

Ю.В. Волков

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

ПРАКТИКУМ

Санкт-Петербург

2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Кафедра теплосиловых установок и тепловых двигателей

Ю.В. Волков

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

ПРАКТИКУМ

Направление 13.04.01 “Теплоэнергетика и теплотехника”

Санкт-Петербург

2020

УДК 621.1/3 (075)

ББК 31я7

В 676

Волков Ю.В.

Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии: практикум / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2020.- 53 с.

Практикум содержит методики расчетов показателей расходов тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения, а также электроэнергии для выработки мер по применению энергосберегающих технологий, а также оценки результатов выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Представленные методики способствуют усвоению учебного материала по дисциплине «Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии».

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Технология производства электрической и тепловой энергии». Может представлять интерес для специалистов, занимающихся разработкой и внедрением энергосберегающих технологий, а также для преподавателей, аспирантов и студентов технических высших учебных заведений.

Рецензент: заведующий кафедрой промышленной теплоэнергетики
ВШТЭ СПбГУПТД, канд. техн. наук, доцент С.Н. Смородин

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве практикума.

©Высшая школа технологии и энергетики
СПбГУПТД, 2020

©Волков Ю.В., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА № 1. Определение расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на отопление	8
1. Расчет теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций.....	8
2. Определение расчетно-нормативного потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период.....	19
3. Расчет фактического потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период.....	23
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА № 2. Определение расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды	28
1. Определение расчетно-нормативного потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды	28
2. Расчет фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды	32
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА № 3. Определение расчетно-нормативного и фактического потребления электроэнергии.....	36
1. Определение расчетно-нормативного потребления электрической энергии.....	36
2. Определение фактического потребления электрической энергии.....	42
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45
Приложение 1. Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий.....	45
Приложение 2. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Практикум по дисциплине “Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии” разработан в соответствии с программой подготовки по направлению 13.04.01 “Теплоэнергетика и теплотехника” и основан на требованиях нормативных документов, а именно:

– Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации ";

– Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 190-ФЗ "О теплоснабжении";

– Федеральный закон от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении" (в ред. от 29.07.2018 г.);

– Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 г. № 18 (ред. от 26.03.2014) "Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов" (в ред. от 20.03.2017 г.);

– Приказ Минпромэнерго РФ от 04.07.2006 № 141 "Об утверждении Рекомендаций по проведению энергетических обследований (энергоаудита)";

– Приказ Минэнерго РФ от 30.06.2014 № 400 (ред. от 13.01.2016 г.) "Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования";

– Приказ Госстроя РФ от 18.04.2001 № 81 "Об утверждении Методических указаний по проведению энергоресурсаудита в жилищно-коммунальном хозяйстве";

– Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 06.06.2016 г. № 399/пр "Об утверждении Правил определения класса

энергетической эффективности многоквартирных домов";

– Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 19.09.2016 г. № 653/пр "Об утверждении Методических рекомендаций по реализации проектов и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах";

– Приказ Министерства регионального развития РФ от 28.12.2009 г. № 610 "Об утверждении правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок".

В основе рекомендаций использованы положения следующих руководящих документов:

– СП 23.101.2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий;

– СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003;

– СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением № 2)¹;

– СП 124.13330.2012. Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003;

– СП 54.13330.2011. Свод правил. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003;

– СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003;

– СП 30.13330.2011. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация

¹ Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 275 и введен в действие с 1 января 2013 г. В СП 131.13330.2012 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" внесено и утверждено Изменение № 2 Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 ноября 2015 г. № 823/пр и введено в действие с 1 декабря 2015 г.

зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*;

– СП 23-101-2004. Свод правил. Проектирование тепловой защиты зданий;

– СП 31-110-2003. Свод правил. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий;

– ГОСТ Р 55656-2013 (ИСО 13790:2008) "Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений";

– ГОСТ Р 54964-2012 "Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости";

– ГОСТ Р 53905-2010 "Энергосбережение. Термины и определения";

– ГОСТ 31427-2010 "Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности";

– ГОСТ 30494-2011 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях";

– ГОСТ 31168-2014 "Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление";

– СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях";

– СТО НОП 2.1-2014 "Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания";

– РМД 23-16-2019 "Рекомендации по обеспечению энергетической эффективности жилых и общественных зданий".

Источниками исходных данных для практикума являются:

1. Технические паспорта зданий, строений, сооружений (далее - зданий).

2. Энергетические паспорта зданий.

3. Проекты зданий типовых строительных серий и индивидуальные проекты зданий.

4. Договоры поставки тепловой энергии и электроэнергии энергоснабжающими организациями.

5. Показания приборов учета коммунальных ресурсов за базовый год, годовые и месячные расходы тепловой энергии отдельно системами отопления и на нужды горячего водоснабжения, электроэнергии, горячей воды.

Представленные в практикуме методики позволяют определять показатели экономии расходов на оплату тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения, а также электроэнергии в результате выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА № 1

Определение расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на отопление

Фактическое потребление тепловой энергии системами отопления здания оценивается по показаниям общедомовых приборов учета за год до капитального ремонта. Кроме того, оценка потребления тепловой энергии на отопление производится расчетным способом. Такую оценку необходимо выполнять даже при наличии показаний общедомовых приборов учета, которые дают только общие сведения о расходе тепловой энергии, без возможности определения его структуры и оценки эффективности потребления тепла системами отопления здания.

1. Расчет теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций

К основным теплотехническим показателям наружных ограждающих конструкций зданий относятся:

1. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций, в том числе:

- наружных стен;
- окон и балконных дверей в квартирах;
- окон и балконных дверей в МОП²;
- окон и витрин нежилых помещений;
- наружных входных дверей;
- верхних покрытий, совмещенных с кровлей;
- чердачных перекрытий;
- полов и стен по грунту;
- перекрытий над неотапливаемыми подвалами (техподпольями).

² Место общего пользования.

2. Требуемое (нормативное) сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций.

3. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции.

4. Условный коэффициент теплопередачи, учитывающий тепловые потери за счет нагрева инфильтрующегося наружного воздуха через неплотности окон и специальные воздухопропускные устройства в объеме нормативного воздухообмена для вентиляции квартир.

1.1. Определение приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций

Значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций могут быть определены в результате энергетических обследований (энергоаудита) здания. Если в здании был проведен энергоаудит, то значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций можно принять из энергетического паспорта здания. При отсутствии в энергетическом паспорте данного показателя, приведенное сопротивление теплопередаче каждой наружной ограждающей конструкции может быть рассчитано по формуле (1) или, при отсутствии полной информации о материале и конструктивном исполнении ограждающей конструкции, по формуле (2) (требуемое значение).

Приведенное сопротивление теплопередаче каждой конкретной наружной ограждающей конструкции здания рассчитывается по формуле

$$R_0^{\text{ПП}} = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{В}}} + \sum \frac{\delta_{\text{М}}}{\lambda_{\text{М}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{Н}}} \right) r, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{В}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C);

$\alpha_{\text{Н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности наружной ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C);

$\delta_{\text{М}}$ – толщина слоя наружной ограждающей конструкции, м;

λ_M – коэффициент теплопроводности материала слоя наружной ограждающей конструкции, Вт/(м·°С). Для наиболее распространенных материалов значение коэффициента λ_M приведены в приложении 1;

r – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий наличие мостиков холода в наружной ограждающей конструкции.

Значения коэффициентов α_B и α_H для различных видов внутренних и наружных поверхностей ограждающих конструкций, приведены в табл. 1 и 2 в соответствии с СП 50.13330.2012.

Таблица 1. Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждающей конструкции	Коэффициент теплоотдачи α_B , Вт/(м ² ·°С)
Стены, полы, гладкие потолки, потолки с выступающими ребрами при отношении высоты к расстоянию между гранями соседних ребер не больше 0,3	8,7
Потолки с выступающими ребрами при отношении высоты к расстоянию между гранями соседних ребер больше 0,3	7,6
Окна	8,0
Зенитные фонари	9,9

Таблица 2. Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающей конструкции	Коэффициент теплоотдачи α_H , Вт/(м ² ·°С)
Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными подпольями (без ограждающих стенок) в Северной строительной-климатической зоне	23
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
Перекрытия чердачные и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями, не вентилируемые наружным воздухом	6

Для ориентировочных расчетов величину коэффициента теплотехнической однородности наружных ограждающих конструкций допускается принимать по табл. 3 в соответствии с СП 23-101-2004.

Таблица 3. Значения коэффициента теплотехнической однородности для наружных ограждений из панелей и кирпичей

Вид ограждающей конструкции	Значение коэффициента r
Сплошная кладка из крупноформатного пустотелого пористого керамического кирпича	0,98
Сплошная кладка из пустотелого керамического силикатного кирпича	0,97
Сплошная кладка из полнотелого и пустотелого керамического, силикатного обыкновенного и утолщенного кирпича	0,95
Сплошная кладка из полнотелого и пустотелого керамического, силикатного обыкновенного и утолщенного кирпича и камня, утепленная пенополиуретаном, напыляемым толщиной 30 - 35 мм	0,95
Однослойные легкобетонные панели	0,9
Легкобетонные панели с термовкладышами и монтажной арматурой	0,75
Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и гибкими стальными связями	0,7
Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или поперечными ребрами из керамзитобетона	0,6
Трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и поперечными железобетонными ребрами	0,5
Трехслойные металлические панели с эффективным утеплителем	0,75
Трехслойные асбестоцементные панели с эффективным утеплителем	0,7
Примечания: 1. Значения коэффициента теплотехнической однородности приводятся без учета откосов проемов окон, дверей и примыкания балконной плиты. 2. Коэффициент теплотехнической однородности кладки из мелкоштучных легкобетонных блоков рассчитывается в соответствии с СП 23-101-2004 с учетом их теплопроводности, размера блоков, толщины швов и материала заполняющего их раствора или клея.	

1.2. Определение требуемого (нормативного) сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций

Для жилых зданий, спроектированных и построенных до 1995 г., требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций (за исключением окон и балконных дверей) определяется по выражению

$$R_0^{\text{TP}} = \left(\frac{t_{\text{B}}^{\text{P}} - t_{\text{H}}^{\text{P}}}{\Delta t^{\text{H}} \cdot \alpha_{\text{B}}} \right) n, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \quad (2)$$

где t_{B}^{P} – расчетная температура внутреннего воздуха в жилых помещениях (квартирах) здания, следует принимать 18 °С при $t_{\text{H}}^{\text{P}} < -30$ °С, а для всех t_{H}^{P} после 1995 г. $t_{\text{B}}^{\text{P}} = 20$ °С;

t_{H}^{P} – температура наружного воздуха, средняя для наиболее холодной пятидневки, °С (обеспеченностью 0,92). Принимается по СП 131.13330.2013 для соответствующего региона и населенного пункта, в котором находится здание;

Δt^{H} – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха в жилых помещениях (квартирах) и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С. Значение Δt^{H} принимается равным:

- 4,0 °С - наружные стены и чердачные перекрытия (для жилых зданий, спроектированных и построенных после 1995 г.);
- 6,0 °С - наружные стены и чердачные перекрытия (для жилых зданий, спроектированных и построенных до 1995 г.);
- 3,0 °С - верхние покрытия, совмещенные с крышей, и чердачные перекрытия (для жилых зданий, спроектированных и построенных после 1995 г.);
- 4,5 °С - верхние покрытия, совмещенные с крышей, и чердачные перекрытия (для жилых зданий, спроектированных и построенных до 1995 г.);
- 2,0 °С - полы на грунте, а также перекрытия над проездами и подвалами (для жилых зданий, спроектированных и построенных после 1995 г.);
- 2,5 °С - полы на грунте, а также перекрытия над проездами и подвалами (для жилых зданий, спроектированных и построенных до 1995 г.);

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху:

- для наружных стен, окон, дверей и верхних покрытий, совмещенных с крышей, принимается равным 1,0;
- для чердачных перекрытий и перекрытий над подвалами (техническими подпольями)

$$n = \left(\frac{t_B^P - t_B^C}{t_B^P - t_H^P} \right),$$

где t_B^C – расчетная температура внутреннего воздуха в чердаках и подвалах (технических подпольях) здания, °С. Значения температуры t_B^C для различных видов смежных помещений (чердаков и подвалов), приведены в табл. 4 в соответствии с СП 23-101-2004.

Таблица 4. Расчетные температуры внутреннего воздуха для различных видов чердаков и подвалов

Вид чердака и подвала (технического подполья)	Температура внутреннего воздуха для чердаков и подвалов, °С
"Теплый" чердак, при высоте здания: 7 - 8 этажей 9 - 12 этажей 14 - 17 этажей	14 15 - 16 17 - 18
"Холодный" чердак	отличается от температуры наружного воздуха не более чем на 4 °С
Заглубленное в землю неотапливаемое техническое подполье	не менее 2
Отапливаемый подвал (техническое подполье)	14 - 16
Примечание: Для зданий ниже 6 этажей чердак выполняют "холодным", а вытяжные вентиляционные каналы из квартир выводятся на кровлю.	

Для зданий, спроектированных и построенных после 1995 г. и после 2000 г., требуемые (нормируемые) значения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций приведены в приложении 2.

1.3. Определение приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи через наружные ограждающие конструкции

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ТР}}^{\text{ПР}} = \left(n_{\text{СТ}} \frac{A_{\text{СТ}}}{R_{\text{О.СТ}}^{\text{ПР}}} + n_{\text{ОК}} \frac{A_{\text{ОК}}^{\text{Ж}}}{R_{\text{О.ОК}}^{\text{ПР.Ж}}} + n_{\text{ОК}} \frac{A_{\text{ОК}}^{\text{МОП}}}{R_{\text{О.ОК}}^{\text{ПР.МОП}}} + n_{\text{ОК}} \frac{A_{\text{ОК}}^{\text{НЖ}}}{R_{\text{О.ОК}}^{\text{ПР.НЖ}}} + n_{\text{ДВ}} \frac{A_{\text{ДВ}}}{R_{\text{О.ДВ}}^{\text{ПР}}} + n_{\text{ПОКР}} \frac{A_{\text{ПОКР}}}{R_{\text{О.ПОКР}}^{\text{ПР}}} + n_{\text{ЧЕРД}} \frac{A_{\text{ЧЕРД}}}{R_{\text{О.ЧЕРД}}^{\text{ПР}}} + n_{\text{ПОЛ}} \frac{A_{\text{ПОЛ}}}{R_{\text{О.ПОЛ}}^{\text{ПР}}} + n_{\text{ПОДВ}} \frac{A_{\text{ПОДВ}}}{R_{\text{О.ПОДВ}}^{\text{ПР}}} \right) / A_{\text{ОТР}}^{\text{СУМ}}, \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}), \quad (3)$$

где $A_{\text{СТ}}$ и $R_{\text{О.СТ}}^{\text{ПР}}$ – площадь наружных стен, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ОК}}^{\text{Ж}}$ и $R_{\text{О.ОК}}^{\text{ПР.Ж}}$ – площадь окон и балконных дверей жилых помещений, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей жилых помещений, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ОК}}^{\text{МОП}}$ и $R_{\text{О.ОК}}^{\text{ПР.МОП}}$ – площадь окон и балконных дверей в местах общего пользования, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей в МОП, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ОК}}^{\text{НЖ}}$ и $R_{\text{О.ОК}}^{\text{ПР.НЖ}}$ – площадь окон и витрин в нежилых помещениях здания, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче окон и витрин в нежилых помещениях здания, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ДВ}}$ и $R_{\text{О.ДВ}}^{\text{ПР}}$ – площадь наружных дверей, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ПОКР}}$ и $R_{\text{О.ПОКР}}^{\text{ПР}}$ – площадь верхнего покрытия, совмещенного с крышей, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче верхнего покрытия, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ЧЕРД}}$ и $R_{\text{О.ЧЕРД}}^{\text{ПР}}$ – площадь чердачного перекрытия, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ПОЛ}}$ и $R_{\text{О.ПОЛ}}^{\text{ПР}}$ – площадь пола по грунту, м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ПОДВ}}$ и $R_{\text{О.ПОДВ}}^{\text{ПР}}$ - площадь перекрытий над подвалом (техническим подпольем), м^2 , и приведенное сопротивление теплопередаче подвала (технического подполья), $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}$ - сумма площадей всех наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания, м^2 ;

$n_{\text{СТ}}$, $n_{\text{ОК}}$, $n_{\text{ДВ}}$, $n_{\text{ПОКР}}$, $n_{\text{ЧЕРД}}$, $n_{\text{ПОЛ}}$, $n_{\text{ПОДВ}}$ – коэффициенты, учитывающие положения наружных стен; окон и балконных дверей; входных дверей; верхних покрытий, совмещенных с крышей; полов на грунте и перекрытий над подвалами по отношению к наружному воздуху. Для наружных стен, окон и балконных дверей, входных дверей и верхних покрытий, совмещенных с крышей значение коэффициентов принимается равным 1.0. Для остальных ограждающих конструкций значения коэффициентов определяются по формуле

$$n = \left(\frac{t_{\text{В}}^{\text{П}} - t_{\text{В}}^{\text{С}}}{t_{\text{В}}^{\text{П}} - t_{\text{Н}}^{\text{П}}} \right).$$

1.4. Определение условного коэффициента теплопередачи, учитывающего тепловые потери за счет нагрева инфильтрующегося холодного воздуха в здании; в том числе для целей вентиляции помещений

Условный коэффициент теплопередачи, учитывающий тепловые потери за счет инфильтрации холодного воздуха в здание, вычисляется по выражению для жилых помещений здания и для нежилых помещений здания (при наличии):

– для жилых помещений здания

$$K_{\text{ИНФ.Ж}}^{\text{УСЛ}} = 0,28(L_{\text{ВЕНТ.Ж}} \cdot \rho_{\text{В}} + G_{\text{ИНФ.Ж}} \cdot k_{\text{ОК}})C_{\text{В}}/A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}); \quad (4\text{а})$$

– для нежилых помещений (при наличии в здании)

$$K_{\text{ИНФ.НЖ}}^{\text{УСЛ}} = 0,28(L_{\text{ВЕНТ.НЖ}} \cdot \rho_{\text{В}} \cdot n_{\text{ВЕНТ}} + G_{\text{ИНФ.НЖ}} \cdot k_{\text{ОК}} \cdot n_{\text{ИНФ}})C_{\text{В}}/(168 \cdot A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}), \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}), \quad (4\text{б})$$

где $\rho_{\text{В}}=1,2$ – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$C_B = 1,005$ – удельная массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С);

$G_{\text{инф.ж}}$ – расход инфильтрующегося наружного воздуха через воздухопроницаемые элементы лестничной клетки здания (окна, витражи, балконные двери, входные двери), кг/ч. Значение $G_{\text{инф.ж}}$ определяется по формуле (5а) или (5б);

$G_{\text{инф.нж}}$ – расход инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна и витражи нежилых помещений в нерабочее время, кг/ч. Значение $G_{\text{инф.нж}}$ вычисляется по формуле (9);

$k_{\text{ок}}$ – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях. Значение $k_{\text{ок}}$ принимают:

- 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;

$L_{\text{вент.ж}}$ – количество наружного приточного воздуха, поступающего в жилые помещения здания при неорганизованном воздухообмене (естественной вентиляции), м³/ч. Значение $L_{\text{вент.ж}}$ принимают по нормам объема наружного воздуха, необходимого для вентиляции квартир:

- 30 м³/ч на человека - при заселенности 20 м² и более общей площади жилого помещения (квартиры) на человека, но не менее 0,35 обмена в час от объема жилого помещения (квартиры);
- 3 м³/ч на 1 м² жилой площади квартир - при заселенности менее 20 м² общей площади квартир на человека;

$L_{\text{вент.нж}}$ – расход наружного приточного воздуха, подаваемого для вентиляции помещений нежилого назначения, м³/ч.

В зависимости от назначения нежилого помещения величину $L_{\text{ВЕНТ.НЖ}}$ принимают:

– для общественных и административных зданий, офисов, складов и предприятий розничной торговли $L_{\text{ВЕНТ.НЖ}} = 4 \cdot A_{\text{НЖ}}$ (где $A_{\text{НЖ}}$ - площадь жилых помещений здания, м^2);

– для торгово-бытовых, досуговых зданий, лечебно-профилактических учреждений, спортивных сооружений $L_{\text{ВЕНТ.НЖ}} = 5 \cdot A_{\text{НЖ}}$;

– для учебно-воспитательных зданий $L_{\text{ВЕНТ.НЖ}} = 7 \cdot A_{\text{НЖ}}$;

– для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых помещений и предприятий общественного питания $L_{\text{ВЕНТ.НЖ}} = 10 \cdot A_{\text{НЖ}}$;

$n_{\text{ВЕНТ}}$ – число часов рабочего времени нежилого помещения в неделю, ч;

$n_{\text{ИНФ}}$ – число часов нерабочего времени нежилого помещения в неделю (составляет $168 - n_{\text{ВЕНТ}}$), ч.

Расход инфильтрующегося воздуха $G_{\text{ИНФ.Ж}}$ через воздухопроницаемый элемент здания (окно МОП, входная дверь) рассчитывают по формулам

$$G_{\text{ИНФ.Ж.ОК}} = \frac{A_{\text{ОК}}}{R_{\text{ИНФ.ОК}}} \cdot \frac{\Delta P_{\text{ОК}}^{2/3}}{\Delta P_0} ; \quad (5a)$$

$$G_{\text{ИНФ.Ж.ДВ}} = \frac{A_{\text{ДВ}}}{R_{\text{ИНФ.ДВ}}} \cdot \frac{\Delta P_{\text{ДВ}}^{1/2}}{\Delta P_0} , \quad (5б)$$

где $A_{\text{ОК}}$, $A_{\text{ДВ}}$ – площадь окон (витражей) и площадь входных дверей, м^2 ;

$\Delta P_0 = 10 \text{ Па}$ – разность давлений, принятая для определения приведенного сопротивления воздухопроницанию;

$R_{\text{ИНФ.ОК}}$ – сопротивление воздухопроницанию окна (витража), $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ (принимается по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию).

При отсутствии данных допустимо принимать величину, соответствующую требуемой по СП 23-101-2004 (для старых окон в деревянных переплетах вели-

чина сопротивления воздухопроницанию (с учетом деградации конструкций) составляет $0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$; для новых окон в пластиковых переплетах - $0,86 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$;

$R_{\text{инф.дв}}$ – сопротивление воздухопроницанию входных дверей, $\text{м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$. Значения $R_{\text{инф.дв}}$ принимают:

- $0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ - для входов в здания, предприятия торговли и объекты с массовым проходом людей;
- $0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ - для зданий повышенной комфортности;

$\Delta P_{\text{ок}}$ – расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па.

При расчете инфильтрации для здания в целом допускается принимать расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей МОП и окон и витражей нежилых помещений по формуле

$$\Delta P_{\text{ок}} = 0,28 \cdot H(y_{\text{н}} - y_{\text{в}}) + 0,03 \cdot y_{\text{н}} \cdot v^2, \quad (6)$$

где H – высота здания от отметки пола нижнего входа в здание до верха вытяжной шахты, м;

$y_{\text{н}}$, $y_{\text{в}}$ – удельный вес, соответственно, наружного и внутреннего воздуха принимают по формулам (7а) и (7б):

$$y_{\text{н}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{н}}}, \quad \text{Н}/\text{м}^3; \quad (7а)$$

$$y_{\text{в}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{в}}}, \quad \text{Н}/\text{м}^3; \quad (7б)$$

v – скорость ветра, м/с.

Значение скорости ветра для каждого населенного пункта принимается по СП 131.13330.2012 (максимальная скорость ветра в январе).

Расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных дверей определяют по формуле

$$\Delta P_{\text{дв}} = 0,55(H - h)(y_{\text{н}} - y_{\text{в}}) + 0,03 \cdot y_{\text{н}} \cdot v^2, \quad \text{Па}, \quad (8)$$

где h – высота от отметки пола нижнего входа в здание до центра входной двери, м.

Расход инфильтрующегося воздуха через воздухопроницаемый элемент фасада нежилого помещения (окна, витрины, витражи) определяется по выражению

$$G_{\text{инф.нж}} = \frac{A_{\text{ок.нж}}}{R_{\text{инф.ок.нж}}} \cdot \frac{\Delta P_{\text{ок.нж}}^{2/3}}{\Delta P_0}, \text{ кг/ч}, \quad (9)$$

где $A_{\text{ок.нж}}$ – площадь окон, витражей и витрин нежилого помещения, м²;

$R_{\text{инф.ок.нж}}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, м²·ч/кг, при $\Delta P_0 = 10$ Па. Значение $R_{\text{инф.ок.нж}}$ принимается по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию.

При отсутствии данных допустимо принимать величину, соответствующую требуемой по СП 23-101-2004. Расчетную разность давлений $\Delta P_{\text{ок.нж}}$ определяют по формуле (8).

2. Определение расчетно-нормативного потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период

Исходя из теплового баланса здания, потребление тепловой энергии на отопление здания состоит из следующих составляющих:

- 1) трансмиссионные тепловые потери через наружные ограждающие конструкции;
- 2) тепловые потери на нагрев наружного воздуха, поступающего (инфильтрирующегося) в здание в объеме нормативного воздухообмена;
- 3) тепловые потери трубопроводами системы отопления, проходящими через неотапливаемые помещения здания (учитываются коэффициентом тепловых потерь $\beta_{\text{ТП}}$);
- 4) тепловые потери, обусловленные неэффективным автоматическим регулированием подачи тепла в систему отопления (учитываются коэффициентом авторегулирования $\xi_{\text{РЕГ}}$);
- 5) тепlopоступления в здание с учетом возможности их использования от применения оптимальных систем автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления, оцениваемой коэффициентом $\xi_{\text{РЕГ}}$, в том числе:
 - через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и

балконные двери) от солнечной инсоляции;

– внутренние бытовые тепловыделения в помещениях здания.

2.1. Определение трансмиссионных тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции

Трансмиссионные тепловые потери через наружные ограждающие конструкции за отопительный период определяются по выражениям

$$Q_{\text{ТР}}^{\text{ОП}} = 0,024 \cdot K_{\text{ТР}}^{\text{ПР}} \cdot \text{ГСОП}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \quad (10\text{а})$$

$$Q_{\text{ТР}}^{\text{ОП}} = 0,0000206 \cdot K_{\text{ТР}}^{\text{ПР}} \cdot \text{ГСОП}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}, \text{ Гкал}, \quad (10\text{б})$$

где $\text{ГСОП}^{\text{Н}}$ - нормативные градусо-сутки отопительного периода

$$\text{ГСОП}^{\text{Н}} = (t_{\text{В}}^{\text{Р}} - t_{\text{Н}}^{\text{СР.Н}}) z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}}, \text{ } ^\circ\text{С} \cdot \text{сут};$$

где $t_{\text{Н}}^{\text{СР.Н}}$ – нормативная температура наружного воздуха, средняя за отопительный период, $^\circ\text{С}$;

$z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}}$ – нормативная продолжительность отопительного периода, сут.

Значения $t_{\text{Н}}^{\text{СР.Н}}$ и $z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}}$ принимаются по СП 131.13330.2013 для соответствующего региона и населенного пункта, в котором находится здание.

2.2. Определение тепловых потерь на нагрев наружного воздуха, поступающего (инфильтрующегося) в здание

Тепловые потери за счет нагрева холодного воздуха, инфильтрующегося в здание, рассчитываются по формулам

$$Q_{\text{ИНФ}}^{\text{ОП}} = 0,024 \cdot K_{\text{ИНФ}}^{\text{УСЛ}} \cdot \text{ГСОП}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}; \quad (11\text{а})$$

$$Q_{\text{ИНФ}}^{\text{ОП}} = 0,0000206 \cdot K_{\text{ИНФ}}^{\text{УСЛ}} \cdot \text{ГСОП}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{ОГР}}^{\text{СУМ}}, \quad \text{Гкал}, \quad (11\text{б})$$

Внутренние бытовые тепловыделения в помещениях здания вычисляются

$$Q_{\text{БЫТ}}^{\text{ОП}} = 0,024 \cdot q_{\text{БЫТ}} \cdot z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{Ж}} + \\ + 0,001 \cdot z_{\text{Ч.РАБ}} \cdot q_{\text{БЫТ.НЖ}} \cdot z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{НЖ}}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}; \quad (12\text{а})$$

$$Q_{\text{БЫТ}}^{\text{ОП}} = 0,0000206 \cdot q_{\text{БЫТ}} \cdot z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{Ж}} + \\ + 0,00000086 \cdot z_{\text{Ч.РАБ}} \cdot q_{\text{БЫТ.НЖ}} \cdot z_{\text{ОТ}}^{\text{Н}} \cdot A_{\text{НЖ}}, \quad \text{Гкал}, \quad (12\text{б})$$

где $A_{\text{Ж}}$ – жилая площадь квартир в здании, м^2 ;

$A_{НЖ}$ – полезная площадь нежилых помещений здания, м²;

$Z_{Ч.РАБ}$ – число часов работы нежилого помещения в сутки среднемесячное, ч.

$q_{БЫТ}$ – удельная величина внутренних тепловыделений в здании, Вт/м².

Удельная величина внутренних тепловыделений принимается в зависимости от заселенности квартир:

- 17 Вт/м² - при заселенности 20 м² и менее площади квартир на человека;
- 10 Вт/м² - при заселенности 45 м² и более площади квартир на человека;
- по интерполяции величины $q_{БЫТ}$ между 17 и 10 Вт/м² - при заселенности

квартиры более 20 м², но менее 45 м² общей площади квартир на человека по формуле: $q_{БЫТ} = 17 - (A_{КВ}/m_{Ж} - 20) \cdot 7 / 25$;

$q_{БЫТ.НЖ}$ – удельная величина внутренних теплопоступлений в нежилых помещениях в рабочее время, Вт/м², принимается в зависимости от назначения помещения по табл. 5 в соответствии с СТО НОП 2.1-2014.

Таблица 5. Удельные среднечасовые бытовые теплопоступления за рабочее время, в том числе от людей, электрических приборов, освещения, Вт/м²

Офисные	Учебно-воспитательные	Поликлинического назначения	Предприятия общественного питания	Торгово-бытовые	Физкультурно-оздоровительные*	Досуговые
13,4	13,1	14,0	13,1	9,8	24,4	20,6

* Принимаются как спортивные с занимаемой полезной площадью 5 м²/чел.

Расчетно-нормативное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определяется по выражению

$$Q_0^{ОП} = [Q_{ТР}^{ОП} + Q_{ИНФ}^{ОП} - (Q_{БЫТ}^{ОП} + Q_{ИНС}^{ОП}) \cdot v_{ИН} \cdot \xi_{РЕГ}] \beta_{ТП}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \text{ Гкал}, \quad (13)$$

где $Q_{ИНС}^{ОП}$ – теплопоступления в здание через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и балконные двери) от солнечной инсоляции. При ориентировочных расчетах величину теплопоступлений в здание от солнечной инсоляции допускается не учитывать ($Q_{ИНС}^{ОП} = 0$);

$\beta_{ТП}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные потери системы отопления, обусловленные теплотерями трубопроводов, проходящих через

неотапливаемые помещения. Значения величины $\beta_{ТП}$ принимаются:

- 1,13 - для многосекционных протяженных зданий;
- 1,11 - для зданий башенного типа;
- 1,07 - для зданий с отапливаемыми чердаками и подвалами;
- 1,09 - для зданий, не попадающих в вышеуказанные категории.

$\xi_{РЕГ}$ – коэффициент, учитывающий эффективность автоматического регулирования подачи тепловой энергии в систему отопления здания. Величина коэффициента $\xi_{РЕГ}$ принимается:

- 0,95 - для двухтрубных систем отопления при наличии терморегулирующих клапанов на отопительных приборах и с автоматическим регулированием подачи тепла на вводе в здание;
- 0,9 - для одноконтурных систем отопления при наличии терморегулирующих клапанов на отопительных приборах и с автоматическим регулированием подачи тепла на вводе в здание;
- 0,85 - для одноконтурных систем отопления при наличии терморегулирующих клапанов на отопительных приборах и без автоматического регулирования подачи тепла на вводе в здание;
- 0,7 - для одноконтурных и двухтрубных систем отопления без терморегулирующих клапанов на отопительных приборах, с автоматическим регулированием подачи тепла на вводе в здание;
- 0,5 - для одноконтурных и двухтрубных систем отопления без терморегулирующих клапанов на отопительных приборах, при отсутствии автоматического регулирования подачи тепла на вводе в здание;

$\nu_{ИН}$ – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций.

При исключении теплопоступлений в здание от солнечной радиации для расчетов величину рекомендуется принимать в домах с центральным авторегулированием на вводе системы отопления $\nu_{ИН} = 1,0$ и $\xi_{РЕГ} = 0,85$, а в домах без

центрального авторегулирования на вводе (только в ЦТП или в квартальной котельной) $\nu_{\text{ИН}} = 1,0$ и $\xi_{\text{РЕГ}} = 0,7$. При теплоснабжении от ЦТП и квартальных котельных, не оборудованных авторегулированием, $\xi_{\text{РЕГ}} = 0,5$.

Рассчитывается удельный расчетно-нормативный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период на 1 м^2 общей площади жилых помещений и полезной площади нежилых помещений здания

$$q_0^{\text{ОП}} = \frac{Q_0^{\text{ОП}}}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2; \text{ Гкал}/\text{м}^2, \quad (14\text{а})$$

где $A_{\text{КВ}}$ – общая площадь жилых помещений (квартир) в здании, м^2 ;

$A_{\text{НЖ}}$ – полезная площадь нежилых помещений в здании, м^2 .

При отсутствии в здании нежилых помещений формула (14а) преобразуется к виду

$$q_0^{\text{ОП}} = \frac{Q_0^{\text{ОП}}}{A_{\text{КВ}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2; \text{ Гкал}/\text{м}^2. \quad (14\text{б})$$

3. Расчет фактического потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период

Фактическое (измеренное) потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определяется по данным общедомовых приборов учета, установленных в здании. Это значение приводится (пересчитывается) к нормативным климатическим условиям по выражению

$$Q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}} = Q_0^{\text{ОП.Ф}} \cdot \text{ГСОП}^{\text{Н}}/\text{ГСОП}^{\text{Ф}}, \quad (15)$$

где $Q_0^{\text{ОП.Ф}}$ – фактическое (измеренное) потребление тепловой энергии на отопление здания, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$ (Гкал);

$\text{ГСОП}^{\text{Ф}}$ – фактические градусо-сутки отопительного периода

$$\text{ГСОП}^{\text{Ф}} = (t_{\text{В}}^{\text{Р}} - t_{\text{Н}}^{\text{СР.Ф}})z_{\text{ОТ}}^{\text{Ф}}, \quad \text{°С} \cdot \text{сут};$$

$t_{\text{Н}}^{\text{СР.Ф}}$ – фактическая температура наружного воздуха, средняя за отопительный период, °С ;

z_{0T}^{Φ} - фактическая продолжительность отопительного периода, сут.

Удельный фактический расход тепловой энергии на отопление здания, приведенный к нормативным климатическим условиям, определяется по выражению

$$q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}} = \frac{Q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2; \text{ Гкал}/\text{м}^2. \quad (16a)$$

При отсутствии в здании нежилых помещений, формула (16a) запишется

$$q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}} = \frac{Q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}}{A_{\text{КВ}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2; \text{ Гкал}/\text{м}^2. \quad (16б)$$

Вычисленные показатели $Q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}$ и $q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}$ сравниваются с расчетно-нормативными значениями $Q_0^{\text{ОП}}$ и $q_0^{\text{ОП}}$.

Если показатели $Q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}$ и $q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}$ выше расчетно-нормативных значений, то это означает, что в систему отопления поступает избыточное количество тепловой энергии и здание переотапливается. Возможны следующие причины переотапливания ("перетопа") зданий:

- завышение температуры теплоносителя (сетевой воды), поступающей в здание из наружных тепловых сетей. Этот фактор может быть обусловлен несоблюдением установленного температурного графика со стороны теплоснабжающей организации. Выявить эту причину возможно посредством сравнения фактической температуры сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети (на вводе в здание) с соответствующей температурой теплоносителя, согласно температурному графику, установленному теплоснабжающей организацией;

- завышение расхода теплоносителя (сетевой воды), поступающего в здание из наружных тепловых сетей. Это обстоятельство может быть обусловлено разрегулированием наружных тепловых сетей. Установить эту причину возможно посредством сравнения фактического расхода сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети (на вводе в здание) с величиной расхода теплоносителя, согласно договору теплоснабжения с теплоснабжающей организацией;

– увеличение температуры теплоносителя и расхода теплоносителя (сетевой воды), поступающего в систему отопления здания после элеваторного узла. Причиной этого фактора может быть несанкционированные изменения геометрических характеристик элеватора (площади сечения сопла).

Если показатели $Q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}$ и $q_0^{\text{ОП.Ф.НОРМ}}$ меньше расчетно-нормативных значений, то это означает, что в систему отопления поступает сниженное количество тепловой энергии и здание недоотапливается. Возможны следующие причины недоотапливания ("недотоп") зданий:

– занижение температуры теплоносителя (сетевой воды), поступающей в здание из наружных тепловых сетей. Этот фактор может быть обусловлен несоблюдением установленного температурного графика со стороны теплоснабжающей организации;

– занижение расхода теплоносителя (сетевой воды), поступающего в здание из наружных тепловых сетей. Это обстоятельство может быть обусловлено разрегулированием наружных тепловых сетей.

Пример расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на отопление здания представлен в табл. 6.

Количество тепловой энергии на отопление здания за месяц отопительного периода, Q_0^M , кВт·ч (Гкал), определяется по формулам (10)÷(15), но при этом:

– вместо градусо-суток отопительного периода используются градусо-сутки рассматриваемого месяца ($ГСОМ^H$ и $ГСОМ^Ф$; °С·сут);

– вместо температуры наружного воздуха, средней за отопительный период, используется средняя температура наружного воздуха в рассматриваемом месяце ($t_H^{CP.H.M}$ и $t_H^{CP.Ф.M}$, °С).

Таблица 6. Расчетно-нормативное и фактическое потребление тепловой энергии на отопление здания (на примере жилого здания типовой строительной серии II-18)

Наименование показателя	Ед. изм	Расчетно-нормативное потребление (при нормативных климатических условиях)	Фактическое потребление	Фактическое потребление, приведенное к нормативным климатическим условиям
Общие данные по зданию				
Типовая строительная серия		II-18	II-18	II-18
Общая площадь жилых помещений	м ²	3639,7	3639,7	3639,7
Количество этажей (этажность)	ед	12	12	12
Число подъездов (секций)	ед	1	1	1
Количество квартир	ед	84	84	84
Потребление тепловой энергии на отопление				
Потребление тепловой энергии на отопление за отопительный период	кВт·ч	720094	713756	692381
	Гкал	619	614	595
Трансмиссионные тепловые потери через наружные ограждающие конструкции (всего)	кВт·ч	555238	551248	537792
	Гкал	478	474	463
в том числе тепловые потери через наружные стены	кВт·ч	269340	267405	260877
	Гкал	232	230	224
в том числе тепловые потери через окна в квартирах	кВт·ч	182950	181636	177202
	Гкал	157	156	152
в том числе тепловые потери через окна в МОП	кВт·ч	7646	7578	7405
	Гкал	7	7	6
в том числе тепловые потери через верхние покрытия и чердачные перекрытия	кВт·ч	44700	44379	43295
	Гкал	38	38	37
в том числе тепловые потери через полы по грунту и перекрытия над подвалом (техподпольем)	кВт·ч	49666	49309	48106
	Гкал	43	42	41
в том числе тепловые потери через наружные двери	кВт·ч	936	929	907
	Гкал	1	1	1
Инфильтрационные тепловые потери на нагрев наружного воздуха	кВт·ч	198678	197250	192435
	Гкал	171	170	165
	Гкал	41	40	39
Дополнительные тепловые потери трубопроводами системы отопления, проходящими через неотапливаемые помещения (подвалы; чердаки)	кВт·ч	47109	46770	45629

Окончание табл. 6

Наименование показателя	Ед. изм	Расчетно-нормативное потребление (при нормативных климатических условиях)	Фактическое потребление	Фактическое потребление, приведенное к нормативным климатическим условиям
Дополнительные тепловые потери, обусловленные неэффективным регулированием подачи тепловой энергии в систему отопления	кВт·ч	80931	80350	78388
то же	Гкал	70	69	67
Внутренние тепловыделения	кВт·ч	161862	161862	161862
то же	Гкал	139	139	139
Увеличение (+) или уменьшение (-) фактического потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период по сравнению с расчетно-нормативным значением	кВт·ч		-6337	-27713*
то же	Гкал		-5	-24
Удельное потребление тепловой энергии на отопление за отопительный период	кВт·ч/м ²	199,0	197,3	191,4
то же	Гкал/м ²	0,171	0,170	0,165
Примечание: * Фактическое потребление тепловой энергии на отопление, приведенное к нормативным климатическим условиям меньше расчетно-нормативного расхода теплоты на 27713 кВт·ч или 24 Гкал (здание недоотапливается на 4%).				

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА № 2

Определение расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды

1. Определение расчетно-нормативного потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды

Потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение (ГВС) здания состоит из следующих составляющих:

- 1) расход тепловой энергии для нагрева горячей воды в системе ГВС;
- 2) тепловые потери трубопроводами системы ГВС (учитываются коэффициентом тепловых потерь $K_{ТП}$).

Расчетный (удельный) средний суточный расход горячей воды за отопительный период на одного человека (жителя) в здании определяется по выражению

$$g_{ГВ}^{СР.СУТ} = \frac{a_{ГВ}^{СР.СУТ} \cdot 365}{Z_{ОТ}^H + \alpha(Z_{ГВ}^H - Z_{ОТ}^H)}, \quad (л/(сут \cdot чел)), \quad (17)$$

где $a_{ГВ}^{СР.СУТ}$ – нормированный (удельный) средний за год суточный расход горячей воды на одного жителя, проживающего в здании с централизованным ГВС, л/(сут·чел). Значение $a_{ГВ}^{СР.СУТ}$ принимается по табл. 7, в соответствии с СП 30.13330.2012, в зависимости от вида санитарно-технического оборудования, установленного в здании;

α – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на ГВС в неотапливаемый (летний) период по отношению к отопительному периоду. Значение коэффициента α принимается:

- 0,9 - для жилищно-коммунального сектора;
- 1,2...1,5 - для зданий, расположенных в курортных зонах. В расчетах можно принимать среднее значение (1,35);

$Z_{ГВ}^H$ – нормативная продолжительность работы системы ГВС здания с учетом плановых прекращений подачи горячей воды (из-за отключений системы централизованного теплоснабжения на испытания и ремонты), сут.

Таблица 7. Нормированные (удельные) средние за год расходы горячей воды в зданиях с централизованным горячим водоснабжением, л/(сут·чел)

Тип жилого здания	Нормированный (удельный) средний за год суточный расход горячей воды
Оборудованные умывальниками, мойками и душами	85
Оборудованные умывальниками, мойками, душами и сидячими ваннами	90
Оборудованные умывальниками, мойками, душами и ваннами длиной от 1500 до 1700 мм	105
Оборудованные умывальниками, мойками, душами и ваннами (с квартирными регуляторами давления)	100
Свыше 12 этажей с повышенными требованиями к благоустройству	115

Расчетный средний часовой расход горячей воды в отопительный период для здания вычисляется по формуле

$$G_{ГВ}^{CP} = g_{ГВ}^{CP.CYT} \cdot M_{Ж} / 0,024, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (18)$$

где $M_{Ж}$ – количество жителей в здании, чел.

Расчетный максимальный часовой расход горячей воды в отопительный период для зданий определяется как

$$G_{ГВ}^{МАКС} = G_{ГВ}^{CP} \cdot K_{ЧАС}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (19)$$

где $K_{ЧАС}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды в здании, принимается по табл. 8, в соответствии с СП 41-101-95.

Таблица 8. Коэффициент часовой неравномерности водопотребления в зданиях

Число жителей $M_{Ж}$, чел	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления, $K_{ЧАС}$	Число жителей $M_{Ж}$, чел	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления, $K_{ЧАС}$
150	5,15	1500	3,09
250	4,5	2000	2,97
350	4,1	2500	2,9
500	3,75	3000	2,85
700	3,5	4000	2,78
1000	3,27	5000	2,74

Расчетное годовое потребление горячей воды в здании рассчитывается по выражению

$$G_{ГВ}^{ГОД} = g_{ГВ}^{СР.СУТ} (1 - 0,4 \cdot m_{КВ}^{ИПУ} / m_{КВ}) M_{Ж} (z_{ОТ}^H + \alpha(z_{ГВ}^H - z_{ОТ}^H)) / 1000, \text{ м}^3. \quad (20)$$

Удельный среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение за отопительный период вычисляется по формулам

$$g_{ГВ}^{СР} = \frac{g_{ГВ}^{СР.СУТ} \cdot \rho_{В} \cdot C_{В} (t_{ГВ} - t_{ХВ}) (1 + K_{ТП})}{3,6 \cdot 24 \cdot A_{ЗАС}^{\Phi}} \times (1 - 0,4 \cdot m_{КВ}^{ИПУ} / m_{КВ}), \text{ кВт/м}^2; \quad (21a)$$

$$g_{ГВ}^{СР} = \frac{g_{ГВ}^{СР.СУТ} \cdot \rho_{В} \cdot C_{В} (t_{ГВ} - t_{ХВ}) (1 + K_{ТП})}{24 \cdot A_{ЗАС}^{\Phi}} \times (1 - 0,4 \cdot m_{КВ}^{ИПУ} / m_{КВ}), \text{ ккал/(ч} \cdot \text{м}^2), \quad (21б)$$

где $\rho_{В} = 1 \text{ кг/литр} = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды;

$C_{В} = 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)} = 1,0 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°C)}$ – массовая теплоемкость воды;

$t_{ГВ}$ – нормативная температура горячей воды, °С. Согласно СП 30.13330.2012 температура горячей воды должна быть не ниже 60 °С и не выше 75 °С. Для расчетов принимается минимальное значение;

$t_{ХВ}$ – температура холодной воды, °С. При отсутствии данных, значение температуры $t_{ХВ}$ рекомендуется принимать равным 5 °С (для отопительного периода);

$A_{ЗАС}^{\Phi}$ – фактическая заселенность здания

$$A_{ЗАС}^{\Phi} = A_{КВ} / M_{Ж}, \text{ м}^2 / \text{чел};$$

$m_{КВ}$ – количество квартир в здании, ед.;

$m_{КВ}^{ИПУ}$ – количество квартир, оборудованных индивидуальными приборами учета расхода горячей воды (квартирными счетчиками горячей воды), ед.;

$K_{ТП}$ – коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами системы горячего водоснабжения. Значение коэффициента $K_{ТП}$ принимаются по табл. 9, в соответствии с СП 41-101-95.

Таблица 9. Значение коэффициента, учитывающего потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения

Тип системы горячего водоснабжения	Коэффициент $K_{ТП}$	
	при наличии наружных тепловых сетей горячего водоснабжения после центрального теплового пункта (ЦТП) или источника теплоснабжения	без наружных тепловых сетей горячего водоснабжения (приготовление горячей воды осуществляется в индивидуальном тепловом пункте здания)
с полотенцесушителями в ваннных комнатах и изолированными стояками горячей воды	0,25	0,2
без полотенцесушителей в ваннных комнатах и изолированными стояками горячей воды	0,15	0,1
с полотенцесушителями в ваннных комнатах и неизолированными стояками горячей воды	0,35	0,3
без полотенцесушителей в ваннных комнатах и неизолированными стояками горячей воды	0,25	0,2

Средний часовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение за отопительный период вычисляется по формуле

$$Q_{ГВ}^{CP} = q_{ГВ}^{CP} \cdot A_{КВ}, \quad \text{кВт; ккал/ч.} \quad (22)$$

Удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжения здания, отнесенный к 1 м² общей площади жилых помещений (квартир), определяется по выражениям

$$q_{ГВ}^{ГОД} = \frac{0,024 \cdot q_{ГВ}^{CP}}{1 + K_{ТП}} \left[z_{ГВ}^H \cdot K_{ТП} + z_{ОТ}^H + \alpha (z_{ГВ}^H - z_{ОТ}^H) \frac{t_{ГВ} - t_{ХВ}^L}{t_{ГВ} - t_{ХВ}^3} \right], \quad \text{кВт} \cdot \text{ч/м}^2; \quad (23a)$$

$$q_{ГВ}^{ГОД} = \frac{0,0000206 \cdot q_{ГВ}^{CP}}{1 + K_{ТП}} \left[z_{ГВ}^H \cdot K_{ТП} + z_{ОТ}^H + \alpha (z_{ГВ}^H - z_{ОТ}^H) \frac{t_{ГВ} - t_{ХВ}^L}{t_{ГВ} - t_{ХВ}^3} \right], \quad \text{Гкал/м}^2, \quad (23б)$$

где $t_{ХВ}^3$ – температура холодной воды в отопительный (зимний) период, °С. При

отсутствии данных значение температуры $t_{ХВ}^3$ рекомендуется принимать равным 5 °С;

$t_{ХВ}^Л$ – температура холодной воды в неотапительный (летний) период, °С.

При отсутствии данных значение температуры $t_{ХВ}^Л$ рекомендуется принимать равным 15 °С.

Количество тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения здания за год, с учетом плановых прекращений подачи горячей воды рассчитывается как

$$Q_{ГВ}^{ГОД} = q_{ГВ}^{ГОД} \cdot A_{КВ}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}; \text{Гкал.} \quad (24)$$

2. Расчет фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды

Фактическое (измеренное) потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение здания за год, а также фактический годовой расход горячей воды определяются по данным общедомовых приборов учета, установленных в здании.

Фактический удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение определяется с учетом фактической заселенности жилого здания

$$q_{ГВ}^{ГОД.Ф} = Q_{ГВ}^{ГОД.Ф} \cdot K_{ЗАС} / A_{КВ}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2; \text{Гкал} / \text{м}^2, \quad (25)$$

где $Q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ – фактическое (измеренное) годовое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт·ч (Гкал);

$K_{ЗАС}$ – коэффициент фактической заселенности здания

$$K_{ЗАС} = A_{ЗАС}^Ф / A_{ЗАС}^Н;$$

$A_{ЗАС}^Ф$ – фактическая заселенность здания

$$A_{ЗАС}^Ф = A_{КВ} / M_{Ж}, \quad \text{м}^2 / \text{чел};$$

$A_{ЗАС}^Н$ – норма общей площади жилых помещений (квартир) на одного жителя, м²/чел.

При отсутствии данных по величине нормы общей площади жилых помещений на одного жителя в конкретном населенном пункте, величина $A_{ЗАС}^H$ принимается равной 18...20 м²/чел.

Полученные фактические значения $Q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ и $q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ сопоставляются с расчетно-нормативными значениями $Q_{ГВ}^{ГОД}$ и $q_{ГВ}^{ГОД}$.

Если показатели $Q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ и $q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ больше расчетно-нормативных значений, то это означает, что в систему горячего водоснабжения здания поступает избыточное количество тепловой энергии и фактическая температура горячей воды выше нормативных значений ("перегрев" горячей воды).

Если показатели $Q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ и $q_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ меньше расчетно-нормативных значений, то это означает, что в систему горячего водоснабжения здания поступает уменьшенное количество тепловой энергии и фактическая температура горячей воды меньше нормативных значений ("недогрев" горячей воды).

Фактический (удельный) средний суточный расход горячей воды на одного человека (жителя) в здании рассчитывается по выражению

$$g_{ГВ}^{СР.СУТ.Ф} = \frac{G_{ГВ}^{ГОД.Ф} \cdot 1000}{365 \cdot M_{Ж}}, \quad \text{л}/(\text{чел} \cdot \text{сут}), \quad (26)$$

где $G_{ГВ}^{ГОД.Ф}$ – фактический (измеренный) годовой расход горячей воды в здании, м³.

Определенное фактическое значение $g_{ГВ}^{СР.СУТ.Ф}$ сопоставляется с нормируемым (удельным) средним за год суточным расходом горячей воды (см. табл. 7) с учетом степени оснащения здания индивидуальными (квартирными) счетчиками горячей воды

$$\alpha_{ГВ}^{СР.СУТ} (1 - 0,4 \cdot m_{КВ}^{ИПУ} / m_{КВ}).$$

Фактическое значение $g_{ГВ}^{СР.СУТ.Ф}$ может быть больше значения $\alpha_{ГВ}^{СР.СУТ} (1 - 0,4 \cdot m_{КВ}^{ИПУ} / m_{КВ})$ по следующим причинам:

- завышенное давление горячей воды в системе горячего водоснабжения (отсутствие регуляторов давления горячей воды на вводе в здание);
- большие сливы горячей воды из-за ее остывания в тупиковых системах

горячего водоснабжения (при отсутствии циркуляционного трубопровода и насоса);

- большие утечки горячей воды, обусловленные значительным физическим износом и повышенной аварийностью внутридомовых трубопроводов системы горячего водоснабжения;

- использовалась некорректная информация о количестве жителей в здании и/или виде санитарно-технического оборудования, установленного в здании.

Если фактическое значение $g_{ГВ}^{СР.СУТ.Ф}$ меньше значения $\alpha_{ГВ}^{СР.СУТ} (1 - 0,4 \times m_{КВ}^{ИПУ} / m_{КВ})$, то это возможно по следующим причинам:

- использовалась некорректная информация о количестве жителей в здании и/или виде санитарно-технического оборудования, установленного в здании;

- использовалась некорректная информация о фактическом потреблении горячей воды (неполные данные о фактическом помесечном потреблении горячей воды в здании; нерегулярность подачи сведений о потреблении горячей воды жителями).

Для устранения вышеперечисленных причин необходимо проверить и уточнить данные о количестве жителей в здании, виде санитарно-технического оборудования и фактическом потреблении горячей воды за рассматриваемый период.

Пример расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение здания представлен в табл. 10.

Таблица 10. Расчетно-нормативное и фактическое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение здания (на примере жилого здания типовой строительной серии II-18, г. Москва)

Наименование показателя	Ед. изм.	Расчетно-нормативное потребление	Фактическое потребление
Общие данные по зданию			
Типовая строительная серия		II-18	II-18
Общая площадь жилых помещений	м ²	3639,7	3639,7
Количество этажей (этажность)	ед	12	12
Число подъездов (секций)	ед	1	1
Количество квартир	ед	84	84
Потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение			
Годовое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение	кВт·ч	377610	399723
	Гкал	325	343,7
Увеличение (+) или уменьшение (-) годового фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение по сравнению с расчетно-нормативным значением	кВт·ч		22113
	Гкал		19
	%		5,9
Годовое потребление горячей воды	м ³	4547	4571
Увеличение (+) или уменьшение (-) фактического годового потребления горячей воды по сравнению с расчетно-нормативным значением	м ³		23,8
	%		0,5
Удельное потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение	кВт·ч/м ²	103,7	109,8
	Гкал/м ²	0,069	0,073
Удельный средний суточный расход горячей воды	л/(сут·чел)	87	80,3

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА № 3

Определение расчетно-нормативного и фактического потребления электроэнергии

1. Определение расчетно-нормативного потребления электрической энергии

Потребление электрической энергии на общедомовые нужды здания состоит из следующих составляющих:

1) освещение помещений общедомового назначения (мест общего пользования), в том числе:

- наружное освещение подъездов;
- освещение лестничных площадок и лифтовых холлов;
- освещение межквартирных коридоров;
- освещение подвала (технического подполья);
- освещение чердачного помещения;

2) потребление электрической энергии силовым оборудованием, в том числе:

- лифтовым оборудованием (при наличии в здании);
- насосным оборудованием (при наличии в здании);

3) потребление электроэнергии прочим энергетическим оборудованием, в том числе:

– приборами автоматического регулирования и учета потребления тепловой энергии и воды (общедомовыми электронными теплосчетчиками, а также счетчиками горячей и холодной воды);

– системами пожарной сигнализации и диспетчеризации (при наличии в здании);

– приточно-вытяжными системами принудительной вентиляции мест общего пользования и/или нежилых помещений (при наличии в здании).

Годовое потребление электроэнергии на освещение мест общего пользования рассчитывается по формуле

$$E_{\text{ОСВ}}^{\text{ГОД}} = (\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{П}} \cdot z_{\text{ОСВ}}^{\text{П}} + \sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}} \cdot z_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}} + \sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}} \cdot z_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}} + \sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}} \cdot z_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}} + \sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}} \cdot z_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}}) / 1000, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (27)$$

где $\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{П}}$ – суммарная электрическая мощность осветительных приборов для наружного освещения подъездов

$$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{П}} = M_{\text{ОСВ}}^{\text{П}} \cdot N_{\text{ОСВ}}^{\text{П}}, \text{ Вт};$$

$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}}$ – суммарная электрическая мощность осветительных приборов для освещения лестничных площадок и лифтовых холлов

$$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}} = M_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}} \cdot N_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}}, \text{ Вт};$$

$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}}$ – суммарная электрическая мощность осветительных приборов для освещения межквартирных коридоров

$$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}} = M_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}} \cdot N_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}}, \text{ Вт};$$

$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}}$ – суммарная электрическая мощность осветительных приборов для освещения подвала

$$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}} = M_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}} \cdot N_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}}, \text{ Вт};$$

$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}}$ – суммарная электрическая мощность осветительных приборов для освещения чердака

$$\sum N_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}} = M_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}} \cdot N_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}}, \text{ Вт};$$

$M_{\text{ОСВ}}^{\text{П}}, M_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}}, M_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}}, M_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}}, M_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}}$ – количество осветительных приборов для освещения подъездов, лестничных площадок и лифтовых холлов, межквартирных коридоров, подвала, чердака, ед.;

$N_{\text{ОСВ}}^{\text{П}}, N_{\text{ОСВ}}^{\text{Л.ПЛ}}, N_{\text{ОСВ}}^{\text{КОР}}, N_{\text{ОСВ}}^{\text{ПОДВ}}, N_{\text{ОСВ}}^{\text{ЧЕРД}}$ – единичная электрическая мощность осветительных приборов, установленных для освещения подъездов, лестничных площадок и лифтовых холлов, межквартирных коридоров, подвала, чердака, Вт;

$Z_{ОСВ}^П, Z_{ОСВ}^{Л.ПЛ}, Z_{ОСВ}^{КОР}, Z_{ОСВ}^{ПОДВ}, Z_{ОСВ}^{ЧЕРД}$ – годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, ч. При отсутствии данных значения годового числа часов использования максимума осветительной нагрузки для различных помещений мест общего пользования приведено в табл. 11 в соответствии с СТО НОП 2.1-2014.

Таблица 11. Годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки для помещений мест общего пользования

Наименование помещения	Вид потребления электроэнергии	Годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки	
		при постоянной работе, без использования систем автоматического контроля и регулирования освещения	при использовании систем автоматического контроля и регулирования освещения
Подъезды	Освещение помещений общедомового назначения с естественным освещением	4380	360
Вестибюли 1-го этажа		4380	360
Лестничные площадки		2920	120
Лифтовые холлы (с естественным освещением)		2920	120
Межквартирные коридоры	Освещение помещений общедомового назначения без естественного освещения	8760	240
Лифтовые холлы (без естественного освещения)		8760	240
Подвал (техническое подполье)		300	
Чердак		100	
Машинное помещение лифтов		40	

Годовое потребление электроэнергии на работу лифтов (при наличии в здании) определяется по выражению

$$E_{\text{ЛИФТ}}^{\text{ГОД}} = \sum N_{\text{ЛИФТ}} \cdot Z_{\text{ЛИФТ}}^{\text{ГОД}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (28)$$

где $\sum N_{\text{ЛИФТ}}$ – суммарная электрическая мощность лифтов в здании, кВт,

$$\sum N_{\text{ЛИФТ}} = M_{\text{ЛИФТ}} \cdot N_{\text{ЛИФТ}};$$

$M_{\text{ЛИФТ}}$ – количество лифтов в здании, ед.;

$N_{\text{ЛИФТ}}$ – единичная электрическая мощность лифтов, кВт.

Значение $N_{\text{ЛИФТ}}$ определяется по данным из технического паспорта на лифтовое оборудование. При отсутствии таких данных, величину $N_{\text{ЛИФТ}}$ можно ориентировочно определить по табл. 12³, в зависимости от грузоподъемности и скорости движения лифта;

$Z_{\text{ЛИФТ}}^{\text{ГОД}}$ – годовое число часов использования лифтов в здании, ч. При отсутствии данных значение величины $Z_{\text{ЛИФТ}}^{\text{ГОД}}$ допускается принимать:

- 2200 ч/год - без использования программы управления лифтовым оборудованием;
- 1460 ч/год - с использованием программы управления лифтовым оборудованием.

Таблица 12. Основные технические характеристики пассажирских лифтов

Номинальная грузоподъемность, кг	Номинальная скорость движения, м/с	Потребляемая мощность, кВт			КПД, %
		Всего	Электропривода	Прочего оборудования	
400	0,5	6,75	5,0	1,75	71
400	0,63	4,5	3,0	1,5	73
400	0,71	4,5	3,0	1,5	73
400	1,0	6,75	5,0	1,75	71
400	1,6	9,75	8,0	1,75	85
500	1,0	8,75	7,0	1,75	84
630	0,5	8,0	6,5	1,5	81
630	1,0	8,75	7,0	1,75	70
630	1,6	15,0	13	2,0	83
1000	1,0	11,0	9,0	2,0	88
1000	1,6	20,4	18,4	2,0	83

Годовое потребление электроэнергии на работу насосного оборудования (при наличии в здании) вычисляется по формуле

$$E_{\text{НАС}}^{\text{ГОД}} = E_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} + E_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} + E_{\text{НАС}}^{\text{ХВ}} = \sum N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} \cdot z_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} + \sum N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} \cdot z_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} + \sum N_{\text{НАС}}^{\text{ХВ}} \cdot z_{\text{НАС}}^{\text{ХВ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (29)$$

³ Данные ОАО "Мослифт" и ОАО "Щербинский лифтостроительный завод"

где $E_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ – потребление электроэнергии циркуляционными насосами системы отопления

$$E_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} = \sum N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} \cdot z_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$\sum N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ – суммарная электрическая мощность циркуляционных насосов системы отопления

$$\sum N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} = M_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}} \cdot N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}, \text{ кВт};$$

$M_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ – количество циркуляционных насосов системы отопления в здании, ед.;

$N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ – единичная электрическая мощность циркуляционных насосов системы отопления. Значение $N_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ определяется по данным из технического паспорта на насосное оборудование;

$z_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ – число часов работы циркуляционных насосов системы отопления в здании, ч. При отсутствии данных значение величины $z_{\text{НАС}}^{\text{ОТ}}$ допускается принимать равным продолжительности работы системы отопления (отопительный период);

$E_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ – потребление электроэнергии циркуляционными насосами системы ГВС

$$E_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} = \sum N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} \cdot z_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$\sum N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ – суммарная электрическая мощность циркуляционных насосов системы ГВС

$$\sum N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} = M_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}} \cdot N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}, \text{ кВт};$$

$M_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ – количество циркуляционных насосов системы ГВС в здании, ед.;

$N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ – единичная электрическая мощность циркуляционных насосов системы ГВС. Значение $N_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ определяется по данным из технического паспорта на насосное оборудование;

$z_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ – число часов работы циркуляционных насосов системы ГВС в здании, ч. При отсутствии данных значение $z_{\text{НАС}}^{\text{ГВ}}$ принимается равным продолжительности работы системы ГВС;

$E_{\text{НАС}}^{\text{XB}}$ – потребление электроэнергии повысительными насосами системы холодного водоснабжения

$$E_{\text{НАС}}^{\text{XB}} = \sum N_{\text{НАС}}^{\text{XB}} \cdot z_{\text{НАС}}^{\text{XB}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$\sum N_{\text{НАС}}^{\text{XB}}$ – суммарная электрическая мощность повысительных насосов системы холодного водоснабжения

$$\sum N_{\text{НАС}}^{\text{XB}} = M_{\text{НАС}}^{\text{XB}} \cdot N_{\text{НАС}}^{\text{XB}}, \text{ кВт};$$

$M_{\text{НАС}}^{\text{XB}}$ – количество повысительных насосов системы холодного водоснабжения в здании, ед.;

$N_{\text{НАС}}^{\text{XB}}$ – единичная электрическая мощность повысительных насосов системы холодного водоснабжения. Значение $N_{\text{НАС}}^{\text{XB}}$ определяется по данным из технического паспорта на насосное оборудование;

$z_{\text{НАС}}^{\text{XB}}$ – число часов работы повысительных насосов системы холодного водоснабжения в здании, ч.

Годовое потребление электроэнергии прочим энергетическим оборудованием (при наличии в здании) рассчитывается как

$$E_{\text{ПРОЧ}}^{\text{ГОД}} = \sum N_{\text{ПРОЧ}} \cdot z_{\text{ПРОЧ}}^{\text{ГОД}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (30)$$

где $\sum N_{\text{ПРОЧ}}$ – суммарная электрическая мощность прочего энергетического оборудования в здании

$$\sum N_{\text{ПРОЧ}} = M_{\text{ПРОЧ}} \cdot N_{\text{ПРОЧ}}, \text{ кВт};$$

$M_{\text{ПРОЧ}}$ – количество прочего энергетического оборудования в здании, ед.;

$N_{\text{ПРОЧ}}$ – электрическая мощность прочего энергетического оборудования. Значение $N_{\text{ПРОЧ}}$ определяется по данным из технического паспорта на прочее оборудование;

$z_{\text{ПРОЧ}}^{\text{ГОД}}$ – годовое число часов использования прочего энергетического оборудования в здании, ч.

Суммарное потребление электрической энергии на общедомовые нужды здания определяется по выражению

$$E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД}} = E_{\text{ОСВ}}^{\text{ГОД}} + E_{\text{ЛИФТ}}^{\text{ГОД}} + E_{\text{НАС}}^{\text{ГОД}} + E_{\text{ПРОЧ}}^{\text{ГОД}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (31)$$

Рассчитывается удельный годовой расчетно-нормативный расход электроэнергии на общедомовые нужды здания на 1 м² общей площади жилых помещений здания

$$q_{\text{ЭЛ}}^{\text{ГОД}} = E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД}} / A_{\text{КВ}}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2. \quad (32)$$

2. Определение фактического потребления электрической энергии

Фактическое (измеренное) годовое потребление электрической энергии на общедомовые нужды здания определяется по отдельному прибору учета расхода электроэнергии, установленному в здании.

При отсутствии отдельного прибора учета расход электроэнергии на общедомовые нужды определяется как разность между объемом потребления по коллективному (общедомовому) прибору учета и суммой объемов потребления по всем индивидуальным (квартирным) электросчетчикам в здании.

Если в здании установлены приборы учета расхода электроэнергии, отдельно на освещение МОП и отдельно на силовое оборудование здания (лифты, насосы, прочее энергетическое оборудование), то в этом случае потребление электрической энергии на общедомовые нужды определяется суммой объемов потребления по отдельным общедомовым электросчетчикам здания.

При отсутствии отдельных приборов учета на освещение МОП и силовое оборудование общее потребление электроэнергии на общедомовые нужды распределяется пропорционально установленным мощностям и времени работы осветительных приборов, лифтового и насосного оборудования, прочего энергетического оборудования.

Удельный годовой фактический расход электроэнергии на общедомовые нужды определяется как

$$q_{\text{ЭЛ}}^{\text{ГОД.Ф}} = E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД.Ф}} / A_{\text{КВ}}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2, \quad (33)$$

где $E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД.Ф}}$ – фактическое (измеренное) годовое потребление электрической энергии на общедомовые нужды здания, кВт·ч.

Определенные фактические величины $E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД.Ф}}$ и $q_{\text{ЭЛ}}^{\text{ГОД.Ф}}$ сопоставляются с расчетно-нормативными значениями, определенными по формулам (31) и (32).

Фактические величины $E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД.Ф}}$ и $q_{\text{ЭЛ}}^{\text{ГОД.Ф}}$ могут быть больше расчетно-нормативного значения по следующим причинам:

- использование некорректных данных по электрическим мощностям осветительных приборов и силового оборудования (в сторону уменьшения);
- использование некорректных данных по числу часов работы в течение года осветительных приборов и силового оборудования (в сторону уменьшения);
- низкая загрузка насосного оборудования, установленного в здании (для систем отопления, горячего и холодного водоснабжения подобраны насосы с завышенными техническими характеристиками).

Если фактические величины $E_{\text{ОДН}}^{\text{ГОД.Ф}}$ и $q_{\text{ЭЛ}}^{\text{ГОД.Ф}}$ меньше расчетно-нормативных значений, то это возможно по следующим причинам:

- использование некорректных данных по электрическим мощностям осветительных приборов и силового оборудования (в сторону увеличения);
- использование некорректных данных по числу часов работы в течение года осветительных приборов и силового оборудования (в сторону увеличения);

Пример расчетно-нормативного и фактического потребления электроэнергии на общедомовые нужды здания представлен в табл. 13.

Таблица 13. Расчетно-нормативное и фактическое потребление электроэнергии на общедомовые нужды здания (на примере жилого здания типовой строительной серии II-18, г. Москва)

Наименование показателя	Ед. изм.	Расчетно-нормативное потребление	Фактическое потребление
Общие данные по зданию			
Типовая строительная серия		II-18	II-18
Общая площадь жилых помещений	м ²	3639,7	3639,7
Количество этажей (этажность)	ед	12	12
Число подъездов (секций)	ед	1	1
Количество квартир	ед	84	84
Потребление электроэнергии на общедомовые нужды			
Годовое потребление электроэнергии на общедомовые нужды (всего), в том числе:	кВт·ч	54611	75550
то же	%	100%	100%
освещение мест общего пользования	кВт·ч	8585	17120
то же	%	16%	23%
лифтовое оборудование	кВт·ч	33000	41800
то же	%	60%	55%
насосное оборудование	кВт·ч	13026	16630
то же	%	24%	22%
прочее энергетическое оборудование	кВт·ч		
то же	%		
Увеличение (+) или уменьшение (-) годового фактического потребления электроэнергии по сравнению с расчетно-нормативным значением	кВт·ч		20939
то же	%		38,3
Удельное потребление электроэнергии на общедомовые нужды	кВт·ч/м ²	12	21

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %	теплопроводности, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
					А	Б	А	Б		
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б		
Теплоизоляционные материалы										
Плиты из пенополистирола то же то же то же то же то же то же то же то же то же	До 10	1,34	0,049	2	10	0,052	0,059	0,23	0,28	0,05
	10 - 12	1,34	0,041	2	10	0,044	0,050	0,23	0,28	0,05
	12 - 14	1,34	0,040	2	10	0,043	0,049	0,25	0,30	0,05
	14 - 15	1,34	0,039	2	10	0,042	0,048	0,26	0,30	0,05
	15 - 17	1,34	0,038	2	10	0,041	0,047	0,27	0,32	0,05
	17 - 20	1,34	0,037	2	10	0,040	0,046	0,29	0,34	0,05
	20 - 25	1,34	0,036	2	10	0,038	0,044	0,31	0,38	0,05
	25 - 30	1,34	0,036	2	10	0,038	0,044	0,34	0,41	0,05
	30 - 35	1,34	0,037	2	10	0,040	0,046	0,38	0,45	0,05
	35 - 38	1,34	0,037	2	10	0,040	0,046	0,38	0,45-0,45	0,05
Плиты из пенополистирола с графитовыми добавками то же	15 - 20	1,34	0,033	2	10	0,035	0,040	0,27	0,32	0,05
	20 - 25	1,34	0,032	2	10	0,034	0,039	0,30	0,35	0,05
Экструдированный пенополистирол то же	25 - 33	1,34	0,029	1	2	0,030	0,031	0,30	0,31	0,005
	35 - 45	1,34	0,030	1	2	0,031	0,032	0,35	0,36	0,005
Пенополиуретан то же то же	80	1,47	0,041	2	5	0,042	0,05	0,62	0,70	0,05
	60	1,47	0,035	2	5	0,036	0,041	0,49	0,55	0,05
	40	1,47	0,029	2	5	0,031	0,04	0,37	0,44	0,05

Продолжение прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %	теплопроводность, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
					А	Б	А	Б		
										А
Плиты из фенолформальдегидного пенопласта	80	1,68	0,044	5	20	0,051	0,071	0,75	1,02	0,23
Перлитопластбетон	50	1,68	0,041	5	20	0,045	0,064	0,56	0,77	0,23
Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука	200 100	1,05 1,05	0,041 0,035	2 2	3 3	0,052 0,041	0,06 0,05	0,93 0,58	1,01 0,66	0,008 0,008
Плиты минераловатные из каменного волокна	180	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
то же	140 - 175	0,84	0,037	2	5	0,043	0,046	0,68	0,75	0,31
то же	80 - 125	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,53	0,59	0,32
то же	40 - 60	0,84	0,035	2	5	0,041	0,044	0,37	0,41	0,35
то же	25 - 50	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,31	0,35	0,37
Плиты из стеклянного штапельного волокна	85	0,84	0,044	2	5	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
то же	75	0,84	0,04	2	5	0,042	0,047	0,46	0,52	0,5
то же	60	0,84	0,038	2	5	0,04	0,045	0,4	0,45	0,51
то же	45	0,84	0,039	2	5	0,041	0,045	0,35	0,39	0,51
то же	35	0,84	0,039	2	5	0,041	0,046	0,31	0,35	0,52
то же	30	0,84	0,04	2	5	0,042	0,046	0,29	0,32	0,52
то же	20	0,84	0,04	2	5	0,043	0,048	0,24	0,27	0,53
то же	17	0,84	0,044	2	5	0,047	0,053	0,23	0,26	0,54
то же	15	0,84	0,046	2	5	0,049	0,055	0,22	0,25	0,55

Продолжение прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %		теплопроводность, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)	паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
				А	Б	А	Б			
										А
Плиты древесноволокнистые и древесностружечные	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
	800	2,3	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
	600	2,3	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
	400	2,3	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
Плиты фибролитовые	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,86	4,50	0,11
	450	2,3	0,09	10	15	0,135	0,17	3,47	4,04	0,11
	400	2,3	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
	200	2,3	0,052	15	20	0,06	0,064	1,6	1,71	0,49
Плиты из гипса	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,04	7,76	0,098
	1100	0,84	0,23	4	6	0,35	0,41	5,32	5,99	0,11
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075
	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075

Продолжение прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %		теплопроводность, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
	Засыпки									
Гравий керамзитовый то же то же то же то же то же то же то же	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
	500	0,84	0,14	2	3	0,15	0,165	2,25	2,41	0,23
	450	0,84	0,13	2	3	0,14	0,155	2,06	2,22	0,235
	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,145	1,87	2,02	0,24
	350	0,84	0,115	2	3	0,125	0,14	1,72	1,86	0,245
	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
	200	0,84	0,090	2	3	0,10	0,11	1,16	1,24	0,27
Щебень шлакопемзовый то же то же то же то же	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,22
	700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,23
	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,7	2,98	0,24
	500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,25
	450	0,84	0,13	2	3	0,15	0,17	2,13	2,32	0,255
400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,26	
Песок для строительных работ	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17

Продолжение прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии				Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б					
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %	теплопроводность, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
					A	B	A	B		
					A	B	A	B		
Конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные материалы										
Тuffобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,09
то же	1600	0,84	0,52	7	10	0,7	0,81	9,62	10,91	0,11
то же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
то же	1200	0,84	0,32	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,12
Керамзитобетон на керамзитовом песке	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
то же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
то же	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
то же	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
то же	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
то же	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
то же	600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
то же	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3
Керамзитобетон на кварцевом песке	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
то же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
то же	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
то же	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
то же	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
то же	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3

Продолжение прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %		теплопроводность, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)	паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
				А	Б	А	Б			А
Бетон на остеклованном шлаковом гравии	1800	0,84	0,46	4	6	0,56	0,67	8,60	9,80	0,08
	1600	0,84	0,37	4	6	0,46	0,55	7,35	8,37	0,085
	1400	0,84	0,31	4	6	0,38	0,46	6,25	7,16	0,09
	1200	0,84	0,26	4	6	0,32	0,39	5,31	6,10	0,10
	1000	0,84	0,21	4	6	0,27	0,33	4,45	5,12	0,11
Полистиролбетон на порландцементе	600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,20	3,07	3,49	0,068
	500	1,06	0,125	4	8	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075
	400	1,06	0,105	4	8	0,12	0,135	2,07	2,34	0,085
	350	1,06	0,095	4	8	0,11	0,12	1,85	2,06	0,09
	300	1,06	0,085	4	8	0,09	0,11	1,55	1,83	0,10
	250	1,06	0,075	4	8	0,085	0,09	1,38	1,51	0,11
	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12
	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
	1000	0,84	0,29	8	12	0,38	0,43	5,71	6,49	0,11
Газо- и пенобетон на цементном вяжущем	800	0,84	0,21	8	12	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
Газо- и пенобетон на известковом вяжущем	1000	0,84	0,31	12	18	0,48	0,55	6,83	7,98	0,13
	800	0,84	0,23	11	16	0,39	0,45	6,07	7,03	0,16
	600	0,84	0,15	11	16	0,28	0,34	5,15	6,11	0,18
500	0,84	0,13	11	16	0,22	0,28	4,56	5,55	0,235	

Продолжение прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	теплопроводность, Вт/(м·°С)	влажность, %		теплопроводность, Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
Кирпичная кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
Кирпичная кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
Кирпичная кладка из кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
Кирпичная кладка из кирпича силикатного	1500	0,88	0,64	2	4	0,7	0,81	8,59	9,63	0,13
одинадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
Раствор цементно-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12

Окончание прил. 1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии		Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б							
	плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°C)	теплопроводность, Вт/(м·°C)	влажность, %		теплопроводность, Вт/(м·°C)		теплоусвоение (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ·°C)	паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
				А	Б	А	Б			
	Дерево и изделия из него									
Сосна и ель поперек волокон	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Дуб поперек волокон	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
Фанера клееная	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
Картон облицовочный	1000	2,3	0,18	5	10	0,23	0,23	6,2	6,75	0,06
Картон строительный многослойный	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,065
Металлы										
Сталь стержневая арматурная	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
Чугун	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
Стекло										
Стекло оконное	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0

**Нормируемые значения сопротивления теплопередаче
наружных ограждающих конструкций**

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций, $R_0^{ПП}$, м ² ·°С/Вт			
	стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей
Для зданий, спроектированных с 1 октября 1995 г.				
2000	1,2	1,8	1,6	0,30
4000	1,6	2,5	2,2	0,45
6000	2,0	3,2	2,8	0,60
8000	2,4	3,9	3,4	0,70
10000	2,8	4,6	4,0	0,75
12000	3,2	5,3	4,6	0,80
Для зданий, построенных с 1 января 2000 г.				
2000	2,1	3,2	2,8	0,30
4000	2,8	4,2	3,7	0,45
6000	3,5	5,2	4,6	0,60
8000	4,2	6,2	5,5	0,70
10000	4,9	7,2	6,4	0,75
12000	5,6	8,2	7,3	0,80

Учебное издание

Юрий Витальевич Волков

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Практикум

Редактор и корректор Н.П.Новикова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2020 г., поз. 7

Подп. к печати 12.11.19.

Формат 60x84/16.

Бумага тип. № 1

Печать офсетная.

Печ.л. 3,5.

Уч.-изд. л. 3,5

Тираж 50 экз.

Изд. № 7.

Цена "С".

Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД,
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.