

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

Матросов Ю. А.
НИИ Строительной Физики РААСН, г. Москва, Россия

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 двуо-

киси 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 су-

ществовавшими 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).



Рисунок 1. Нормативы по суммарной удельной потребности в первичной энергии для жилых зданий

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, $kWh/(m^2 \cdot \text{Чгод})$, должно находиться в пределах от 68 до 142 $kWh/(m^2 \cdot \text{Чгод})$ для вновь возводимых зданий с нормальными ($19\text{ }^{\circ}C$) температурами внутреннего воздуха при стандартных градусо-сутках отопительного периода для всей Германии $2900\text{ }^{\circ}C \cdot \text{сут}$ и продолжительности отопительного периода 185 суток. В эти величины входят энергозатраты на горячее водоснабжение, принимаемые равными $12,5\text{ }kWh/(m^2 \cdot \text{Чгод})$. 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.

Представляет интерес сопоставление нормативов Германии и России по конечной удельной потребности в тепловой энергии на отопление (рисунке 2). Значение этого показателя в нормах Германии находится в пределах от 40 до 96 кВт·Чч/(м²·Чгод) 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·Чч/(м²·Чгод). Очевидно, что немецкие нормы ниже новых российских норм на 20-27 % для многоквартирных жилых зданий и 9-10 % – для многоквартирных домов.

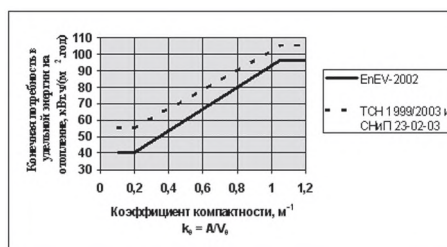


Рисунок 2. Сравнение норм по конечной потребности в удельной энергии на отопление ТСН 1999/2003 и СНиП 23-02-03, и *EnEV-2002*

Сходства и различия по методологии нормирования Германии и России представлено в таблице 1. 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.

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 отопление, вентиляцией, освещением и горячим водоснабжением.

Таблица 1.

Германия	Россия
сходство	
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
различия	
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

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 лет-

нее 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 2.

Таблица 2.

Пример назначения баллов по французским нормам RT-2000			
Ограждение	Сопrotивление теплопередаче, м ² ·°C/Вт		
Наружные стены	≥ 2,3	≥ 2,7	≥ 3,0
Перекрытия	≥ 5,0	≥ 5,5	≥ 6,0
Баллы	3	4	5

Если сопротивление теплопередаче стены в проекте дома не менее 2,3 м²·°C/Вт, то назначается 3 балла, если не менее 2,7 м²·°C/Вт, то назначается 4 балла, если не менее 3 м²·°C/Вт, то назначается 5 баллов. Аналогично для сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий. Очевидно, что такая система позволяет проектировщику большую вариабельность в выборе конструктивных решений.

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 Зз 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,
- (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 вентилиации.

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 3.

Таблица 3.

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%

Из таблицы 3 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 выполняются 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-месячному расчету 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 теплотери 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.

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

В СНиП 23-02 [5] приведен нормируемый метод расчета энергопотребления за отопительный период, учитывающий те же характеристики, что и стандарт *EC 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 теплопередачи, теплопотуплений 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 выполнять 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 расче-

тов 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 документированный 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 ка-

сається Еэ Зд при використанні електроенергії на опалення будівель. Решта груп стосуються якості будівель в цілому і їх окремих компонентів.

Заключення

Слід відзначити, що сопоставительний аналіз Російських територіальних будівельних норм (ТСН) по Еэ Зд [4], нового СНиП 23-02-03 [5], норм, існуючих в країнах членах-ЕС, а також директив ЕС показав, що принципіальні підходи до нормування дуже близькі. Причому Російські ТСН і СНиП 23-02-03 найбільш близькі до німецьким нормам EnEV. Головні вимоги директив ЕС по Еэ Зд, і, в частині, нової директиви, за виключенням вимог по опалювальним котлам, практично вже реалізовані в російських нормативних документах. Тому можна з впевненістю констатувати, що російські норми по Еэ Зд гармонізовані з вимогами європейської стандартизації.

Перелік посилань

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 обмеженню виделень двоокси вуглецю шляхом покращення енергетическої ефективності (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)**, (Решення 647/2000/ЕС о багаторічній програмі содействія енергетическої ефективності (СЭЙФ, 1998-2002)).
3. **Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001**, (Постановленнє EnEV об енергосберегаючій тепловій захиті і енергосберегаючих опалювальних установках будівля)
4. **Матросов Ю. А.** 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 енергетическої ефективності будівель, переклад см. АВОК, №1, 2003).

Получено 20.06.05