

Сопоставительный анализ российской системы норм и стандартов по энергетической эффективности зданий с требованиями Европейского Союза

В предлагаемой статье излагаются: история разработки законов ЕС по повышению энергетической эффективности зданий, анализ подходов, существующих в различных европейских странах, и сравнение с подходами, реализованными в российских федеральных и территориальных нормах.

1. Директива 93/76/ЕС по ограничению выделений двуокиси углерода путем улучшения энергетической эффективности

Европейский Парламент и Совет Европейского Союза разработал ряд законов (директив), предназначенных для стандартизации в странах входящих в ЕС строительных нормативов по повышению энергоэффективности зданий (далее по тексту - Ээ Зд). Основная мотивация разработки этих законов - повышение эффективности использования естественных энергетических ресурсов в этих странах. В числе ресурсов нефтепродукты, природный газ и твердые горючие ископаемые являются не только важнейшими источниками энергии, но также и наиболее существенными источниками выделений двуокиси углерода. Управление Ээ Зд признается в качестве важнейшего инструмента, влияющего на глобальный энергетический рынок и на безопасность обеспечения энергией этих стран в ближайшей и долгосрочной перспективе. Государства члены-ЕС должны принимать в своих странах необходимые национальные стандарты (нормы) с целью воплощения в жизнь этих общеевропейских законов.

Первый закон такого рода под названием “СЭЙФ” (SAVE) был принят около 12 лет назад [1] с целью ограничения выделений двуокиси углерода и других парниковых газов путем эффективного использования энергии и осуществления государствами членами ЕС следующих программ: разработки энергетических паспортов зданий; определения энергетических расходов на отопление, кондиционирование воздуха и горячее водоснабжение зданий; надлежащей эффективной теплоизоляции вновь возводимых зданий; регулярного осмотра и контроля отопительных котлов (мощностью свыше 15 кВт); регулярного анализа расхода энергии в промышленных предприятиях и повышения эффективности использования энергии; и субсидирования на государственном уровне одной трети расходов, направленных на экономию энергии. Несмотря на то, что закон имел рекомендательный характер, он выполнялся на практике. В связи с успешной реализацией этого закона, Европейским Парламентом и Советом в феврале 2000 г. было принято решение о принятии долгосрочной (с 1998 по 2002 гг.) программы содействия Ээ Зд “СЭЙФ” (SAVE) [2] путем: стимулирования мер по Ээ Зд, поощрения инвестиций в энергосбережение частными и общественными потребителями и в промышленности, создания условия улучшения интенсивности энергопотребления в сфере конечного потребления. Было подчеркнуто, что эта

программа должна быть открыта для участия в ней центрально- и восточноевропейских стран.

2. Сравнительный анализ российской методологии нормирования с методологией Германии и Франции

Закон СЭЙФ и программа стимулировали разработку принципиально новых норм по Ээ Зд в Германии (VsVO-1995 и EnEV-2002), во Франции (RT-2000), в Нидерландах (NEN-1998) и в других странах. Поскольку инициатором разработки программы “СЭЙФ” было Германия, то новые германские нормы EnEV-2002 [3, 4] представляют наибольший интерес.

Главная цель новых норм – существенное снижение потребления первичной энергии в зданиях (до 30 %) по сравнению с ранее существовавшими нормами. Нормативы установлены по суммарной потребности в первичной энергии на отопление и горячее водоснабжение. В этих нормах мероприятия по энергосбережению в отопительных системах и системах теплоснабжения приравниваются к мероприятиям по сбережению энергии тепловой защитой здания. На рисунке 1 приведены нормативы по суммарной удельной потребности в первичной энергии для жилых зданий (т.е. на источнике). Нормирование первичной удельной потребности энергии на отопление и горячее водоснабжение здания осуществлено в зависимости от коэффициента компактности, представляющего собой отношение площади наружных ограждений к замкнутому в них объему. Для многоэтажных зданий этот показатель установлен около 0,2, для зданий средней этажности - около 0,5 и для малоэтажных зданий - около 1. Значение удельной потребности в энергии, кВт·ч/(м²·год), должно находиться в пределах от 68 до 142 кВт·ч/(м²·год) для вновь возводимых зданий с нормальными (19 °С) температурами внутреннего воздуха при стандартных градусо-сутках отопительного периода для всей Германии 2900 °С·сут и продолжительности отопительного периода 185 суток. В эти величины входят энергозатраты на горячее водоснабжение, принимаемые равными 12,5 кВт·ч/(м²·год). Также учитываются дополнительные требования по ограничению величины годовой потребности в тепловой энергии, зависящие от типа источника энергии. При проектировании зданий эти величины должны быть подтверждены расчетом, а при эксплуатации зданий, данные об израсходованной энергии, полученные по показанию тепло счетчика, должны быть приведены к расчетным условиям. С этой целью составляется энергетический паспорт здания.

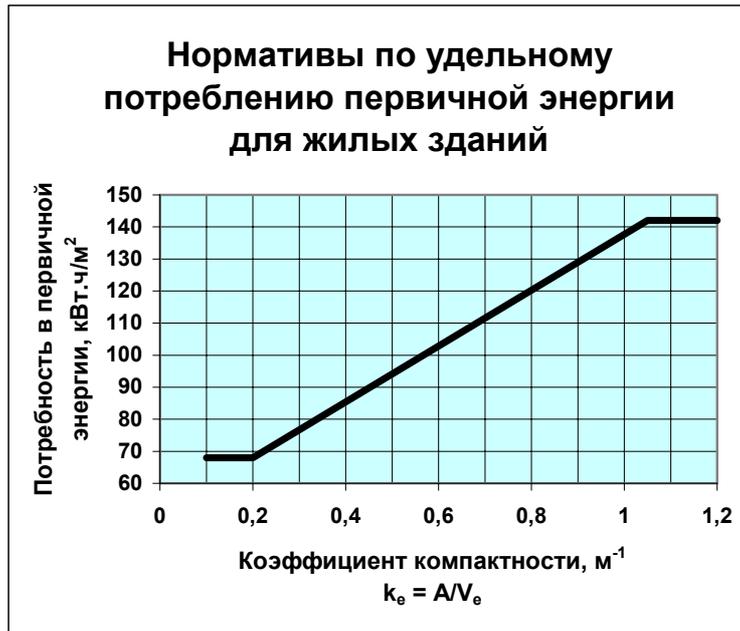


Рисунок 1

Представляет интерес сопоставление нормативов Германии и России по конечной удельной потребности в тепловой энергии на отопление (рис.2). Значение этого показателя в нормах Германии находится в пределах от 40 до 96 кВт·ч/(м²·год) при базовой системе теплоснабжения. Величины конечного удельного энергопотребления на отопление, установленные в ТСН РФ и в СНиП 23-02-03 [5], и пересчитанные на стандартные градусо-сутки Германии, находятся в пределах от 55 до 105 кВт·ч/(м²·год). Очевидно, что немецкие нормы ниже новых российских норм на 20-27 % для многоквартирных жилых зданий и 9-10 % – для одноквартирных домов.

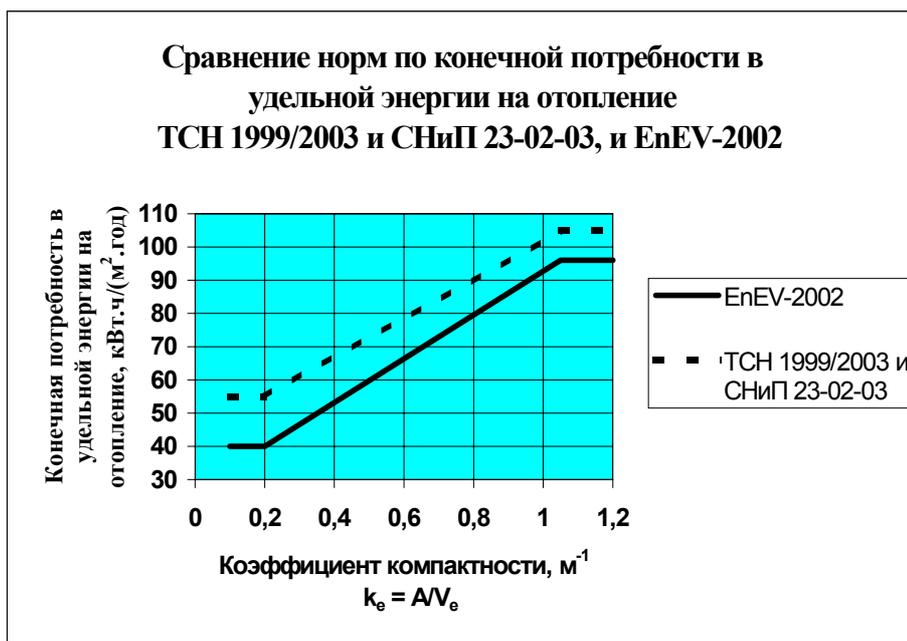


Рисунок 2

Сходства и различия по методологии нормирования Германии и России представлено в таблице на рисунке 3. Очевидно, что применяются очень близкие методологии. Основное различие обусловлены повсеместным распространением в России централизованного теплоснабжения. Что касается различий в нормировании по первичной или конечной тепловой энергии, то принятая в России методология коррекции основной нормы по коэффициенту энергетической эффективности системы теплоснабжения приводит к тому же результату, что и нормирование по первичной тепловой энергии, т.е. на источнике по топливной составляющей.

Германия	Россия
<i>сходство</i>	
Системный подход "теплозащита – воздухообмен – отопление – теплоснабжение"	Системный подход "теплозащита – воздухообмен – отопление – теплоснабжение"
Энергетический баланс здания без учета облачного небосвода	Энергетический баланс здания с учетом облачного небосвода
Обязательность энергетического паспорта	Обязательность энергетического паспорта
Обеспечение теплового, светового и акустического комфорта в помещениях	Обеспечение теплового, светового и акустического комфорта в помещениях
<i>различия</i>	
Ориентация на децентрализованное теплоснабжение	Ориентация на централизованное теплоснабжение
Нормирование по первичной тепловой энергии	Нормирование по конечной тепловой энергии с учетом эффективности систем теплоснабжения
Нормирование с учетом горячего водоснабжения	Нормирование без учета горячего водоснабжения
Требования к КПД котлов	Отсутствуют требования к КПД котлов

Рисунок 3

Принципиальное отличие в методологии немецкого и российского нормирования от французского заключается в нормировании по отношению к зданию представителю.

Французские нормы RT-2000 по энергетической эффективности зданий утверждены в конце 2000 г. Они относятся как к жилым, так и нежилым вновь возводимым и реконструируемым зданиям в холодный и теплые периоды года, за исключением плавательных бассейнов, зданий сельскохозяйственного назначения и зданий с температурой внутреннего воздуха не более 12 °С. Расчетный расход первичной энергии проектируемого здания, Вт·ч, должен быть не более расчетного расхода первичной энергии здания представителя, названного коэффициентом C_{ref} . Здание представитель должен иметь тот же объем и форму, что и проектируемое здание. В нем должны быть специфицированы коэффициенты теплопередаче ограждающих конструкций, ориентация здания и размеры светопроемов, эффективность генераторов

теплоты, теплоизоляция внутренних сетей и системы управления отоплением, вентиляцией, освещением и горячим водоснабжением.

В летних условиях нормируется условная температура внутреннего воздуха, °С, $T_{ic\ ref}$, достигаемая летом. Если проектируемое здание не снабжено системой кондиционирования, то расчетная условная температура внутреннего воздуха должна быть не более нормируемой условной температуры $T_{ic\ ref}$.

В нормах узаконены методы расчета расхода тепловой энергии зданием на отопление и условной температуры внутреннего воздуха в летнее время. Для облегчения расчетов C и T_{in} разработаны компьютерные программы, предоставляемые пользователям бесплатно.

В качестве альтернативы разработана балльная система определения соответствия проекта здания требованиям норм, применяемая только для многоквартирных домов. Имеются таблицы назначения баллов для различных решений ограждающих конструкций и инженерного оборудования. Суммарное число баллов проекта дома является критерием соответствия или несоответствия проекта дома требованиям норм. Считается, что при суммарном числе баллов 18 и более нормы RT-2000 будут соблюдены. Пример назначения баллов по теплозащите зданий приведен в таблице на рисунке 4. Если сопротивление теплопередаче стены в проекте дома не менее $2,3\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$, то назначается 3 балла, если не менее $2,7\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$, то назначается 4 балла, если не менее $3\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$, то назначается 5 баллов. Аналогично для сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий. Очевидно, что такая система позволяет проектировщику большую вариабельность в выборе конструктивных решений.

Пример назначения баллов по французским нормам RT-2000			
Ограждение	Сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$		
Наружные стены	$\geq 2,3$	$\geq 2,7$	$\geq 3,0$
Перекрытия	$\geq 5,0$	$\geq 5,5$	$\geq 6,0$
Баллы	3	4	5

Рисунок 4

Имеется классификация здания по энергетической эффективности. Специальным постановлением определяются условия присвоения здания маркировки "высокая энергетическая эффективность".

3. Новый закон ЕС по энергетической эффективности зданий

Второй закон "По энергетической эффективности зданий" [6] был принят в декабре 2002 г. и вступил в силу в январе 2003 г. Этот закон вводит принцип полной энергетической эффективности и устанавливает общие цели и принципы по Ээ ЗД к государствам членам-ЕС. Предполагается, что детальное выполнение этих принципов будет осуществляться каждым из государств на национальном или региональном уровнях с учетом конкретной ситуации. Однако государства члены-ЕС должны скорректировать свои законы, нормы и административные требования в соответствии с этим законом не позднее января 2006 г.

Согласно закону, Ээ ЗД это фактически потребленное или рассчитанное количество энергии, предназначенное для различных нужд, связанных с

обычным использованием здания, включающее среди прочих отопление, нагрев горячей воды, охлаждение, вентиляцию и освещение. Это количество должно выражаться одним или несколькими численными показателями, которые учитывают теплоизоляцию, технические характеристики оборудования, запроектированные согласно климатическим параметрам, ориентации по отношению к поступающей солнечной радиации, влияния окружающих зданий, собственную выработку энергии и другие факторы, включая внутренний микроклимат, влияющие на потребность в энергии.

Основной принцип нормирования Ээ Зд можно представить в виде формулы

$$EP \leq EP_{max}$$

где

EP рассчитанная или измеренная нормализованная величина энергопотребления здания или рассчитанный показатель выделений двуокиси углерода,

EP_{max} максимальная величина энергопотребления здания или максимальный показатель выделений двуокиси углерода.

Величины **EP_{max}** устанавливаются на национальном уровне в зависимости от технических, экономических и политических условий. Величины **EP** рассчитываются или измеряются на основе процедур, учитывающих теплотехнические характеристики зданий и расчетные условия.

Новый закон устанавливает следующие основные требования к:

- (а) общим границам методологии расчета Ээ Зд в целом,
- (б) применимости минимальных требований по Ээ Зд для новых зданий,
- (в) применимости минимальных требований по Ээ Зд для существующих зданий, которые являются предметом основной реконструкции,
- (г) энергетической сертификации зданий, и
- (д) регулярной инспекции генераторов тепла и систем кондиционирования воздуха в зданиях и дополнительной оценки отопительных установок, в которых генераторы тепла эксплуатируются свыше 15 лет.

Эти основные требования государства члены-ЕС могут дифференцировать по отношению к вновь возводимым и существующим зданиям и к различным категориям зданий и устанавливать их, исходя из технических, функциональных и экономических обоснований. Эти требования должны учитывать микроклимат внутри помещений с тем, чтобы избежать возможных негативных факторов, например, дискомфорта вентиляции.

Закон обязывает государства члены-ЕС применять общие принципы методологии расчета Ээ Зд, учитывающие: теплотехнические характеристики здания; отопительные установки и горячее водоснабжение; механическую вентиляцию; осветительные установки; ориентацию здания; климатические параметры; пассивные системы использования солнечной радиации; солнцезащиту; естественную вентиляцию; параметры внутреннего микроклимата.

Согласно закону для вновь возводимых зданий площадью свыше 1000 кв. м должны быть рассмотрены следующие альтернативные системы теплоснабжения и выбраны до начала возведения здания: децентрализованные; централизованные; районные или квартальные и, в случае возможности, тепло насосные. Что касается существующих зданий площадью свыше 1000 кв. м, то в случае их основной реконструкции, их энергетическая эффективность должна

быть доведена до минимальных требований по Ээ Зд, устанавливаемых государствами членами-ЕС

Законом усиливается роль энергетической паспортизации зданий в качестве сертификата Ээ Зд. Сертификат Ээ Зд должен включать контрольные величины, имеющиеся в существующих утвержденных в странах членах-ЕС стандартах и обеспечивающие возможность потребителю сравнить и оценить Ээ Зд. Сертификат должен быть дополнен рекомендациями по экономически выгодным решениям Ээ Зд.

Ожидается, что новая директива поможет в ближайшие годы гармонизировать национальные нормативы и процедуры, касающиеся энергопотребления зданий. Это исключительно важно, поскольку существующая ситуация в Европейских странах очень разнообразна. Поэтому параллельно с разработкой этого закона шла работа по анализу национальных норм стран членов-ЕС по Ээ Зд, процедур по оценке уровня Ээ Зд и контролю в процессе проектирования, возведения и эксплуатации зданий. В этой работе принимают участие 15 стран - Австрия, Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Ирландия, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Испания, Швеция и Великобритания, а также Швейцария и автор этой статьи.

Несмотря на то, что российская нормативная база по Ээ Зд (ТСН в 48 регионах РФ, СНиП 23-02, система ГОСТ'ов) была разработана до принятия описанного выше закона ЕС, она уже в большинстве случаев удовлетворяет требованиям этого закона. Ниже перечислены основные достоинства российской нормативной базы по Ээ Зд:

- применен системный подход к зданию "ограждение – воздухообмен – отопление - теплоснабжение",
- обеспечен при проектировании тепловой комфорт,
- используется расчет теплового баланса здания за отопительный период,
- энергетическая классификация здания и возможность проектирования здания с более высокой энергетической эффективностью, чем требования норм,
- контроль проекта и возведенного здания на соответствие нормам с помощью энергетического паспорта,
- возможность сертификации здания по Ээ Зд,
- распространяется на новые и реконструируемые (модернизируемые) здания,
- предусмотрен контроль параметров на стадии приемки здания,
- энергетический аудит здания обеспечен комплексом стандартов (ГОСТ'ов).

Анализ положений, гармонизированных в нормах России с новым законом ЕС приведен в таблице на рисунке 5. Из таблицы видно, что большинство положений нового закона гармонизировано, однако есть положения, которые пока не могут быть гармонизированы в нормах России, например, ориентация на децентрализованное теплоснабжение.

4. Процедуры расчета энергетических характеристик зданий

Стандартизация методологии расчета энергопотребления зданий в ЕС имеет длинную историю. Повидимому первым был финский стандарт, разработанный в 1993 г. Стандарт DIN 832 "Расчеты энергопотребления жилых зданий" был разработан в Германии и затем он был утвержден в качестве общеевропейского EN 832. Следующий общеевропейский стандарт EN 13790 "Потребность в энергии отапливаемых зданий". Предполагается доработка

этого стандарта для зданий с кондиционированием воздуха. По этому стандарту выполняют расчеты для жилых и нежилых зданий. В стандарте приведен так называемый упрощенный метод расчета расходов энергии, основанный на описании термических характеристик здания по-элементно (коэффициентов теплопередачи отдельных элементов и т.д.) и по-месячного расчета теплового баланса. Для жилых зданий допускается также расчет для всего отопительного периода. При выполнении этих расчетов необходимы данные о температурах внутреннего воздуха, о величинах внутренних тепловыделений и энергозатрат на нагрев свежего воздуха, поступающего в помещения, о термических характеристиках здания и климатических параметрах наружной среды. В стандарте теплопотери здания рассчитываются из условия постоянных температур внутреннего воздуха, однако они могут быть различными в отдельных группах помещений (зонах). В стандарте учитываются энергетические характеристики систем отопления. В приложении дана информация о точности метода расчета.

Системный подход	Есть
Новые и реконструированные здания	Есть
Общие принципы методологии расчета энергоэффективности	Есть
Учет в расчетах вентиляции, бытовых тепловыделений, солнечной радиации	Есть
Энергетический паспорт здания	Есть
Учет эффективности систем теплоснабжения	Есть
Обеспечение комфортных условий	Есть
Нормы с учетом горячей воды	Нет
Ориентация на децентрализованное теплоснабжение	Нет
Требования к индивидуальным бойлерам	Нет
Общее заданное сокращение энергопотребления на 30-35%	есть на 35-45%

Рисунок 5

В настоящее время осуществляется разработка ENPER единой методологии расчета и нормирования энергетической эффективности зданий в холодный и теплые периоды года.

В СНиП 23-02 приведен нормируемый метод расчета энергопотребления за отопительный период, учитывающий те же характеристики, что и стандарт ЕС 832. Различия российских норм состоят в увязке с существующими нормативными документами по отоплению и вентиляции жилых и общественных зданий, а также в учете проникающей солнечной радиации через светопроемы при средних действительных условиях облачности

На национальном уровне стандартизации Ээ Зд в странах членов-ЕС существуют два подхода.

Нормирование Ээ Зд в странах членах-ЕС применяется ко всем жилым и нежилым зданиям за исключением Великобритании, где это нормирование применяется только к вновь возводимым жилым зданиям. Что касается

существующих зданий, то, за исключением Дании и Германии, нормирование Ээ Зд к ним пока не применяется. Однако для существующих зданий в случае их основной реконструкции или расширения требования по Ээ Зд применяются в Финляндии, Германии, Греции, Нидерландах, Норвегии, Португалии и Швеции; эти требования не применяются в Австрии, Франции, Испании и Великобритании.

Большинство стран, за исключением Франции и Бельгии, придерживаются подхода, когда проектировщик готовит проект здания с учетом требований норм. Процедура соответствия требованиям норм может включать расчеты потребности в энергии или расчеты некоторых параметров, например, коэффициентов теплопередаче, теплопоступлений и прочее. Проект здания должен быть одобрен официальным государственным органом, дающим разрешение на строительство. В процессе возведения здания или по окончании строительства официальный государственный орган может выполнить проверку на соответствие требованиям норм.

Во втором подходе, которого придерживаются во Франции и Бельгии, проектировщик имеет специальный документ (лицензию), дающий ему право на проектирование и обязывающий соблюдать требования норм. Официальные государственные органы могут выполнить контроль, когда здание возведено. В случае несоответствия возведенного здания требованиям норм, этот проектировщик может лишиться лицензии.

Несмотря на различие в подходах, процедура расчета Ээ Зд является обязательной во всех странах, за исключением Ирландии. Расчеты Ээ Зд и проверка соответствия требованиям норм на стадии проектирования является ответственностью как проектировщика, так и будущего собственника (инвестора) здания, заказавшего проект. В Австрии, Бельгии, Германии, Греции и Испании расчеты Ээ Зд должны выполнять только эксперты, имеющие соответствующие лицензии.

В Швеции, Португалии, Ирландии и Дании результаты расчетов представляются в виде годового потребления зданием конечной энергии. В Нидерландах, Германии, Греции и Франции – в виде годового потребления зданием первичной энергии. В Испании и Финляндии в виде коэффициента теплопередаче для отдельных компонентов ограждающих конструкций здания. В Норвегии – результаты расчетов представляются в виде потребления энергии и в виде коэффициентов теплопередаче.

В российских нормах – в виде расходов энергии и в виде сопротивлений теплопередаче отдельных видов ограждающих конструкций.

Контроль расчетов осуществляется по трем схемам. В первой схеме контроль отсутствует (в Норвегии). Во второй осуществляется выборочный контроль официальными государственными органами (в Великобритании, Финляндии, Португалии), в третьей – осуществляется контроль официальными государственными органами каждого проекта (в Испании, Нидерландах, Греции, Германии, Дании и Австрии).

В России контроль осуществляется по третьей схеме путем экспертизы проектной продукции.

На стадии возведения зданий проводятся инспекции и возлагаются штрафы или другие санкции в случае не соответствия с нормами по Ээ Зд. В некоторых странах (в Норвегии и Швеции) существует документируемый самоконтроль лицом, назначаемым будущим собственником (инвестором)

здания. Обязательный или добровольный контроль существует в Австрии, Бельгии, Нидерландах, Португалии, Дании, Финляндии, Германии, Греции и Ирландии. Во Франции, Испании и Великобритании контроль не осуществляется. Ответственность за соблюдение норм по Ээ Зд зданий возлагается на строителя в Норвегии и Дании, на собственника (инвестора) в Греции, Германии, Швеции. А в Великобритании, Испании, Португалии, Нидерландах и Франции на стадии строительства никто не несет ответственности за соблюдение норм по Ээ Зд.

Что касается России, то контроль на стадии строительства осуществляет ГАСН, а также служба заказчика.

В большинстве стран ЕС системы маркировки построенных зданий по Ээ Зд не существует. Однако в Дании и Франции такие системы существуют и они себя хорошо зарекомендовали. В Австрии и Греции такие системы разрабатываются.

Французская система маркировки возведенных зданий состоит из четырех групп. Первая и третья группы относятся к Ээ Зд. В первой группе представлено две маркировки по отношению к нормируемому уровню: высокой Ээ Зд (ВЭэ) и очень высокой Ээ Зд (ОВЭэ). Третья группа касается Ээ Зд при использовании электроэнергии на отопление зданий. Остальные группы касаются качества зданий в целом и их отдельных компонентов.

Заключение

Следует отметить, что сопоставительный анализ Российских территориальных строительных норм (ТСН) по Ээ Зд [4], нового СНИП 23-02-03 [5], норм, существующих в странах членах-ЕС, а также директив ЕС показал, что принципиальные подходы к нормированию очень близки. Причем Российские ТСН и СНИП 23-02-03 наиболее близки к немецким нормам EnEV. Главные требования директив ЕС по Ээ Зд, и, в частности, новой директивы, за исключением требований по отопительным котлам, практически уже реализованы в российских нормативных документах. Поэтому можно с уверенностью констатировать, что российские нормы по Ээ Зд гармонизированы с требованиями европейской стандартизации.

Литература

1. Council Directive 93/76/EEC of 13 September 1993 to Limit Carbon Dioxide Emissions by Improving Energy Efficiency (SAVE), Official Journal L 237, 22.09.1993, pp.28-30, (Директива 93/76/ЕС по ограничению выделений двуокиси углерода путем улучшения энергетической эффективности (СЭЙФ)).
2. Decision No 647/2000 EC of the European Parliament and of the Council of 28 February 2000 adopting a multiannual programme for the promotion of energy efficiency (SAVE) (1998 to 2002), (Решение 647/2000/ЕС о многолетней программе содействия энергетической эффективности (СЭЙФ, 1998-2002)).

3. Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001, (Постановление EnEV об энергосберегающей тепловой защите и энергосберегающих отопительных установках здания).

4. Ю.А.Матросов. Сравнительный анализ новых территориальных норм России по ЭЭ жилых зданий и нового постановления Германии, Энергосбережение, 2002, №№3 и 4.

5. СНиП 23-02-03 Тепловая защита зданий. Госстрой России, М., 2004

6. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings. Official Journal, 4.1.2003, pp. 65-70, (Директива 2002/91/ЕС по энергетической эффективности зданий, перевод см. АВОК, №1, 2003).

Матросов Юрий Алексеевич
телефон (+7095) 4823710
e-mail yuri_matrosov@mtu-net.ru
web <http://www.cenef.ru/home-pg/hp-6r.htm>