

Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова

МОНИТОРИНГ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЛИТИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ

Статья посвящена анализу международного опыта организации мониторинга энергоэффективности и выбросов парниковых газов инженерным оборудованием зданий. Проанализированы требования законодательных и нормативных актов. Рассмотрен практический опыт Европейского Союза и Соединённых Штатов Америки. Показана применимость подходов, реализованных в ведущих странах, в условиях Российской Федерации.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, энергоэффективность национальной экономики, энергопотребление инженерного оборудования зданий, мониторинг энергопотребления, мониторинг выбросов парниковых газов.

Key words: energy security, energy efficiency of national economy, energy consumption by engineering equipment of buildings, energy consumption monitoring, green house gases emissions monitoring.

Возрастание интереса мирового сообщества к вопросам повышения энергоэффективности экономики в 70-е годы XX века стало одним из проявлений мирового энергетического кризиса, последовавшего за сокращением объёмов добычи нефти государствами, входившими в Организацию стран-экспортёров нефти (ОПЕК), а затем и отказом поставлять топливо в США и Нидерланды. Паралич промышленности, коллапс транспортной системы, отсутствие отопления и освещения в домах запомнились как время настоящего бедствия, сравнимого с Великой депрессией 20-х годов XX века. В странах Запада ускоренными темпами разрабатывались программы обеспечения энергетической безопасности, которые наряду с новыми геополитическими шагами, переосмыслением правил международной торговли и усилением внимания к возможностям добычи энергоресурсов и их импорта вне ОПЕК, включали вопросы развития технических, технологических и управленческих решений, направленных на оптимизацию энергопотребления.

К факторам, определившим на рубеже 80-90-х гг. прошлого века возрастание интереса специалистов и общества в целом к антропогенным выбросам парниковых газов (ПГ), относят как климатические изменения и их социально-экономические последствия, проявляющиеся в самых различных регионах, так и необходимость обеспечения энергобезопасности [1]. В числе государств, прилагающих значительные усилия в направлении ограничения антропогенного воздействия на климат, сокращения выбросов ПГ и перехода к низкоуглеродной экономике, следует выделить Великобританию, Германию, Данию (даже притом, что все государства-члены Евросоюза можно считать достаточно активными в этой сфере), Японию и США. В 2013 г. количественные обязательства по ограничению выбросов ПГ приняла на себя и Россия [2].

Стратегические программы повышения энергоэффективности и ограничения воздействия на климат требуют чёткого определения «точки отсчёта» – совокупности показателей, характеризующих потребление энергоресурсов и выбросы ПГ основными секторами экономики. Как показали результаты недавних исследований [3], в настоящее время объём неэффективного использования энергии в России равен годовому потреблению первичной энергии во Франции. При этом подчёркнуто, что наибольшим техническим потенциалом повышения энергоэффективности обладают жилые здания, производство электроэнергии и промышленность. Во всём мире города играют определяющую роль в потреблении энергии и образовании выбросов ПГ. На их долю приходится около 75-80% в формировании как одного, так и другого показателя. переход к использованию возобновляемых источников энергии позволяет ограничить выбросы, но для снижения энергопотребления необходимо обеспечивать и повышение энергоэффективности. Признанным лидером в этой сфере является Дания; Копенгаген называют самым энергоэффективным городом Европы.

По оценкам некоторых специалистов [4], энергоёмкость отечественных зданий в 1,5-2 раза превышает показатели технически развитых стран Европы, Америки, Азии, даже с учётом наших климатических условий.

Результаты исследований, выполненных Центром по эффективному использованию энергии [3], свидетельствуют о том, что потенциал повышения энергоэффективности в секторах конечного потребления значительно выше, чем в производстве энергии. В частности, финансовый потенциал в секторах конечного потребления в 4 раза выше, чем в производстве электроэнергии и в системах теплоснабжения вместе взятых. Более того, экономия энергии для конечных потребителей сопровождается дополнительным снижением потребления первичной энергии по всей системе производства и передачи энергоресурсов. Например, снижение потребления электроэнергии на 1 кВт·ч конечным пользователем означает экономию почти 5 кВт·ч первичных энергоресурсов [3].

В соответствии с оценками известных отечественных экспертов, экспертов [4], до 30% всех топливно-энергетических ресурсов Российской Федерации потребляется системами инженерного обеспечения зданий и сооружений:

- отопления и теплоснабжения;
- вентиляции;
- холодоснабжения и кондиционирования воздуха;
- водоснабжения и водоотведения;
- электроснабжения, включая освещение.

Важно также понимать, что потенциал энергосбережения закладывается уже на стадии проектирования зданий, при выборе строительных материалов и оборудования. Действенность реализуемой политики в области энергосбережения наиболее удобно и объективно можно оценить путем определения экономии энергии при эксплуатации оборудования. Экологическая составляющая, как уже отмечено, может быть

оценена путем расчёта сокращения выбросов ПГ. Мониторинг должен осуществляться применительно к следующим видам инженерного оборудования зданий: водяные насосы, промышленные кондиционеры и вентиляторы, холодильные установки для центральных систем кондиционирования воздуха.

В ведущих странах мира необходимые статистические данные собираются на международном национальном, региональном уровнях, на уровне отдельных городов, компаний и пр. При этом в части информации об энергопотреблении инженерным оборудованием зданий могут различаться и форматы сбора данных, и методы их обработки. Сведения о потреблении энергии инженерным оборудованием зданий и выбросах ПГ, как правило, получают отражение в статистических обзорах и публикациях двух типов:

- посвящённых собственно вопросам сокращения энергопотребления зданий; строительства и эксплуатации зданий с нулевым или отрицательным потреблением энергии из сети; оценки и сертификации углеродного следа и
- обсуждающих задачи разработки и внедрения современного оборудования; развития маркировки энергоэффективности различных устройств и продвижения энергосберегающей продукции на рынках.

Наиболее широко в открытых источниках информации представлен опыт в сфере мониторинга достижения целей (сопоставления достигнутых результатов с целевыми показателями) по повышению энергоэффективности и сокращению выбросов парниковых газов, в том числе, зданиями.

Мониторинг энергопотребления и выбросов ПГ инженерным оборудованием зданий представляет собой составную часть мониторинга энергоэффективности зданий в целом. Поэтому большая часть информации об установленных требованиях, апробированных подходах, практике их

применения и полученных результатах содержится в правилах, отчётах и обзорах, посвящённых

- выполнению требований законодательных и нормативных актов в сфере повышения энергоэффективности зданий;
- продвижению программ маркировки энергоэффективности;
- выполнению обязательств по сокращению выбросов ПГ (на уровне стран, регионов и крупных городов).

Особый интерес представляет опыт, распространяемый Международным энергетическим агентством (МЭА), независимой организацией, деятельность которой направлена на поддержку энергетической безопасности стран-членов агентства (28 государств, включая страны-члены ЕС, США, Японию, Республику Корея, Австралию и др.) путём коллективного решения проблем, связанных с перебоями в поставках нефти, и на консультирование стран-членов по вопросам энергетической политики. В публикациях МЭА [5] вопросам мониторинга энергоэффективности уделяется весьма значительное внимание. В отличие от мониторинга достижения целей, в контексте программ стандартизации и маркировки, прежде всего, выявляются признаки соответствия (или несоответствия) реальных показателей энергоэффективности оборудования таковым, заявленным компаниями-производителями. Однако в документе МЭА подчёркнуто, что в конечном итоге мониторинг необходим для установления действенности мер государственной политики в сфере повышения энергоэффективности.

Результаты программ мониторинга во многом определяются прозрачностью используемых процедур. Установленные требования к энергоэффективности инженерного оборудования зданий (стандарты, условия маркировки и пр.) должны быть чётко разъяснены, необходимо также обеспечить их доступность широкому кругу заинтересованных сторон, как в форме, адресованной экспертам, так и в виде упрощённых кратких

сообщений, рассчитанных на неспециалистов. Роль последних состоит в том, чтобы требовать от управляющих компаний, собственников и пр. информацию о достигнутых показателях энергоэффективности зданий в целом и о вкладе инженерного оборудования в достижение заявленных характеристик. Это важно для продвинутых клиентов (а таких становится всё больше), осознающих роль программ повышения энергоэффективности в обеспечении энергетической и экологической безопасности.

В целом, логику подходов МЭА к проведению всего цикла работа по мониторингу и оценке соответствия оборудования можно кратко сформулировать следующим образом:

- Определение оборудования, подлежащего мониторингу и оценке соответствия в рамках программ стандартизации и маркировки. Чёткое формулирование требований к изготовителям и поставщикам.
- Разработка программы мониторинга и оценки соответствия. Чёткое формулирование метрологических требований и создание (определение) сети испытательных центров (лабораторий).
- Установление формата отчётности и распространения информации о результатах мониторинга и оценки соответствия оборудования.
- Организация испытаний для оценки степени соответствия оборудования установленным требованиям.
- Распространение информации. Использование полученной информации для принятия решений в части развития программ повышения энергоэффективности и сокращения выбросов ПГ.

Подобной логике следуют практически все программы мониторинга (и не только в сфере энергоэффективности), поэтому рекомендации, сформулированные различными агентствами, не противоречат друг другу.

Результаты мониторинга в части выбросов ПГ в зданиях, получают достаточно полное отражение в ежегодных публикациях Департамента по

энергии США (Department of Energy, DoE). Примером отражения динамики выбросов ПГ коммерческими и жилыми зданиями может служить график, показывающий рост выбросов, обусловленных использованием электроэнергии, представленный на рисунке 1.

В части оборудования Сборники данных по энергии в зданиях (Buildings Energy Data Books) Департамента по энергии США содержат раздел «Отопительное, охлаждающее и вентиляционное оборудование» (Heating, Cooling and Ventilation Equipment) [6].

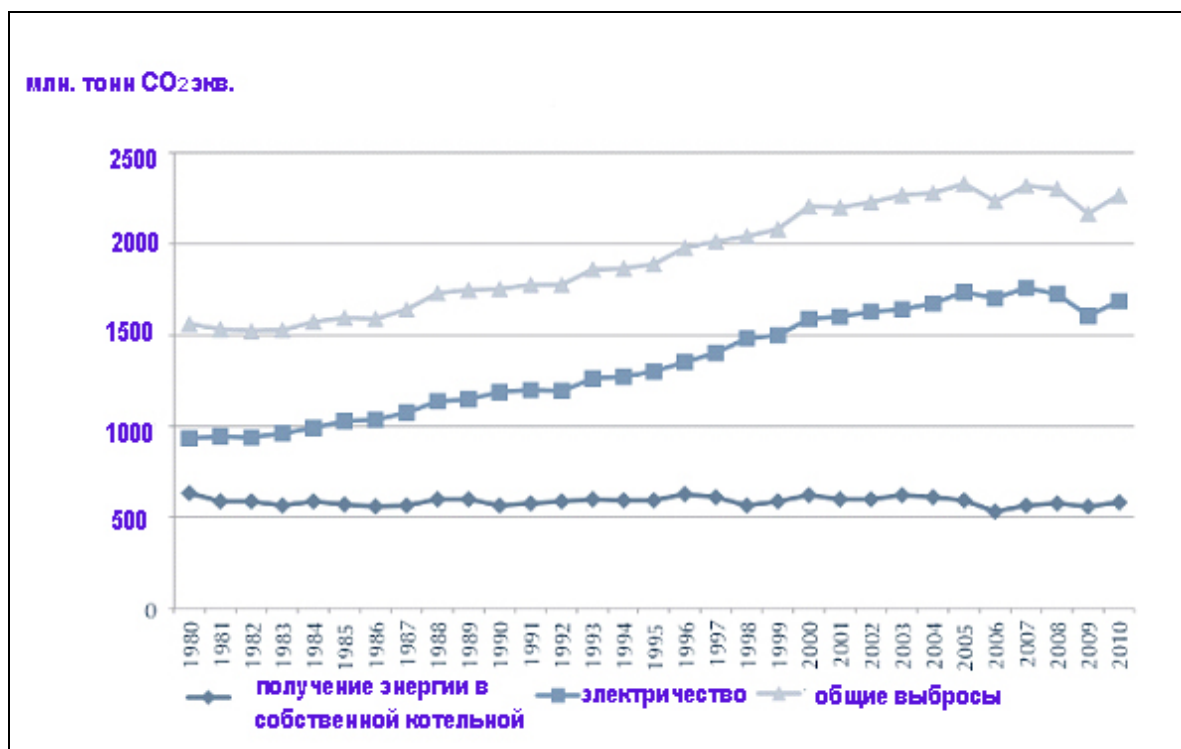


Рис. 1. Ежегодные выбросы CO₂ коммерческими и жилыми зданиями США, в миллионах тонн CO₂-экв. [6]

К теме настоящей работы непосредственное отношение имеют попадающие в сферу интересов Департамента кондиционеры (центральные), чиллеры и холодильники. В перечень сведений об оборудовании входят такие показатели, как средний срок службы, изменение энергоэффективности по годам, поставки соответствующего оборудования в США.

К сожалению, систематизированные данные по энергопотреблению или выбросам ПГ таким оборудованием в Сборниках не приводятся.

Косвенная информация о выбросах ПГ, обусловленных эксплуатацией инженерного оборудования зданий, может быть получена из анализа диаграммы на рисунке 2, построенной по данным на 2010 г.

Само наличие численных показателей и их доступность за различные годы свидетельствуют о том, что информация регулярно собирается в соответствующем формате (потребление электроэнергии и топлива), а затем обрабатывается по методикам МГЭИК для получения данных о выбросах парниковых газов.

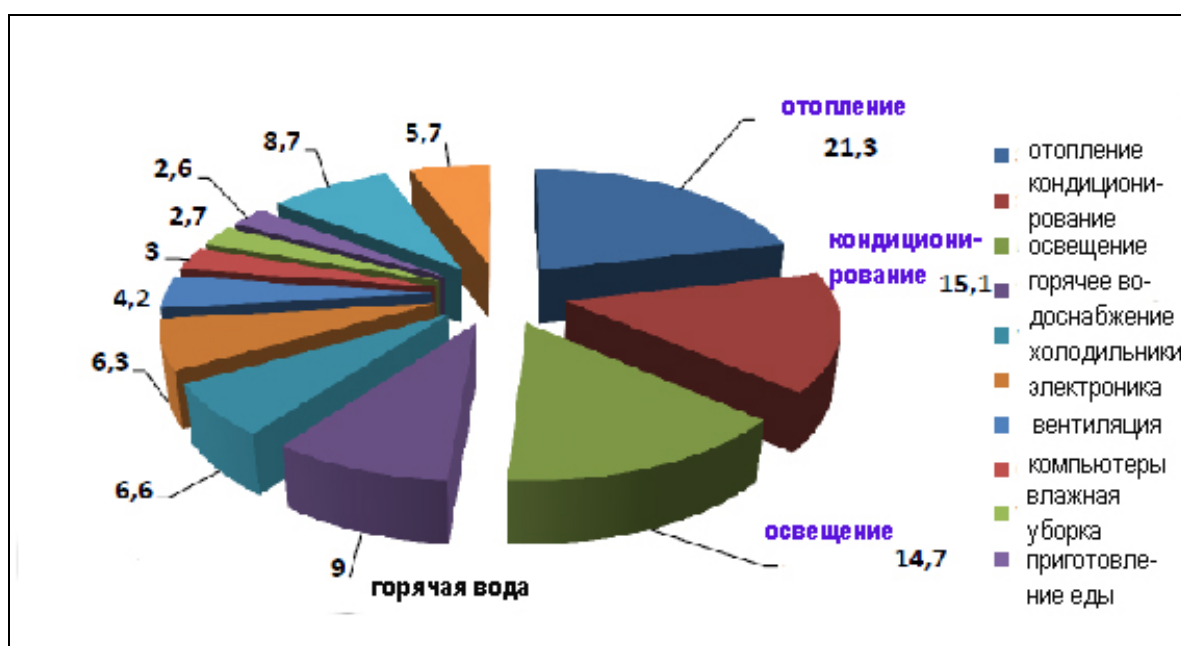


Рис. 2. Выбросы парниковых газов, обусловленные эксплуатацией оборудования коммерческих зданий США в 2010 году [6]

В Директиве ЕС об энергетических характеристиках зданий [7] установлены (наряду с другими) требования к регулярным проверкам (инспекциям) и совершенствованию подходов к эксплуатации систем отопления и кондиционирования. Подчёркнуто, что эксплуатацию (обслуживание) инженерного оборудования зданий должен осуществлять специально подготовленный персонал, способный проводить необходимую регулировку оборудования с тем, чтобы обеспечить оптимальные условия его эксплуатации с точки зрения энергоэффективности, экологической

результативности и безопасности. Инспекции должны проводиться независимыми квалифицированными и (или) аккредитованными экспертами на регулярной основе; частота инспекций зависит от стадии жизненного цикла оборудования и может возрастать в периоды пуска, наладки, замены, ремонта и пр. Следует изыскивать возможности совмещения процедур сертификации (и подтверждения уровней энергоэффективности зданий) и инспекции энергопотребляющего оборудования.

В жилых зданиях необходимо предусмотреть возможность доступа жильцов к информации о потреблении энергии инженерным оборудованием (в том числе, например, центральными кондиционерами).

В Статье 3 Директивы ЕС об энергоэффективности зданий [7] сказано, что государства-члены ЕС должны принять методологию расчёта энергоэффективности зданий, учитывающую общие положения, приведённые в особом приложении, в том числе, следующие:

- энергоэффективность зданий определяется на основе расчётных или фактически измеренных значений потребляемой на удовлетворение различных нужд энергии;
- энергоэффективность зданий должна быть выражена понятным и прозрачным (транспарентным) образом и должна включать показатели энергоэффективности и численные показатели потребления первичной энергии;
- методология должна быть утверждена с учетом следующих аспектов:
 - фактические тепловые характеристики здания, включая его внутренние перегородки:
 - тепловая мощность;
 - изоляция;
 - пассивное отопление;
 - элементы охлаждения и тепловые мосты;

- установки отопления и горячего водоснабжения, в том числе характеристики изоляции;
- установки кондиционирования воздуха;
- естественная и принудительная вентиляция, при условии воздухо непроницаемости;
- встроенная осветительная установка (в основном нежилой сектор);
- проектирование, позиционирование и ориентация здания, включая внешние климатические условия;
- пассивная солнечная система и солнечная защита;
- климатические условия внутри помещения, включая спроектированные климатические условия внутри помещения;
- внутренние нагрузки.

Европейский стандарт по влиянию автоматизации, систем контроля и управления зданием на его энергетические характеристики [8] затрагивает вопросы оптимизации управления зданиями, к которым мониторинг энергопотребления и выбросов ПГ имеет самое непосредственное отношение. Результаты анализа потенциала энергосбережения в зданиях свидетельствуют о том, что автоматизация систем отопления, вентиляции, систем кондиционирования воздуха, освещения может привести к 10-60 % сокращению эксплуатационных затрат при одновременном снижении выбросов ПГ, обусловленных потреблением энергии. Оценки первых результатов и перспектив внедрения первой версии стандарта публикуют многие организации, в том числе, компания Siemens, во многом инициировавшая разработку EN 15232 : 2012 (см. рисунок 3).

В странах-членах ЕС разрабатываются и используются на практике соответствующие методические указания; полученные результаты систематизируются и публикуются в виде отчётов об энергопотреблении и выбросах ПГ в зданиях. Один из весьма информативных документов «Европейские здания под микроскопом. Анализ энергетических

характеристик зданий в странах Европы» [10] был подготовлен Институтом результативности зданий Европы (Building Performance Institute Europe) и увидел свет в 2011 г. Анализ некоторых положений этого документа (наряду с анализом Директивы об энергетических характеристиках зданий) приведён в работе, размещённой на сайте АВОК [11].

Типовая категоризация по потенциалам энергосбережения в зданиях		SIEMENS	
Категория	Меры (например)	Потенциал экономии (%)	Окупаемость (годы)
Автоматизация здания	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Установка и настройка функций энергосбережения. ▪ Оптимизация в процессе работы: <ul style="list-style-type: none"> ▪ эффективное использование системы и анализ слабых мест; ▪ динамическое управлен. энергией. 	5-30	0-5
Технич. установки	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. ▪ Холодильные машины, генераторы. ▪ Энергоснабжение, освещение. 	10-60	2-10
Конструкция здания	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Теплоизоляция стен и крыш, окна. ▪ Тепловые мосты, физика конструкции. 	>50	10-60
Заключение: Инвестиции в автоматизацию → высокий потенциал экономии и быстрая окупаемость!			

Рис. 3. Роль автоматизации в повышении энергоэффективности и экономичности зданий [9]

В соответствии с материалами издания «Европейские здания под микроскопом. Анализ энергетических характеристик зданий в странах Европы», средний показатель удельных выбросов ПГ составил в 2009 г. 54 кг CO₂-экв. /м² в год; при этом в зависимости от страны этот показатель варьировал от 5 до 120 кг CO₂-экв. /м² в год. Результаты представлены на рисунке 4. Для сравнения: с использованием он-лайн калькулятора энергопотребления и выбросов парниковых газов www.onetonneless.ru для жилых зданий Москвы были получены показатели от 40 до 180 кг CO₂-экв. /м² в год.

В контексте мониторинга энергопотребления и выбросов ПГ зданиями, в том числе, их инженерным оборудованием особую значимость имеют

следующие условия достижения целей в сфере повышения энергоэффективности и сокращения выбросов ПГ, обсуждаемые в документе Института результативности зданий Европы [10]:

- разработка и неукоснительное исполнение политики повышения энергоэффективности зданий и сокращения выбросов ПГ;
- разработка спектра экономических стимулов для всех заинтересованных сторон – от органов власти до индивидуальных потребителей;
- разработка программ сертификации зданий и определение порядка доступа к информации об энергетических характеристиках зданий;
- определение численных значений целевых показателей (как в абсолютном, так и в относительном – проценты) выражении;
- разработка и неукоснительное исполнение методических требований к проведению измерений, испытаний, проверок, расчётов и других процедур сбора информации об энергопотреблении и выбросах ПГ;
- определение формата отчётности и ответственности за предоставление, сбор, анализ, систематизацию и распространение информации.

Нельзя также недооценивать вклад разнообразных математических моделей, калькуляторов (в том числе, доступных он-лайн), разрабатываемых консультационными, инженерными компаниями и общественными организациями. Даже в тех случаях, когда в систематизированном по странам, регионам, отраслям и пр. виде информация недоступна, мотивационный эффект расчётов энергоэффективности достаточно силён.

Отметим, что разработанный для Москвы он-лайн калькулятор энергопотребления и выбросов ПГ в жилом секторе [12] может служить основой для подготовки подобного программного обеспечения для различных регионов, для коммерческих зданий и пр.

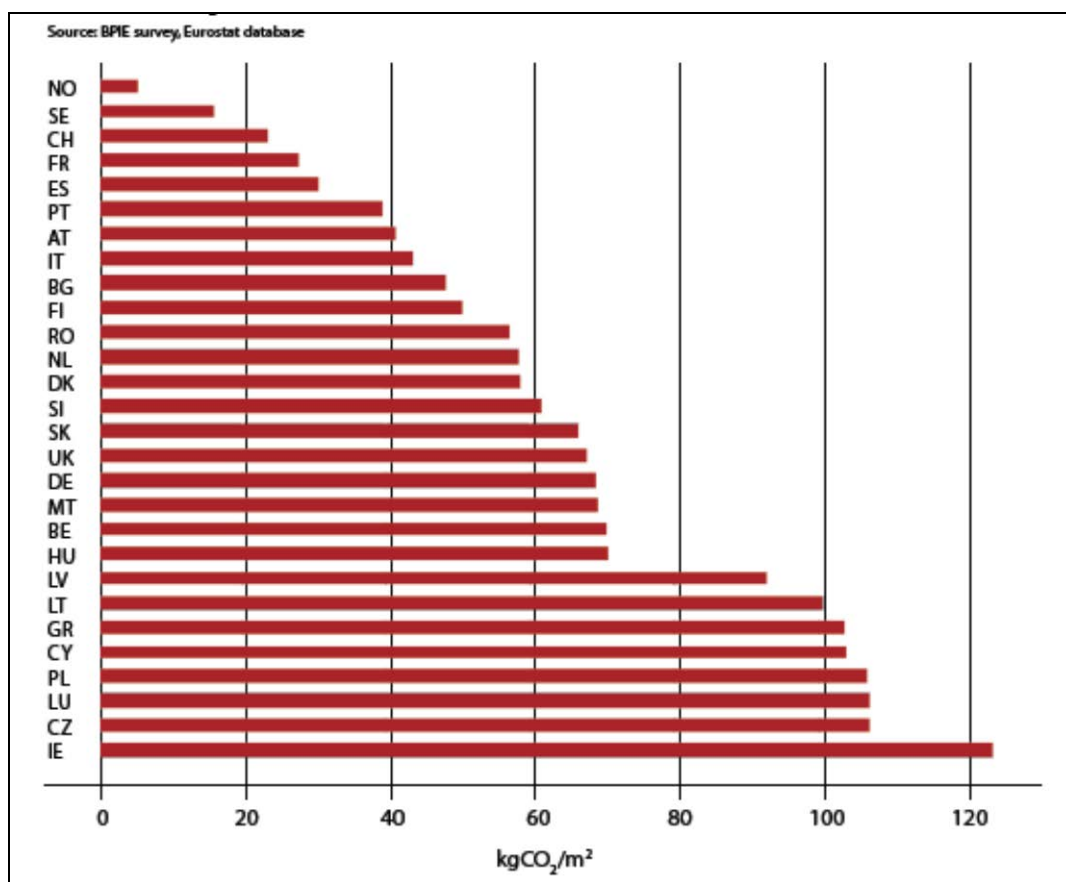


Рис. 4. Удельные выбросы диоксида углерода (кг CO₂/м²) зданиями Европы (по странам) [10]

Таким образом, качество статистических сведений и возможность выполнения сравнительного анализа определяются как усилиями государств и регионов, так и периодом времени, в течение которого правительственные организации, крупные компании и общественные организации уделяют внимание задачам повышения энергоэффективности экономики и сокращения воздействия на климат.

Мониторинг энергоэффективности зданий позволяет формировать информационную базу для принятия решений о разработке законодательных и нормативных требований, установлении минимальных национальных и региональных требований, подготовке национальных стандартов по энергоэффективности, формированию экономических стимулов, а также проведении информационно-просветительских кампаний. Тем самым

мониторинг становится инструментом, способствующим преодолению барьеров на пути выбора, установки и надлежащей эксплуатации энергоэффективного оборудования.

В то же время, создание единой информационной системы мониторинга, включающей наблюдение, оценку и прогноз (в данном случае – энергопотребления и выбросов ПГ зданиями и их инженерным оборудованием), требует принятия политического решения, разработки единых, применимых в российских условиях подходов, а также выбора надёжного «оператора».

Литература

1. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment (1990). Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I. J.T. Houghton, G.J. Jenkins and J.J. Ephraums (eds.). Cambridge University Press. UK. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_first_assessment_1990_wg1.shtml.
2. Указ Президента Российской Федерации № 752 от 30 сентября 2013 г. «О сокращении выбросов парниковых газов» /Российская газета, № 6199 от 4 октября 2013 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/10/04/eco-dok.html>.
3. Энергоэффективность в России: скрытый резерв. Всемирный банк. Международная финансовая корпорация. Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ), 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cenef.ru/file/FINAL_EE_report_rus.pdf.
4. Наумов А. Л. Энергоэффективность инженерного оборудования зданий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://label-ee.ru/AboutProject/publication/Documents/energoeffektivnost.pdf>.

5. Мониторинг, проверка и обеспечение соответствия. – МЭА, 2010. 57 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
http://www.iea.org/media/translations/russian/monitoring_russian.pdf
6. Buildings Energy Data Book. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/ChapterIntro1.aspx>.
7. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>.
8. EN 15232 : 2012 – Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management (Энергетические характеристики зданий – Влияние автоматизации, систем контроля и управления зданием).
9. Автоматизация зданий. Влияние на энергоэффективность. Сименс. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://w3.siemens.ru/energy-efficiency/energy-efficiency.html?stc=ruc020017#Efficient-buildings>
10. Europe’s buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings (Европейские здания под микроскопом. Анализ энергетических характеристик зданий в странах Европы) [Электронный ресурс]. Режим доступа:
http://www.europeanclimate.org/documents/LR_%20CbC_study.pdf
11. Аллард Ф., Сеппанен О. Политика Европы в области повышения энергетической эффективности зданий. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4096.
12. Он-лайн калькулятор энергопотребления и выбросов парниковых газов в жилом секторе. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://www.onetonneless.ru/calculator/>.