

Н. А. Андреевко, А. В. Кучерявый, М. Дрожж

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ  
СЕРТИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ:  
ПЕРВЫЙ ОПЫТ  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Пособие

Под редакцией: Е. В. Чернолуцкой

Минск  
«АЛЬТИОРА-ЖИВЫЕ КРАСКИ»  
2012

УДК [69+721.012.1:620.9]:658.562(476)  
ББК 38.71(4Бей)  
А65

Издано в рамках проекта «Межсекторное сотрудничество для развития энергоэффективности в Беларуси – продвижение энергетической сертификации зданий» при финансовой поддержке Министерства иностранных дел Республики Польша (в рамках программы польского сотрудничества для развития в 2011 г.).

Мнения и взгляды, изложенные в данной публикации, могут не совпадать с мнениями и взглядами Министерства иностранных дел Республики Польша.



Данная публикация распространяется бесплатно

**ISBN 978-985-6831-76-1**

© Андрееенко Н.А., Кучерявый А.В., Дрожж М., 2012  
© Оформление. ИП «АЛЬТИОРА-ЖИВЫЕ КРАСКИ», 2012

## Содержание

Введение .....	6
Что такое энергетическая сертификация зданий .....	7
Опыт Польши в области энергосберегающей санации жилых домов .....	9
Реализация Директивы «Об энергетических характеристиках зданий» в Польше .....	22
Преимущества от внедрения энергетической сертификации зданий в РБ .....	26
Рекомендации по внедрению энергетической сертификации зданий в РБ .....	29
Методология энергетической сертификации зданий, разработанная для РБ .....	30
Первый опыт энергетической сертификации зданий в Республике Беларусь .....	33
Здание № 1. Индивидуальный жилой дом в Столбцовском районе Минской области .....	33
Здание № 2. Многоквартирный жилой дом № 5 по ул. Мирошниченко, в г. Минске (до и после тепловой модернизации) .....	35
Здание № 3. Экологическая гимназия №19 в г. Минске .....	38
Здание № 4. Учебный корпус №9 Белорусского национального технического университета в г. Минске .....	40
Здание № 5. Административное здание в г. Марьина Горка, Пуховичского р-на, Минской области .....	41

## Введение

Энергетическая сертификация зданий была изучена и опробована в условиях Республики Беларусь в рамках проекта **«Межсекторное сотрудничество для развития энергоэффективности в Беларуси – продвижение энергетической сертификации зданий»**. Проект реализовывался по инициативе Международного общественного объединения «Экопроект Партнерство» (Беларусь) в сотрудничестве с организацией «Польская Зеленая сеть» и ООО «Малопольское региональное агентство по энергии и экологическому менеджменту (MAES)» при поддержке Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь и финансировании Министерства иностранных дел Республики Польша.

Продвижение энергетической сертификации зданий в Беларуси рассматривалось в качестве эффективного механизма стимулирования энергосбережения в коммунальном секторе, посредством которого можно внести вклад в реализацию национальной политики по энергосбережению и защите окружающей среды.

К наиболее существенным результатам проекта можно отнести создание межсекторного Консультативного совета по внедрению энергосертификации зданий, который проделал значительную работу по изучению и адаптации европейского опыта в данной области. В его состав вошли представители Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, Министерства строительства и архитектуры, Министерства жилищно-коммунального хозяйства, «Института жилища НИПТИС им.Атаева», Минского городского исполнительного комитета, Минского ЖКХ, МОО «Экопроект Партнерство» и ряд экспертов. Специалисты изучили опыт Польши в данной области, применяемые там подходы и методологию, а также сравнили с существующими белорусскими методиками. Была разработана методология энергосертификации зданий, сочетающая в себе стандарты РБ и европейские подходы, а также изготовлены сертификаты для пяти пилотных зданий разного типа.

Настоящая публикация направлена на распространение знаний и информации, касающихся опыта применения энергосертификации

зданий в странах ЕС, результатов, полученных при проведении пробной оценки энергоэффективности пяти пилотных зданий в Республике Беларусь, а также рекомендаций по внедрению этого инструмента на государственном уровне. Информирование широкой общественности и заинтересованных специалистов будет также способствовать появлению новых видов бизнеса и профессиональных возможностей в области энергосбережения в зданиях.

Авторы выражают благодарность специалистам, вошедшим в состав Консультативного совета по внедрению энергосертификаций зданий за заинтересованное участие в создании публикации и активное участие в мероприятиях, встречах в рамках проекта.

Предлагаемый материал не претендует на исключительность и полноту, авторы с благодарностью примут предложения и замечания, которые будут учтены в дальнейшей работе.

### **Что такое энергетическая сертификация зданий**

Энергетическая сертификация зданий – это процесс сбора и обработки информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности зданий, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом сертификате.

Энергетический сертификат здания – документ, разработанный уполномоченным государственным органом, который включает в себя показатели энергетической эффективности здания в сравнении с существующими стандартами, заполняемый сертифицированным специалистом.

Энергетическая эффективность здания – рассчитанное или измеренное количество энергии, необходимое для использования здания по назначению, которое включает потребление энергии на отопление, охлаждение, вентиляцию, горячее водоснабжение, освещение и другие потребности.

В Европейском союзе энергосертификация введена в 2002 г. Европейской Директивой об энергетических характеристиках зданий 2002/91/ЕС. В процессе сертификации зданиям присваивается класс энергетической эффективности здания в сравнении с существующими

минимальными требованиями, наподобие тому, как маркируются бытовые электроприборы. Страны-члены ЕС самостоятельно разрабатывают и утверждают на национальном уровне методологию оценки зданий.

Энергосертификация распространяется на следующие здания: жилые, общественные, административные и многофункциональные непромышленные, а также на их инженерные системы. Сертификация производится на этапах:

- а) проектирования и строительства здания;
- б) сдачи в эксплуатацию;
- в) выставления на продажу;
- г) сдачи в аренду;
- д) энергетической реновации (реконструкции, приводящей к повышению класса энергоэффективности здания).

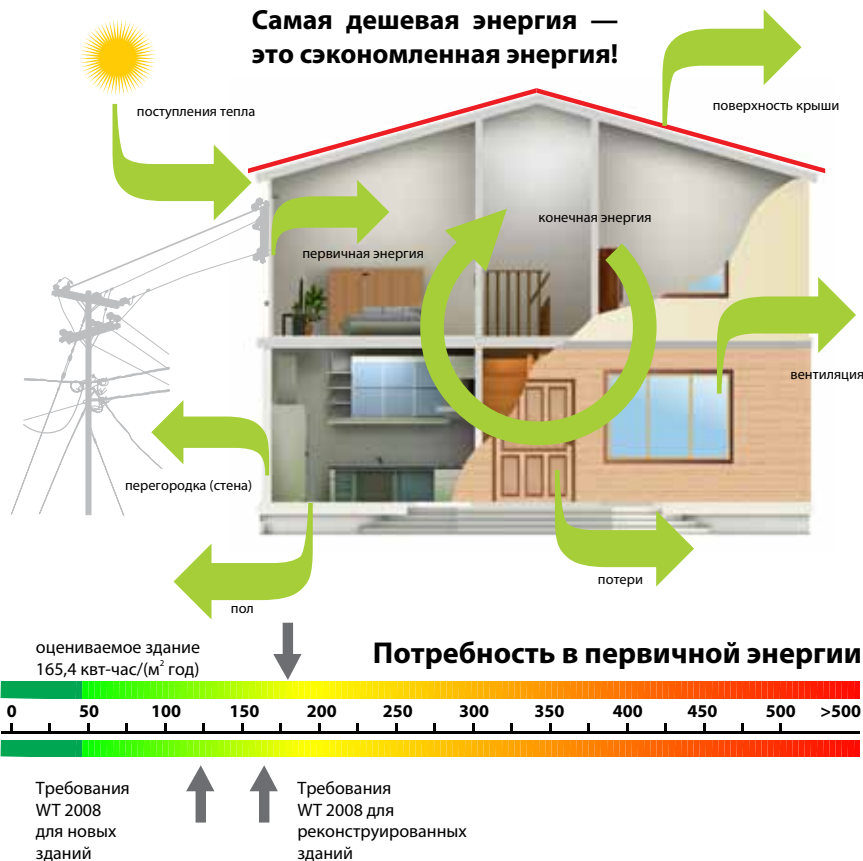
Это позволяет отслеживать, чтобы новые и реконструируемые здания соответствовали минимальным требованиям энергетической эффективности, закрепленным в законодательстве в настоящее время, а при продаже или сдаче в аренду существующих зданий уровень энергопотребления сообщался потенциальному покупателю или арендатору.

В то же время энергосертификация не распространяется на здания с небольшим потреблением энергии и те, энергетические характеристики которых сложно или невозможно улучшить. К ним относятся:

- отдельно стоящие здания с общей полезной площадью менее 50 м<sup>2</sup>;
- культовые, религиозные здания;
- здания, которые отнесены к объектам культурного наследия (памятники истории и культуры), если приведение в соответствие с требованиями энергетической эффективности неприемлемым образом изменит их внешний вид;
- дачные дома, используемые сезонно;
- временные здания с запланированным сроком использования два года и менее, строительные площадки, цеха, нежилые объекты с низкой энергопотребностью;
- подсобные здания и строения вспомогательного использования.

## Опыт Польши в области энергосберегающей санации жилых домов

Среднее количество энергии, потребляемое на цели отопления и подогрева горячей воды в Польше для зданий, построенных до 1985 г., составляет 240-380 кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год, построенных между 1986 г. и 1992 г. - 160-200 кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год, после 1993 г. 120-160 кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год. Для сравнения в Германии это значение составляет 50-100 кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год, в Скандинавии 30-60 кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год.



Энергетическое свидетельство в Польше

## Усредненная структура потребления энергии в жилых зданиях:



Строительные технологии послевоенного периода в Польше вплоть до трансформации 90-х годов – это возведение зданий с бетонными стенами, плоской бетонной крышей с двойной плитой потолочного перекрытия. Технология строительства не предполагала утепления стен, потолочных перекрытий или фундаментов.

Основными причинами высоких затрат на отопление в польских общественных зданиях являются высокие потери тепла через стены, неэффективное отопительное оборудование, отсутствие приборов для измерения расхода тепла, отсутствие расчетных методов распределения затрат на отопление между отдельными потребителями.

Типичная польская технология возведения зданий с 1945-го до 1990-го гг. выглядит следующим образом:

- многоквартирные жилые здания имеют бетонные стены толщиной 20-30 см без изоляции, плоские крыши из двойной бетонной плиты с воздушным зазором, центральное отопление от угольных и газовых котельных с низкой эффективностью;
- индивидуальные жилые здания имеют кирпичные стены (кирпич 12 см, воздушный зазор 6 см, пустотелый теплый кирпич с внутренней стороны 30 см), плоские бетонные крыши или наклонные деревянные конструкции с утеплением толщиной около 10 см из минеральной ваты или пенополистирола, угольные или газовые системы отопления с низкой эффективностью.

К настоящему моменту в Польше произведена модернизация большинства коммунальных зданий. Первоначально как в энергетических системах зданий, так и в изоляции их конструкций,



применялся целый ряд разнообразных технических решений. Процесс модернизации зданий продолжается уже более десяти лет, что позволило приобрести многообразный и ценный опыт.

Энергетическая модернизация зданий в стандартном варианте состоит в следующем:

- утепление конструктивных элементов зданий (стен, перекрытий [крыши], а также фундаментов);
- замена окон и наружных дверей;
- модернизация системы отопления;
- индивидуальные счетчики тепла в квартирах (поквартирное отопление).

При энергетической модернизации зданий, построенных в 1945-1990 гг. в Польше, применяются следующие решения: стены утепляются пенополистиролом толщиной 15 см, крыши – пенополистиролом толщиной от 20 см, а также модернизируются угольные и газовые котельные и устанавливаются индивидуальные счетчики тепла как в индивидуальных, так и в многоквартирных жилых зданиях. Постепенно развивается установка солнечных коллекторов на частных домах.

Текущее состояние зданий в Минске характеризуется значительным сходством по конструкции и техническому состоянию с теми зданиями, которые имелись в Польше перед трансформацией 90-х годов. Можно перенести польский опыт в сфере прикладных технических решений по модернизации и рационализировать его, что позволит избежать ошибок, совершенных в ходе польского процесса модернизации.

Следует отметить, что на начальном периоде при значительных инвестициях в модернизацию общественных зданий в Польше был совершен ряд ошибок, среди которых, главным образом, такие как:

- недостаточное утепление наружных конструкций;
- отсутствие проветривания внутренних помещений;
- отсутствие дополнительного утепления вертикальных перекрытий подвалов;
- отсутствие возможностей по сопряжению устройств, работающих с возобновляемой энергией, и оборудования зданий.

*Недостаточное утепление наружных конструкций* заключается в применении слишком тонкой наружной изоляции (например, 6-сантиметровой) из пенополистирола на стенах и перекрытиях зданий. Вследствие этого достигаемое сокращение потребления тепловой энергии на отопление не обеспечивало соблюдения требуемых норм, и в зданиях по-прежнему отмечалось высокое потребление тепловой энергии. На целом ряде объектов оказалась необходимой повторная модернизация, заключающаяся в дополнительной укладке 10-сантиметрового слоя изоляции. Необходимо подчеркнуть тот факт, что стоимость изоляционного материала (пенополистирола, минеральной ваты) составляют только часть полных затрат на утепление, и, следовательно, повторное утепление здания приводит к несомненным убыткам, потому что необходима установка лесов и проведение новых штукатурных работ, стоимость которых значительно выше цены изоляционного материала, используемого для утепления.

*Отсутствие проветривания внутренних помещений* имело место в результате замены окон и наружных дверей на новые, обладающие высокой непроницаемостью. Проблема возникла из-за технологии возведения зданий, первоначально предусматривающей проветривание помещений через неплотности окон и дверей. Остекление, применяемое в настоящее время, характеризуется низкой проницаемостью, что порождает такой эффект, как отсутствие проветривания, и ведет к появлению плесени на стенах и потолках.

*Отсутствие дополнительного утепления вертикальных стен подвалов* порождает увеличение потребления тепловой энергии на отопление, потому что низкие отрицательные температуры почвы достигают даже глубины 1,2 метра и более, а это приводит к высоким потерям тепла в результате проникновения.

*Отсутствие возможностей по сопряжению устройств, работающих с возобновляемой энергией, и оборудования зданий.* В модернизированном энергетическом оборудовании не была предусмотрена, например, возможность сопряжения действующей системы с солнечными коллекторами из-за слишком высоких температур при работе оборудования для подогрева горячей воды.

При таких температурах коллекторы работают в диапазоне низкой эффективности, и их установка нецелесообразна.

Текущее энергетическое состояние зданий в Польше показывают современные исследования, связанные с внедрением энергетических сертификатов. Результаты, представленные в настоящей работе на приведенных далее диаграммах, показывают сведения по 23 тысячам энергетических сертификатов, разработанных на территории всей страны.

Средние значения потребности в энергии для сертифицированных зданий в Польше:

146,95 [кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год]

средневзвешенная величина показателя (Конечной энергии);

229,83 [кВт\*ч/м<sup>2</sup> в год]

средневзвешенная величина показателя (Первичной энергии).

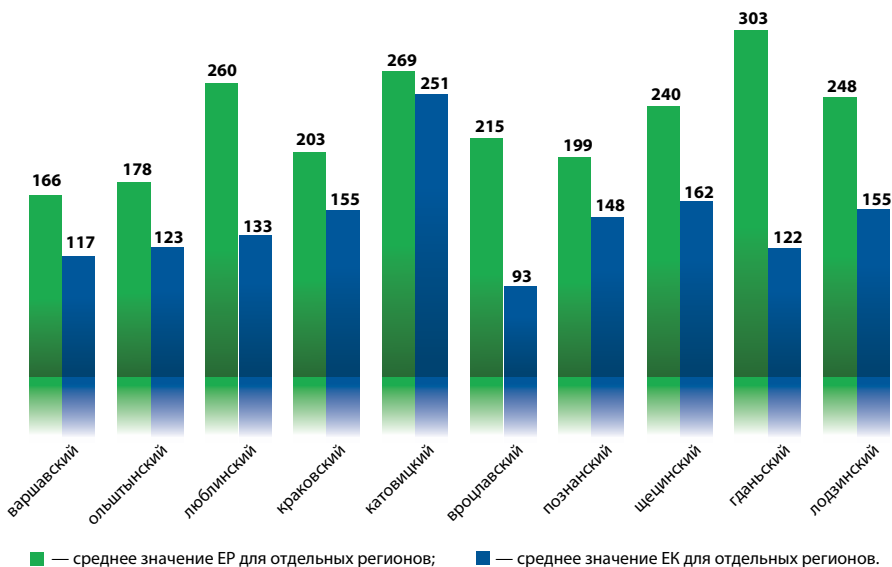


Рис. 3. Уровень потребности в первичной энергии EP и конечной энергии ЕК в квт-час/ м<sup>2</sup> для различных регионов Польши.

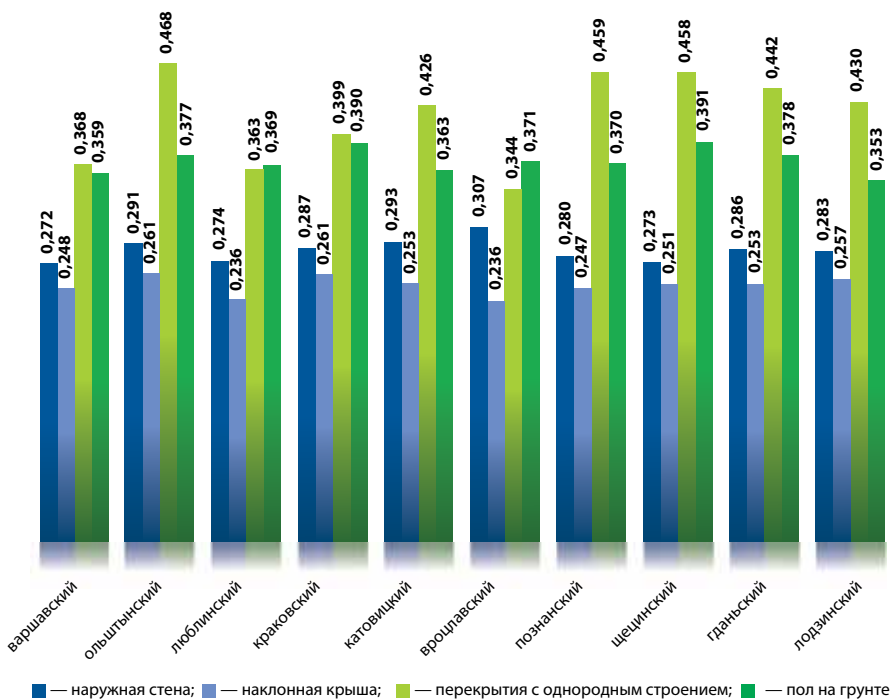


Рис. 6. Средние значения U для элементов конструкции зданий (стен, крыш, перекрытий и полов) в разных регионах Польши.

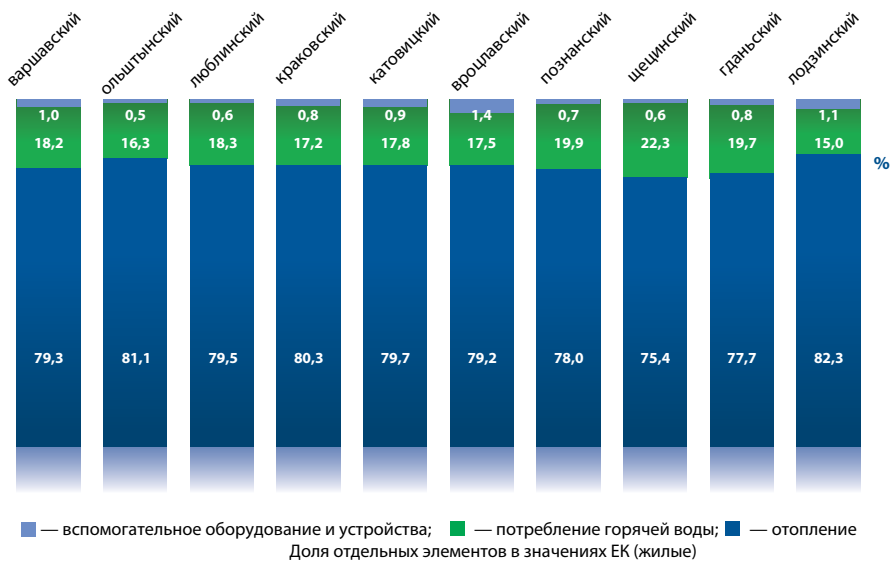


Рис. 7. Величина потребности в конечной энергии на отопление, потребление горячей воды, а также на вспомогательное оборудование и устройства в польских зданиях.

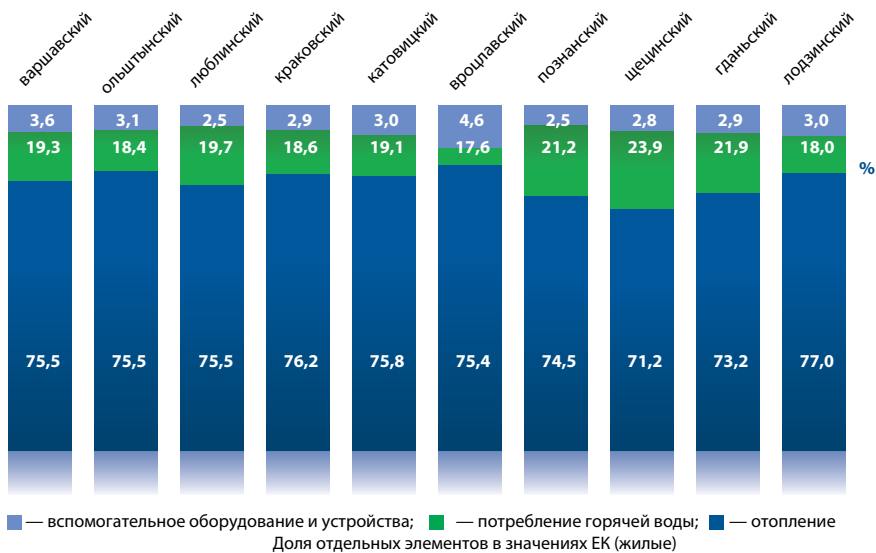


Рис. 8. Величина потребности в первичной энергии на отопление, потребление горячей воды, а также на вспомогательное оборудование и устройства в польских зданиях.

## **Типовые современные польские технологии возведения новых зданий в Польше**

Многоквартирные жилые здания:

*Стены:* бетонные толщиной 20-30 см + 15 см пенополистирола (снаружи).

*Крыши:* плоские бетонные + минимум 20 см пенополистирола (снаружи).

*Крыши:* наклонные деревянные конструкции с утеплением + 20-25 см минеральной ваты (снаружи).

*Системы отопления:* централизованное отопление, угольные и газовые котельные с высокой эффективностью, регуляторы.

*Индивидуальные системы возобновляемой энергии:* отсутствуют.

Индивидуальные жилые здания:

*Стены:* пустотелый кирпич теплый керамический 20-30 см + 15 см пенополистирола.

*Крыши:* наклонные деревянные конструкции с утеплением + 20-25 см минеральной ваты.

*Системы отопления:* газовые, реже угольные с высокой эффективностью.

*Индивидуальные системы возобновляемой энергии:* солнечные коллекторы (в процессе развития).

В Польше уже на протяжении нескольких лет реализуется программа интенсивной энергетической модернизации, введена обязательная энергетическая сертификация зданий, а при их модернизации проводится энергетической аудит.

Накопленный к этому моменту польский опыт позволяет сформулировать целый ряд основных принципов модернизации зданий, которые проверены на многих тысячах инвестиций в Польше:

**1. Высокая теплоизоляционная способность конструкций стен, перекрытий и фундаментов.**

Для типовых бетонных стен и перекрытий, не обладающих тепловой изоляцией, надлежит применять утепление (пенополистирол, минеральную вату) с минимальной толщиной, порядка 15 см, кото-

рое будет удовлетворять высоким стандартам тепловых нормативов. Это позволит предотвратить необходимость очередного дополнительного утепления таких зданий, которые бы не соответствовали будущим высоким тепловым нормам.

**2. Верификация эффективности систем вентиляции зданий в результате применения современных плотных и плохо проницаемых окон и дверей.**

Поддержание стандартов проветривания внутренних помещений позволит избежать возникновения плесени и грибков на стенах и потолках в результате недостаточного проветривания.

**3. Внедрение регуляторов тепла и индивидуальное начисление затрат на отопление квартир.**

Это позволит жителям достигнуть рационального потребления энергии по отношению к их нуждам. В частности, даст им возможность понижения температуры, а, следовательно, и оплат за тепло, когда в помещениях в течение длительного времени никто не находится (уход на работу, отпуск и т. п.).

**4. Приспособление энергетических систем зданий к привлечению и использованию источников возобновляемой энергии.**

**а) Солнечные коллекторы.** В частности, необходимо приспособить системы горячего водоснабжения к взаимодействию с солнечными коллекторами. Можно прогнозировать, что уже в ближайшие годы начнется процесс установки солнечных коллекторов на зданиях. Плоские бетонные крыши зданий в Минске предоставляют возможность легкого монтажа даже крупных систем коллекторов. Коллекторы можно также устраивать на южных стенах, которые благодаря бетонной конструкции характеризуются высокой прочностью.

**б) Фотоэлектрические батареи.** Динамичное развитие фотоэлектрической технологии во всем мире позволяет прогнозировать, что уже в текущем десятилетии указанные системы найдут широко-масштабное применение, в том числе и в таких странах с умеренным климатом, как Беларусь. Следует внимательно обдумать концепцию монтажа подобных систем на крышах и южных стенах зданий. Ограниченная площадь крыш, на которой наиболее удобно и выгодно устанавливать как солнечные коллекторы, так и фотоэлементы, требует оптимизации величины указанных систем с экономическо-энергетической точки зрения. Солнечные электростанции могут служить



частичному покрытию потребностей зданий в электрической энергии. Возможные при этом крупные системы могут успешно взаимодействовать с сетью и возвращать избытки мощностей; следует также обдумать и взвесить возможность в будущем заряжать энергией электрические средства передвижения, которые принадлежат жителям. В развитых странах наблюдается динамичный рост количества таких автомашин. К примеру, в Великобритании число электрических автомобилей составляет около 100 тысяч. Вполне вероятно, что уже в текущем десятилетии подобные средства передвижения станут в широких масштабах появляться и в Беларуси.

**в) Ветряные турбины.** Ряд общественных зданий демонстрирует удобные и выгодные условия для монтажа на их крышах ветряных турбин. Удобные плоские бетонные перекрытия могут представлять собой конструктивную базу для размещения целых батарей таких устройств, включающих от нескольких штук до десятка и более турбин малой мощности (каждая — на уровне нескольких кВт), особенно выгодных для многоэтажных зданий, локализованных на возвышенных местах, которые встречаются в Минске.

Ограниченная площадь плоских крыш требует осуществлять оптимизацию величины энергетических систем, создаваемых на основе источников возобновляемой энергии: солнечных коллекторов, батарей фотоэлементов, а также батарей ветряных турбин.

В случае солнечных систем на практике достаточно данных о солнечной радиации с одного удобного и репрезентативного пункта локализации, тогда как в случае поиска оптимальных мест размещения для турбин обычно необходимо проводить исследования в целом ряде точек локализации ввиду того, что ветровая обстановка носит изменчивый характер в зависимости от рельефа местности, высоты, а также от влияния других соседних объектов на скорость ветра.

С этой целью монтируются датчики для измерения скорости и направления ветра, рассчитанные, как минимум, на годичный измерительный цикл. Собранные данные вводятся в программу математического моделирования, которая использует кривую с характеристиками электростанции — ее мощности как функции от кратковременной скорости ветра. Оптимизация, или максимизация количества электроэнергии, вырабатываемой в течение полного годового цикла, позволяет выбирать подходящую разновидность турбины (например, с

вертикальной или же горизонтальной осью, выбирать число лопаток, высоту оси, размер лопаток и т. д.).

**2) Геотермальная энергия.** Польша является страной, где уже сегодня несколько городов снабжаются теплом от геотермальных теплоцентралей; например, в Закопане несколько тысяч зданий подключены к местной геотермальной теплоэнергетической сети. По мнению автора, надлежит произвести оценку состояния ресурсов геотермальной энергии на территории города Минска, а также оценить возможности использования такой энергии для снабжения города теплом. Особенно выгодным является сопряжение подобной теплоцентрали с теплоэнергетической сетью данного города, поскольку относительно низкие температуры его сети (для минской сети она ниже  $100^{\circ}\text{C}$  на входе и  $40^{\circ}\text{C}$  — на возвращении) создают выгодный потенциал для использования геотермальной тепловой энергии. Ключевое значение имеют местные ресурсы геотермальных вод, а также параметры месторождений — температура, производительность и глубина. Для сравнения: в Закопане температура геотермальных вод составляет  $86^{\circ}\text{C}$ , а производительность скважин достигает даже 500 тонн в час. В центральной Польше эксплуатируются геотермальные воды с температурой порядка  $60^{\circ}\text{C}$  и часовой производительностью в несколько десятков тонн. Оценка возможностей использования геотермальной энергии в Минске требует проведения геотермально-геологических анализов.

**5. Тепловая энергия выпускных вод теплоэлектроцентрали.** Относительно высокая температура выпускной воды из систем охлаждения теплоэлектроцентралей Минска (на уровне свыше  $40^{\circ}\text{C}$ ) открывает различные возможности ее использования как для отопительных целей, так и благодаря возможности сопряжения этих систем при применении технологии адсорбционных тепловых насосов. Энергетическим продуктом является здесь вода с температурой теплоэнергетической сети, что позволяет отдавать полученную высокотемпературную энергию обратно в городскую сеть.

**6. Энергосберегающее освещение.** Новые экономные источники света — как флюоресцентные CFL (Compact Fluorescent Lamps — компактные люминесцентные лампы), так и диодные LED (Light Emitting

Diodes — светоизлучающие диоды, светодиоды) позволят добиться дополнительного сбережения электрической энергии в зданиях публичного назначения ввиду, соответственно, 4- и 10-кратно большей энергетической эффективности названных источников по сравнению с традиционным освещением. Это позволит снизить объем энергии, потребляемой в таких зданиях на освещение, а также увеличить покрытие потребностей в энергии с помощью того гелиооборудования, которое планируется реализовать в будущем.

*7. Мониторинг и управление.* Сейчас в мире наблюдается стремление к полному мониторингу зданий: их температур, расхода тепла, электричества или воды. Это позволяет оптимизировать работу всей городской системы в целом посредством оптимального управления. Достигается также возможность дистанционного считывания показаний по расходу различных носителей и автоматического начисления оплат. Все указанные действия позволяют добиться значительного сокращения стоимости энергии, а также суммарных затрат на эксплуатацию зданий.

Подытоживая всё сказанное, проведенный многосторонний анализ доказывает, что Беларусь находится в очень благоприятной и выгодной ситуации для рационализации использования и потребления энергии в зданиях. Растущие цены на энергию и разные виды топлива в мире приводят к тому, что энергетическая модернизация зданий, с одной стороны, необходима, а с другой стороны, существует огромный потенциал сбережения потребляемой энергии благодаря доступным уже сегодня технологиям проведения энергетической модернизации.

Энергетические сертификаты зданий будут в значительной степени способствовать повышению уровня общественного сознания в сфере рационального использования энергии, дадут проектировщикам и ответственным руководителям возможность принимать рациональные инвестиционные решения о применении существующих технологий модернизации зданий, а также подбирать самые лучшие технологии при строительстве новых объектов.

## **Реализация Директивы «Об энергетических характеристиках зданий» в Польше**

Следует обратить отдельное внимание на цели, которые ставит перед собой Евросоюз в Директиве Европейского Парламента и Совета 2010/31/ЕС «Об энергетических характеристиках зданий» и более подробно остановиться на ее содержании.

- после 31 декабря 2018 года энергетические характеристики новых общественных зданий, в которых расположены органы государственной власти, должны соответствовать характеристикам зданий с минимальным или нулевым потреблением энергии,
- к 31 декабря 2020 года энергетические характеристики всех новых зданий должны соответствовать аналогичным показателям зданий с минимальным или нулевым потреблением энергии (т.н. пассивным домам).

В свою очередь, стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь ставит следующие цели:

- достижение к 2015 году строительства не менее 60% энергоэффективных жилых домов с удельным расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию не более:
- 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год для многоэтажных зданий и зданий средней этажности,
- 90 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год для зданий малой этажности,
- а также поэтапная ликвидация перекрестного субсидирования тарифов на топливно-энергетические ресурсы к 2014.

Сравнение показывает, что ЕС ставит более амбициозные цели в данной области ради обеспечения энергетической независимости европейских стран.

Реализация Европейской Директивы «Об энергетических характеристиках зданий» – это хороший инструмент стимулирования повышения качества зданий в ЕС, принимающий во внимание местные климатические условия, назначение и анализ рентабельности. Это имеет важное значение, поскольку сектор жилых и общественных зданий является основным потребителем порядка 40% энергии в ЕС.

Применение Директивы в Польше выполняется Министерством инфраструктуры под руководством Министерства экономики. Правовые основы реализации опираются на Национальный закон (Закон о строительстве) и вторичное законодательство (сопровождающие постановления министерств). Реализация директивы началась в 2007 году после принятия Польским парламентом изменений в Законе о строительстве. Изменения определяют правила по созданию системы энергетической сертификации зданий, оценки энергозатрат и инспекции энергоэффективности строительных объектов. В 2009 году парламент принял дополнительные поправки в Законе о строительстве с целью исключения выявленных правовых ошибок во время реализации Директивы, а также введения реестра специалистов, ответственных за выдачу энергетических сертификатов зданий.

Постановление о методологии расчетов энергетической эффективности и шаблон сертификата определяют требования к энергоэффективности (различные для новых и уже существующих зданий) и методологию оценки энергопотребления зданий или отдельных квартир, что, в свою очередь, существенно влияет на энергетический сертификат здания. На основании постановления выделяют 4 вида сертификатов:

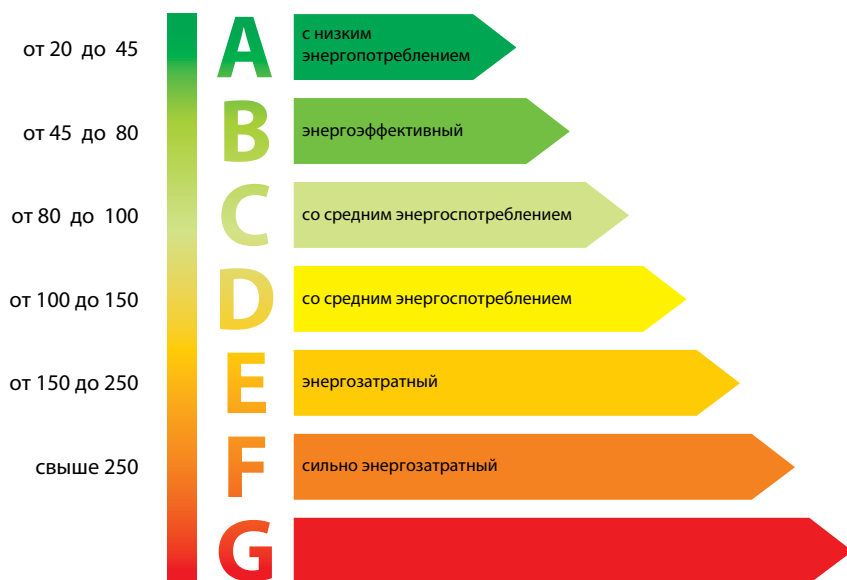
- энергетический сертификат жилых зданий;
- энергетический сертификат других зданий (нежилых зданий);
- энергетический сертификат квартир;
- энергетический сертификат строительных конструкций, составляющих отдельные технические или функциональные области.

Все виды сертификатов, схожие по форме и содержанию, представлены на четырех страницах. На первой странице размещена основная информация о строительном объекте, данные по потреблению невозобновляемой первичной энергии и полезной энергии, а также информация о специалисте, выдавшем сертификат. Следующая страница включает в себя информацию о технических характеристиках здания и подсчеты энергетической эффективности. Кроме того, сертификат содержит рекомендации возможных мер по повышению энергетической эффективности здания или квартиры и дополнительную информацию. Сертификат действителен в течение 10 лет.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО представляет собой документ, устанавливающий количество энергии на эксплуатацию здания.

Свидетельство указывает значения первичной энергии EP и конечной энергии EK. Рассчитываемая потребность в энергии (выраженная в квт-час/ м<sup>2</sup>/ год) охватывает:

- отопление и вентиляцию,
- подготовку горячей воды,
- кондиционирование,
- освещение.



Что касается механизма контроля качества, то в Польше пока еще не был установлен порядок контроля качества энергетических сертификатов и контроля работы специалистов по вопросам энергетики. Все возможные конфликты между квалифицированными специалистами и владельцами зданий решаются в суде. Предусмотрено обязательное страхование гражданской ответственности специалистов, выдающих энергетические сертификаты зданий.

Специалисты, имеющие право на выдачу сертификатов энергетической эффективности в соответствии с законом о строительстве (с изменениями, принятыми в 2009 году), подразделяются на 3 категории:

- лица, компетентные в проектировании и осуществлении контроля за работой в рамках специализаций: архитектура, строительство зданий или строительных установок;
- лица, прошедшие специализированные курсы и сдавшие экзамены при Министерстве, отвечающем за строительство, пространственное планирование и жилищное обеспечение;
- лица, прошедшие обучение не менее одного года аспирантуры в области архитектуры, строительства, экологической инженерии, в рамках энергоаудита для термо-модернизации либо энергетической сертификации.

Тем не менее, основным требованием к квалифицированному специалисту является получение инженерного образования и изучение следующих специализаций: архитектура, гражданское строительство, экологическая инженерия. Признается также наличие магистерской степени по другим строительным специальностям.

С целью создания условий для соответствующей подготовки специалистов в 2008 году Министерство инфраструктуры подписало постановление об объеме подготовки и проведении экзамена для специалистов, желающих получить квалификацию по выдаче энергетического сертификата зданий. В соответствии с постановлением, не имеется каких-либо специфических требований к организации, предлагающей подготовительные курсы, оговариваются правила относительно объема и методов обучения, формы сертификата и оплаты обучения.

За период времени с января 2009 по сентябрь 2010 гг. более 7000 человек прошли сертификацию и получили статус квалифицированных специалистов после сдачи министерских экзаменов. Также насчитывается около 10000 инженеров, получивших разрешение на выдачу энергетического сертификата зданий, компетентных в вопросах проектирования и осуществления контроля за качеством работ.

Ряд информационных кампаний об энергосертификации зданий проводился в Польше. Так в 2005 году началась информационная

кампания по реализации Директивы «Об энергетических характеристиках зданий», нацеленная на менеджеров проектов и владельцев домов (кампания «Дружественный дом» под руководством Министерства инфраструктуры Польши). Были подготовлены и опубликованы несколько информационных брошюр о выгодах и обязательствах, вытекающих из реализации директивы. Дополнительная информация размещена на веб-странице Министерства.

По некоторым оценкам, реализация Директивы «Об энергетических характеристиках зданий» в Польше не оказала серьезного влияния на строительный рынок, однако она способствовала увеличению уровня общественного сознания и компетентности специалистов в области энергоэффективного строительства. В технических и научных журналах было опубликовано большое количество докладов, отражающих различные аспекты энергоэффективности. Многие технические университеты ввели в учебный план курсы по энергоэффективности зданий, осуществили разработку дополнительных программ для магистрантов и аспирантов.

### **Преимущества от внедрения энергетической сертификации зданий в РБ**

В Республике Беларусь здания потребляют более 30% энергоресурсов, и более 80% зданий не соответствуют современным стандартам, что свидетельствует о большом потенциале для энергосбережения в зданиях. Среди положительных результатов внедрения энергосертификации зданий, по сравнению с использованием других инструментов (энергетический аудит, энергетический паспорт), можно выделить следующие:

Во-первых, сертификация является более доступным и незатратным методом предварительной оценки энергоэффективности зданий по сравнению с энергоаудитом. В отличие от энергоаудита, разработка энергосертификата стоит на порядок меньше, т.к. не требует больших трудозатрат и измерений с помощью дорогостоящих приборов.

Во-вторых, энергосертификация создает стимулы для граждан и организаций инвестировать энергосберегающие мероприятия в собственных зданиях, не ожидая термомодернизации и капитального



ремонта за государственные средства. Отсутствие энергосертификации зданий ведет к тому, что владельцы и жильцы, а также обслуживающие организации не информированы о том, насколько их здания эффективно потребляют энергию и какой существует потенциал для энергосбережения. В случае присвоения низкого класса энергоэффективности владелец здания становится заинтересованным в проведении более детального исследования (аудита) и внедрении энергосберегающих мероприятий в целях экономии собственных средств при эксплуатации.

Рассматривая информационную роль энергосертификата, следует отметить, что теплоэнергетические паспорта, которые в обязательном порядке составляются для строящихся и реконструируемых зданий в Республике Беларусь, не выполняют функции информирования жильцов и владельцев зданий об энергоэффективности. Главная цель паспорта – государственный контроль энергоэффективности зданий на стадии проектирования, строительства и введения в эксплуатацию. Он ориентирован на специалистов и содержит технические данные, которые непонятны собственнику и другим заинтересованным лицам. Сертификат же дает характеристику энергоэффективности здания в доступной для обывателя форме.

В-третьих, энергосертификация может стать основой для принятия решений об очередности финансирования, когда речь идет об инвестициях в энергосберегающие мероприятия в бюджетных и государственных зданиях. Поскольку энергоаудит зданий не так сильно распространен в Беларуси, вероятно, выбор зданий государственной собственности для термореновации и модернизации осуществляется, по большей части, на основе года строительства. Это не всегда обеспечивает своевременные меры в зданиях с высоким удельным уровнем энергопотребления. Кроме того, как показывает опыт ЕС, наличие энергосертификата может являться условием для выдачи льготного кредита на проведение энергетической реновации здания, что является важным при переходе от безвозмездной термореновации жилых домов за государственные средства на кредитное финансирование энергосберегающих мероприятий.

На схеме 1 приведена сравнительная характеристика энергетической сертификации и аудита зданий.

Схема 1. Различия между энергоаудитом и энергосертификацией зданий.

Энергоаудит зданий	Энергосертификация зданий
Анализируемые параметры	
Анализ потребления топливно-энергетических ресурсов в здании, связанного как с характеристиками здания, так и с поведением пользователей (жильцов).	Анализ «качества» здания в отношении энергоэффективности без учета влияния поведения пользователей (жильцов).
Для каких зданий проводится	
В Республике Беларусь энергоаудит обязателен для организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов более 1500 т.у.т.\ год (т.е. для зданий не обязателен). Как правило, энергоаудит зданий проводится перед энергетической реновацией.	В Европейском союзе получение энергосертификата требуется для продаваемых, сдаваемых в аренду зданий, а также для административных и общественных.
Результат	
Аналитическая записка и отчет о результатах энергоаудита на 40-150 страниц.	Энергетический сертификат здания, а также протокол с данными и расчетами на 10 страниц.
Уровень требований к аккредитованным специалистам, выполняющим данные работы	
Высокие требования к энергоаудиторам и энергоаудиторским организациям (образование в данной области, опыт работы, получение аккредитации, состав оборудования для проведения аудита и т.д.).	Средние требования к экспертам по энергетической сертификации зданий (образование в смежных областях, окончание специального курса по энергосертификации зданий, прохождение экзамена – аккредитация).
Стоимость выполнения работ	
Высокая стоимость работ (в ЕС от 1000 до 25000 евро за энергоаудит одного здания).	Средняя или низкая стоимость работ (в ЕС от 100 до 5000 € за энергосертификацию одного здания).

В Республике Беларусь энергетическая сертификация зданий может рассматриваться в качестве системы оценки соответствия зданий, как вида строительной продукции, требованиям, установленным законодательными актами и стандартами в

отношении данной продукции в области энергоэффективности, результатом осуществления которой является документальное удостоверение соответствия объекта оценки требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации.

### **Рекомендации по внедрению энергетической сертификации зданий в РБ**

Как может выглядеть система энергосертификации зданий в Республике Беларусь? На наш взгляд, следует создать Государственный уполномоченный орган по энергетической сертификации зданий в подчинении Национального органа по оценке соответствия Республики Беларусь или наделить соответствующими полномочиями уже существующее ведомство. Также следует создать Аккредитованный центр подготовки специалистов по энергетической сертификации зданий. Специалисты должны сдавать гос. экзамен и получать специальное разрешение на проведение работ по энергосертификации зданий.

Основные функции Государственного уполномоченного органа по энергетической сертификации зданий следующие:

- разработка правил определения показателей энергетической эффективности зданий;
- определение и периодический пересмотр минимальных требований энергетической эффективности зданий по согласованию с заинтересованными министерствами и ведомствами;
- ведение государственного реестра энергетических сертификатов зданий и реестра сертифицированных специалистов;
- осуществление мониторинга за качеством выполненных сертифицированными специалистами работ по энергетической сертификации зданий (выборочный контроль правильности выданных специалистами сертификатов);
- проведение государственной квалификационной оценки специалистов и выдача разрешений на работы в области энергетической сертификации зданий;
- иные функции в данной области.

Сертифицированные эксперты при осуществлении работ по энергетической сертификации зданий обязаны предоставлять все выданные ими сертификаты в Государственный уполномоченный орган, который присваивает каждому сертификату уникальный номер в реестре.

Основными этапами внедрения энергетической сертификации зданий в РБ являются:

- проведение подготовительной работы и принятие решения по созданию подсистемы энергетической сертификации зданий в рамках Национальной системы сертификации (включая разработку соответствующих законодательных и регулятивных документов);
- создание структур системы энергетической сертификации зданий (Государственный уполномоченный орган и аккредитованный центр подготовки специалистов);
- создание схем финансирования и субсидирования со стороны государства для мероприятий по энергосбережению на основе энергетических сертификатов зданий;
- активная информационная работа, которая позволит такому нововведению, как энергетическая сертификация зданий, получить распространение и начать эффективно работать и выполнять свою функцию в Республике Беларусь.

### **Методология энергетической сертификации зданий, разработанная для РБ**

Разработка методологии расчета энергетического сертификата здания велась с учетом европейского опыта энергосертификации зданий. Главным нормативным документом, регламентирующим правила в этой сфере в настоящее время, является Директива Европейского Парламента и Совета 2010/31/ЕС «Об энергетических харак-

теристиках зданий» (Directive on the Energy Performance of Building – EPBD). Основной целью Директивы является снижение энергопотребления зданиями и увеличение доли использования энергии от возобновляемых источников с учетом климатических условий и экономической эффективности.

В основу методологии по определению энергетической эффективности здания, разработанной для Республики Беларусь, легли следующие нормативные акты:

1. ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики» (для расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию).
2. «Методические указания по нормированию потребления тепловой и электрической энергии в учреждениях и на предприятиях социальной сферы». Методические указания Комитета по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь от 2003 г. (для расчета затрат энергии на горячее водоснабжение и электроэнергии на освещение и оборудование).
3. ТКП 17.09-01-2011 (02120) «Правила оценки выбросов за счёт внедрения мероприятий по энергосбережению, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии» (для расчета выбросов парниковых газов в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте).

Однако классификация энергетической эффективности зданий была использована европейская, поскольку, согласно белорусским стандартам, большинство существующих зданий имеют класс V («с высоким потреблением энергии»). По оценкам экспертов, подтвержденным при пилотной сертификации одного из пяти зданий, даже после реализации значительных мер в области энергосбережения многие здания остаются в классе V, что снижает мотивацию владельцев инвестировать энергоэффективность.

Расчет энергосертификата состоит из 12 страниц расчетного приложения, где необходимо ввести данные по зданию:

1. Краткое руководство	Описание правил пользования методикой
2. Общая информация	Ввод описания и изображения объекта
3. Расчетные условия	Выбор расчетных температур отопительного периода для здания исходя из климатических данных
4. Геометрические показатели	Ввод площадей строительных конструкций, отапливаемой площади и объема здания
5. Теплоэнергетические показатели	Ввод данных по сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций, выбор типа вентиляции здания, расчет теплопотерь
6. Корректирующие коэффициенты	Ввод корректирующих коэффициентов для расчетов
7. Комплексные показатели	Расчет удельного расхода энергии на отопление здания и определение класса энергетической эффективности
8. Горячее водоснабжение	Расчет затрат тепловой энергии на подогрев горячей воды
9. Электроэнергия (освещение)	Расчет годового потребления электроэнергии на нужды освещения
10. Электроэнергия (оборудование)	Расчет годового потребления электроэнергии на нужды оборудования
11. Суммарное потребление энергии в здании	Сводная таблица потребления тепловой и электрической энергии на нужды здания
12. Выбросы CO <sub>2</sub>	Расчет выбросов парниковых газов в эквиваленте CO <sub>2</sub> , связанных с производством электрической и тепловой энергии на нужды здания

В энергетическом сертификате здания, рекомендованном специалистами для использования в Республике Беларусь, отражены следующие показатели:

1. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию и соответствующий класс энергетической эффективности здания.

2. Расход тепловой энергии на подогрев горячей воды для потребительских нужд.
3. Расход электрической энергии на освещение и оборудование.
4. Расчет выбросов парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub>.

Также на сертификате указано:

- где здание находится (адрес),
- его внешний вид (фото),
- год строительства или реконструкции,
- расчетная площадь здания,
- наименование и контактные данные организации, выдавшей сертификат.

### **Первый опыт энергетической сертификации зданий в Республике Беларусь**

После того, как специалистами была разработана методология расчетов и форма сертификата, Консультативным советом по внедрению энергосертификации в РБ были отобраны пять зданий для испытания разработанных подходов. Изначальным условием был выбор зданий разного назначения и типа:

- общественные (учреждение образования, местная администрация) и жилые (многоквартирные и индивидуальные),
- панельные и кирпичные,
- предположительно имеющие как высокий, так и низкий класс энергетической эффективности.

Это позволило получить максимально разносторонний опыт и оценить энергоэффективность разных зданий.

#### **Здание № 1. Индивидуальный жилой дом в Столбцовском районе Минской области.**

Существующее кирпичное здание было реконструировано с перепланировкой и надстройкой мансарды в 2010 году. Расчетная площадь здания составила 240 м<sup>2</sup>. Наружные стены первого этажа толщиной 510 мм выполнены из силикатного кирпича, мансарды –

из газосиликатных блоков 300 мм. При утеплении ограждающих конструкций придерживались действующих в Республике Беларусь норм. Толщина утепления наружных стен составляет 70 мм плит из минеральной ваты, крыши – 200 мм утеплителя на основе стекловолокна. Дом отапливается с помощью твердотопливного котла на пеллетах. В общих комнатах первого этажа было предусмотрено устройство «теплого пола», жилые комнаты и второй этаж отапливаются с помощью радиаторов. Окна установлены из профиля ПВХ с энергосберегающими двухкамерными стеклопакетами. Вентиляция в доме естественная.

В результате энергосертификации получены следующие данные: ежегодное удельное потребление энергии на отопление и вентиляцию 103,6 кВт·ч/м<sup>2</sup>·год, класс энергетической эффективности «D», выбросы парниковых газов 14,5 т в год.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕРТИФИКАТ ЗДАНИЯ\*

№ сертификата XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

**Здание:** Индивидуальный жилой дом

**Адрес:** г. Столбцы, Минская область.

**дата:** 06.11.2011

**действителен до:** 05.11.2021

**выдан:** МОО "Экопроект Партнерство", +375 17 5416850, +375 29 1066710, ecoproject@ecoproject.by, www.ecoproject.by



Тип здания:

Сущ. здание

Новое здание

Год строительства: 1972

Год реконструкции: 2010

Расчётная площадь здания: 240 м



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МАРКИРОВКА ЗДАНИЯ

Классификация энергоэффективности здания	Класс здания
<b>Полезная энергия</b>	кВт ч/м год
низкое энергопотребление	кВт ч/м год
A++	10
A+	<10
A	<25
B	<50
C	<100
D	<150
E	<200
F	<250
высокое энергопотребление	
Распределение по бытовым нуждам:	кВт ч/м год
Отопление	<b>103,61</b>
Горячее водоснабжение	<b>22,29</b>
Электроэнергия	<b>74,08</b>



В ходе проведения энергосертификации данного здания выяснилось, что увеличение слоя утеплителя всего лишь на 1,5 см во время реконструкции позволило бы достигнуть класса «С» вместо реально достигнутого класса «D».

**Здание № 2. Многоквартирный жилой дом № 5 по ул. Мирошниченко, в г. Минске (до и после тепловой модернизации).**

Здание 12-этажного панельного жилого дома построено по типовому проекту М-464-12 в 1982 году. Количество квартир в доме 71 шт. Расчетная площадь дома 4080 м<sup>2</sup>. В 2010 году были проведены капитальный ремонт, тепловая модернизация, замена окон и модернизация системы отопления.

Расчет энергосертификата для данного здания был сделан до тепловой модернизации и после.

# Энергетический сертификат здания до тепловой модернизации.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕРТИФИКАТ ЗДАНИЯ\*

№ сертификата XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

**Здание:** Многоэтажный жилой дом  
**Адрес:** г. Минск, ул. Мирошниченко, 5

дата: 06.11.2011  
 действителен до: 05.11.2021

выдан: МОО "Экопроект Партнерство", +375 17 5416850,  
 +375 29 1066710, ecoproject@ecoproject.by, www.ecoproject.by



Тип здания:  
 Сущ. здание   
 Новое здание

Год строительства: 1985  
 Год реконструкции: -  
 Расчётная площадь здания: 4080 м



**CO<sub>2</sub>** **340,19 т/год**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МАРКИРОВКА ЗДАНИЯ

Классификация энергоэффективности здания	Класс здания
<b>Полезная энергия</b>	кВт ч/м год
низкое энергопотребление	кВт ч/м год
A++	10
A+	<10
A	<25
B	<50
C	<100
D	<150
E	<200
F	<250
высокое энергопотребление	
<b>Распределение по бытовым нуждам:</b>	кВт ч/м год
Отопление	<b>191,86</b>
Горячее водоснабжение	<b>99,63</b>
Электроэнергия	<b>101,54</b>

## Энергетический сертификат здания после тепловой модернизации



Можно заметить, что энергосертификаты достаточно информативны. Наглядно видно, что благодаря мерам по модернизации класс здания повысился с «Е» до «С». Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> составило 135 т/год, что могло бы принести 1000 долларов дохода по продаже сокращенных выбросов по механизмам Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

### Здание № 3. Экологическая гимназия №19 в г. Минске.

Особенностью проведения энергосертификации данного здания было то, что фактические данные по расходу тепловой энергии на отопление значительно отличались от расчетных (табл. 1).

Таблица 1. Фактический и расчетный расход тепловой энергии на отопление в здании гимназии

Энергетические показатели	Расчетные	Фактические
Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период, $Q_{\text{н}}$ , МДж	5495095,4	
Удельные бытовые теплопоступления $q_{\text{ит}}$ , МДж	10	
Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период $Q_{\text{ит}}$ , МДж	1050842,4	
Требуемое количество тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода $Q_{\text{н}}$ , МДж и Гкал	5171379,2 МДж 1231,3 Гкал	2044140 МДж 487,6 Гкал (за 2008 год)

Такая разница связана с тем, что сохранилась неполная проектная документация по этому зданию. Произвести вычисления с учетом всех нюансов конструктивной оболочки здания не представлялось возможным, поэтому в данном случае класс здания присваивался по фактическим показателям энергопотребления.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕРТИФИКАТ ЗДАНИЯ\*

**Здание:** Экологическая гимназия №19  
**Адрес:** г. Минск, пр-т Пушкина, 48

№ сертификата XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

дата: 06.11.2011

действителен до: 05.11.2021

выдан: МОО "Экопроект Партнерство", +375 17 5416850,  
 +375 29 1066710, ecoproject@ecoproject.by, www.ecoproject.by



Тип здания:

Сущ. здание

Новое здание

Год строительства: 1968

Год реконструкции: -

Расчётная площадь здания: 5583 м



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МАРКИРОВКА ЗДАНИЯ

Классификация энергоэффективности здания	Класс здания
<b>Полезная энергия</b>	кВт ч/м год
низкое энергопотребление	кВт ч/м год
A++	10
A+	<10
A	<25
B	<50
C	<100
D	<150
E	<200
F	<250
высокое энергопотребление	
Распределение по бытовым нуждам:	кВт ч/м год
Отопление	<b>101,70</b>
Горячее водоснабжение	<b>4,28</b>
Электроэнергия	<b>47,37</b>

## Здание № 4. Учебный корпус №9 Белорусского национального технического университета.

Отличительной чертой данного здания является то, что учебный корпус – памятник архитектуры. Повысить энергоэффективность таких зданий достаточно сложно, т.к. не представляется возможным видоизменение фасада, т.е. согласно законодательству такие здания нельзя утеплять снаружи, а изнутри – не рекомендуется по теплотехническим параметрам. По этим причинам памятники истории и культуры в общемировой практике не подлежат обязательной сертификации.



Тем не менее, было интересно получить информацию об энергоэффективности такого здания.

## Здание № 5. Административное здание в г. Марьина Горка, Пуховичского р-на, Минской области.

Реконструкция и утепление административного здания 1956 г. постройки в Марьиной Горке были проведены в соответствии с белорусскими требованиями по тепловой защите здания. Вследствие этого был достигнут класс энергоэффективности «С».



Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление здания по расчёту составил 42 Гкал, а по факту за 2010 год – 42,2 Гкал.

Сравнение расчетных и фактических показателей является механизмом контроля достоверности данных и адекватности методологии расчета.

## Контакты

МОО "ЭКОПРОЕКТ ПАРТНЕРСТВО"  
г. Минск, ул.Кедышко, 14Б, офис 114  
тел.: +375 17 336 01 91  
www.ecoproject.by



Alliance of Associations Polish  
Green Network, ul. Sławkowska 12  
31-014 Krakow  
tel./fax: +48 12 431 28 08  
www.zielonasiec.pl



MAES  
ul. Łukasiewicza 1, 31 - 429 Kraków  
Telephone: +48 12 294 20 70  
www.maes.pl



\* \* \*

Производственно-практическое издание

**Андреенко Наталия Александровна,  
Кучерявый Александр Васильевич,  
Дрожж Марек**

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ: ПЕРВЫЙ ОПЫТ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Пособие

Ответственный за выпуск: Е. В. Черноруцкая  
Компьютерный набор и верстка: И. П. Жуковский  
Корректор: Т. М. Давидюк

Подписано в печать 20.12.11. Формат 60х90 1/16. Бумага UPM.  
Гарнитура Myriad Pro. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3. Уч.-изд. л.1,8  
Тираж 300 экз. Заказ 6624.

Издание выпущено по заказу МОО "ЭКОПРОЕКТ ПАРТНЕРСТВО"  
ЛИ № 02330/0548520 от 16.06.2009  
ЛП № 02330/0150479 от 25.02.2009  
Ул. Сурганова, д.11, 220072, г. Минск  
Тел./факс: +375 172 949094