренная $t_{1м}$	Подающ., расчетная $t_{1р}$	Подаваемая в систему отопления измеренная $t_{1он}$	Подаваемая в систему отопления расчетная $t_{1ор}$	Обратная из системы отопления измеренная $t_{2он}$	Обратная из системы отопления расчетная $t_{2ор}$	В подающем трубопроводе	В обратном трубопроводе	$T_{р/об}$	$T_{н/р}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
.....																	

¹ Приводится только «шапка» ведомости, остальное сохраняется как в табл. 1.

Ведомость учета отпуска тепловой энергии в автоматизированном ИТП (табл. 3) по сравнению с типовой ведомостью (табл. 1) меняется в связи с тем, что теплосчетчик на ИТП измеряет суммарный расход тепловой энергии на отопление и ГВС. Поэтому для сопоставления фактически потребленной на отопление тепловой энергии с расчетной за данные сутки в зависимости от t_n необходимо из общего измеренного расхода вычлнить расход на отопление.

Таблица 3 Ведомость учета отпуска тепловой энергии на ИТП

Дата	Тепловая энергия по показаниям теплосчетчика за сутки $Q_{нр}$, Гкал	Масса теплоносителя за сутки M , т (м ³)			Температура теплоносителя, °C, средневзвешенная				Давление теплоносителя, МПа		Время, ч		
		Подающий трубопровод M_1	Обратный трубопровод M_2	$(M_1 - M_2) \cdot 100 / (24 \cdot G_{max})$, %	Трубопровод подпитки M_n	Подающий трубопровод, расчетная $t_{1р}$	Подающий трубопровод, измеренная $t_{1м}$	Обратный трубопровод, измеренная $t_{2м}$	Разность температур $\Delta t = t_{1м} - t_{2м}$	В подающем трубопроводе	В обратном трубопроводе	$T_{р/об}$	$T_{н/р}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
.....													

¹ Приводится только «шапка» ведомости, остальное сохраняется как в табл. 1.

Эти измерения и расчеты следует привести в отдельной ведомости (табл. 4), прилагаемой к ведомости в табл. 3. Для реализации разделения расходов тепловой энергии в теплосчетчик заводятся дополнительные сигналы от водосчетчика, измеряющего расход холодной воды на ГВС ($G_{ГВС}$) перед водонагревателем ГВС, и температуры холодной t_x на входе и горячей t_r воды на выходе из водонагревателя ГВС (средние за сутки). Это составит три дополнительные колонки в приложении к ведомости учета (табл. 4). Четвертая дополнительная колонка «Тепловая энергия на горячее

водоснабжение, $Q_{ГВС}$, Гкал», рассчитывается по формуле:

$$Q_{ГВС} = G_{ГВС} \cdot C \cdot (t_{Г} - t_{Х}) \cdot (1 + k_{ТП}),$$

где $G_{ГВС}$ – измеренный за сутки расход холодной воды, идущей на ГВС, т;

C – теплоемкость воды, равная 1 Гкал/(т·°С);

$k_{ТП}$ – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами системы горячего водоснабжения. Принимается в зависимости от изоляции стояков ГВС: с изолированными стояками 0,2, с неизолированными – 0,3.

Таблица 4 Приложение к ведомости учета отпуска тепловой энергии на ИТП

Дата	Температура наружного воздуха $t_{нв}$, °С	Тепловая энергия на отопление за сутки $Q_{от}$, Гкал		Отклонения измеренного значения к расчетному, % $(Q_{он} - Q_{ор}) \cdot 100 / Q_{ор}$	Температура воды в системе отопления, °С, средневзвешенная				Расход воды на ГВС за сутки по водосчетчику $G_{ГВС}$, Т	Температура, °С, средневзвешенная		Тепловая энергия ГВС за сутки $Q_{ГВС}$, Гкал
		Измеренная $Q_{он}$	Расчетная $Q_{ор}$		В подающем трубопроводе измеренная $t_{1он}$	В подающем трубопроводе расчетная $t_{1ор}$	В обратном трубопроводе измеренная $t_{2он}$	В обратном трубопроводе расчетная $t_{2ор}$		В подающем трубопроводе $t_{ГВС}$	В трубопроводе холодной воды $t_{ХВ}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
.....												

¹ Приводится только «шапка» ведомости, остальное сохраняется как в табл. 1, за исключением формул и показаний интеграторов.

Тогда измеренный расход тепловой энергии на отопление $Q_{он}$ находится по разнице суммарного измеренного теплосчетчиком расхода тепловой энергии $Q_{и}$ за сутки и рассчитанного расхода на ГВС $Q_{ГВС}$ и заносится в качестве колонки 3 табл. 4 «Измеренно-вычисленный расход тепловой энергии на отопление, $Q_{он}$, Гкал». Предыдущие колонки 1, 2 и последующие 4 и 5 такие же, как и в ведомости учета (табл. 2, колонки 1, 2 и 4, 5).

Дополнительно вводятся для осуществления анализа работы регулятора отопления и режима работы системы отопления колонки, в которых приводятся результаты среднесуточного измерения температур воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления $t_{1о}$ и $t_{2о}$, а также, по аналогии с ведомостью учета по табл. 2, – «Расчетная в подающем трубопроводе, $t_{1ор}$ » и «Расчетная в обратном трубопроводе, $t_{2ор}$ », принимаемые из расчетного температурного графика в зависимости от средней за данные сутки температуры наружного воздуха.

Основная ведомость (табл. 3) повторяет табл. 1, за исключением изменений, связанных с введением контроля за соответствием температуры теплоносителя, поступающего из тепловой сети, графику центрального регулирования в зависимости от среднесуточной температуры наружного воздуха – значения этих температур из графика в графе «Температура теплоносителя», в колонке рядом с «Подающий трубопровод, t_1 », – «Расчетная в подающем трубопроводе, $t_{1р}$ ». Вместо колонок 5 и 6 (табл. 1) приводится одна колонка 5 (табл. 3) – отклонение показаний по отношению к максимальному значению; колонка «Трубопровод подпитки» сохраняется.

Приложение С. (справочное)

Обоснование величин, нормируемых базового и требуемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий для разных регионов России

Методические основы введения в стране требований энергетической эффективности к зданиям впервые сформулированы в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» в разделах 5.12 и 5.13, где в качестве показателя энергетической эффективности был принят «удельный (на 1 м² отапливаемой площади пола квартир или

полезной площади помещений общественного назначения [или на 1 м³ их объема] расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период. Нормируемые значения этого расхода для различных типов жилых и общественных зданий при подключении их к системам централизованного теплоснабжения в зависимости от этажности и назначения здания приводятся там же в таблицах 8 и 9 в размерности кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)].

Постановлением Правительства РФ от 25 января 2011г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» устанавливаются требования снижения «нормируемых показателей суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, включая расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (отдельной строкой), а также удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды (п.7 Правил), по отношению к базовому уровню этих требований по состоянию на дату вступления в силу устанавливаемых требований энергетической эффективности и определения темпов последующего изменения показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности» (п.14 Правил).

За нормируемый базовый уровень, относительно которого повышаются требования энергоэффективности, приняты табл. 8 и 9 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» – действующего нормативного документа в 2007 году, так как с момента его утверждения на федеральном уровне не было иных документов, предусматривающих повышение энергоэффективности строящихся и капитально ремонтируемых зданий, с пересчетом размерности показателей теплопотребления с кДж на Вт·ч – принятой в приказе Минэнерго РФ от 8 декабря 2011 г. N 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 ГОСТе 31427–2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности». Пересчет теплопотребления на отопление с кДж на Вт·ч нужен еще и для необходимости суммирования его по требованиям ППРФ № 18 с расходами тепловой энергии на горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды, которые измеряются в кВт·ч. Нормы водопотребления приняты по СП 30.13330.2012, климатические данные – по СП 124.13330.2011.

Для возможности охвата нормированием энергопотребления строящихся и эксплуатируемых зданий всех регионов России принято устанавливать показатели теплозащиты и энергоэффективности относительно величины градусо-суток нормализованного отопительного периода (ГСОП) – это характеристика суровости зимы в регионе строительства и рассчитывается как произведение разности расчетной внутренней ($t_{в}$) и средней наружной за отопительный период ($t_{н.ср.оп}$) температур воздуха в градусах Цельсия (°С) на длительность отопительного периода ($z_{ом}$) в сутках:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{н.ср.оп}) \cdot z_{ом}.$$

Продолжительность нормализованного отопительного периода для жилых зданий, согласно СП 124.13330 и СП 131.13330, соответствует периоду, начинающемуся после наступления устойчивой (в течение 5-ти суток) температуры воздуха равной и меньше +8°С и заканчивающегося после повышения средней за 5 суток температуры выше тех же +8°С; средняя температура наружного воздуха за отопительный период – это среднеарифметическое значение средних за каждые сутки температур этого периода.

При этом многие ошибочно полагали, что для установления базового или нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление в каком-то регионе надо табличные значения из СНиП 23-02-2003 умножать на ГСОП этого региона – так было приведено и в таблице 1 приказа Минстроя России от 06.06.2016 № 399 для всех возможных регионов страны с ГСОП от 2000 до 10000 с интервалом в 2000 °С·сут. Но это

не было ошибкой СНиП, потому что в нем не предполагалось определять нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление, отнесенный к $\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут.}$, а в п. 5.12 рекомендовалось расчетный удельный расход, определенный в $\text{кДж/м}^2 [\text{Вт} \cdot \text{ч/м}^2]$, делить на ГСОП региона строительства, и после этого сравнивать с нормируемым (базовым). Необходимость пересчета возникла позже, из-за нормирования по суммарному теплотреблению на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электропотреблению на общедомовые нужды, чего в СНиП 23-02-2003 не требовалось.

Но табличные значения умножать только на ГСОП региона нельзя, из-за того, что теплотери через наружные ограждения не могут увеличиваться во столько же раз, во сколько растет ГСОП, потому что с повышением ГСОП возрастает и нормируемое сопротивление теплопередаче этих ограждений (см. табл. 4 СНиП 23-02-2003 и табл. 3 СП 50.13330.2012), а также из-за того, что в тепловом балансе здания, наряду с составляющими, зависящими от изменения наружной температуры (теплотери через наружные ограждения и на нагрев воздуха, инфильтрующегося через окна, или для обеспечения вентиляции в отапливаемых помещениях), входят внутренние (бытовые) теплопоступления, удельная величина которых не зависит от разных климатических условий регионов и практически постоянна для всех регионов в диапазоне широт $45\text{--}60^\circ$.

Это означает, что относительные теплотери здания, приведенные к 1°C перепада температур внутреннего и наружного воздуха, будут понижаться с повышением ГСОП (из-за повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждений), а потому при умножении значений, представленных в табл. 9 СНиП 23-02 на ГСОП, надо вводить коэффициент, учитывающий данное обстоятельство, а также изменения в тепловом балансе здания. Для установления значения этого коэффициента проведем расчет базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов при разных ГСОП, задаваясь для условного центрального региона: $\text{ГСОП}_{\text{центр}} = [20 - (-1,2)] \cdot 189 = 4\,000 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$, в сравнении с более суровым северным регионом, например, вблизи г. Якутска: $\text{ГСОП}_{\text{сев}} = [21 - (-19)] \cdot 250 = 10\,000 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$

При этом следует обратить внимание на то, что расчетные (нагрузочные) показатели находятся, используя данные о расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления ($t_{н.р}$), которая приводится в СП 131.13330 как средняя температура самой холодной пятидневки за период наблюдения с 1960 по 2010 гг. с обеспеченностью 0,92. За такой период стояния наружных температур (5 суток) все инерционные и неинерционные составляющие теплотерь через разные наружные ограждения (стены, окна) и на нагрев инфильтрующегося воздуха выравниваются по влиянию на температуру воздуха в помещении, и режим теплообмена рассматривается как стационарный. И даже при колебаниях температуры наружного воздуха, при осуществлении автоматического регулирования подачи теплоты в здание в зависимости от изменения наружной температуры практически без существенной временной задержки происходит ответная реакция на воздействие изменения температуры через малоинерционные ограждения – окна, а через массивные ограждения в виде стен и перекрытий навстречу холодной волне от понижения $t_{н}$ поступает с такой же амплитудой теплая волна от повышения теплоотдачи отопительного прибора, которые нейтрализуют друг друга.

В расчетах норм, действующих на все регионы страны, принято определять нормативные показатели других регионов путем пересчета норм установленных для центрального региона, в зависимости от соотношения расчетных температур внутреннего воздуха отапливаемых помещений здания и наружного воздуха. Проанализируем, насколько нормативные документы повышения теплозащиты и энергоэффективности жилых зданий, разработанные на базе климатических условий центральной России, соответствуют условиям других регионов страны при учете того, что базовые величины сопротивления теплопередаче ограждений увеличиваются с ростом ГСОП, а удельные бытовые теплопоступления практически постоянны для всех регионов.

Расчет базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов при разных ГСОП.

Ориентируясь на соотношение теплового баланса типового многоквартирного 8-ми этажного 4-х секционного жилого дома, построенного в соответствии с требованиями СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» с изменениями на 2000 г. в климатических условиях центрально-европейского региона нашей страны, пересчитаем его показатели базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для регионов северной части страны.

Исходя из рис. С.1 при ГСОП = 4000 °С·сут, t_n^p = минус 20 °С и при рекомендованном в СНиП 23-02-2003 значении коэффициента остекленности фасада здания $f = 18\%$, наблюдается следующее соотношение расчетных теплопотерь:

- относительные теплопотери через стены – 0,215 от суммарных при приведенном сопротивлении теплопередаче стен $R_w = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- относительные теплопотери через пол и покрытие – 0,05;
- относительные теплопотери через окна – 0,265 при их приведенном сопротивлении теплопередаче $R_F = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- относительные теплопотери на нагрев наружного воздуха при расчетном воздухообмене 30 м³/ч на человека и заселенности 20 м² общей площади квартир без летних помещений на человека – 0,47.

Итого составляющие теплопотерь, как и должно быть, в сумме равны единице:

$$\bar{q}_{\text{ТП.МАХ(ГСОП=4000)}} = 0,215 + 0,05 + 0,265 + 0,47 = 1,0. \quad (1)$$

Доля бытовых теплопоступлений при удельной их величине в размере 17 Вт/м² площади жилых комнат (при заселенности 20 м² площади квартир в доме на человека) окажется равной $0,19 \cdot \bar{q}_{\text{ТП.МАХ.4000}}$ (правая часть рис. С.1), а относительный расчетный расход теплоты на отопление: $\bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}} = 1 - 0,19 = 0,81$. Поскольку в дальнейших расчетах годового теплопотребления мы будем принимать долю бытовых теплопоступлений по отношению к этому расходу, то $\bar{q}_{\text{БЫТ}} / \bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}} = 0,19 / 0,81 = 0,235$.

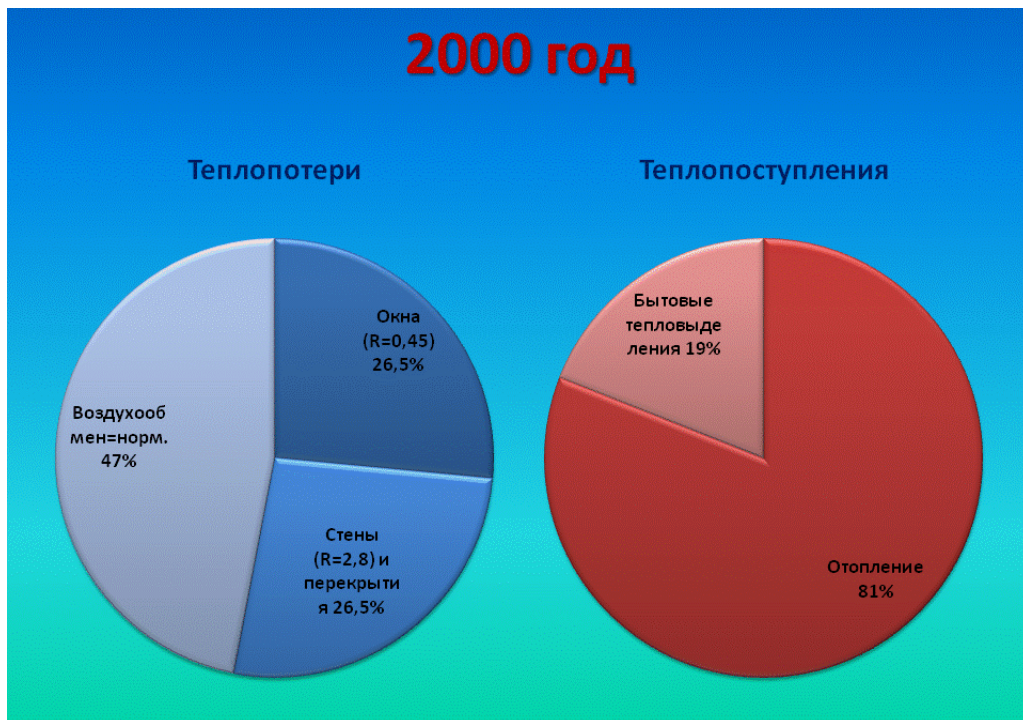


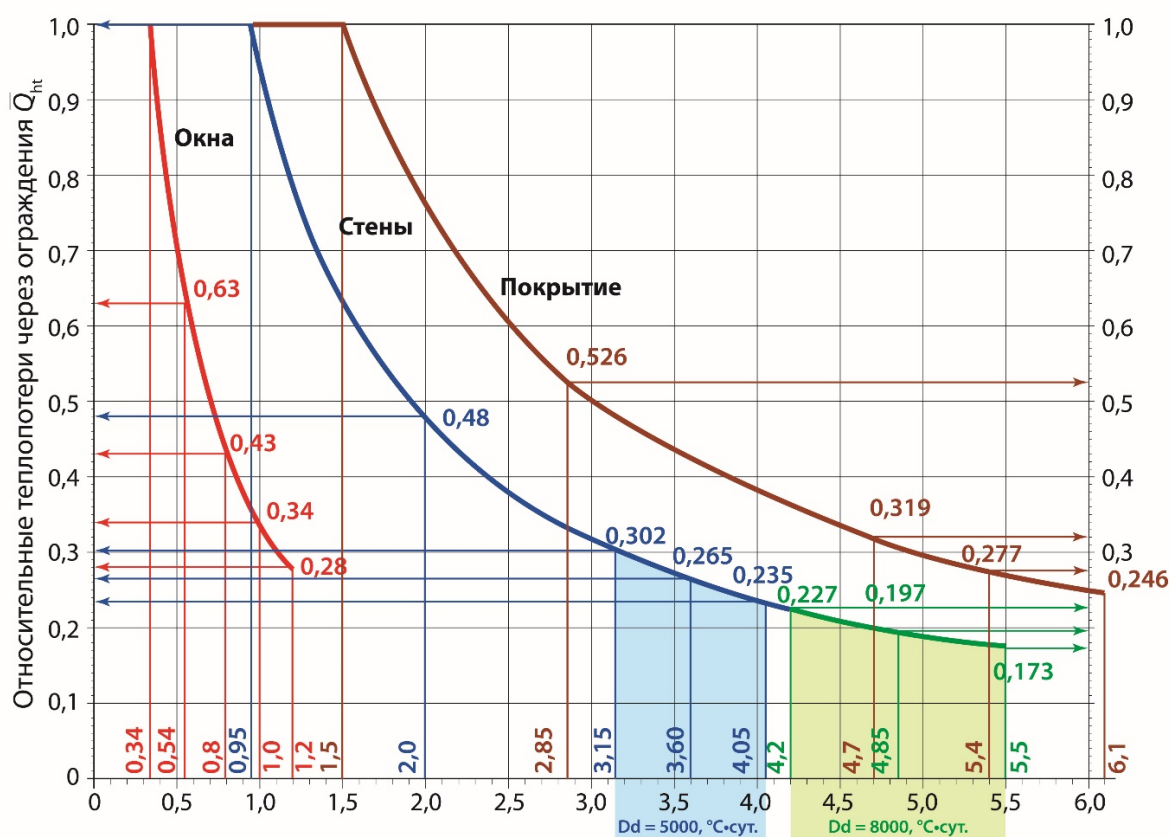
Рис. С.1. Диаграммы теплопотерь и теплопоступлений в многоквартирных домах в 8 этажей, построенных в соответствии со СНиП 23-02-2003 при ГСОП = 4000 °С·сут.

С использованием данных, представленных на рис. С.2, демонстрирующего изменение относительных теплопотерь через каждое наружное ограждение при заданной величине его приведенного сопротивления теплопередаче, пересчитаем для рассматриваемого объекта аналогичные показатели на измененные значения сопротивлений теплопередаче наружных ограждений.

Для МКД, строящегося в центральном регионе, но с сопротивлением теплопередаче наружных ограждений, соответствующим требованиям СП 50.13330 для северного региона с ГСОП_{сев} = 10 000°C·сут, относительные теплопотери стен при увеличении базового сопротивления теплопередаче с $R_w = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ до $R_w = 4,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ снизятся от 0,34 до 0,19 и составят $0,19/0,34 = 0,559$ от предыдущей величины. Относительные теплопотери через окна при увеличении их базового сопротивления теплопередаче с $R_f = 0,45$ до $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ снизятся от 0,79 до 0,48 и составят $0,48/0,79 = 0,608$ от исходной величины. Относительные вентиляционные теплопотери останутся на том же уровне, поскольку воздухообмен при таких условиях не изменился, (изменение теплопотерь оценивается в условиях центрального региона).

Для установления суммарных расчетных относительных теплопотерь аналогичного по геометрическим характеристикам объекта, но расположенного в условиях выбранного северного региона с ГСОП_{сев} = 10 000°C·сут необходимо суммарные расчетные теплопотери дома, находящегося в центральном регионе, но с увеличенным сопротивлением теплопередаче наружных ограждений, разделить на расчетный перепад температур внутреннего и наружного воздуха центрального региона и умножить на соответствующий расчетный перепад температур северного региона с использованием следующего уравнения:

$$\bar{q}_{\text{ТП.МАХ.10000}} = \bar{q}_{\text{ТП.МАХ.4000}} \cdot \left[\bar{q}_{\text{СТ+ПЕР.МАХ}} + \bar{q}_{\text{ОК.МАХ}} + \bar{q}_{\text{ВЕНТ.МАХ}} \right] \cdot \frac{(t_{\text{ВН}} - t_{\text{н.10000}}^{\text{п}})}{(t_{\text{ВН}} - t_{\text{н.4000}}^{\text{п}})} \quad (2)$$



Приведенное сопротивление теплопередаче для стен R_w , покрытия R_c и окон R_f , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Рис. С.2 Изменение относительных теплопотерь через ограждения здания при повышении их теплозащиты (голубая заливка – по стенам для центрального региона с ГСОП = 5 000 °С·сут, салатровая – для северных регионов и Сибири с ГСОП = 8 000 °С·сут).

Объединив относительные теплопотери через стены, покрытие и пол, и принимая во внимание (как видно из рис. С.2) то обстоятельство, что последние практически также меняются, как для стен, получим следующие суммарные расчетные относительные теплопотери того же дома, построенного вблизи г. Якутска, с ГСОП_{себ} = 10 000 °С·сут:

$$\bar{q}_{\text{ТП.МАХ.10000}} = 1 \cdot [(0,215 + 0,05) \cdot 0,559 + 0,265 \cdot 0,608 + 0,47] \cdot \frac{(21 + 52)}{(20 + 20)} = 1,387.$$

Как видим, несмотря на снижение относительных теплопотерь через наружные ограждения в северном регионе, суммарные расчетные теплопотери, включая нагрев наружного воздуха для вентиляции, возросли по отношению к центральному региону в 1,4 раза. Причем относительная доля теплопотерь, связанных с вентиляцией, увеличилась с 0,47 до 0,62.

Внутренние теплопоступления по абсолютной величине и в долях от суммарных расчетных теплопотерь центрального региона остались при этом неизменными, поэтому для установления относительного расчетного расхода теплоты на отопление дома-аналога, строящегося в регионе с ГСОП = 10 000 °С·сут, необходимо из величины относительных (по отношению к центральному региону) суммарных расчетных теплопотерь вычесть относительные (к тому же региону) внутренние теплопоступления:

$$\bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}} = \bar{q}_{\text{ТП.МАХ.10000}} - \bar{q}_{\text{БЫТ}} = 1,387 - 0,19 = 1,197;$$

$$\bar{q}_{\text{БЫТ}} / \bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}} = \frac{0,19}{1,197} = 0,159.$$

Установим, как будет меняться величина теплопотребления на отопление за расчетный отопительный период. Для этого воспользуемся следующим уравнением:

$$\bar{Q}_{\text{ОТ}} = \frac{Q_{\text{ОТ}}}{Q_{\text{ОТ}}^p} = \left(1 + \frac{Q_{\text{БЫТ}}}{Q_{\text{ОТ}}^p} \right) \cdot \frac{(t_B - t_H)}{(t_B - t_H^p)} - \frac{Q_{\text{БЫТ}}}{Q_{\text{ОТ}}^p}, \quad (3)$$

где $\bar{Q}_{\text{ОТ}}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха t_H , определенный с учетом постоянной величины внутренних теплопоступлений в течение отопительного периода $Q_{\text{БЫТ}}$, по отношению к расчетному расходу тепловой энергии на отопление;

$Q_{\text{БЫТ}}$ – расчетная величина бытовых (внутренних) теплопоступлений, кВт;

$Q_{\text{ОТ}}^p$ – расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления t_H^p , кВт.

Для определения расхода тепловой энергии на отопление в кВт при средней температуре наружного воздуха за отопительный период t_H^p запишем это уравнение в следующем виде:

$$Q_{\text{ОТ}}^{cp} = \left[\left(1 + \frac{Q_{\text{БЫТ}}}{Q_{\text{ОТ}}^p} \right) \cdot \frac{(t_B - t_H^{cp})}{(t_B - t_H^p)} - \frac{Q_{\text{БЫТ}}}{Q_{\text{ОТ}}^p} \right] \cdot Q_{\text{ОТ}}^p, \quad (4)$$

и пересчитаем его с часового расхода на годовой, отнесенный к м² площади квартир или полезной площади помещений общественного здания, умножив обе части равенства на длительность отопительного периода в часах $24 \cdot z_{\text{ом.н}}$ и заменив произведение

$(t_B - t_H^{cp}) z_{\text{ом.н}} = \text{ГСОП}$, а отношение абсолютных величин на относительные удельные, в том числе $Q_{\text{ОТ}}^p = \bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}} \cdot \bar{q}_{\text{ОТ}}^p (\text{при ГСОП}=4000)$.

В общем виде преобразованное уравнение определения расчетного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома, $q_{(от.+вент)}.^{год.расч.}$, кВт·ч/м², строящегося в другом регионе, отличающимся от региона с ГСОП = 4 000 °С·сут, примет следующий вид:

$$q_{от+вент}^{год.расч} = \left[\left(1 + \frac{\bar{q}_{\text{БЫТ}}}{\bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}}} \right) \cdot \frac{\text{ГСОП}}{(t_B - t_H^p)} - \left(\frac{\bar{q}_{\text{БЫТ}}}{\bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}}} \right) \cdot z_{от.п} \right] \cdot 24 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{q}_{\text{ОТ.МАХ}} \cdot \bar{q}_{\text{ОТ}(при \text{ГСОП}=4000)}^p \quad (5)$$

Отнесем удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома, строящегося в регионе с ГСОП_{сев}=10000 °С·сут, к такому же расходу дома-близнеца, строящегося в регионе с ГСОП_{центр}=4000 °С·сут, которое, для сравнения, примем

за исходное значение, равное по абсолютной величине $q_{от+вент}^{год.расч} = \left(\frac{76}{3,6} \right) \cdot 4000 \cdot 10^{-3} = 84$

кВт·ч/м² (из табл. 9 СНиП 23-02-2003), и подставим приведенные выше значения.

Из уравнения пропорции получим значение расчетного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию 8-эт жилого дома при ГСОП=10000 °С·сут:

$$\frac{q_{от+вент}^{год.расч}(10000)}{q_{от+вент}^{год.расч}(4000)} = \frac{\left[\frac{(1+0,159) \cdot 10000}{(21+52)} - 0,159 \cdot 250 \right] \cdot 1,197 \cdot \bar{q}_{\text{ОТ}(при \text{ГСОП}=4000)}^p \cdot 0,024}{\left[\frac{(1+0,235) \cdot 4000}{(20+20)} - 0,235 \cdot 189 \right] \cdot 0,81 \cdot \bar{q}_{\text{ОТ}(при \text{ГСОП}=4000)}^p \cdot 0,024} \quad (6)$$

Цифровые значения в числителе приняты здесь из решения уравнения (2) при ГСОП=10000 и $\bar{q}_{\text{ТП.МАХ.}(при \text{ГСОП}=4000)} = 1$, а в знаменателе при решении того же уравнения для региона с ГСОП=4000, приведенного выше. После сокращения $\bar{q}_{\text{ОТ}(при \text{ГСОП}=4000)}^p \cdot 0,024$, переноса $q_{от+вент}^{год.расч}(4000)(4000) = 84$ в другую часть равенства и выполнения вычислений, указанных в квадратных скобках, получим:

$$q_{от+вент}^{год.расч}(10000) = 84 \cdot \frac{(119,017 \cdot 1,197)}{(79,085 \cdot 0,81)} = 186,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

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), выполнялся только умножением на ГСОП, без учета увеличения сопротивления теплопередаче с повышением ГСОП и неизменности внутренних теплопоступлений от температуры наружного воздуха, то $q_{от+вент}^{год.баз}(10000) = (76/3,6) \cdot 10000 \cdot 10^{-3}$ оказалось равным 211 кВт·ч/м².

Соответственно, поскольку расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию при проектировании МКД для достижения требований энергоэффективности должен быть не выше базового расхода, то при умножении только на ГСОП, без учета перечисленных выше обстоятельств, требования энергоэффективности для региона с ГСОП = 10 000 будут занижены на $(211-186,8) \cdot 100 / 186,8 = 13\%$ по отношению к показателю с учетом этих обстоятельств.

Пересчитаем аналогичным образом требуемые расчетные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома-аналога для всех искомых значений ГСОП_{иск}. Исходное значение ГСОП примем равным 4 000 °С·сут. (см. данные таблицы С.1). С целью установления закономерности изменения удельного годового расхода в зависимости от ГСОП введем поправочный региональный коэффициент пересчета $k_{рег}$, рассчитываемый по формуле:

$$k_{рег} = \left(\frac{\text{ГСОП}_{иск}}{\text{ГСОП}_{иск}} \right) \cdot \frac{q_{иск:от+вент}^{год.расч}}{q_{иск:от+вент}^{год.расч}} \quad (7)$$

Результаты промежуточных расчетов, выполненных по формулам (1-7), сведены в табл. С.1.

Таблица С.1. Исходные данные для расчета регионального коэффициента пересчета энергопотребления МКД заданного в Вт·ч/(м²·°С·сут) на кВт·ч/м² при $k_{рег.} = 1,0$ для ГСОП = 4 000 °С·сут на примере типового 8-ми этажного жилого дома.

ГСОП °С·сут.	Z _{от.п.} , сутки	$t_n^{ср}$, °С	t_n^p , °С	t_B , °С	$R_{от+вент}^{mp}$, м ² ·°С/Вт Табл.4 СНиП 23- 02-2003	Доля сниж. тепло- потерь (рис.2)	Отнош. долей к ГСОП= 4000 °С·сут.	$R_{от+вент}^{mp}$, м ² ·°С/Вт Табл.4 СНиП 23- 02-2003	Доля сниж. тепло- потерь (рис.2)	Отнош. долей к ГСОП= 4000 °С·сут.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2000	130	3,3	-7	20	2,1	0,46	1,353	0,3	1,07	1,354
3000	158	1	-15	20	2,45	0,388	1,141	0,34	1	1,266
4000	189	-1,2	-20	20	2,8	0,34	1	0,45	0,79	1
5000	220	-2,7	-28	20	3,15	0,302	0,888	0,54	0,63	0,797
6000	226	-5,5	-35	21	3,5	0,27	0,794	0,6	0,61	0,772
8000	242	-12	-45	21	4,2	0,227	0,668	0,7	0,52	0,658
10000	250	-19	-52	21	4,9	0,19	0,559	0,75	0,48	0,608

Продолжение таблицы С.1.

ГСОП °С·сут.	$\bar{q}_{ТП.МАХ}$	$\bar{q}_{ВН}$	$\bar{q}_{от.МАХ}$	$\bar{q}_{ВН}/$ $\bar{q}_{от.МАХ}$.	$q_{от+вент}^{год.баз}$ с учетом повышения $R_{огр}^{mp}$.	$q_{от+вент}^{год.баз}$ без учета повышения. $R_{огр}^{mp}$	$k_{рег}$ расчет- ное	$k_{рег}$ округ- ленное	$q_{от+вент}^{год.баз.норм.}$ округленное с учетом повышения $R_{огр}^{mp}$
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2000	0,802	0,19	0,612	0,311	45,4	42	1,08	1,1	46
3000	0,969	0,19	0,779	0,244	69,6	63	1,10	1,1	70
4000	1	0,19	0,81	0,235	84	84	1	1	84
5000	1,1	0,19	0,91	0,209	95,4	106	0,91	0,9	95
6000	1,209	0,19	1,019	0,186	113,5	127	0,90	0,9	114
8000	1,322	0,19	1,132	0,168	149,8	169	0,89	0,9	152
10000	1,387	0,19	1,197	0,159	186,8	211	0,89	0,9	190

Для удобства расчетов выполним округление показателя $k_{рег}$ в колонке 19, полученного в результате деления расчетных значений теплотребления на отопление и вентиляцию здания $q_{от+вент}^{год.расч}$ (колонка 16) на базовые, рассчитанные без учета повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждений по табл. 4 СНиП 23-02-2003 (колонка 17). Тогда окончательные значения регионального коэффициента пересчета, приведенного в колонке 19 составят:

- при ГСОП = 4 000 °С·сут $k_{рег} = 1$;
- при ГСОП = 3 000 °С·сут. и менее $k_{рег} = 1,1$;
- при ГСОП = 5 000 °С·сут. и более $k_{рег} = 0,9$;
- в диапазоне ГСОП от 3 000 до 5 000 – по линейной интерполяции.

При таком подходе новые значения базовых удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом округленных значений $k_{рег}$ приведены в колонке 20. При максимальном отклонении рассчитанного и округленного значений $k_{рег}$ при ГСОП от 2 000 до 10 000 °С·сут погрешность не превысит 1,5 %.

Для зданий другой этажности значения базовых удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию, рассчитанных с использованием округленных значений коэффициента $k_{рег}$, сведены в таблицу А.1 Приложения А настоящего документа.

Одновременно отметим, что представленная таблица А.1, уточнена по сравнению с приведенной в СНиП 23-02-2003 в части показателей малоэтажных МКД. В таблицу включены 2-х этажные секционные многоквартирные дома, широко распространенные в малых городах, показателей по которым нет в табл. 9 СНиП 23-02-2003, а также уточняются показатели для домов в 4 и 6 этажей, поскольку при переходе с 8-ми этажей на 6-ти этажный МКД должен наблюдаться более резкий рост удельного годового теплотребления на ОВ, связанный с переходом от домов с "теплым" чердаком, которые на 5-7 % потребляют меньше теплоты, чем дома с совмещенным бесчердачным покрытием, но строятся только при этажности в 7 и более этажей.

С переходом на 4-х и 2-х этажные дома дальнейший рост удельного годового теплотребления на ОВ связан с повышением относительной площади наружных ограждений к площади квартир с $A_{ext}/A_h = 0,96$ для 8-ми этажного дома до 1,3 и 2,0, соответственно 4-х и 2-х этажного. Выполненный автором пересчет на базе нескольких типовых проектов МКД показал, что для 2-х этажного дома базовый удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ по отношению к 8-ми этажному МКД составит 1,45, для 4-х и 6-ти этажных домов, соответственно 1,19 и 1,1, а 10-ти и 12-ти этажных домов 0,95 и 0,92, от принятых в СНиП 23-02-2003. С учетом уточненных расчетов пересчитанные показатели этих домов на иные значения ГСОП приведены в табл. А.1 Приложения А.

Итак, достигнута логичная закономерность изменения базовых параметров, которую можно перенести для построения таблицы базовых значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых домов другой этажности. Пересчет производится с использованием данных нормируемого удельного расхода, q_h^{req} , приведенного в табл. 9 СНиП 23-02-2003, сохранив структуру ее разбивки по этажности и отнеся (для удобства счета) данные по строке 1 к четной величине этажности, для нечетной величины значения будут находиться, как средние арифметические между соседними столбцами, и добавив распространенные в небольших городах и поселках многоквартирные 2-х этажные дома, по формуле:

$$q_{i-эт.от+вент.}^{год.баз} = q_{8-эт.от+вент.}^{год.баз} \cdot (q_h^{req. i-эт} / q_h^{req. 8-эт}) \quad (8)$$

где q_h^{req} – нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий, кДж/(м²·°С·сут), из табл. 9 СНиП 23-02-2003, строка 1.

Выписка из табл.9 СНиП. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых зданий за ОП, q_h^{req} , кДж/(м²·°С·сут).

Типы зданий и помещений	Этажность зданий:					
	1-3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1. Жилые, гостиницы, общежития	По отд. таблице	85	80	76	72	70

Результаты расчетов для многоквартирных домов сведены в табл. А.1 настоящего документа (исключив строку с ГСОП = 12 000 °С·сут, поскольку городов в таких регионах нет, и добавив для удобства пользования строки с ГСОП = 3 000 и 5 000 °С·сут).

Для определения базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию других зданий, строящихся в конкретном регионе страны, $q_{(от+вент).}^{год.баз}$, кВт·ч/м², следует показатели $\theta_{эн/эф.}^{баз}$ табл. А.2 и А.3 Приложения умножить на ГСОП региона и на полученный выше коэффициент пересчета $K_{рег}$:

$$q_{(от+вент).}^{год.баз} = \theta_{эн/эф.}^{баз} \cdot ГСОП \cdot K_{рег} \cdot 10^{-3} \quad (9)$$

где $\theta_{эн/эф.}^{баз}$ – из таблиц А.2 и А.3 в зависимости от назначения здания;

$K_{рег.}$ – региональный коэффициент пересчета удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых многоквартирных домов и общественных зданий 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 = 3 000 °С·сут и ниже $K_{рег.} = 1,1$; с ГСОП = 5 000 °С·сут и выше $K_{рег.} = 0,9$; с ГСОП = 4 000 °С·сут $K_{рег.} = 1,0$; в интервале 3 000 - 5 000 °С·сут - по линейной интерполяции.

Для получения базового удельного суммарного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $q_{(от+вент+гв)}.^{год.баз}$ удельный годово расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв.}^{год}$ одноэтажных жилых домов и общественных зданий определяется по методике, изложенной в Приложении М, и складывается с показателем удельного базового годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию данного региона $q_{(от+вент)}.^{год.баз}$, кВт·ч/м²:

$$q_{(от+вент+гв)}.^{год.баз} = q_{(от+вент)}.^{год.баз} + q_{гв.}^{год} \quad (10)$$

Для подтверждения правильности принятых в табл. С.1 значений сопоставим базовые величины удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию с результатами расчета конкретного дома для разных значений градусо-суток отопительного периода на примере 17-ти этажного 4-х секционного многоквартирного крупнопанельного дома типовой московской серии ПЗМ/17Н1 на 256 квартир с 1-ым нежилым этажом. Площадь отапливаемых этажей здания $A_S = 23310$ м²; Общая площадь квартир без летних помещений $A_{кв} = 16262$ м²; Полезная площадь нежилых, арендуемых помещений $A_{пол} = 880$ м²; Общая площадь квартир, включая полезную площадь нежилых помещений $A_{кв+пол} = 17142$ м²; Жилая площадь (площадь жилых комнат) $A_{ж} = 9609$ м²; Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{огр.сум} = 16795$ м²; Отапливаемый объем здания $V_{от} = 68500$ м³; Компактность здания $A_{огр.сум} / V_{от} = 0,25$; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – 0,17. Отношение $A_S / A_{кв+пол} = 23310/17142 = 1,36$.

Принята заселенность дома 20 м² общей площади квартир на человека, тогда нормируемый воздухообмен в квартирах будет 30 м³/ч на жителя, а удельная величина бытовых теплопоступлений 17 Вт/м² жилой площади. Система отопления – вертикально-однотрубная с термостатами на отопительных приборах, присоединяется к внутриквартальным тепловым сетям через ИТП, коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления $\zeta=0,9$. Система вытяжной вентиляции с естественным побуждением и «теплым» чердаком, на 2-х последних этажах устанавливаются индивидуальные каналные вентиляторы; приток – через створки окон с фиксированным открытием для обеспечения нормативного воздухообмена.

Результаты расчета приведены в табл. С.2, которые показывают, что расчетные значения удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию конкретного 17-этажного дома в условиях строительства в регионах с разным количеством градусо-суток отопительного периода совпадают с показателями базового удельного годового расхода, определенного на основе 8-эт. дома. Это подтверждает правильность установленных значений базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов, приведенных в табл. С.1.

Таблица С.2. Результаты расчета энергоэффективности 17-эт. многоквартирного дома при различных значениях градусо-суток отопительного периода.

Показатель	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут						
	2000	3000	4000	5000	6000	8000	10000
1	2	3	4	5	6	7	8
Расчетная температура наружного воздуха, $t_{н}^p$, °С	-7	-15	-20	-28	-35	-45	-52

Средняя за отопительный период (ОП) температура наружного воздуха, $t_n^{cp}, ^\circ\text{C}$	4,6	1,0	-1,2	-2,7	-6,1	-12	-19,7
Длительность отопительного периода, $z_{от}, \text{сут.}$	130	158	189	220	230	250	252
Приведенное сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$: $R_{ст}^r$, стен площадью 11494 м^2	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	4,20	4,90
$R_{ок}^r$, окон н/жилых помещений (104 м^2)	0,34	0,34	0,45	0,53	0,6	0,7	0,75
$R_{ок}^r$, окон квартир (2046 м^2)	0,34	0,34	0,45	0,53	0,6	0,7	0,75
$R_{ок}^r$, окон ЛЛУ (167 м^2)	0,34	0,34	0,45	0,53	0,6	0,7	0,75
$R_{дв}^r$, входных дверей (36 м^2)	0,70	0,70	0,67	0,8	0,9	1,05	1,12
$R_{б.дв}^r$, глухой части балкон. дверей (144 м^2)	0,51	0,51	0,70	0,74	0,80	0,85	0,90
$R_{эр}^r$, перекрытий под эркером (16 м^2)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,5	5,5
$R_{пок}^r$, покрытий ЛЛУ (251 м^2)	2,8	3,25	3,7	4,15	4,6	5,5	6,4
$R_{ч.п}^r$, чердачных перекрытий (1151 м^2)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	2,8	3,2
$R_{ц.п}^r$, цокольных перекрытий (1313 м^2)	2,8	3,25	3,70	4,15	4,60	5,50	6,40
$R_{п.г}^r$, полов по грунту входов (73 м^2)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,4	2,8	3,2
Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	0,698	0,756	0,615	0,536	0,479	0,406	0,364
Теплопотери через наружные ограждения за ОП, $Q_{огр}^{zod}$, МВт·ч	653	914	992	1081	1158	1309	1468
Вентиляционные теплопотери жилой части (нагрев нормативного воздухообмена) за ОП, $Q_{вент.}^{zod}$, МВт·ч	393	590	787	983	1180	1573	1967
Инфильтрационные теплопотери в ЛЛУ и н/ж части за ОП, $Q_{инф.}^{zod}$, МВт·ч	24	38	53	67	84	121	164
Сумма вентиляционных и инфильтрационных теплопотерь, МВт·ч	417	628	839	1051	1264	1694	2130
Суммарные теплопотери здания за ОП, $Q_{тп}^{zod} = Q_{огр}^{zod} + Q_{вент.}^{zod} + Q_{инф.}^{zod}$, МВт·ч	1070	1542	1831	2132	2422	3003	3598
Внутренние теплопоступления за ОП, $Q_{быт.}^{zod} = 0,024 \cdot q_{быт} \cdot A_{ж} \cdot z_{от.п.}$, МВт·ч	525	638	763	888	928	1009	1017
Теплопоступления через окна от солнечной радиации за ОП, $Q_{инс}^{zod}$, МВт·ч	175	175	175	175	175	175	175
Расчетное теплопотребление зданием на ОВ за ОП, $Q_{от+вент.}^{zod}$, МВт·ч	640	1082	1307	1544	1840	2430	3097
Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$	37,4	63,1	76,2	90,1	107	142	181
Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ, $q_{от+вент.}^{zod.баз}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$	43	64	78	88	105	147*	185*
Тепловая мощность системы отопления, $Q_{от}^p$, кВт	533	709	721	826	910	1016	1086
Удельная мощность системы отопления, $q_{от}^p$, $\text{Вт}/\text{м}^2$	31	41	42	48	53	59	63

* величины с учетом допустимого по примечанию б к табл. А.1 повышению базового значения на 5%

Библиография

[1]	Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ в ред. от 02.07.2021 N 351-ФЗ	О техническом регулировании
[2]	Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ в ред. от 02.07.2013 N 185-ФЗ	Технический регламент о безопасности зданий и сооружений
[3]	Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ в ред. от 14.07.2022	Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ...
[4]	Постановление Правительства Российской Федерации от 27 сентября 2021 г. № 1628	Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов
[5]	Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 в ред. ППРФ № 963 от 27 мая 2022 года	Об утверждении Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию
[6]	Указ Президента России от 26 октября 2023 года № 812	Климатическая доктрина Российской Федерации

[7] Методические рекомендации по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства. М. 1999г.

[8] Методологическое положение по расчету топливно-энергетического баланса РФ в соответствии с международной практикой.

[9] МГСН 2.01–99 Энергосбережение в зданиях. Нормы тепловодозлектро-снабжения.

[10] МГСН 4.19–2005 Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве

[11] СТО НОП 2.1-2014 Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания. 2014 г.

УДК ОКС

Ключевые слова: энергетический паспорт проекта здания, класс энергетической эффективности, энергетическая эффективность здания.

В. Ливчак. 09.03.2024.