

Нормирование и расчет потребления тепловой энергии зданиями. Технологические нормы потребления теплоты.

Рымаров Андрей Георгиевич,
Доцент, к.т.н.

Нормы для проектирования и экспертизы

1. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита здания, после 2003 года.
2. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника, после 1995 года
3. СНиП II-3-79** Строительная теплотехника, до 1995 года
4. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция, кондиционирование
5. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция, кондиционирование
6. СНиП 2.08.01-89* Жилые здания
7. СНиП 23-01 Строительная климатология
8. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
9. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
10. СНиП 2.08.02-89* Общественные здания и сооружения
11. СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные
12. СНиП 31-04-2001 "Складские здания"
13. СНиП 31-02-2001 Дома жилые одноквартирные
14. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. Минздрав России. Москва 1997
15. СНиП 31-05-2003 Общественные здания административного назначения
16. СНиП 41-02-2003 Тепловые сети
17. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
18. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий
19. СП 31-106-2002 Проектирование и строительство инженерных систем одноквартирных жилых домов
20. СП 41-103-2000 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов
21. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов
22. СП 41-102-98 Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб
23. СП 31-113-2004 Бассейны для плавания
24. МГСН 2.01-99 Московские городские строительные нормы. энергосбережение в зданиях. нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению

ПРИНЦИП ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОДХОДА

- СНиП 23-02-2003 предоставляет возможность использования потребительского подхода к нормированию тепловой защиты, при котором устанавливается предельное значение удельного энергопотребления здания в целом. Это позволяет проектировщику и заказчику достигать одного и того же уровня энергопотребления различными способами за счет выбора наиболее предпочтительных в каждом конкретном случае энергосберегающих мероприятий. Сюда входят, например, объемно-планировочные решения, автоматизация инженерных систем, учет внутренних тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации и т. д. Это обычно дает возможность снизить сопротивление теплопередаче нестенопрозрачных ограждений по сравнению с требованиями таблицы 4.

К расчету теплопотерь

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

ГСОП, $R_{тр}$ (наружные стены, окна, полы, потолки и пр.), $R_{ут}$ (подбор толщины утеплителя с учетом округления до кратной 5 см в большую сторону, учет коэффициента теплотехнической однородности ограждения)

Расчет влажностного режима ограждения для защиты ограждений от разрушения при эксплуатации

Теплопотери

$$Q = k \times F \times n \times \Delta t \times (1 + \sum \beta), \text{ Вт}$$

Нагрев инфильтрующегося воздуха

$$Q = 0,278 \times c \times G \times \beta \times \Delta t, \text{ Вт}$$

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ПО СНиП 23-02-2003

$$q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (V_h D_d) \text{ , кДж/(м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут) ; (1)}$$

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \nu \xi] \beta_h \text{ , МДж/год ; (2)}$$

$$Q_h = 0.0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum} \text{ ; (3)}$$

$$K_m^{tr} = \Sigma \left(\frac{n_i A_i}{R_i} \right) / A_e^{sum} \text{ , Вт/(м}^2 \cdot \text{K) ; (4)}$$

$$K_m^{inf} = 0,28 c n_a \beta_v V_h \rho_a^{ht} k / A_e^{sum} \text{ ; (5)}$$

условные обозначения

1.	Градусо-сутки отопительного периода	$D_d, \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$
2.	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания	$A_b^{sum}, \text{ м}^2$
3.	Отапливаемый объем	$V_h, \text{ м}^3$
4.	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$
5.	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a, \text{ ч}^{-1}$
6.	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$
7.	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$
8.	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h, \text{ МДж}$

условные обозначения

9.	Бытовые тепlopоступления в здание за отопительный период	Q_{int} , МДж
10.	Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s , МДж
11.	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^v , МДж
12.	коэффициент снижения тепlopоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение $\nu = 0,8$.	ν
13.	Коэффициент эффективности авторегулирования	ξ
14.	Коэффициент учета встречного теплового потока	k

условные обозначения

15.	Коэффициент учета дополнительного теплоснабжения	β_h
16.	коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать $\beta_v = 0,85$;	β_v
17.	средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3	ρ_a^{ht}
18.	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des} , $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$ [$\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$]
19.	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{req} , $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$ [$\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$]

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (из Таблицы 4)

$$R_{\text{req}} = a \cdot D_d + b, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Ограждения	$a \cdot 10^3$	b
Стены	0.35/0.3/0.2	1.4/1.2/1.0
Покрытия и перекрытия над проездами	0.5/0.4/0.25	2.2/1.6/1.5
Перекрытия чердачные, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	0.45/0.35/0.2	1.9/1.3/1.0
Окна, балконные двери, витрины и витражи	-/0.05/0.025	-/0.2/0.2
Фонари	0.025/0.025/0.025	0.25/0.25/0.15

Примечание: 1-я категория – здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития;

2-я категория – общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом;

3-я категория – производственные с сухим и нормальным режимами.

Таблица 9. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$ или $[\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})]$

Типы зданий	Этажность зданий					
	1 – 3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и >
1. Жилые, гостиницы, общежития	По таблице 8 80-140 $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$	85 [31]	80 [29]	76 [27.5]	72 [26]	70 [25]
2. Общественные, кроме перечисленных в поз. 3, 4, 5 таблицы	[42]; [38]; [36] соответственно нарастанию этажности	[32]	[31]	[29.5]	[28]	–
3. Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34]; [33]; [32] соответственно нарастанию этажности	[31]	[30]	[29]	[28]	–
4. Дошкольные учреждения	[45]	–	–	–	–	–
5. Сервисного обслуживания	[23]; [22]; [21] соответственно нарастанию этажности	[20]	[20]	–	–	–
6. Административного назначения (офисы)	[36]; [34]; [33] соответственно нарастанию этажности	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]

Таблица 3. Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов РФ
Для новых и реконструированных зданий			
A	Очень высокий	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От минус 10 до минус 50	То же
C	Нормальный	От плюс 5 до минус 9	–
Для существующих зданий			
D	Низкий	От плюс 6 до плюс 75	Желательна реконструкция здания
E	Очень низкий	Более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

Теплоэнергетические показатели зданий образовательных учреждений

Регион	D_d	q_h^{des}			q_h^{req}	Для Варианта 1:		
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3		q'_h	K_m	K_{int}
Краснодар	2682	29.71	34.45	43.56	38	0.53	1.089	0.369
Москва	4944	22.75	26.26	34.56	38	0.50	0.808	0.257
Воркута	8905	21.70	24.16	31.69	36.1	0.42	0.691	0.166

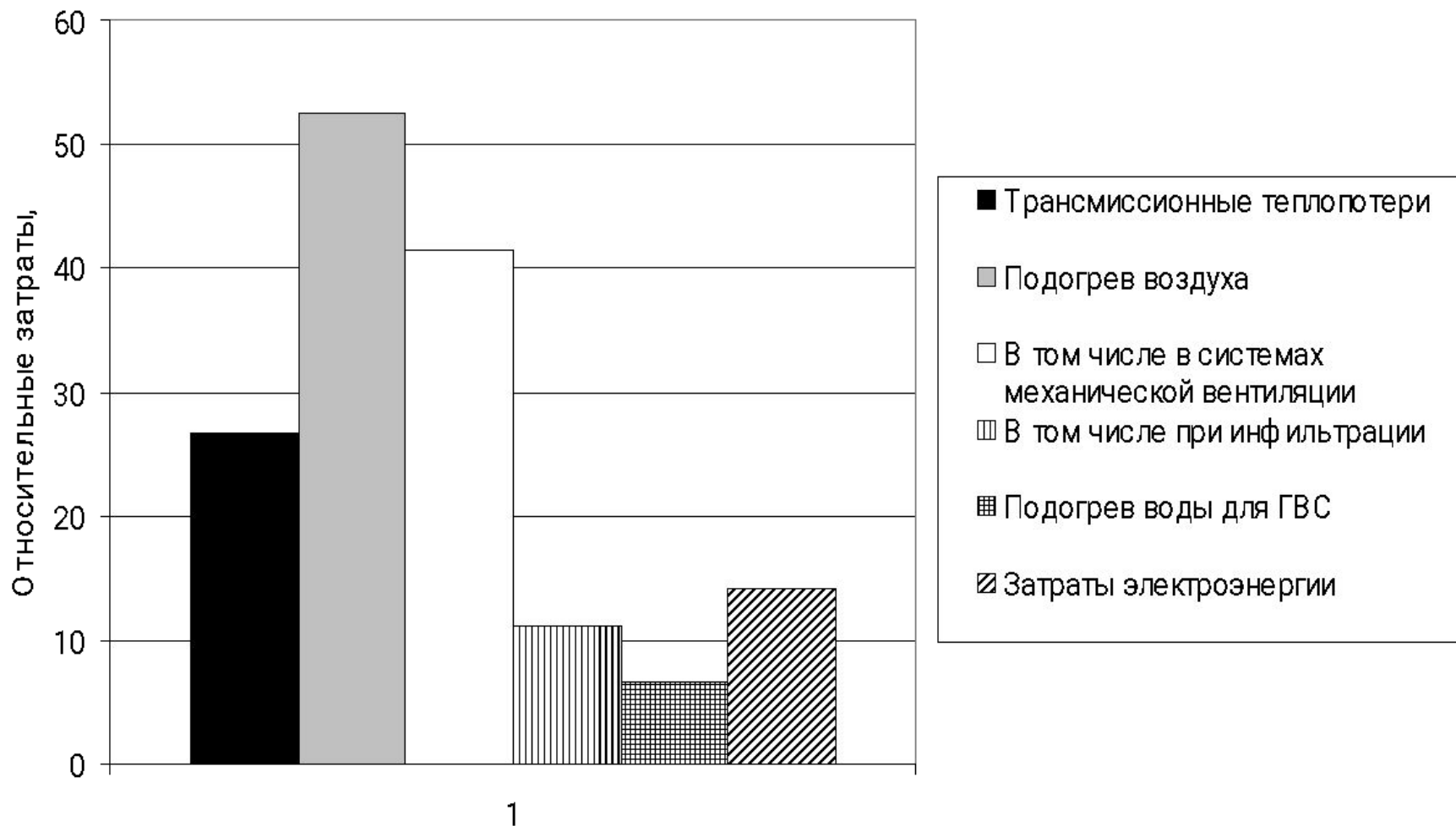
Варианты: 1- для ограждений по табл. 4, 2 – после допустимого снижения по п. 5.13, 3 – по санитарно-гигиеническим требованиям

q_h' = теплопотери / отопительно-вентиляционную нагрузку

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ЗДАНИЙ (без учета электропотребления)

Здания	Доля в общих энергозатратах, %			
	Трансмиссионные теплопотери	Инфильтрация и подогрев воздуха в системах вентиляции	Всего на ОиВ	ГВС
Жилые	28 – 42	30 – 48	70 – 78	22 – 30
Общественные	39 – 48	47 – 53	92 – 95	5 – 8

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ, %



ЗАКОН «О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ» № 184-ФЗ ОТ 27.12.02

- Основное содержание закона заключается в коренном изменении подхода к техническому регулированию и разделению всех нормативных документов на два типа. Первый – обязательные (технические регламенты), содержащие исключительно требования безопасности, защиты жизни и здоровью людей, растений и животных, охраны окружающей среды и предотвращение введения потребителей в заблуждение, и утверждаемые в виде федерального закона или постановления Правительства РФ. Такие документы «с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность (промышленную, пожарную, механическую и т.д.), а также единство измерений» (Ст.7). Второй – все остальные (национальные стандарты, утверждаемые Национальным органом стандартизации; своды правил, утверждаемые иными органами исполнительной власти при отсутствии национальных стандартов, а также стандарты организаций). Они являются документами добровольного применения.

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ № 384-ФЗ ОТ 30.12.09

- **Статья 10. Требования безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях**
- 1. Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы при проживании и пребывании человека в здании или сооружении не возникало вредного воздействия на человека в результате физических, биологических, химических, радиационных и иных воздействий.
 2. Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения обеспечивались безопасные условия для проживания и пребывания человека в зданиях и сооружениях по следующим показателям:
 - 1) качество воздуха в производственных, жилых и иных помещениях зданий и сооружений и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;
 - 2) качество воды, используемой в качестве питьевой и для хозяйственно-бытовых нужд;
 - 3) инсоляция и солнцезащита помещений жилых, общественных и производственных зданий;

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ № 384-ФЗ ОТ 30.12.09

- **Статья 10 (продолжение)**

- 4) естественное и искусственное освещение помещений;
- 5) защита от шума в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;
- 6) микроклимат помещений;
- 7) регулирование влажности на поверхности и внутри строительных конструкций;
- 8) уровень вибрации в помещениях жилых и общественных зданий и уровень технологической вибрации в рабочих зонах производственных зданий и сооружений;
- 9) уровень напряженности электромагнитного поля в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений, а также на прилегающих территориях;
- 10) уровень ионизирующего излучения в помещениях жилых и общественных зданий и в рабочих зонах производственных зданий и сооружений, а также на прилегающих территориях.

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ № 384-ФЗ ОТ 30.12.09

- **Статья 13. Требования энергетической эффективности зданий и сооружений**

Здания и сооружения должны быть спроектированы и построены таким образом, чтобы в процессе их эксплуатации обеспечивалось эффективное использование энергетических ресурсов и исключался нерациональный расход таких ресурсов.

- **Статья 29. Требования к микроклимату помещения**

1. В проектной документации здания или сооружения должны быть определены значения характеристик ограждающих конструкций и приняты конструктивные решения, обеспечивающие соответствие расчетных значений следующих теплотехнических характеристик требуемым значениям, установленным исходя из необходимости создания благоприятных санитарно-гигиенических условий в помещениях:

- 1) сопротивление теплопередаче ограждающих строительных конструкций здания или сооружения;
- 2) разность температуры на внутренней поверхности ограждающих строительных конструкций и температуры воздуха внутри здания или сооружения во время отопительного периода;
- 3) теплоустойчивость ограждающих строительных конструкций в теплый период года и помещений здания или сооружения в холодный период года;
- 4) сопротивление воздухопроницанию ограждающих строительных конструкций;
- 5) сопротивление паропроницанию ограждающих строительных конструкций;
- 6) теплоусвоение поверхности полов.

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ № 384-ФЗ ОТ 30.12.09

- **Статья 29 (продолжение)**
- 2. Наряду с требованиями, предусмотренными частью 1 настоящей статьи, в проектной документации здания или сооружения должны быть предусмотрены меры по предотвращению переувлажнения ограждающих строительных конструкций, накопления влаги на их поверхности и по обеспечению долговечности этих конструкций.
- 3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и установленные в проектной документации требования к режиму их функционирования должны обеспечивать при принятых с учетом требований [статьи 30 настоящего Федерального закона](#) расчетных значениях теплотехнических характеристик ограждающих строительных конструкций соответствие расчетных значений следующих параметров микроклимата помещений требуемым значениям для теплого, холодного и переходного периодов года, установленным исходя из необходимости создания благоприятных санитарно-гигиенических условий:

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ № 384-ФЗ ОТ 30.12.09

- **Статья 29 (продолжение)**

- 1) температура воздуха внутри здания или сооружения;

- 2) результирующая температура;

- 3) скорость движения воздуха;

- 4) относительная влажность воздуха.

4. Расчетные значения должны быть определены с учетом назначения зданий или сооружений, условий проживания или деятельности людей в помещениях. Учету подлежат также избытки тепла в производственных помещениях.

5. В технических решениях систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должна быть предусмотрена возможность автономного регулирования параметров микроклимата помещений.

6. В проектной документации здания или сооружения должны быть предусмотрены также технические решения по обеспечению тепловой и гидравлической устойчивости систем отопления при изменениях внешних и внутренних условий эксплуатации здания или сооружения в течение всех периодов года.