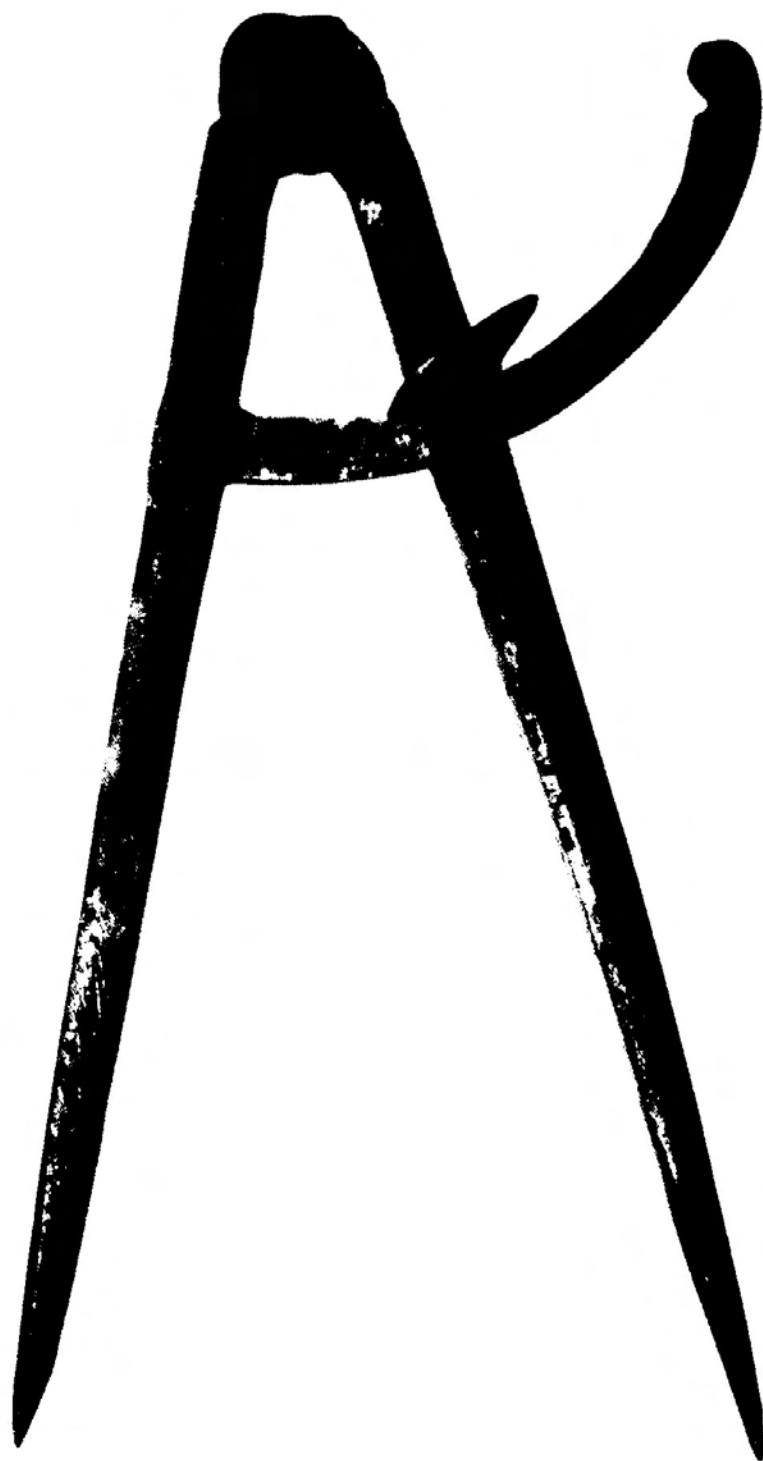


Российская Академия
архитектуры и строительных наук

ACADEMIA

архитектура и строительство



5 | 2009

Большинство специалистов по вопросам климата согласны с теорией о том, что рост концентрации парниковых газов приводит к росту температуры на Земле. К парниковым газам относятся углекислый газ, метан и оксиды азота, которые попадают в атмосферу из-за промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека, а также из-за сжигания топлива. Их концентрация в атмосфере увеличилась, в частности, за два последних века на 30%. «В рамках борьбы с изменениями климата минимизация воздействия на окружающую среду является человеческой деятельностью, направленной на сокращение количества источников попадания парниковых газов в атмосферу или на улучшение средств их поглощения» (Рамочная конвенция ООН об изменении климата). Природные энергетические ресурсы, включая нефтепродукты, природный газ и уголь, при их потреблении являются основными источниками (до 80%) выделений углекислого газа.

Рост потребления энергии неизбежно означает увеличение выбросов углекислого газа. При использовании правильной стратегии можно замедлить и в итоге стабилизировать повышение количества выбросов парниковых газов в атмосферу. Протокол, принятый в Киото (Япония) в декабре 1997 года, обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов в 2008–2012 годах по сравнению с 1990 годом. По данным национального доклада России «Об установленном количестве выбросов», подготовленном в 2007 г., суммарная эмиссия парниковых газов (в 2006 г.) составила в России около 2150 млн.т, что на одну треть ниже базового уровня 1990 г., равного около 3216 млн т. CO₂-эквивалент.

На рисунке 1 приведена фотография из космоса континентов ночью, где по интенсивности свечения хорошо выделяются регионы, потребляющие наибольшее количество энергии.

Мировая тенденция направлена на ограничение выделений двуокиси углерода путем улучшения энергетической эффективности. Эта тенденция также повышает энергетическую безопасность страны в ближайшей и долгосрочной перспективе. Так, например, Конгресс США принял в 2007 году «Акт по энергетической независимости и безопасности» путем улучшения энергетической эффективности. Согласно этому Акту, к 2017 году все вновь возводимые или реконструируемые федеральные здания должны снизить энергопотребление на 30% или по 3% в год, а 2030 году при их эксплуатации должно быть прекращено использование сжигаемого топлива. Этим Актом также установлены налоговые послабления с целью энергосбережения.

На саммите «Большой восьмерки» в июле 2008 г. в Японии лидеры стран договорились о сокращении к 2050 г. мировых выбросов углекислого газа в атмосферу как минимум на 50%. Принято обещание «обсудить и официально принять в рамках международной экологической Конференции ООН по изменению климата (UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change), которая пройдет в Копенгагене в 2009 году, конкретные решения по достижению этого снижения глобального загрязнения». Это означает, что Россия должна снизить выбросы не менее чем на 1075 млн т CO₂-эквивалент к 2050 году по сравнению с 2150 млн т CO₂-эквивалент в 2006 г.

По данным 2007 г. ежегодные выбросы по всем странам составляют 44 Гт (Г = 10⁹) CO₂-эквивалент, из них 26 Гт относят на энергетику. Наиболее реалистичные расчеты зарубежных специалистов-экологов показывают потенциал снижения выбросов двуокиси углерода в следующих секторах («Nuclear power and climate change», Felix Chr. Matthes, 2005):

- 4 Гт от увеличения энергетической эффективности зданий;
- 2 Гт от увеличения энергоэффективности в энергетическом секторе (кроме варианта смены вида топлива);
- 3,6 Гт от перехода с угля на газ в энергетическом секторе;
- 15 Гт (или больше) от возобновляемой энергетики (электричество и тепло);
- 5 Гт от увеличения энергоэффективности в промышленности;
- 7 Гт от увеличения энергоэффективности в транспортном секторе;
- 5 Гт от увеличения производства ядерной энергии, если количество атомных станций увеличится в три раза.

Из этих расчетов очевидно, что здания при централизованном теплоснабжении могут содействовать снижению CO₂ на 20% и здания при теплоснабжении от нетрадиционных источников энергии — на

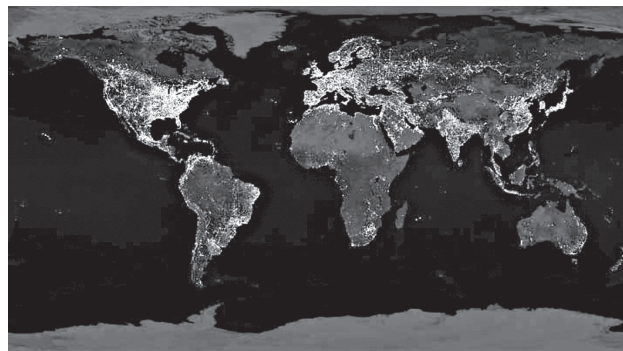


Рисунок 1. Фотография Земли из космоса ночью.

38%. Также ясно, что проблему изменения климата не удастся решить с помощью какой-то одной технологии — нужен многосторонний подход.

Прогнозируется, что приблизительно 30% основных выбросов в атмосферу в жилищном хозяйстве и коммерческом секторе (наиболее высокий уровень среди всех изученных секторов согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата), могут быть сокращены уже к 2030 году с чистой экономической выгодой.

Повышение энергоэффективности зданий может быть путем более интенсивного использования существующих технологий, таких как теплоизоляция, строительные материалы с высокой отражающей способностью и многослойное остекление, пассивное использование солнечной энергии, высокоэффективное искусственное освещение и энергосберегающая бытовая техника, вентиляционные и охлаждающие системы с высоким уровнем эффективности, солнечные водонагреватели. Правительственные стратегии по разработке энергетических принципов проектирования здания и по разработке энергоэффективных стандартов на приборы бытового использования могут стать источником стимулов и информации для коммерческой деятельности в этой области.

Президент России провозгласил в 2006 г. энергетическую безопасность России ключевым вопросом развития экономики России. К энергетической безопасности также относится снижение расходов энергии в сфере потребления. Известно, что сэкономленная энергия на порядок дешевле вновь добываемой. Являясь экспортером пятой части природного газа, добываемого во всем мире, и девятой части сырой нефти, Россия играет в энергетической сфере ключевую роль.

В июне 2008 г. вышел Указ Президента России о снижении к 2020 г. энергоемкости ВВП РФ не менее чем на 40% по сравнению с 2007 г. путем рационального и экологически ответственного использования энергии и энергетических ресурсов, включая «меры по техническому регулированию, направленные на повышение энергетической и экологической эффективности таких отраслей экономики, как электроэнергетика, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт; обеспечить переход к единым принципам выработки нормативов допустимого воздействия на окружающую среду».

С целью реализации Указа Президента в Государственной Думе России разрабатывается новый федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», который будет регулировать отношения, возникающие в

процессе деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в целях создания экономических и организационных условий для эффективного использования энергетических ресурсов. В проекте этого закона предусматриваются меры по снижению энергопотребления и повышению энергоэффективности новых зданий и сооружений в соответствии с целевыми показателями, обязательный энергоаудит для организаций бюджетной сферы и требования к энергоаудиту зданий и муниципальных образований, требования по оснащению приборами учета для создания стимулов к энергосбережению, меры по повышению ответственности и активности в области энергоэффективности субъектов РФ и муниципальных образований, изменения в системе госзакупок и финансирования бюджетных организаций.

Правительство Москвы в феврале 2009 г. приняло Постановление «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства», где был установлен целевой показатель повышения энергоэффективности валового регионального продукта на период до 2025 года не менее 43% по отношению к 2008 г., включая строительство объектов ЖКХ, общественно-делового, социального и производственного назначения, а также эксплуатацию и капитальный ремонт жилищного фонда и социальных объектов, реконструкцию общественно-делового фонда и производство, передачу и потребление тепловой и электрической энергии.

Создание нормативных, экономических и информационных механизмов, стимулирующих повышение эффективности использования энергии, а также разработка и реализация федеральных программ повышения эффективности использования энергии являлось целью руководства страны в последнее десятилетие. Одним из ключевых направлений является приоритетность повышения эффективности использования энергии над наращиванием ее производства, поскольку это направление, помимо чисто экономических выгод, приносит социальные и экологические эффекты.

Энергосбережение обеспечивает переход от ситуации, когда главной задачей энергоснабжающих организаций являлась продажа максимально возможного количества энергоносителей, к ситуации, когда их главной целью становится удовлетворение потребностей в услугах, которые получает потребитель. В этом случае повышение эффективности использования энергии позволяет удовлетворить дополнительные потребности потребителя, не наращивая объемы производства. Такая практика получает все большее распространение во многих

зарубежных странах и позволяет сделать повышение энергоэффективности использования энергии одним из важных элементов регулирования деятельности «естественных» энергетических монополий.

В результате отражения экологической составляющей затрат, связанных с наращиванием выработки электроэнергии, тепла и поставок природного газа, общие затраты по производству энергоресурсов должны увеличиваться по сравнению с проектами с эффективным использованием энергии, где экологическая составляющая только снижается.

Распространено мнение, что из-за больших запасов нефти и газа в России их для внутреннего потребления будет достаточно. Однако наблюдавшийся дефицит газа в Москве и других крупных городах в отопительный период 2005-2006 гг. опроверг это ошибочное мнение. По данным 2006 г. дефицит газа составил 4,2 млн м³.

По зарубежному опыту энергосбережение:

- содействует устойчивому развитию экономики страны;
- обеспечивает энергетическую безопасность страны;
- обеспечивает социальный эффект;
- затормаживает истощение природных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР);
- улучшает экологическую обстановку в стране и снижает вред, наносимый окружающей среде.

Возможны две стратегии развития энергетической безопасности страны.

Первая заключается в наращивании добычи нефти и газа и строительстве новых энергетических мощностей. Эта очень затратная и капиталоемкая стратегия.

Вторая заключается в эффективном использовании энергии и является существенно менее затратной и капиталоемкой.

Известна эмпирическая формула — 1% энергосбережения дает прирост внутреннего валового продукта на 0,35%. Например, Китай, используя стратегию энергосбережения, снизил энергоёмкость валового внутреннего продукта (ВВП) в 4 раза за период 1990-2003 гг. Для России наиболее приемлемым может быть сочетание этих двух стратегий.

Энергетическая политика России определяется разработанным в 1995 году документом «Основные направления энергетической политики и структурной перестройки ТЭК РФ на период до 2010 года», утвержденной указом Президента РФ от 7 мая 1995 г. №472, где в качестве одной из основных задач предложено осуществлять «реализацию потенциала энергосбережения за счет создания и внедрения высокоэффективного топливно- и энергопотребляющего оборудования, теплоизоляционных

материалов и строительных конструкций». Отмечено, что природные топливно-энергетические ресурсы и созданный производственный, научно-технический и кадровый потенциал энергетического сектора экономики — национальное достояние России. По прогнозам ИСО/МЭК, стандартизация в области энергетических и минеральных ресурсов имеет пятый приоритет из 12 актуальных в период до 2010 г. направлений стандартизации (Стандартизация и качество продукции в СССР, ВНИИКИ, 1991, вып.2).

Для обеспечения энергетической безопасности страны основные принципы энергетической политики установлены в документе «Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. ...», одобренная Правительством РФ 23.10.2000 г. В разделе «Энергоэффективность и энергоёмкость. Формирование перспективного спроса на энергоресурсы» приведен прогноз роста развития производства энергоресурсов и рост потребности ТЭР с учетом повышения энергоэффективности и без нее при умеренном экономическом росте (см.рисунок 2).

Если не будут реализованы мероприятия по повышению энергоэффективности экономики, то к 2012 году объемы производства энергоресурсов и потребление в стране могут практически совпасть. К 2010 г. ожидается рост энергопотребления до 1450 млн т у.т. без повышения энергоэффективности по сравнению с ожидаемым ростом добываемых ТЭР 1575 млн т у.т. С другой стороны, рост энергопотребления с учетом повышения энергоэффективности может быть только до 1065 млн т у.т., т.е. ожидаемая экономия к 2010 г. может быть около 455 млн т у.т.

Распределение потенциала энергосбережения за

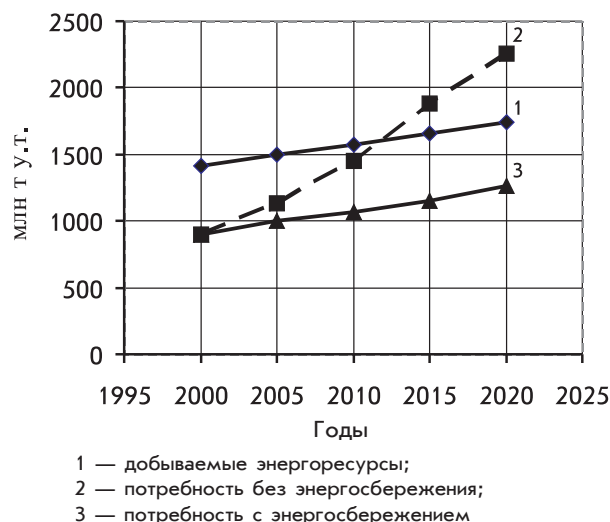


Рисунок 2. Прогноз развития первичных энергоресурсов и энергопотребления России.

Сектор экономики	Потенциал энергосбережения	
	млн т у.т.	%
Топливо энергетический комплекс (ТЭК)	120 - 135	32
Промышленность и строительство	110- 140	31
Транспорт	23 - 30	7
Сельское хозяйство	12 - 15	3
Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ)	95 - 110	26
Прочие	3 - 5	1

Таблица 1. Распределение потенциала энергосбережения по секторам экономики к 2010 г. за счет технических средств.

счет технических средств по данным Министерства Экономического Развития РФ (МЭР РФ) представлено в таблице 1. Очевидно, что ТЭК, а также промышленность и строительство могут обеспечить по одной третьей части энергосбережения за счет технических средств и около одной четверти ЖКХ.

По объему потребления энергии на душу населения Россия немного отстает от европейских стран, однако около трети этой энергии расходуется вхолостую. Так, например, потери при транспортировке тепловой энергии в России достигают 35–50 %, а в Европейских странах они составляют не более 5–10%.

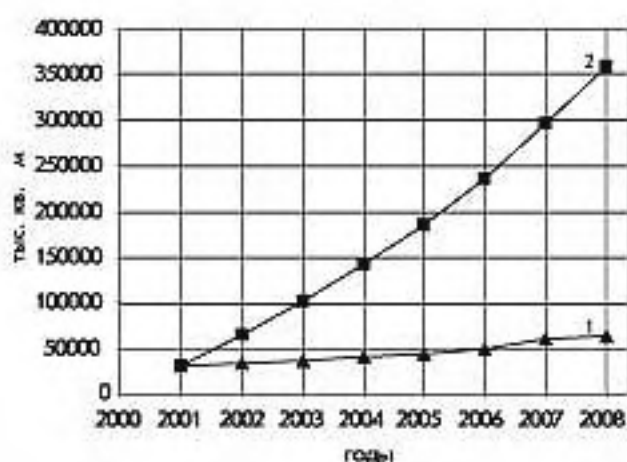
Создание нового поколения норм теплозащиты, стандартов и методов энергетических и теплотехнических расчетов зданий с эффективным использованием энергии явилось ключевым в энергосбережении строительного комплекса. НИИСФ РААСН, в течении последних 15 лет, совместно с рядом организаций, регионами РФ и прежним Госстроем РФ разработал, апробировал и внедрил системный подход к нормированию зданий с эффективным использованием энергии и создал целую систему нормативных документов ¹. Эта система состоит из основного нормативного документа — СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий», 53 территориальных нормативных документов (ТСН) под общим названием «Энергосбережение в зданиях» и 6 государственных стандартов. Основная задача, сформулированная при создании этой системы нормативных документов, состояла в реализации потенциала энергосбережения в строительном комплексе за счет улучшения энергетической эффективности новых, реконструируемых и эксплуатируемых зданий и систем их энергообеспече-

ния. Была поставлена задача улучшить энергетическую эффективность зданий не менее, чем на 35-45%, начиная с 2000 г. по сравнению с базовым уровнем 1995 г., сократить выбросы экологически вредных веществ при энергоснабжении вновь возводимого и реконструируемого существующего жилого фонда, особенно массовой застройки 50-60 годов, и тем самым содействовать как охране окружающей среды, так и энергетической безопасности России. Большинство ТСН действуют с 2000 г., СНиП 23-02 с 2003 г., московские нормы с 1994 г.

Результаты внедрения этих нормативных документов в практику строительства очевидны. Строительная отрасль, как никакая другая отрасль промышленности в России, переживает стремительный подъем. Произошли коренные преобразования рынка по производству, продаже и использованию энергоэффективных строительных материалов и изделий, а также по использованию новых энергоэффективных технологий. Новая архитектурная форма зданий с уширенным корпусом, дома в монолитном исполнении с применением легких и ячеистых бетонов, включая особо легкие конструкционно-теплоизоляционные бетоны различных видов, энергоэффективные окна в пластмассовых и дерево-алюминиевых переплетах и энергосберегающим стеклом, из клееной древесины, повсеместное применение эффективных и легких теплоизоляционных материалов в фасадных системах, в том числе «мокрых» и «вентилируемых», новые типы строительных систем, использование регулируемых приточных систем, например «Аэреко», и систем рекуперации теплоты, энергоэффективного отопительно-вентиляционного оборудования, децентрализованного теплоснабжения, в том числе, крышных котельных, поквартирного отопления — далеко не полный перечень примеров новых решений, получивших распространение под воздействием комплекса новых энергосберегающих норм. Благодаря новым нормам энергопотребление на отопление вновь построенных и реконструированных зданий за последние 15 лет снизилось 35–45% в зависимости от типов зданий. Произошло существенное преобразование рынка строительных технологий, материалов и изделий.

За период с 2001 по 2008 гг. было возведено 360 млн кв.м жилых зданий, в том числе: в 2001 г. — 31,1, в 2002 г. — 33,7, в 2003 г. — 36,3, в 2004 г. — 41, в 2005 г. — 43,6, в 2006 г. — 50,2, 2007 г. — 60,4 и в 2008 г. 63,8 млн кв.м., что составляет 12% от всего фонда жилых зданий России (2942 млн кв.м) (см. рисунок 3). По данным Росстат средняя площадь построенных в 2008 г. квартир много-

¹ Ю.А. Матросов. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. Изд.НИИСФ, М., 2008, 496 с.



1 — за год; 2 — с нарастающим итогом.

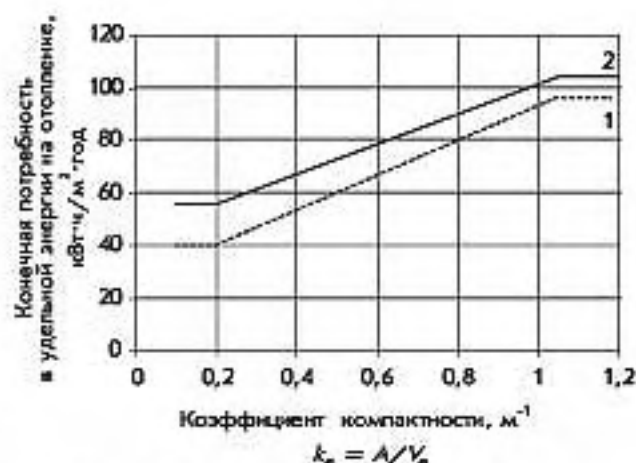
Рисунок 3. Объемы жилищного строительства РФ по новым нормам.

квартирных зданий составила 83 кв.м и средняя площадь одноквартирных домов 140 кв.м. Все здания начиная с 2001 г. были возведены по требованиям СНиП 23-02 либо по требованиям территориальных строительных норм.

Что касается г. Москвы, строительство жилых зданий по новым нормам началось с 1995 г. За период с 1995 по 2008 гг. в Москве было построено и введено в эксплуатацию 54 млн м² жилой площади, что по отношению к общему фонду 209 млн м² жилых зданий в Москве составляет 26 % или четвертую часть всего фонда жилых зданий. Весь этот новый фонд зданий построен в соответствии с требованиями новых МГСН 2.01.

Сравнение норм России по конечному удельному энергопотреблению с нормами ФРГ приведено на рисунке 4. Величины конечного удельного энергопотребления на отопление, установленные в России и пересчитанные на климатические условия Германии, находятся в пределах от 56 до 104 кВт·ч/(м²·год), а эти же величины в нормах Германии находятся в пределах от 40 до 96 кВт·ч/(м²·год). Очевидно, что нормативы Германии ниже на 28% российских норм для многоэтажных многоквартирных зданий и на 8% ниже для одноквартирных домов.

Оценку энергетического и экологического эффекта от внедрения новых норм возможно получить расчетным путем по объемам жилищного строительства. Почти все эти здания были подключены к централизованной системе теплоснабжения (около 90%). Большая часть территориальных норм и федеральные нормы по энергосбережению в зданиях действуют, начиная с 2000 года. В течение 2000 г. выполнялось проектирование зданий по новым нормам и в течение 2001 г. осуществлялось их возве-



1 — ENEV ФРГ; 2 — СНиП РФ

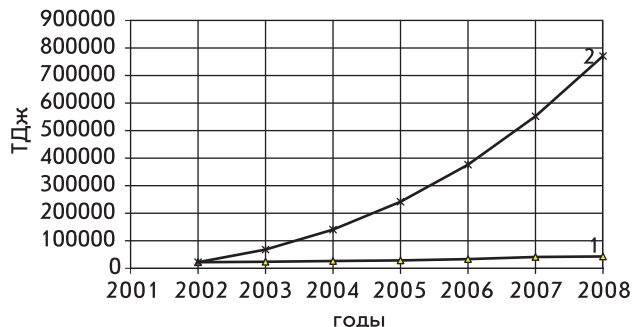
Рисунок 4. Сравнение норм по конечной потребности в удельной энергии на отопление СНиП РФ и ENEV ФРГ.

дение. Поэтому оценку энергетической эффективности выполнили начиная с 2002 г. по объемам нового строительства.

Энергосберегающий эффект рассчитывали по разности в потребности тепловой энергии на отопление введенного объема зданий по годам и накопительным эффектом согласно нормам до 1995 г. и после введения норм, начиная с 2002 г. При расчете энергетической эффективности были использованы средние нормативы удельных расходов и градусо-сутки для каждого региона, установленные по областным центрам субъектов РФ или столицам Республик РФ. Условно принято, что средняя энергетическая эффективность централизованной системы теплоснабжения равна 50% (см. «Концепция развития теплоснабжения в России, включая коммунальную энергетику, на среднесрочную перспективу». Официальная информация Минпромэнерго РФ, М., 2002). Это означает, что только половина тепловой энергии, полученной в результате преобразования на теплостанциях или котельных первичного топлива (газа, мазута, угля), достигает здания для целей отопления.

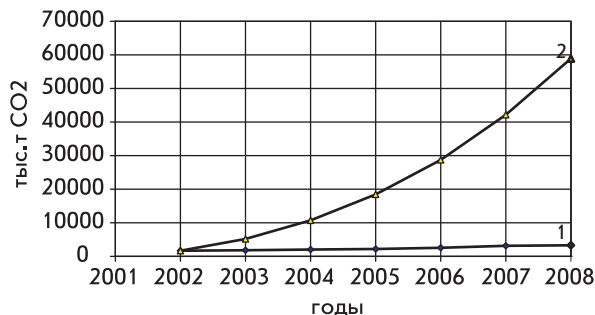
Расчетный ежегодный энергосберегающий эффект по топливу и нарастающий итог за 2002-2008 гг. по отношению к 2002 г. по тепловой энергии в системе теплоснабжения этих зданий приведен на рисунке 5. За период с 2002 по 2008 гг. расчетный суммарный энергосберегающий эффект по топливу в России составил около 771 ПДж (27,8 млн т у.т. в угольном эквиваленте).

Расчет снижения выбросов углекислого газа (CO₂) по видам топлива получен пересчетом общего снижения энергопотребления по следующим коэффициентам: природному газу 50 т/ТДж, ма-



1 — ежегодно; 2 — с нарастающим итогом

Рисунок 5. Энергосберегающий эффект по топливу.



1 — ежегодно; 2 — с нарастающим итогом

Рисунок 6. Снижение CO₂ от снижения энергопотребления.

зуту 77,3 т/ТДж, углю 99,1 т/ТДж. Общее снижение выбросов парниковых газов рассчитано с учетом, что 40,7% российских теплостанций и котельных работают на природном газе, 11,8% на мазуте и 47,5% на угле (см. упомянутую выше «Концепция...»). Результаты расчетов ежегодного снижения выбросов парниковых газов (CO₂) и нарастающий итог по отношению к 2002 г. от снижения потребления энергии на отопление зданий за 2002-2008 гг. представлены на рисунке 6.

Снижение роста энергопотребления привело к концу 2008 г. также к ежегодному снижению выбросов парниковых газов в атмосферу на 1,7 млн т. и их суммарное снижение с 2002 по 2008 годы составило 59 млн. т CO₂. Такое сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу приобретает особое значение в связи с одобрением Россией и вступлением в силу с 16 февраля 2005 г. Киотского протокола.

Для сравнения, увеличение выбросов от роста автотранспорта за 5 лет с 2000 по 2005 гг. составило 2,7 млн. т. CO₂, т.е. в 7 раз меньше, чем снижение CO₂ от снижения энергопотребления во вновь возведенных зданиях за тот же период времени.

Следует отметить, что при росте фонда жилых зданий неизбежен рост энергетических затрат на их отопление. Своевременная разработка нового поколения энергосберегающих норм и введение их в действие затормозила этот рост. На отопление вновь возведенных зданий в 2002-2008 гг. была израсходована энергия. На покрытие этих расходов потребовалось генерирование дополнительной энергии в систему теплоснабжения по сравнению с отоплением существующего фонда зданий. Расчетное увеличение по топливу, затраченному на выработку тепловой энергии в систему теплоснабжения этих зданий за 2002-2008 гг., приведена на рисунке 7 (сплошная линия). Годовые расходы по топливу, затраченному на выработку тепловой энергии в систему теплоснабжения к кон-

цу 2008 г., возросли только на 322 ПДж по сравнению с 538 ПДж, если бы не были введены эти нормы (пунктирная линия). Разница площадей, ограниченных этими двумя линиями, наглядно показывает энергосберегающий эффект около 771 ПДж (рисунок 7).

Прогноз ожидаемого энергосбережения по топливу и снижению выбросов CO₂ в предположении ежегодного прироста на 12% объемов жилищного строительства приведен на рисунке 8. Ожидается, что в результате десятилетнего (2000-2010) периода действия нового поколения норм будет получен энергосберегающий эффект по топливу около 1,36 ЭДж (10¹⁸ — E) или около 50 млн т у.т., что обеспечит 11 % экономию топливно-энергетических ресурсов, запланированных «Энергетической стратегией России ... (455 млн т у.т.) ...» за счет повышения энергоэффективности или реализацию половины потенциала энергосбережения в ЖКХ, ожидаемого к 2010 г. (см. таблицу 1). Это энергосбережение приведет к концу 2010 г. также к суммарному снижению выбросов CO₂ в объеме около 106 млн тонн. График достигнутого к 2008 году и прогнозируемого суммарного снижения выбросов CO₂ к концу 2010 году приведен на рисунке 8.

Следует обратить внимание, что в классификации зданий по энергетической эффективности нового поколения норм теплозащиты заложена возможность повышения уровня энергоэффективности без изменения нормативных требований. В этом случае в задании на проектирование следует указать более высокий (А или В), чем «нормальный» класс (С) энергетической эффективности с соответствующим процентом снижения нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление. Так, например, высотные здания по московским нормам должны проектироваться по классу В, т.е. должен обеспечиваться их более высокий уровень энергоэффективности и сниженные удельные расходы на отопление.

Международный Олимпийский Комитет, начиная с Олимпиады 2006 г. в Турине, ориентирует на применение так называемых «зеленых стандартов» при строительстве олимпийских сооружений и связанной с ними инфраструктуры. Под «зелеными стандартами» понимают уровни требований, включающих охрану окружающей среды и экологию, эффективное использование энергии, воды, утилизация мусора, использование нетрадиционных источников энергии и прочее, которые установлены практикой предыдущих олимпиад. Термин «зеленый» пришел из США. В Европе применительно к зданиям и сооружениям используют термины «пассивные» и «sustainable» — здания, потребляющие минимум энергии, оказывающие наименьший вред окружающей среде. Такие здания обеспечивают комфортное и безопасное пребывание в них людей и условия их жизнедеятельности, максимально возможную утилизацию отходов, и по окончании их жизненного цикла природа и окружающая среда остается в такой же сохранности, как и до начала строительства. При этом по зарубежному опыту себестоимость создания таких зданий не должна возрастать более чем на 10% по сравнению с обычными зданиями.

Значительная доля затрат при строительстве Олимпиады в Сочи связана с объектами жилищного и культурно-бытового строительства. Если при строительстве этих зданий применить класс энергетической эффективности В «высокий» с 40% снижением нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление, то эти здания можно будет отнести к категории «зеленых» или в соответствии с европейскими требованиями к «пассивным» зданиям (потребность в энергии на отопление и охлаждение не более $15 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год и общая потребность в энергии, включая отопление, охлаждение, горячую воду и бытовые приборы не более $120 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год независимо от климата, требование по воздухопроницаемости не более 0,6 воздухообмена в час при разности давлений в 50 Па).

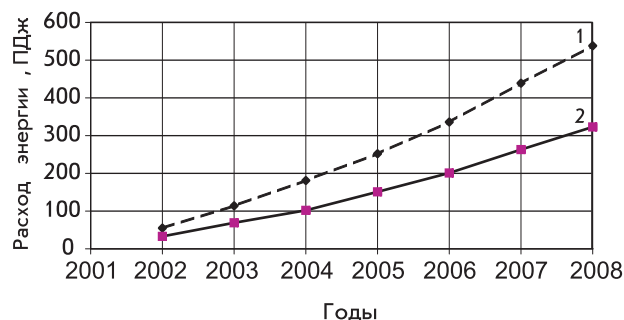


Рисунок 7. Рост расходов первичной энергии (по топливу) на отопление вновь построенных зданий, ПДж.
1 — по нормам до 1995 г.; 2 — по нормам с 2000 г.

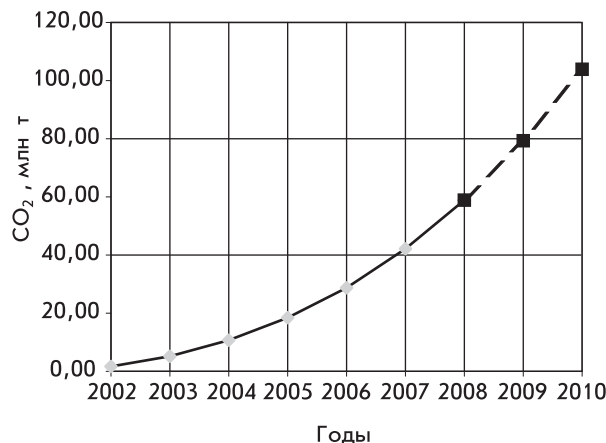


Рисунок 8. Суммарное снижение CO₂ по отношению к 2002г., млн т.

При разработке проектов теплозащиты таких зданий возможно использовать проектные решения для г.Москвы (около $5000 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$) — в климатических условиях г.Сочи ($1250 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$) эти проектные решения приведут к желаемой энергоэффективности. Например, девятиэтажное трехсекционное отдельно стоящее жилое здание (приведенное сопротивление теплопередаче стен $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$, окон — $0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$) в климатических условиях г.Москвы будет иметь удельное потребление тепловой энергии на отопление $q_h^{des} = 120 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ при норме $q_h^{req} = 135,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ (СНиП 23-02), а в климатических условиях г.Сочи то же здание будет потреблять $q_h^{des} = 15,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ при норме $q_h^{req} = 26,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, т.е. будет потреблять на 42% меньше нормируемого значения, соответствовать классу энергетической эффективности В и по этому критерию будет удовлетворять требованиям, предъявляемым к «зеленым» зданиям.

При проектировании «зеленых» или «пассивных» зданий необходимо соблюдать следующие условия:

1. При разработке архитектурно-планировочных решений выбирать оптимальную форму здания (коэффициент компактности) с позиций снижения теплопотерь и его ориентацию с позиций использования солнечной радиации;

2. Установить уровень теплозащиты зданий по показателю удельного энергопотребления (по классу В «высокий» с 40% снижением нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление по СНиП 23-02), например, для 4,5 зданий при дополнительной легкой теплоизоляции толщиной не менее 150 мм и удельному энергопотреблению не более $18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, 10 этажных зданий — не более $13 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$;

3. При проектировании теплозащиты здания избегать отрицательного влияния мостиков холода;

4. Проектировать массивные внутренние перегородки для увеличения тепловой стабильности; проектировать солнцезащитные устройства;

5. Проектировать при бесчердачных конструкциях «холодные» кровли, а также зеленые кровли;

6. Добиваться сниженной воздухопроницаемости и повышенной герметичности при $n_{50} \leq 0,6 \text{ ч}^{-1}$;

7. Применять энергоэффективные окна с приведенным сопротивлением теплопередаче не менее $0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ и проектировать солнцезащиту;

8. Проектировать систему управляемой вентиляции с рекуперацией тепла;

9. Проектировать систему отопления с регулируемой температурой внутреннего воздуха.

При возведении «зеленых» или «пассивных» зданий необходимо соблюдать следующие условия:

1. Выполнять инспекцию и сертификацию всех заранее изготовленных строительных изделий;

2. Осуществлять контроль монтажа теплоизоляции с тем, чтобы избежать мостиков холода;

3. Производить стадийный контроль на предмет пониженной воздухопроницаемости.

При вводе «зеленых» или «пассивных» зданий в эксплуатацию необходимо соблюдать следующие условия:

1. Провести контроль воздухопроницаемости здания в целом по ГОСТ 31167;

2. Выполнить тепловизионный контроль качества ограждающих конструкций;

3. Отрегулировать термостаты и другие устройства в системах отопления и кондиционирования.

И, наконец, при эксплуатации и сертификации «зеленых» или «пассивных» зданий необходимо:

1. Выполнить энергоаудит согласно ГОСТ 31168 и определить уровни удельного энергопотребления здания;

2. Установить класс энергетической эффективности по СНиП 23-02;

3. Выполнить контроль по ГОСТ 30494 соответствия параметров внутреннего воздуха соответствующим нормам;

4. Выполнить сертификацию зданий на соответствие одной из рейтинговых систем.

Требование по энергоэффективности является важнейшей частью экологических требований, предъявляемым к «зеленым» зданиям, однако это не единственное экологическое требование. Например, по рейтинговой программе США LEED — «Лидерство в энергии и окружающей среде»² по разделу энергосбережение и атмосфера можно по-

лучить не более 17 баллов из наибольшего возможного числа из 32 баллов для сертификации по этой системе.

При выборе конструктивных решений ограждающих конструкций зданий рекомендуется среди прочих факторов проводить сравнение энергетических затрат при производстве материалов на их изготовление и выбирать конструкцию, которая имеет существенно меньшие энергозатраты по сравнению с другими конструктивными решениями. Например, при производстве материалов на один стеновой модуль размером 3 на 6 м для:

— двухслойной ограждающей конструкции из железобетона и утеплителя с наружной стороны с приведенным сопротивлением теплопередаче $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ потребуется $0,72 \text{ т}$ у.т.;

— однослойной ограждающей конструкции из пенобетона с приведенным сопротивлением теплопередаче $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ потребуется $0,86 \text{ т}$ у.т.;

— трехслойной ограждающей конструкции из красного кирпича и утеплителя посередине с приведенным сопротивлением теплопередаче $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ потребуется $1,66 \text{ т}$ у.т.

Очевидно, что при производстве материалов для двухслойной ограждающей конструкции из железобетона и утеплителя с наружной стороны, а также однослойной ограждающей конструкции из пенобетона потребуются затратить **в два раза меньше условного топлива**, чем для создания трехслойной ограждающей конструкции из красного кирпича и утеплителя посередине.

В заключение следует отметить, что во исполнение Указа Президента РФ №889 от 4.06.2008 с целью снижения на 40% к 2020 году энергопотребления зданий на отопление по сравнению с уровнем 2007 г. предлагается установить двухэтапное повышение их энергоэффективности. Например, с 1 января 2010 г. массовые дома малой этажности (до 4 этажей включительно), а также элитные и высотные дома должны проектироваться по классу В «высокий» с 20-процентным снижением нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление, а с 1 января 2016 г. эти здания должны проектироваться по тому же классу В, но с 40-процентным снижением этого нормируемого расхода, а многоэтажные здания массового строительства — с 20-процентным снижением этого расхода энергии.

² В.И. Ливчак, Ю.А. Матросов. «Рычаги повышения энергоэффективности зданий» // АВОК, вып. 8. — 2008.