

Уточнение таблиц базового и нормируемого по годам строительства показателей энергоэффективности жилых и общественных зданий

В. И. Ливчак, канд. техн. наук, независимый эксперт

Прошел год со дня публикации в этом журнале предложений по нормированию базового и требуемого для повышения энергетической эффективности жилых и общественных зданий удельного годового расхода тепловой энергии на их отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для разных регионов нашей страны [1]. Однако Министерство Регионального развития РФ так до сих пор и не выпустило в свет новую редакцию, прозванного уже приказом-призраком «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», с таблицами базовых и нормируемых по годам строительства показателей энергетической эффективности, обязывающих проектировать здания с уменьшенным теплопотреблением при обеспечении комфортных условий пребывания в них и позволяющих классифицировать здания по энергоэффективности в соответствии с требованиями постановления Правительства РФ № 18 от 25.01.2011.

В табл. 8 и 9 СНиП 23-02-2003 приводятся значения нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление (и вентиляцию за отопительный период, *дополнено автором*) жилых и общественных зданий, отнесенного на 1 м^2 отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений [или на 1 м^3 их отапливаемого объема] и к градусо-суткам отопительного периода (ГСОП), вследствие большого многообразия климатических условий нашей страны. Ниже показана выписка из табл.9, относящаяся к жилым зданиям.

Выписка из табл.9 СНиП. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых зданий за ОП, q_h^{req} , кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут}$).

| Типы зданий и помещений | Этажность зданий: | | | | | |
|--|-------------------|------|------|------|--------|-----------|
| | 1-3 | 4, 5 | 6, 7 | 8, 9 | 10, 11 | 12 и выше |
| 1. Жилые, гостиницы, общежития | По отд. таблице | 85 | 80 | 76 | 72 | 70 |
| То же в $\text{Вт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$ | - | 23,6 | 22,2 | 21,1 | 20,0 | 19,4 |

Для того, чтобы сравнивать расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период (ОП) с нормируемым (а теперь, как показано в [1], становящийся базовым), п. 5.12 СНиП рекомендовалось расчетный удельный расход, определенный в $\text{кДж}/\text{м}^2$ (а позже в $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$), делить на ГСОП региона строительства, получая значения

в $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{С}\cdot\text{сут})$, и после этого сравнивать с нормируемым в той же размерности.

Далее в п.7 Правил, утвержденных постановлением Правительства РФ № 18, записано, что «К показателям, характеризующим величины расхода энергетических ресурсов в здании относятся нормируемые показатели суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, включая расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (отдельной строкой)...», поскольку «класс энергетической эффективности определяется исходя из сравнения фактических (расчетных) и нормативных значений показателей, отражающих удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию» (п.5 «Требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов...», утвержденных тем же постановлением № 18).

Но для получения нормируемых (базовых) показателей суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение нельзя арифметически сложить удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, выраженный в $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{С}\cdot\text{сут})$, с удельным расходом тепловой энергии на горячее водоснабжение в $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Необходимо сначала удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию перевести в такую же размерность $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Здесь все правильно. Но когда встала задача суммировать базовые значения удельных расходов, согласно п.7 Правил постановления № 18, то сложилось мнение, что можно значение из табл.9 СНИП в $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{С}\cdot\text{сут})$ умножить на ГСОП региона строительства, разделить на 1000 для перевода в $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ и складывать с искомыми значениями базового удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение. Так было выполнено и в [1].

Как показали последующие рассуждения, так делать нельзя, из-за того, что теплопотери через наружные ограждения не могут увеличиваться во столько же раз, во сколько растет ГСОП, поскольку с повышением ГСОП возрастает и нормируемое сопротивление теплопередаче этих ограждений (см. табл.4 СНИП 23-02-2003), а также в тепловом балансе здания, наряду с составляющими, зависящими от изменения наружной температуры (теплопотери через наружные ограждения и на нагрев воздуха, инфильтрующегося через оконные проемы), входят внутренние (бытовые) теплопоступления, удельная величина которых не зависит от разных климатических условий регионов и практически постоянна для всех регионов в диапазоне широт $45-60^\circ$.

Кроме того, в таблице показателей энергоэффективности многоквартирных домов, приведенной в [1], нарушена структура ее разбивки по этажности по сравнению с табл.9 СНИП, что усложняет работу проектировщика или энергоаудитора (при оценке класса энергоэффективности по результатам энергетического обследования). Предлагаем отнести (для удобства счета) данные по строке 1 табл.9 к четной величине этажности, для нечетной величины значения будут находиться, как

средние арифметические между соседними столбцами, и добавить распространенные в небольших городах и поселках многоквартирные 2-эт. дома, что облегчит построение таблицы показателей энергоэффективности многоквартирных домов.

Поэтому нами были пересчитаны базовые удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом перечисленных выше обстоятельств по методике, изложенной в Приложении 1.

Результаты расчетов для многоквартирных домов сведены в табл. 1 (исключив строку с ГСОП=12000°C·сут, поскольку таких городов нет, и добавив для удобства пользования строки с ГСОП = 3000 и 5000 °C·сут), где представлены наряду с базовыми значениями и нормируемые с 2012, 2016 и 2020 гг. показатели.

Таблица 1. Базовый и нормируемый в зависимости от года строительства удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов, кВт·ч/м²

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

| | 10000 | 232 | 182 | 172 | 162 | 155 | 150 |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Нормируемые значения, устанавливаемые с 01.01.2016 | | | | | | |
| на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение | 2000 | 151 | 141 | 139 | 137 | 135 | 134 |
| | 3000 | 164 | 149 | 146 | 143 | 141 | 139 |
| | 4000 | 179 | 160 | 157 | 153 | 151 | 149 |
| | 5000 | 190 | 169 | 165 | 161 | 158 | 157 |
| | 6000 | 209 | 184 | 179 | 175 | 171 | 169 |
| | 8000 | 249 | 216 | 210 | 204 | 199 | 196 |
| | 10000 | 288 | 246 | 238 | 230 | 224 | 221 |
| в том числе на отопление и вентиляцию отдельно | 2000 | 46 | 36 | 34 | 32 | 31 | 30 |
| | 3000 | 69 | 78 | 55 | 48 | 46 | 45 |
| | 4000 | 84 | 66 | 62 | 59 | 56 | 55 |
| | 5000 | 96 | 75 | 71 | 67 | 64 | 62 |
| | 6000 | 115 | 90 | 85 | 81 | 76 | 74 |
| | 8000 | 153 | 120 | 113 | 107 | 102 | 99 |
| | 10000 | 191 | 150 | 141 | 134 | 127 | 124 |
| | Нормируемые значения, устанавливаемые с 01.01.2020 | | | | | | |
| на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение | 2000 | 129 | 121 | 119 | 117 | 116 | 115 |
| | 3000 | 140 | 213 | 128 | 122 | 121 | 119 |
| | 4000 | 153 | 137 | 134 | 131 | 129 | 128 |
| | 5000 | 163 | 145 | 142 | 138 | 136 | 134 |
| | 6000 | 179 | 158 | 154 | 150 | 146 | 145 |
| | 8000 | 214 | 185 | 180 | 175 | 170 | 168 |
| | 10000 | 247 | 211 | 204 | 197 | 192 | 189 |
| в том числе на отопление и вентиляцию отдельно | 2000 | 40 | 31 | 29 | 28 | 26 | 26 |
| | 3000 | 59 | 47 | 44 | 41 | 40 | 38 |
| | 4000 | 72 | 56 | 53 | 50 | 48 | 47 |
| | 5000 | 82 | 64 | 61 | 57 | 55 | 53 |
| | 6000 | 98 | 77 | 73 | 69 | 65 | 64 |
| | 8000 | 131 | 103 | 97 | 92 | 88 | 85 |
| | 10000 | 164 | 128 | 121 | 115 | 109 | 106 |

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

В нижней части табл.1 блоков базового и нормируемого по годам значений приведены удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а в верхней – вместе с горячим водоснабжением. Последнее определено по методике расчета годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, основанной на рекомендациях удельной нормы водопотребления из СП 30.13330.2012. В этом СП даны таблицы А.2 и А.3 расчетных (удельных) средних за год суточных расходов воды, в том числе горячей, л/сут, на 1 жителя в жилых домах и на 1 потребителя в зданиях общественного и производственного назначения при расчетной температуре 60°С в месте потребления, в то время как ранее эта температура принималась равной 55°С, а норма водопотребления – средней за отопительный период.

Для определения годового теплотребления на горячее водоснабжение эти показатели должны быть пересчитаны на средние за отопительный период расчетные расходы воды (поскольку их легче сравнить с измеренными) по методике, изложенной в Приложении 2. В соответствии с этой методикой для многоквартирных домов со среднегодовой нормой расхода горячей воды на одного жителя 100 л/сутки и заселенности 20 м² общей площади квартир на человека базовое удельное годовое теплотребление на горячее водоснабжение составит для центрального региона ($z_{om} = 220$ суток) – 135 кВт·ч/м²; для региона севера европейской части и Сибири ($z_{om} = 250$ суток) – 138 кВт·ч/м² и для юга европейской части России с учетом $z_{om} = 160$ суток и повышающего коэффициента 1,15 на потребление воды в III и IV климатических районах строительства согласно СП 30.13330 – 149 кВт·ч/м². Это выше, чем принималось ранее в проекте приказа МРР – 120 кВт·ч/м² для всех климатических районов согласно действовавшего тогда СНиП 2.04.01-85*.

Для получения базового нормируемого значения суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов прибавляем полученные выше значения удельного теплотребления на горячее водоснабжение, с интерполяцией в зависимости от величины градусо-суток региона строительства, к установленным величинам базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию (табл. 1, строки показателей суммарного теплотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение).

Для получения нормируемого по годам строительства значений суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов базовые показатели суммарного теплотребления уменьшаются, соответственно, на 15, 30 и 40%, в том числе на отопление и вентиляцию отдельной строкой (нижние 3 блока табл.1).

Таблица базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов сохраняется как в СНиП 23-02-2003, но с пересчетом кДж/(м²·°С·сут) на Вт·ч/(м²·°С·сут) – см. табл.2.

Таблица 2. Базовый и нормируемый по годам строительства удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных отдельно стоящих и блокированных домов

| Отапливаемая площадь домов, м ² | Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, $\theta_{н/эф}$, Вт·ч/(м ² ·°С·сут) | | | |
|--|--|---------|---------|---------|
| | 1 этаж | 2 этажа | 3 этажа | 4 этажа |
| | Базовый | | | |
| 60 и менее | 38,9 | – | – | – |
| 100 | 34,7 | 37,5 | – | – |
| 150 | 30,6 | 33,3 | 36,1 | – |
| 250 | 27,8 | 29,2 | 30,6 | 32,0 |
| 400 | – | 25,0 | 26,4 | 27,8 |

| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| 600 | – | 22,2 | 23,6 | 25,0 |
| 1 000 и более | – | 19,4 | 20,8 | 22,2 |
| Нормируемый со дня вступления в силу требований | | | | |
| 60 и менее | 35,7 | – | – | – |
| 100 | 29,5 | 31,9 | – | – |
| 150 | 26,0 | 28,3 | 30,7 | – |
| 250 | 23,6 | 24,8 | 26,0 | 27,2 |
| 400 | – | 21,3 | 22,4 | 23,6 |
| 600 | – | 18,9 | 20,1 | 21,2 |
| 1 000 и более | – | 16,5 | 17,7 | 18,9 |
| Нормируемый с 2016 года | | | | |
| 60 и менее | 29,4 | – | – | – |
| 100 | 24,3 | 26,3 | – | – |
| 150 | 21,4 | 23,3 | 25,3 | – |
| 250 | 19,5 | 20,4 | 21,4 | 22,4 |
| 400 | – | 17,5 | 18,5 | 19,5 |
| 600 | – | 15,5 | 16,5 | 17,5 |
| 1 000 и более | – | 13,6 | 14,6 | 15,5 |

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

Таблица базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий сохраняет абсолютные значения величин из табл.9 СНиП 23-02-2003 с пересчетом кДж/(м³·°С·сут) на Вт·ч/(м²·°С·сут), а для зданий с высотой этажа более 3,6 м на Вт·ч/(м³·°С·сут), но модернизирована в части объединения близких по показателям и разных по назначению зданий и разграничения по режимам работы – остается как в [1].

Таблица 3. Базовый и нормируемый по годам строительства удельный годовое расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м²·°С·сут)

| Типы зданий | Этажность зданий: | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3,4 | 5 | 6,7 | 8,9 | 10,11 | 12 и выше |
| 1. Административного (офисы) и общеобразовательного назначения* | | | | | | | | |
| Базовый | 34,2 | 31,2 | 27,7 | 24,7 | 21,6 | 19,8 | 18,6 | 18,4 |
| | 38,6 | 36,0 | 33,0 | 30,3 | 27,5 | 26,0 | 25,1 | 25,0 |
| Нормируемый с 2012г. | 29,1 | 26,5 | 23,5 | 21,0 | 18,4 | 16,8 | 15,8 | 15,6 |
| | 32,8 | 30,6 | 28,1 | 25,8 | 23,4 | 22,1 | 21,3 | 21,2 |
| Нормируемый с 2016г. | 23,9 | 21,8 | 19,4 | 17,3 | 15,1 | 13,9 | 13,0 | 12,9 |
| | 27,0 | 25,2 | 23,1 | 21,2 | 19,3 | 18,2 | 17,6 | 17,5 |
| 2. Поликлиники и лечебные учреждения с 1,5-сменным режимом работы | | | | | | | | |
| Базовый | 33,8 | 32,8 | 31,8 | 30,8 | 29,3 | 28,3 | 27,7 | 26,9 |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|------|
| Нормируемый с 2012г. | 28,7 | 27,9 | 27,0 | 26,2 | 24,9 | 24,1 | 23,5 | 22,9 |
| Нормируемый с 2016г. | 23,7 | 23,0 | 22,3 | 21,6 | 20,5 | 19,8 | 19,4 | 18,8 |
| 3. Лечебные учреждения, хосписы с круглосуточным режимом работы, дошкольные учреждения | | | | | | | | |
| Базовый | 37,8 | 36,8 | 35,8 | 34,8 | 33,4 | 32,4 | 31,8 | 31,0 |
| Нормируемый с 2012г. | 32,1 | 31,3 | 30,4 | 29,6 | 28,4 | 27,5 | 27,0 | 26,4 |
| Нормируемый с 2016г. | 26,5 | 25,8 | 25,1 | 24,4 | 23,4 | 22,7 | 22,3 | 21,7 |
| 4. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой, физкультурно-оздоровительной и производственной направленности** | | | | | | | | |
| Базовый при температуре: $t_{int} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{int} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{int} = 13-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 28,8 [6,4] 26,6 [5,9] 23,9 [5,3] | 27,5 [6,1] 25,7 [5,7] 23,0 [5,1] | 26,1 [5,8] 23,9 [5,3] 22,1 [4,9] | 25,2 [5,6] 23,0 [5,1] 21,2 [4,7] | 24,7 [5,5] 22,5 [5,0] 20,7 [4,6] | 24,2 [5,4] 22,0 [4,9] 20,2 [4,5] | 23,7 [5,3] 21,5 [4,8] 19,7 [4,4] | |
| Нормируемый с 2012 при: $t_{int} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{int} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{int} = 13-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 24,5 [5,4] 22,6 [5,0] 20,3 [4,5] | 23,4 [5,2] 21,8 [4,8] 19,6 [4,3] | 22,2 [4,9] 20,3 [4,5] 18,8 [4,2] | 21,4 [4,8] 19,6 [4,3] 18,0 [4,0] | 21,0 [4,7] 19,1 [4,2] 17,6 [3,9] | 20,6 [4,6] 18,7 [4,2] 17,2 [3,8] | 20,1 [4,5] 18,3 [4,1] 16,7 [3,7] | |
| Нормируемый с 2016 при: $t_{int} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{int} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{int} = 13-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 20,2 [4,5] 18,6 [4,1] 16,7 [3,7] | 19,3 [4,3] 18,0 [4,0] 16,1 [3,6] | 18,3 [4,1] 16,7 [3,7] 15,5 [3,4] | 17,6 [3,9] 16,1 [3,6] 14,8 [3,3] | 17,3 [3,8] 15,8 [3,5] 14,5 [3,2] | 16,9 [3,8] 15,4 [3,4] 14,1 [3,2] | 16,6 [3,7] 15,1 [3,4] 13,8 [3,1] | |
| Примечания: * Верхняя строка с односменным режимом работы, нижняя – 1,5-сменным режимом; ** В квадратных скобках для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м – в Вт·ч/(м ³ ·°C·сут) отапливаемого объема полезной площади помещений здания, в который должны входить площади занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения - на м ² полезной площади помещений. Нормируемые показатели в позициях 1, 2, 3 приведены на м ² при высоте этажа от пола до потолка 3,3 м; Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °C·сут и более, нормируемые значения снижаются на 5 %. | | | | | | | | |

Для определения базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, строящегося в конкретном регионе страны, $q_{от+вент.}^{год.баз}$, кВт·ч/м², следует в соответствии с методикой изложенной в Приложении 1 показатели табл. 2 и 3 умножать на ГСОП региона и на полученный коэффициент пересчета $K_{рег}$:

$$q_{от+вент.}^{год.баз} = \theta_{эн/эф.}^{баз} \cdot ГСОП \cdot K_{рег} \cdot 10^{-3}$$

где $\theta_{эн/эф. баз}$ – из таблиц 2 и 3, последняя перенесена на сайт [www.abok.ru/...](http://www.abok.ru/);

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

Для получения базового удельного суммарного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение $q_{от+вент+гв. год. баз}$ удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение $q_{гв. год}$ многоквартирных жилых домов и общественных зданий определяется по методике, изложенной в Приложении 2, и складывается с показателем удельного базового годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию данного региона $q_{от+вент. год. баз}$, кВт·ч/м²:

$$q_{от+вент+гв. год. баз} = q_{от+вент. год. баз} + q_{гв. год}$$

Нормируемые по годам строительства показатели получают уменьшением базовых значений суммарного теплопотребления на отопление, вентиляцию и горячего водоснабжения, соответственно, на 15, 30 и 40%.

В соответствии с постановлением Правительства РФ № 18 и приказа Минрегионразвития РФ №161 «класс энергетической эффективности зданий определяется исходя из величины отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода энергетических ресурсов от нормируемого базового уровня, устанавливаемого требованиями энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, после сопоставления полученной величины отклонения с таблицей класса энергетической эффективности».

С учетом справедливого замечания в [2], что надо начинать диапазон нормального класса с нуля и чтобы гармонизировать таблицу с европейскими нормами по шкале классов (семь) и обозначений латинскими буквами (D, класс нормальный – в середине), предлагается следующая редакция таблицы.

Таблица 4. Классы энергетической эффективности многоквартирных домов

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

| | | |
|---|--------------|------------|
| G | Особо низкий | более + 70 |
|---|--------------|------------|

Примечания: *) на стадии проектирования - только расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;

**) при необходимости очень высокий класс может быть разбит на наивысшие подклассы A⁺; A⁺⁺; A⁺⁺⁺.

Увеличено количество и диапазон классов ниже нормального, приблизив самое низкое значение к показателю СНиП 23-02-2003, подтвержденному результатами измерения фактического теплотребления существующих зданий [3]. И не надо вводить в таблицу лишних слов «включительно», поскольку само понятие «от» означает включая указанную величину, а «до» - исключая в данном диапазоне величину, следующую за «до».

И последнее, но очень важное для скорейшего утверждения проекта приказа МРР «Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» в редакции действующего постановления Правительства РФ № 18, чтобы открыть дорогу к строительству энергоэффективных зданий. В п.5 приказа Минрегионразвития РФ № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффективности...» добавлено: «Класс энергетической эффективности эксплуатируемых многоквартирных домов определяется исходя из фактических показателей удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение...», а в приложении к таблице классов: «класс энергоэффективности на стадии проектирования – только по расчетному значению удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию».

Дело в том, что в последнее время навязываются решения, искажающие четкие и ясные положения «Правил установления требований энергетической эффективности для зданий...», утвержденных постановлением Правительства РФ № 18, пытаюсь включить в состав нормируемой величины расхода энергетических ресурсов в здании, помимо удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды, методика определения которого отсутствует как на федеральном, так и на региональном уровне. Тем самым нормирование повышения энергоэффективности зданий будет отброшено на неопределенный срок.

В п.7 Правил, утвержденных постановлением Правительства РФ № 18, на который уже была ссылка в начале статьи, записано также, что «к показателям, характеризующим годовые удельные величины расхода энергетических ресурсов в здании относится и показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды», но не указывается, что он нормируемый, как перечисленные ранее на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, и о нем нигде не упоминается при определении классов энергетической эффективности. В связи с этим предлагается перенести включение расхода электрической энергии в

нормируемые показатели, характеризующие годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов на общедомовые нужды здания на стадии выполнения сопоставления по нормируемому удельному расходу первичной энергии, что предполагается п.16 тех же Правил, а в настоящее время действовать в соответствии с постановлением Правительства РФ № 18.

Литература

1. Ливчак В.И. Нормативно-правовое обеспечение повышения энергетической эффективности строящихся зданий. «Энергосбережение» // №8-2012г.
2. Горшков А.С., Байкова С.А., Крянев А.С. Нормативное и законодательное обеспечение Государственной программы об энергосбережении и повышении энергетической эффективности зданий и пример ее реализации на региональном уровне. «Инженерные системы» № 3 — 2012. АВОК Северо-Запад.
3. Ливчак В.И. Фактическое теплотребление зданий, как показатель качества и надежности проектирования. «АВОК», №2-2009г.

Приложение 1. Методика расчета и обоснование изменения таблицы базового и нормируемого по годам строительства показателей энергетической эффективности многоквартирных домов для разных регионов России.

В расчетах норм, действующих на все регионы страны, принято определять нормативные показатели других регионов путем пересчета норм установленных для центральных регионов, в зависимости от соотношения расчетных температур внутреннего воздуха отапливаемых помещений здания и наружного воздуха.

Базовое соотношение расчетных теплотерь при ГСОП $= (t_{вн} - t_{н.ср}) \cdot z_{от} = 5000 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$ и расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха $t_{н.р} = -28^\circ\text{C}$ принимается равным по рис.2 из [1] на примере многоквартирного 8-9-ти этажного дома, построенного по требованиям СНиП 23-02-2003:

- относительные теплотери через стены – 0,215 от суммарных при приведенном сопротивлении теплопередаче стен $R_w = 3,15 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- относительные теплотери через пол, потолок – 0,05;
- относительные теплотери через окна – 0,265 при их приведенном сопротивлении теплопередаче $R_F = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- относительные теплотери на нагрев наружного воздуха при расчетном воздухообмене $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека и заселенности 20 м^2 общей площади квартир без летних помещений на жителя – 0,47;
- суммарные расчетные относительные теплотери здания:

$$\bar{q}_{тп.мах.} = 0,215 + 0,05 + 0,265 + 0,47 = 1,0. \quad (1)$$

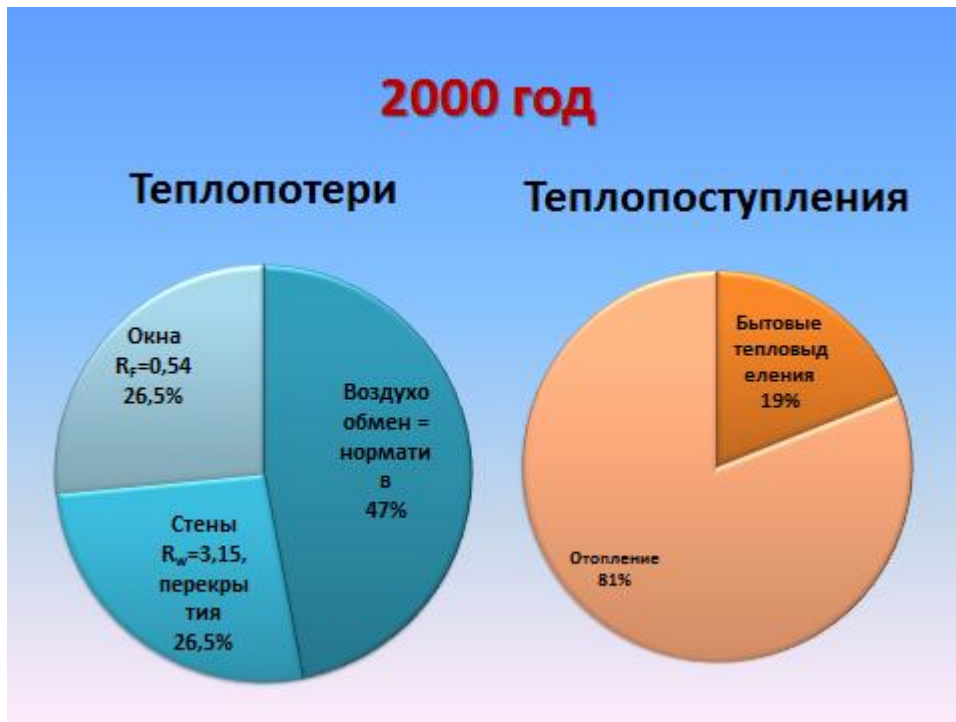


Рис. 2. Диаграммы теплопотерь и теплопоступлений в многоквартирных домах в 5 и выше этажей построенных с 2000 по 2010 годы в соответствии со СНиП 23-02-03

Доля бытовых тепловыделений при удельной величине 17 Вт/м^2 площади жилых комнат (при заселенности 20 м^2 общей площади квартир в доме на человека) – $0,19 \bar{q}_{\text{тп.мах}}$. (правая часть рис.2), относительный расчетный расход теплоты на отопление: $\bar{q}_{\text{от.мах}} = 1 - 0,19 = 0,81$. Поскольку в дальнейших расчетах годового теплопотребления мы будем принимать долю бытовых тепловыделений по отношению к этому расходу, то отношение $\bar{q}_{\text{вн}}/\bar{q}_{\text{от.мах}} = 0,19/0,81 = 0,235$. Пересчет показателей этого же дома на измененные значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений выполняется с использованием рис.3 из [1], демонстрирующего изменение относительных теплопотерь через каждое наружное ограждение в зависимости от величины его приведенного сопротивления теплопередаче.

Например для такого же дома, строящегося в центральном регионе, но с наружными ограждениями, соответствующим требованиям СП 50.13330 для северного региона с ГСОП= $10000^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$, относительные теплопотери стен при увеличении базового сопротивления теплопередаче с $R_W = 3,15 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ до $R_W = 4,9 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ снизятся от $0,302$ до $0,19$ и составят $0,19/0,302 = 0,629$ от предыдущей величины. Относительные теплопотери через окна при увеличении их базового сопротивления теплопередаче с $R_F = 0,54$ до $0,75 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ снизятся от $0,63$ до $0,48$ и составят $0,48/0,63 = 0,762$ от предыдущей величины. Относительные вентиляционные теплопотери останутся на том же уровне, поскольку воздухообмен не изменился, и пока мы оцениваем изменение теплопотерь в условиях центрального региона.

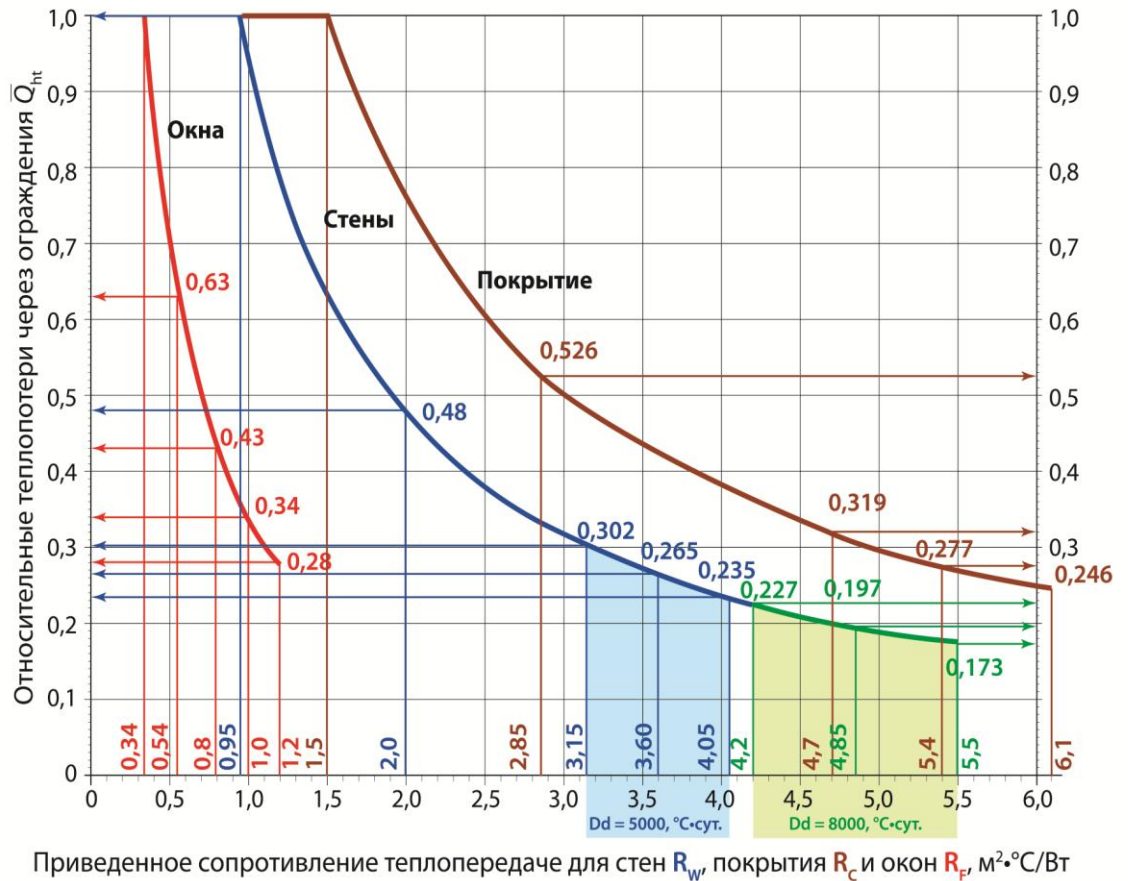


Рис. 3 Изменение относительных теплотерь через ограждения здания при повышении их теплозащиты (голубая заливка – по стенам для центрального региона, салатовая – для северных регионов и Сибири).

Для установления суммарных расчетных относительных теплотерь аналогичного дома в условиях выбранного северного региона с ГСОП=10000°С·сут близкого к г. Якутску, $z_{om} = 252$ суток и $t_{н.}^P = -52$ °С необходимо суммарные расчетные теплотери дома, находящегося в центральном регионе, но с увеличенным сопротивлением теплопередаче наружных ограждений, соответствующих северному региону, разделить на расчетный перепад температур внутреннего и наружного воздуха центрального региона и умножить на соответствующий расчетный перепад температур северного региона с использованием следующего уравнения:

$$\bar{q}_{тп.мах.Якутск.} = [\bar{q}_{ст+пер.мах} + \bar{q}_{ок.мах} + \bar{q}_{вент.мах}] \cdot (t_{вн} - t_{н.Якутск.}^P) / (t_{вн} - t_{н.центр}^P) \quad (2)$$

Объединив относительные теплотери через стены, потолок и пол, принимая (как видно из рис.3), что последние также меняются, как и через стены, и подставив рассчитанные выше значения, получим суммарные расчетные относительные теплотери того же дома, построенного вблизи г. Якутска с ГСОП=10000°С·сут.:

$$\bar{q}_{тп.мах.Як.} = [(0,215+0,05) \cdot 0,629 + 0,265 \cdot 0,762 + 0,47] \cdot (20+52) / (20+28) = 1,258.$$

Как видим, несмотря на снижение относительных теплотерь через наружные ограждения в северном регионе, суммарные расчетные

теплопотери, включая нагрев наружного воздуха для вентиляции, возросли по отношению к центральному региону в 1,258 раза. Причем доля теплопотерь с вентиляцией увеличилась с 0,47 до 0,56.

Внутренние теплопоступления по абсолютной величине и в долях от суммарных расчетных теплопотерь центрального региона остались постоянными, поэтому для установления относительного расчетного расхода теплоты на отопление дома-аналога, строящегося в регионе с ГСОП=10000°С·сут., необходимо из величины относительных (по отношению к центральному региону) суммарных расчетных теплопотерь вычесть относительные (к тому же региону) внутренние теплопоступления:

$$\bar{q}_{от.мах.} = \bar{q}_{тп.мах.Як.} - \bar{q}_{вн} = 1,258 - 0,19 = 1,068; \bar{q}_{вн}/\bar{q}_{от.мах.} = 0,19/1,068 = 0,178.$$

Для установления, как будет меняться величина теплопотребления на отопление за расчетный отопительный период, воспользуемся уравнением (2) из [2], пересчитав его с часового расхода на годовой. Исходное уравнение:

$$\bar{Q}_{от} = (1 + Q_{вн}/Q_{от}^P) \cdot (t_в - t_н)/(t_в - t_н^P) - Q_{вн}/Q_{от}^P, \quad (2 \text{ из } [2])$$

где $\bar{Q}_{от}$ – относительный расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха $t_н$, определенный с учетом постоянной величины внутренних теплопоступлений в течение отопительного периода $Q_{вн}$, по отношению к расчетному расходу тепловой энергии на отопление $Q_{от}^P$;

$Q_{вн}$ – расчетная величина внутренних (бытовых) теплопоступлений в целом по дому, кВт;

$Q_{от}^P$ – расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_н^P$, кВт.

Тогда, сначала запишем это уравнение для определения расхода тепловой энергии на отопление в кВт при средней температуре наружного воздуха за отопительный период $t_н^{ср}$:

$$Q_{от}^{ср} = [(1 + Q_{вн}/Q_{от}^P) \cdot (t_в - t_н^{ср})/(t_в - t_н^P) - Q_{вн}/Q_{от}^P] \cdot Q_{от}^P \quad (3)$$

и пересчитаем его с часового расхода на годовой, отнесенный к м² общей площади квартир или полезной площади помещений общественного здания, $q_{от.+вент.}^{год}$, умножив обе части равенства на длительность отопительного периода $24 \cdot z_{от.п}$ и заменив произведение $(t_в - t_н^{ср}) \cdot z_{от.п} = \text{ГСОП}$, а отношение абсолютных величин на относительные, в том числе $Q_{от}^P = \bar{q}_{от.мах.} \cdot q_{от.}^P$ (при ГСОП=5000), кВт·ч/м². В общем виде преобразованное уравнение будет:

$$q_{от.+вент.}^{год} = [(1 + \bar{q}_{вн}/\bar{q}_{от.мах.}) \cdot \text{ГСОП} / (t_в - t_н^P) - (\bar{q}_{вн}/\bar{q}_{от.мах.}) \cdot z_{от.п}] \cdot 24 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{q}_{от.мах.} \cdot q_{от.}^P \text{ (при ГСОП=5000)} \quad (4)$$

Отнеся удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома, строящегося в регионе с ГСОП=10000°С·сут., к такому же расходу аналогичного дома, строящегося в регионе с ГСОП=4000°С·сут., принятого за исходное значение для сравнения и равному по абсолютной величине из табл.9 СНиП 23-02-2003 $q_{от.+вент.}^{год.баз.4000} = (76/3,6) \cdot 4000 \cdot 10^{-3} = 84$ кВт·ч/м², и подставляя приведенные выше значения, получим значение базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и

вентиля-цию 8-эт жилого дома при ГСОП=10000 °С·сут из уравнения пропорции:

$$q_{от.+вент.}^{год.баз.10000} / q_{от.+вент.}^{год.баз.4000} = [(1+0,178) \cdot 10000 / (20+52) - 0,178 \cdot 252] \cdot 1,07 \cdot q_{от.}^P \text{ (при ГСОП=5000)} \cdot 0,024 / \{ [(1+0,26) \cdot 4000 / (20+20) - 0,26 \cdot 189] \cdot 0,73 \cdot q_{от.}^P \text{ (при ГСОП=5000)} \cdot 0,024 \}. \quad (5)$$

После сокращения ($q_{от.}^P \text{ (при ГСОП=5000)} \cdot 0,024$) и переноса $q_{от.+вент.}^{год.баз.4000} = 84$ в другую часть равенства, получим:

$$q_{от.+вент.}^{год.баз.10000} = 84 \cdot (118,75 \cdot 1,07) / (76,86 \cdot 0,73) = \mathbf{190} \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Если бы пересчет базовых значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, выраженных в кДж/(м²·°С·сут) или Вт·ч/(м²·°С·сут), выполнялся бы только умножением на ГСОП, без учета увеличения сопротивления теплопередаче с повышением ГСОП и неизменности внутренних теплопоступлений от температуры наружного воздуха, то $q_{от.+вент.}^{год.баз.10000} = (76/3,6) \cdot 10000 \cdot 10^{-3} = \mathbf{211}$ кВт·ч/м², и требования энергоэффективности для этого региона были бы занижены на 10%.

Далее по аналогичной методике были пересчитаны требуемые базовые удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома-аналога для всех искомых значений ГСОП_{иск}, принимая за исходное значение, с которым сравниваются все остальные и при котором пересчет выполняется умножением только на ГСОП, значения ГСОП_{иск} = 5000, 6000 и 4000 °С·сут. (см нижеследующие таблицы), с целью установления закономерности изменения удельного годового расхода в зависимости от ГСОП через поправочный региональный коэффициент пересчета $K_{рег}$, определяемый:

$$K_{рег} = (\text{ГСОП}_{иск} / \text{ГСОП}_{иск}) \cdot q_{иск.от+вент.}^{год.баз} / q_{иск.от+вент.}^{год.баз}. \quad (6)$$

Оказалось, что при ГСОП_{иск} = 5000°С·сут, не прослеживается закономерности в изменении $K_{рег}$ и наблюдается совсем малый разрыв в показателях $q_{от+вент.}^{год.баз}$ для ГСОП = 5000 и 4000, что не правдоподобно:

| ГСОП, °С·сут | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 8000 | 10000 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $q_{от+вент.}^{год.баз}$ | 45 | 88 | 105 | 106 | 145 | 188 | 215 |
| $K_{рег}$ | 1,06 | 1,38 | 1,24 | 1 | 1,14 | 1,14 | 1,01 |

Такое же отсутствие закономерности в изменении поправочного коэффициента $K_{рег}$ наблюдается и при ГСОП_{иск} = 6000 °С·сут:

| ГСОП, °С·сут | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 8000 | 10000 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $q_{от+вент.}^{год.баз}$ | 48 | 79 | 94 | 104 | 127 | 170 | 216 |
| $K_{рег}$ | 1,13 | 1,24 | 1,11 | 0,98 | 1 | 1,0 | 1,02 |

А при ГСОП_{иск} = 4000 °С·сут, при котором из табл.9 СНиП 23-02-2003 $q_{от+вент.}^{год.баз} = (76/3,6) \cdot 4000 \cdot 10^{-3} = 84$ кВт·ч/м², она прослеживается:

| | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| ГСОП, °С·сут | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 8000 | 10000 |
| $q_{от+вент. год.баз}$ | 46 | 69 | 84 | 96 | 115 | 153 | 191 |
| $K_{рег}$ | 1,1 | 1,1 | 1 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 |

Результаты промежуточных расчетов со всеми исходными данными и вычислением по формулам (1 - 5) сведены в нижеследующую таблицу П.1.

Таблица П.1. Исходные данные для расчета регионального коэффициента $K_{рег}$

| ГСОП | $z_{от.},$ сутки | $t_n^P, °C$ | $R_W,$ м ² ·°C/Вт | Доля тепло- потерь | Отно- шение долей | $R_F,$ м ² ·°C/Вт | Доля тепло- потерь | Отно- шение долей | $\bar{q}_{тп.маx}$ | $\bar{q}_{от.маx}$ | $\bar{q}_{вн}/\bar{q}_{от.маx}$ | $q_{от+в год.баз}$ |
|-------|---------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| 2000 | 130 | -7 | 2,1 | 0,46 | 1,353 | 0,34 | 1,0 | 1,266 | 0,786 | 0,596 | 0,319 | 46 |
| 3000 | 158 | -15 | 2,45 | 0,388 | 1,141 | 0,34 | 1,0 | 1,266 | 0,969 | 0,779 | 0,244 | 69 |
| 4000 | 189 | -20 | 2,8 | 0,34 | 1,0 | 0,45 | 0,79 | 1,0 | 1,0 | 0,81 | 0,235 | 84 |
| 5000 | 220 | -28 | 3,15 | 0,302 | 0,888 | 0,54 | 0,63 | 0,797 | 1,099 | 0,909 | 0,209 | 96 |
| 6000 | 230 | -35 | 3,5 | 0,27 | 0,794 | 0,6 | 0,61 | 0,772 | 1,216 | 1,026 | 0,185 | 115 |
| 8000 | 250 | -45 | 4,2 | 0,227 | 0,668 | 0,7 | 0,52 | 0,658 | 1,335 | 1,145 | 0,166 | 153 |
| 10000 | 252 | -52 | 4,9 | 0,19 | 0,559 | 0,75 | 0,48 | 0,608 | 1,402 | 1,212 | 0,157 | 191 |

Итак, достигнута логичная закономерность изменения базовых параметров, которую можно перенести для построения таблицы базовых значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых домов другой этажности. Пересчет производится с использованием данных нормируемого удельного расхода, q_h^{req} , приведенного в табл. 9 СНиП 23-02-2003, сохранив структуру ее разбивки по этажности и отнеся (для удобства счета) данные по строке 1 к четной величине этажности, для нечетной величины значения будут находиться, как средние арифметические между соседними столбцами, и добавив распространенные в небольших городах и поселках многоквартирные 2-х этажные дома, по формуле:

$$q_{i-эт.от+вент. год.баз} = q_{8-эт.от+вент. год.баз} \cdot (q_h^{req. i-эт} / q_h^{req. 8-эт}) \quad (7)$$

где q_h^{req} – нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий, кДж/(м²·°C·сут), из табл. 9 СНиП 23-02-2003, строка 1.

Пересчитанная таблица базового и нормируемого в зависимости от года строительства удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов приведена в табл. 1 в основном тексте статьи.

Для подтверждения правильности принятых в табл. 1 значений сопоставим базовые величины удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию с результатами расчета конкретного дома для разных значений градусо-суток отопительного периода на примере 17-ти этажного 4-х секционного многоквартирного крупнопанельного дома типовой московской серии ПЗМ/17Н1 на 256 квартир с 1-ым нежилым этажом. Площадь отапливаемых этажей здания $A_S = 23310$ м²; Общая площадь квартир без летних помещений $A_{кв} = 16262$ м²; Полезная площадь

нежилых, арендуемых помещений $A_{пол} = 880 \text{ м}^2$; Общая площадь квартир, включая полезную площадь нежилых помещений $A_{кв+пол} = 17142 \text{ м}^2$; Жилая площадь (площадь жилых комнат) $A_{жс} = 9609 \text{ м}^2$; Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания $A_{огр. сум} = 16795 \text{ м}^2$; Отапливаемый объем здания $V_{от} = 68500 \text{ м}^3$; Компактность здания $A_{огр. сум} / V_{от} = 0,25$; Отношение площади светопрозрачных ограждений к площади фасадов – 0,17. Отношение $A_S / A_{кв+пол} = 23310/17142 = 1,36$.

Принята заселенность дома 20 м^2 общей площади квартир на человека, тогда нормируемый воздухообмен в квартирах будет $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на жителя, а удельная величина бытовых тепlopоступлений $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ жилой площади. Система отопления – вертикально-однотрубная с термостатами на отопительных приборах, присоединяется к внутриквартальным тепловым сетям через ИТП, коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления $\zeta = 0,9$. Система вытяжной вентиляции с естественным побуждением и «теплым» чердаком, на 2-х последних этажах устанавливаются индивидуальные канальные вентиляторы; приток – через створки окон с фиксированным открытием для обеспечения нормативного воздухообмена.

Результаты расчета приведены в табл. П.2, которые показывают, что расчетные значения удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию конкретного 17-ти этажного дома в условиях строительства в регионах с разным количеством градусо-суток отопительного периода совпадают с показателями базового удельного годового расхода, определенного на основе 9-эт. дома. Это подтверждает правильность установленных значений базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов, приведенных в табл.1.

Таблица П.2. Результаты расчета энергоэффективности 17-эт. дома

| Показатель | Градусо-сутки отопительного периода, °С*сут | | | | | | |
|--|---|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 8000 | 10000 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Расчетная температура наружного воздуха, t_n^p , °С | -7 | -15 | -20 | -28 | -35 | -45 | -52 |
| Средняя за отопительный период (ОП) температура наружного воздуха, t_n^{cp} , °С | 4,6 | 1,0 | -1,2 | -2,7 | -6,1 | -12 | -19,7 |
| Длительность отопительного периода, $z_{от}$, сут. | 130 | 158 | 189 | 220 | 230 | 250 | 252 |
| Приведенное сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$: $R_{ст}^r$, стен площадью 11 494 m^2 | 2,10 | 2,45 | 2,80 | 3,15 | 3,50 | 4,20 | 4,90 |
| $R_{ок}^r$, окон н/жилых помещений (104 m^2) | 0,34 | 0,34 | 0,45 | 0,53 | 0,6 | 0,7 | 0,75 |
| $R_{ок}^r$, окон квартир (2 046 m^2) | 0,34 | 0,34 | 0,45 | 0,53 | 0,6 | 0,7 | 0,75 |
| $R_{ок}^r$, окон ЛЛУ (167 m^2) | 0,34 | 0,34 | 0,45 | 0,53 | 0,6 | 0,7 | 0,75 |
| $R_{дв}^r$, входных дверей (36 m^2) | 0,70 | 0,70 | 0,67 | 0,8 | 0,9 | 1,05 | 1,12 |
| $R_{б.дв}^r$, глухой части балк. дверей (144 m^2) | 0,51 | 0,51 | 0,70 | 0,74 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| $R_{эр}^r$, перекрытий под эркером (16 m^2) | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 5,5 |
| $R_{пок}^r$, покрытий ЛЛУ (251 m^2) | 2,8 | 3,25 | 3,7 | 4,15 | 4,6 | 5,5 | 6,4 |
| $R_{ч.п}^r$, чердачных перекрытий (1 151 m^2) | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 |
| $R_{ц.п}^r$, цокольных перекрытий (1 313 m^2) | 2,8 | 3,25 | 3,70 | 4,15 | 4,60 | 5,50 | 6,40 |
| $R_{п.г}^r$, полов по грунту входов (73 m^2) | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 3,2 |
| Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, $K_{тр}$, Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$) | 0,698 | 0,756 | 0,615 | 0,536 | 0,479 | 0,406 | 0,364 |
| Теплопотери через наружные ограждения за отопительный период (ОП), $Q_{огр}^{200}$, МВт·ч | 653 | 914 | 992 | 1081 | 1158 | 1309 | 1468 |
| Вентиляционные теплопотери жилой части (нагрев нормативного воздухообмена) за ОП, $Q_{вент}^{200}$, МВт·ч | 393 | 590 | 787 | 983 | 1180 | 1573 | 1967 |
| Инфильтрационные теплопотери в ЛЛУ и н/ж части за ОП, $Q_{инф}^{200}$, МВт·ч | 24 | 38 | 53 | 67 | 84 | 121 | 164 |
| Сумма вентиляционных и инфильтрационных теплопотерь $Q_{вент}^{200} + Q_{инф}^{200}$, МВт·ч | 417 | 628 | 839 | 1051 | 1264 | 1694 | 2130 |
| Суммарные теплопотери здания за ОП, $Q_{тп}^{200} = Q_{огр}^{200} + Q_{вент}^{200} + Q_{инф}^{200}$, МВт·ч | 1070 | 1542 | 1831 | 2132 | 2422 | 3003 | 3598 |
| Внутренние теплопоступления за ОП, $Q_{вн}^{200} = 0,024 \cdot q_{вн} \cdot A_{ж} \cdot z_{от.п}$, МВт·ч | 525 | 638 | 763 | 888 | 928 | 1009 | 1017 |
| Теплопоступления через окна от солнечной радиации за ОП, $Q_{инс}^{200}$, МВт·ч | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 |
| Расчетное теплопотребление зданием на ОВ за ОП, $Q_{от+вент}^{200}$, МВт·ч | 640 | 1082 | 1307 | 1544 | 1840 | 2430 | 3097 |
| Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ, $q_{от+вент}^{год.расч}$ кВт·ч/ m^2 | 37,4 | 63,1 | 76,2 | 90,1 | 107,3 | 141,8 | 180,6 |
| Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ, $q_{от+вент}^{год.баз}$, кВт·ч/ m^2 | 43 | 64 | 78 | 89 | 106 | 142 | 177 |
| Тепловая мощность системы отопления, $Q_{от}^p$, кВт | 533 | 709 | 721 | 826 | 910 | 1016 | 1086 |
| Удельная мощность сист.отопл., $q_{от}^p$, Вт/ m^2 | 31 | 41 | 42 | 48 | 53 | 59 | 63 |

Литература к Приложению 1.

1. Ливчак В.И. Еще один довод в пользу повышения тепловой защиты зданий. «Энергосбережение» // №6-2012г.

2. Ливчак В.И. Длительность отопительного периода для многоквартирных домов и общественных зданий. Режим работы систем отопления и вентиляции. «Энергосбережение» // №6-2013г.

Приложение 2.

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

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

$$g_{гв.ср.от.п.ж} = a_{гв.табл.А.2} \cdot 365 / [z_{от} + \alpha \cdot (351 - z_{от})]; \quad (8)$$

То же в общественном и производственном зданиях:

$$g_{гв.ср.от.п.н/ж} = a_{гв.табл.А.3} \cdot 365/351, \quad (9)$$

где $a_{гв.табл.А.2}$ или $А.3$ – расчетный средний за год суточный расход горячей воды на 1 жителя из табл. А.2 или 1 потребителя общественного и производственного здания из табл. А.3 СП 30.13330.2012;

365 – количество суток в году;

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

$z_{от}$ – длительность отопительного периода;

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

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

$$q_{гв} = [g_{гв.ср.от.п.н} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + k_{hl}) \rho_w c_w] / (3,6 \cdot 24 \cdot A_h), \quad (10)$$

где $g_{гв.ср.от.п.н}$ – то же, что в формуле (8) или (9);

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

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

k_{hl} – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения; принимается согласно нижеследующей таблицы П.3, для ИТП жилых домов с централизованной системой гвс $k_{hl} = 0,2$; для ИТП общественных зданий и для жилых домов с квартирными водонагревателями $k_{hl} = 0,1$;

ρ_w – плотность воды, равная 1 кг/л;

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

A_h – норма общей площади квартир на 1 жителя или полезной площади помещений на 1 пользователя в общественных и производственных зданиях, принятое значение в зависимости от назначения здания приведено в табл.П.4.

Таблица П.3. Значение коэффициента k_{hl} , учитывающего потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения

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

Таблица П.4. Нормы суточного расхода горячей воды потребителями и удельной часовой величины тепловой энергии на ее нагрев в средние за отопительный период сутки, а также значения удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, исходя из нормативной площади на 1-го измерителя для центрального региона с $z_{om} = 214$ суток.

| № п/п | Потребители | Измеритель | Норма расхода горячей воды из табл. А.2 СП 30.13330.2012 за год $a_{гвс}$, л/сутки | Норма общей, полезной площади на 1 измеритель S_a , м ² /чел. | Удельный среднечасовой расход тепловой энергии на гвс за отопител. период $q_{гв}$, Вт/м ² | Удельный годовой расход тепловой энергии на гвс $q_{гв. год}$, кВт·ч/м ² общей площади |
|-------|---|------------|---|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Жилые дома независимо от этажности с централизованным горячим водоснабжением оборудованные умывальниками, мойками и ваннами, с квартирными регуляторами давления КРД | 1 житель | 100 | 20 | 17,3 | 133/80* |
| | То же с умывальниками, мойками и душем с КРД | То же | 95 | 18 | 15,2 | 117/70* |
| | Жилые дома с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями | То же | 85 | 18 | 13,2 | 100/60* |
| | То же с водонагревателями, работающими на твердом топливе | То же | 60 | 18 | 9,3 | 70/42* |
| 2 | Гостиницы и пансионаты с ваннами во всех отдельных номерах | 1 житель | 180 | 18 | 32,1 | 262 |
| | То же с душами во всех отдельных номерах | То же | 140 | 15 | 30 | 245 |
| | То же с общими ваннами и душами | То же | 70 | 12 | 17,8 | 141 |

| | | | | | | |
|----|---|-----------------------|----|-----|----------|--------|
| 3 | Больницы с санитарными узлами, приближенными к палатам | 1боль-ной | 90 | 20 | 19,3 | 158 |
| | То же с общими ваннами и душами | То же | 75 | 10 | 22,9 | 181 |
| 4 | Поликлиники и амбулатории (10 м ² на одного медработника, работа в 2 смены и 6 пациентов на 1 работника) | 1боль-ной в смену | 4 | - | - | |
| | | 1раб.в смену | 12 | 10 | 11 | 87 |
| 5 | Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей и столовыми, работающими на полуфабрикатах | 1ребенок | 20 | 10 | 6,1 | 49 |
| | То же с круглосуточным пребыванием детей | То же | 30 | 10 | 9,1 | 72 |
| | То же со столовыми, работающими на сырье, и прачечными | То же | 40 | 10 | 12,2 | 97 |
| 6 | Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми на п/фабрикатах | 1учащ. 1преподаватель | 8 | 10 | 2,8 | 20 |
| 7 | Физкультурно-оздоровительные комплексы со столовыми на полуфабрикатах | 1 место | 30 | 5 | 18,3 | 145 |
| 8 | Кинотеатры, залы собраний // театры, клубы и досугово-развлекательные учреждения | 1 зритель | 3 | 5 | 1,8 // 3 | 14//24 |
| | | 1 артист | 25 | - | - | |
| 9 | Административные здания | 1работ ающий | 6 | 10 | 1,8 | 14 |
| 10 | Предприятия общественного питания для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале | 1блюдо на 1 место | 4 | 5 | 44 | 350 |
| 11 | Магазины продовольственные | 1работ ающ. | 12 | 30 | 1,2 | 10 |
| 12 | Магазины промтоварные | то же | 8 | 30 | 0,8 | 6 |
| 13 | Производственные цеха и технопарки с тепловыдел. менее 84 кДж | 1работ ающ. | 11 | 20 | 1,6 | 13 |
| 14 | Склады | то же | 8 | 100 | 0,3 | |

Примечания: * - над чертой и без черты базовые значения, под чертой с учетом оснащённости квартир водосчетчиками и из условия, что при квартирном учете происходит 40% сокращение тепловодопотребления, в зависимости от % оснащённости квартир водосчетчиками: $q_{гв.в/сч}^{200} = q_{гв.}^{200} \cdot (1 - 0,4 \cdot N_{кв.в/сч} / N_{кв})$;

где $q_{гв.}^{200}$ – по формуле (П.4); $N_{кв}$ – количество квартир в доме; $N_{кв.в/сч}$ – количество квартир, в которых установлены водосчетчики.

1. Нормы расхода воды в графе 3 установлены для I и II климатических районов, для III и IV районов следует принимать с учетом коэффициента из табл. А.2 СП 30.13330.

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

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

4. На предприятиях общественного питания количество блюд (\wedge), реализуемых за один рабочий день, допускается определять по формуле $U = 2,2 \cdot n \cdot m_n \cdot T \cdot \psi$;

где n - количество посадочных мест;

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

T - время работы предприятия общественного питания, ч;

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

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

3. Удельный годовой расход тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения на м² площади квартир или полезной площади помещений в общественных и производственных зданиях $q_{гв}^{год}$, кВт·ч/м², рассчитывается по формуле (11) и приведен в табл. П.4 :

$$q_{гв}^{год} = \frac{0,024 q_{гв}}{1 + k_{hl}} \left(351 k_{hl} + z_{om} + \frac{\alpha (351 - z_{om}) (60 - t_{хв.л})}{60 - t_{хв}} \right), \quad (11)$$

где $q_{гв}$, k_{hl} , $t_{хв}$ – то же, что в формуле (10)

z_{om} , α , – то же, что в формуле (8);

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

После подстановки в формулу (11) известных постоянных величин вместо обозначений, она будет иметь следующий вид.

а) для жилых домов с централизованной системой гвс и ИТП:

$$q_{гв}^{год} = 0,02 \cdot q_{гв} \cdot [(70,2 + z_{om}) + 0,74 \cdot (351 - z_{om})] \cdot S_a / S_{a,i}, \quad (12)$$

б) для жилых домов с гвс от квартирных водонагревателей

$$q_{гв}^{год} = 0,024 \cdot q_{гв} \cdot [z_{om} + 0,74 \cdot (365 - z_{om})] \cdot S_a / S_{a,i}, \quad (13)$$

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

$$q_{гв}^{год} = 0,02 \cdot q_{гв} \cdot [(70,2 + z_{om}) + 0,82 \cdot (365 - z_{om})] \cdot S_a / S_{a,i}, \quad (14)$$

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

$$q_{zv}^{zod} = 0,022 \cdot q_{zv} \cdot [(35,1 + z_{om}) + 0,82 \cdot (351 - z_{om})] \cdot S_a / S_{a,i} \quad (15)$$

Примечания.

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

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