

Сравнение уровней энергоэффективности зданий в России и зарубежных странах¹

1. Индикаторы энергоэффективности в секторе зданий

Очень часто сравнивают эффективность использования энергии в России и за рубежом. Однако, многие такие сравнения проводятся некорректно, а поэтому выводы, получаемые на их основе часто искажают реальное положение вещей. Цель данной статьи – внести больше ясности в вопрос о том, насколько эффективно используется энергия в российских зданиях в сравнении с другими странами.

Существует иерархия в пирамиде показателей энергоэффективности для зданий:

- на верхнем уровне оцениваются интегральные показатели эффективности использования энергии по зданиям, определяемые, как правило, делением всего потребления энергии на 1 м^2 их площади, реже – на одного проживающего, еще реже – на одного занятого (в сфере услуг) или на стоимость продукции (также в сфере услуг);
- на следующем уровне оцениваются интегральные показатели эффективности использования энергии по сходным типам зданиям (МКД, индивидуальные жилые здания, школы);
- третий уровень – определение эффективности использования энергии на разные процессы (отопление, ГВС, освещение и т.п.) в расчете на 1 м^2 их площади, на одного проживающего или занятого;
- четвертый уровень – это многочисленные показатели энергоэффективности отдельных установок, технологий, материалов и видов оборудования: КПД отопительных котлов, параметры теплозащиты ограждающих конструкций, толщина теплоизоляции, суточный расход электроэнергии холодильником или отношение мощности осветительного прибора к его светопотоку.

Кроме того, к показателям энергоэффективности в зданиях относятся также показатели доли обеспеченности потребителей приборами учета и разного рода энергоэффективным оборудованием – высокоэффективными источниками света, энергоэффективными окнами, доля зданий с утепленными фасадами и т.п. Эти показатели могут определяться на каждом уровне управления процессом повышения энергоэффективности: от домохозяйства до страны, или даже группы стран.

Ниже сравнение основных индикаторов энергоэффективности разных групп зданий показано сначала для суммарного потребления в зданиях, а затем по отдельным процессам, по видам оборудования с учетом доли энергоэффективного оборудования на

¹ Статья написана по результатам проекта: Анализ сектора недвижимости России. Выявление необходимости в изменении системы регулирования сферы энергоэффективности. Инициатором проекта выступила ассоциация Росизол. Проект реализован при поддержке ассоциаций Росизол, НАППАН и АППП. В работе принимали участие: В.И. Башмаков, К.Б. Борисов, М.Г. Дзедзичек, О.В. Лебедев, А.А. Лунин, А.Д. Мышак.

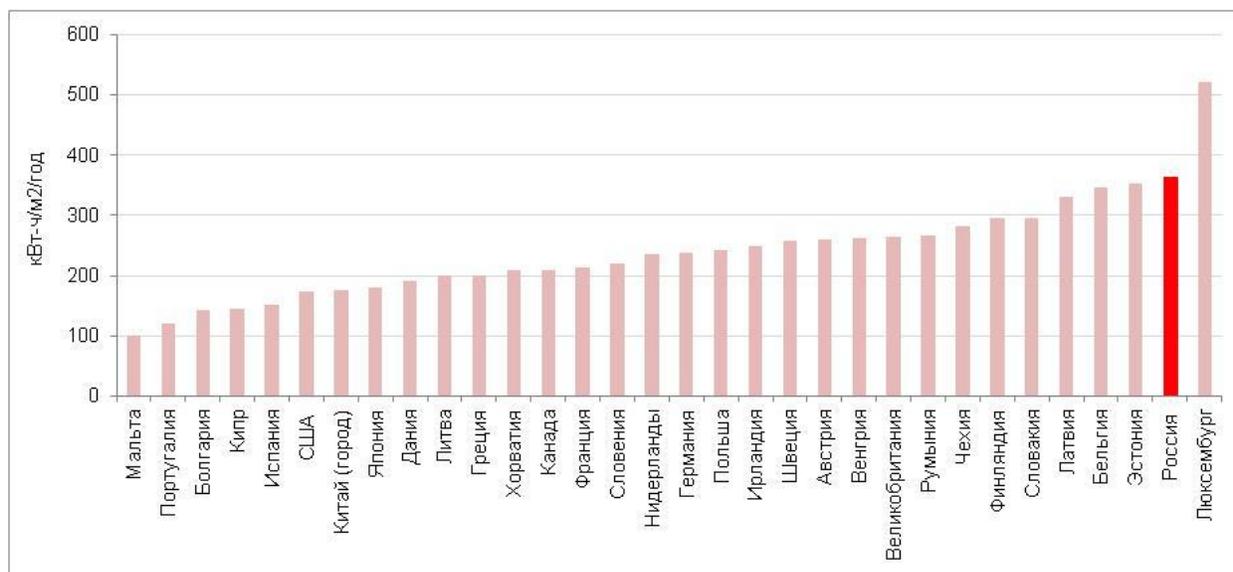
рынке. Сначала проведен сравнительный анализ по жилым зданиям, затем по зданиям сферы услуг. Данные по промышленным зданиям крайне ограничены, поэтому этой сфере не уделено внимания. Суммарное потребление энергии в зданиях было оценено в основном по данным статистики. При их разнесении по отдельным процессам помимо данных статистики использовались инженерные расчеты, калиброванные на данных по большой выборке зданий, а также с использовались нормативные методики.

При сравнении показателей энергоэффективности очень важно приведение показателей к сопоставимым условиям. К основным факторам, которые следует учитывать при подобном сопоставлении, относятся: параметры климата (ГСОП и градусосутки периода охлаждения), доля МКД и средняя этажность МКД, возрастная структура зданий, обеспеченность населения жилой площадью и электробытовыми приборами, вид топлива или энергии, используемый отопительным или другим оборудованием (оборудование на разных видах топлива и энергии имеет разные КПД) и др. По причине недостатка данных не все эти факторы можно в полной мере учесть при проведении сравнительного анализа. Однако для получения надежных выводов желательно учитывать как можно большее число факторов.

2. Сравнение уровней эффективности использования энергии в жилых зданиях

Суммарное потребление энергии. Вопреки широко распространенному мнению, среднее потребление энергии на 1 м² жилого здания в России (363 кВт-ч/м² в 2012 г. и 359 кВт-ч/м² в 2013 г.) не так уж сильно отличается от средней величины для страны со сходным климатом – Финляндии (294-320 кВт-ч/м² в последние годы в разных базах данных). Конечно, удельное потребление энергии в России существенно выше, чем в среднем по ЕС (220 кВт-ч/м²), или в Испании (150 кВт-ч/м²), или для городского населения Китая (примерно 175 кВт-ч/м²/год²), где среднее число ГСОП существенно ниже (рис.1).

Рисунок 1. Удельный расход энергии в жилых зданиях



²Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

Источники: По России – оценка ЦЭНЭФ; по странам ЕС – данные из баз данных Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012; Entranze database; База данных Buildingsdata. (<http://www.buildingsdata.eu/data-search>); US EIA. DOE. 2014; Japan Energy Conservation. Handbook 2011. The Energy Conservation Center, Japan; Comprehensive Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada).

Важно иметь в виду, что данный индикатор скрывает влияние большого числа факторов – структуры жилого фонда, доли МКД и этажности, обеспеченности бытовыми приборами и их средней мощности, средней численности домохозяйства, качества используемых энергоресурсов и др. В России значительно выше доля МКД и высокоэтажных МКД в структуре жилого фонда, чем в странах ЕС или в США, что должно давать России более низкие удельные расходы. В России также существенно меньше средний размер крупных электробытовых приборов и меньше средняя обеспеченность многими из них, чем в США. Однако в США намного выше обеспеченность жилой площадью, поэтому при равной обеспеченности бытовыми приборами потребление ими энергии относится на большую площадь. Средний показатель по России довольно близок к показателям для стран со сходным климатом и сходной структурой жилого фонда – Латвии и Эстонии. Наиболее существенную разницу в удельных показателях потребления энергии в жилищном фонде определяет расход энергии на отопление и кондиционирование зданий.

В странах ЕС потребление электроэнергии на 1 м² варьирует от 30 кВт-ч в Румынии до 170 кВт-ч в Норвегии³, а в России оно равно только 41 кВт-ч. На цели отопления, вентиляции, кондиционирования и освещения жилищ в России приходится 239 кВт-ч/м²/год. Потенциально эта величина при применении наилучших доступных технологий для климатических условий России может быть снижена почти в 5 раз – до 50 кВт-ч/м² в год (табл. 1).

Таблица 1. Потенциал снижения удельных расходов энергии в зданиях

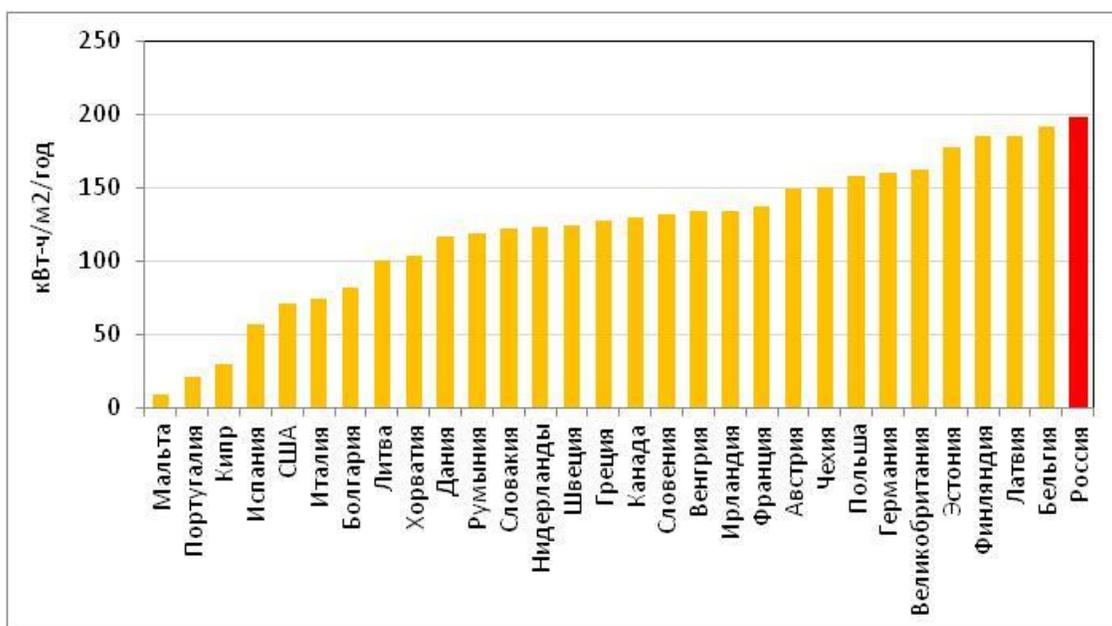
Направление конечного использования	Тип климата	Жилищный сектор		Сфера услуг	
		НДТ	Типичные показатели	НДТ	Типичные показатели
		кВт-ч/м ² /год			
Отопление	Холодный	15-30	60-200	15-30	75-250
Отопление	Умеренный	10-20	40-100	10-30	40-100
Кондиционирование	Умеренный	0-5	0-10	0-15	20-40
Кондиционирование	Жаркий и сухой	0-10	10-20	0-10	20-50
Кондиционирование	Жаркий и влажный	3-15	10-30	15-30	50-150
Вентиляция	Все	4-8	0-8	0-20	10-50
Освещение	Все	2-4	3-10	5-20	30-80

Источник: Harvey L.D.D. Recent Advances in Sustainable Buildings: Review of the Energy and Cost Performance of the State-of-The-Art Best Practices from Around the World. Social Science Research Network, Rochester, NY. (2013). Available at: <http://papers.ssrn.com/abstract=2343677>.

³ Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012. В Норвегии значительная доля сравнительно дешевой электроэнергии используется на цели отопления.

Отопление. Для ЕС среднее потребление энергии жилыми зданиями на цели отопления равно 12 кгнэ/м²/год, или 140 кВт-ч/м²/год⁴. Для централизованного теплоснабжения России оно равно 17 кгнэ/м²/год, или 198 кВт-ч/м²/год, а для децентрализованного – соответственно 22,6 кгнэ/м²/год, или 263 кВт-ч/м²/год. В среднем по всему жилому фонду получается 19,9 кгнэ/м²/год, или 232 кВт-ч/м²/год. Это самый высокий показатель из списка стран, показанных на рис. 2. В Канаде этот показатель равен 130 кВт-ч/м²/год, а в Финляндии – 185 кВт-ч/м²/год. Однако прямые сравнения для стран, расположенных в разных климатических зонах, некорректны. Для развитых стран ЕС средние значения расхода энергии на цели отопления равны 0,035-0,06 кВт-ч/м²/ГСОП⁵, а для России – 0,044-0,047 кВт-ч/м²/ГСОП (в зависимости от погодных условий последних лет). По этому показателю Россия получается ближе к середине списка стран, чем к его концу.

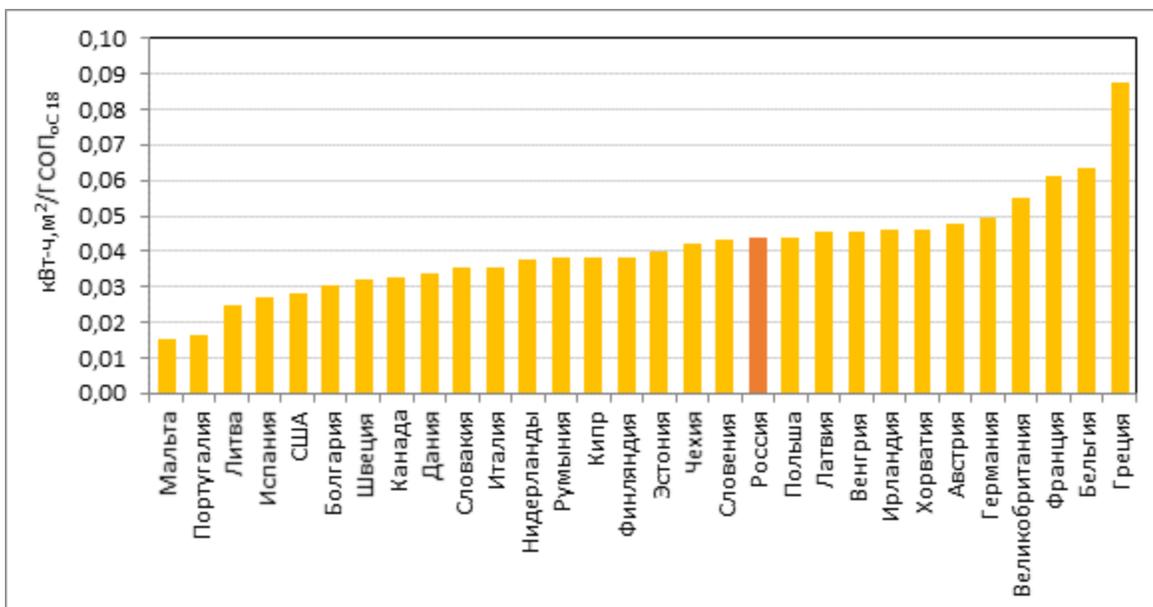
Рисунок 2. Удельный расход энергии на отопление жилых зданий



в расчете на 1 м²

⁴ Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

⁵ Quantitative evaluation of explanatory factors of the lower energy efficiency performance of France for space heating compared to European benchmarks. Study carried out by Enerdata for ADEME. August 2011.



в расчете на 1 м²/ГСОП

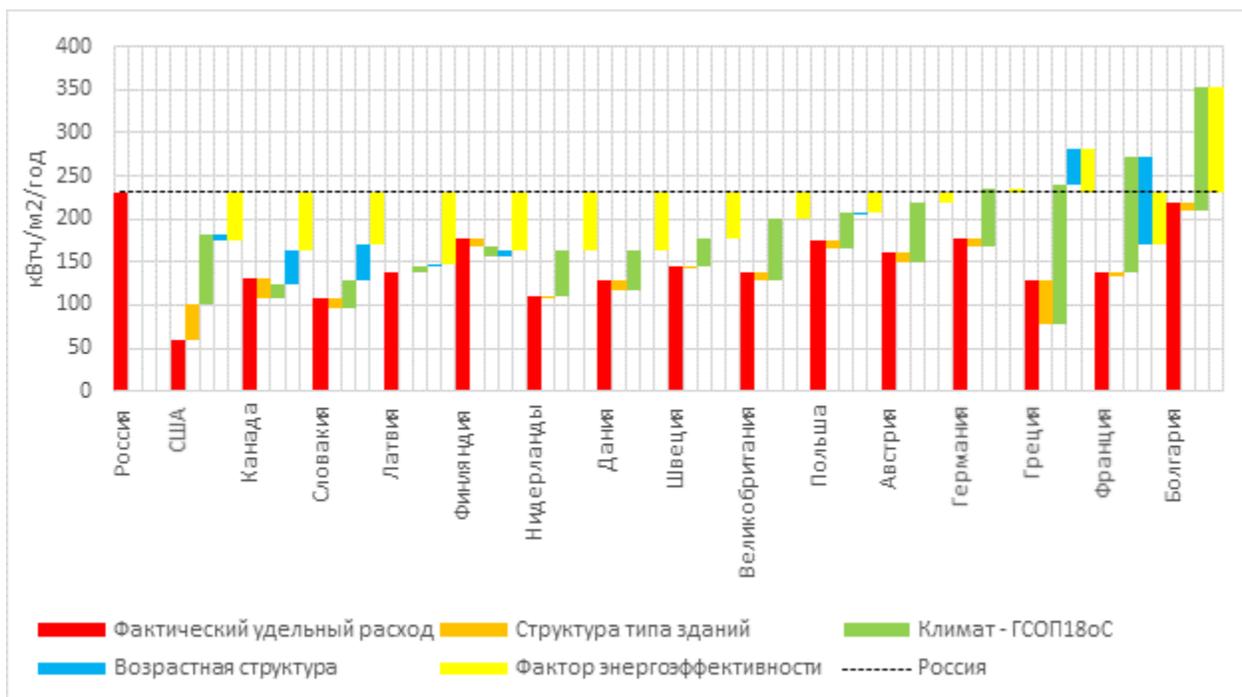
Источники: По России – оценка ЦЭНЭФ-XXI; по странам ЕС – данные из баз данных Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012; Entranze database; База данных Buildingsdata. (<http://www.buildingsdata.eu/data-search>); US EIA. DOE. 2014; Comprehensive Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada). Данные Entranze database по Литве вызывают вопросы. В «Энергосбережении» №8-2014 В. Станкявичюс указывает на «низкую энергоэффективность систем отопления, установленных в литовских зданиях со средним годовым расходом тепловой энергии на отопление 220 кВт-ч/м²».

Важно также учитывать структуру жилого фонда по типам зданий. В Финляндии, Германии и Швеции потребление энергии МКД равно 0,049-0,056 кВт-ч/м²/ГСОП, в Голландии – 0,038 кВт-ч/м²/ГСОП, а в России – около 0,04 кВт-ч/м²/ГСОП. То есть для МКД разрыв сравнительно невелик при похожей структуре МКД по этажности. Индивидуальные жилые дома в ЕС потребляют на 8-28% больше энергии на отопление 1 м², чем МКД. В ЕС они потребляют 0,038-0,064 кВт-ч/м²/ГСОП против 0,053 кВт-ч/м²/ГСОП в России. В России индивидуальные жилые здания – в основном, отдельно стоящие. Такие здания потребляют примерно на 15% больше энергии на цели отопления, чем сблокированные здания, которых довольно много в Европе (от 15% в Швеции до 77% в Голландии).

Для того чтобы выделить именно роль фактора различия энергоэффективности жилых зданий, был проведен специальный расчет, позволяющий вычлнить влияние четырех факторов: структуры фонда зданий (доля МКД и индивидуальных зданий); климат (ГСОП18°С); возрастная структура зданий (более новые здания имеют более низкие удельные расходы); и все прочие факторы, среди которых главным является фактор энергоэффективности. Удельный расход энергии на отопление был рассчитан как сумма удельных расходов энергии на отопление в индивидуальных домах и МКД для разных стран, взвешенных по долям индивидуальных домов и МКД в жилом фонде России. Аналогично была произведена корректировка значения удельного расхода на отопление с учетом возрастной структуры зданий (по тем странам, где имелись необходимые данные).

Корректировка на структуру зданий по типам уменьшила удельный расход в Канаде, поскольку там доля индивидуальных зданий существенно выше, чем в России, а удельный расход в индивидуальных зданиях обычно выше, чем в МКД. Корректировка на фактор климата производилась с учетом числа ГСОП в России в 2012 г. и нормативных значений ГСОП в других странах. Такая корректировка приводит к повышению удельного расхода во всех странах, поскольку число ГСОП в России самой высокое. Корректировка на возрастную структуру зданий дает разнонаправленный эффект. Например, в Канаде в среднем здания жилого фонда более новые, чем в России, поэтому при корректировке на этот фактор значение удельного расхода на отопление в Канаде возрастает (рис. 3).

Рисунок 3. Факторный анализ различий в удельных расходах энергии на цели отопления жилых зданий разных стран



Источники: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI по данным из перечисленных далее источников. Структура жилых зданий России по возрасту и типу здания – из формы 1-Жилфонд. Удельные расходы энергии на отопление – оценка ЦЭНЭФ-XXI. Данные о возрастной и типовой структуре жилищного фонда стран Европы взяты из публикации ВРПЕ «Europe's Buildings under the Microscope». Значения удельного расхода на отопление в зданиях различного типа и года постройки для стран Европы взяты из базы данных ВРПЕ⁶ (Болгария, Польша, Латвия, Словакия, Греция), а также из публикации ADEME «Quantitative evaluation of explanatory factors of the lower energy efficiency performance of France for space heating compared to European benchmarks» (Финляндия, Германия, Австрия, Швеция, Англия, Франция, Дания, Нидерланды). Значения ГСОП для стран Европы взяты из базы данных ODYSSEE. Структура жилищного фонда, удельный расход энергии по Канаде – данные из Comprehensive Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады

⁶ <http://www.buildingsdata.eu/data-search>.

(Natural Resources Canada)⁷, ГСОП – из публикации Canadian Gas Association⁸. ГСОП для США, а также данные о структуре жилого фонда и удельном расходе энергии в зданиях – по данным EIA⁹.

Анализ полученных данных показывает, что при сопоставимых условиях эффективность использования энергии на цели отопления жилых зданий в России (отношение желтого столбца на рис. 3 для разных стран к величине красного столбца для России): на 24% ниже, чем в США; на 29-35% ниже, чем в Канаде, Словакии, Латвии, Финляндии, Голландии и Швеции; на 24-26% ниже, чем в Дании и Франции; на 5-15% ниже, чем в Великобритании, Польше и Австрии; почти такая же, как в Германии; на 21% выше, чем в Греции и на 53% выше, чем в Болгарии.

Фактор энергоэффективности отражает как параметры теплозащиты зданий, так и эффективность индивидуального отопительного оборудования. Фиксация параметров теплозащиты в СП 50-13330-2012 (актуализированный СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий») приведет к дальнейшему повышению части разрыва в энергоэффективности, обусловленной отставанием в параметрах теплозащиты зданий.

Доля индивидуальных жилых зданий, снабжаемых теплом от систем централизованного теплоснабжения, невелика, а удельные расходы энергии в большой степени зависят от эффективности используемого отопительного оборудования. В ЕС доля использования тепловых насосов составляет от 0% в Голландии до 18% в Швеции; доля конденсационных котлов – от 0% в Швеции до 68% в Голландии и Франции. Средняя эффективность теплогенерирующего оборудования в Швеции превышает 100% (из-за высокой доли тепловых насосов), достигает 100% для Голландии (из-за высокой доли конденсационных котлов), а в других странах ЕС равна 77-90%¹⁰. Для России она равна примерно 75-80% для систем отопления на газе и 55-60% – для систем на других видах топлива. При этом доля теплоснабжения от централизованных источников тепла в России падает. Это второй важный фактор, обуславливающий разрыв в уровне энергоэффективности систем отопления России и зарубежных стран.

Горячее водоснабжение. В России на цели ГВС на одно домохозяйство в среднем приходится 515 кгут/год (67-68 кВт·ч/м² в год) по сравнению со средним для ЕС 230 кгут/год (с диапазонами от 65 кгут в Болгарии до 430 кгут в Эстонии), 342 кгут в США, 205 кгут в Японии¹¹. Более высокие показатели объясняются не столько большей численностью домохозяйств (2,7 человека в России против 2,4 в ЕС), сколько меньшей эффективностью использования горячей воды и водоподогревающего оборудования. В России почти не используются солнечные подогреватели воды. В Греции и на Кипре их доля равна 35-40%, в более северной Австрии – 17%, в еще более северных Германии и Голландии – около 4%¹².

⁷ <http://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/home.cfm>.

⁸ <http://www.cga.ca/wp-content/uploads/2011/02/Chart-2-Heating-Degree-Days18.pdf>.

⁹ <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/showtext.cfm?t=ptb0107>, <http://www.eia.gov/consumption/residential/data/2009/index.cfm?view=consumption#summary>, <http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/ChapterIntro2.aspx>.

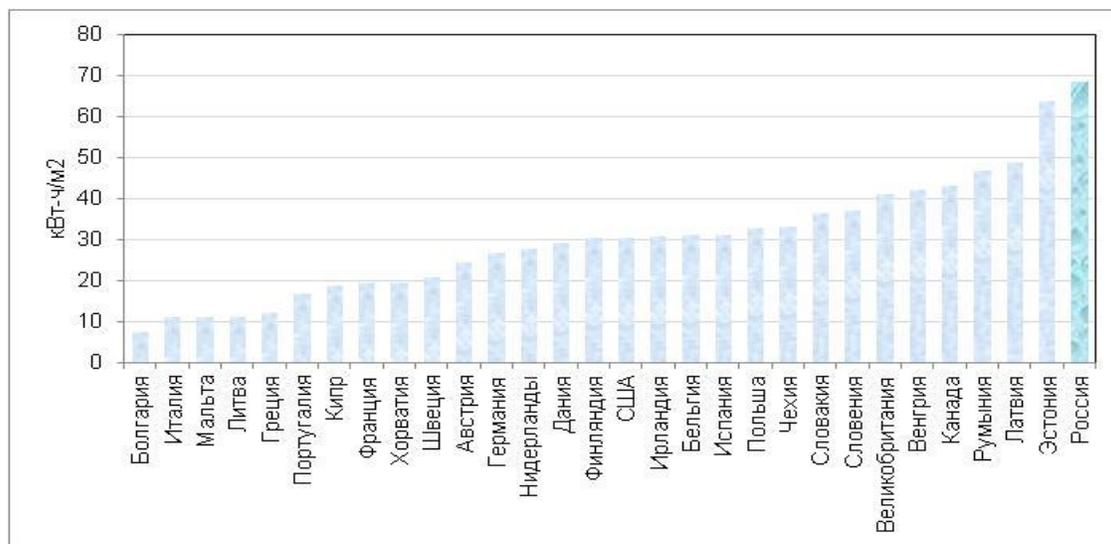
¹⁰ Quantitative evaluation of explanatory factors of the lower energy efficiency performance of France for space heating compared to European benchmarks. Study carried out by Enerdata for ADEME. August 2011.

¹¹ Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

¹² Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

По показателю удельного расхода энергии на цели ГВС в расчете на 1 м² площади квартир Россия также оказывается довольно расточительной и потребляет в среднем в 2,5 раза больше энергии, чем другие страны (рис. 4). Отчасти это связано с меньшей обеспеченностью жилой площадью. Поскольку потребление горячей воды зависит от числа проживающих, то чем меньше приходится жилой площади на одного жителя, тем выше удельный расход на 1 м².

Рисунок Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.. **Удельный расход энергии на ГВС жилых зданий**



Источники: По России – оценка ЦЭНЭФ-XXI; по странам ЕС – данные из баз данных Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012; Entranze database; База данных Buildingsdata. (<http://www.buildingsdata.eu/data-search>); US EIA. DOE. 2014; Comprehensive Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada).

В новых утепленных жилых домах на долю ГВС приходится около 50% всех расходов энергии на цели отопления, вентиляции, кондиционирования, горячего водоснабжения и освещения, поэтому снижение расхода энергии на эти цели постепенно выходит на первый план. В Постановлении Правительства Москвы от 05.10.2010 № 900-ПП «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественных зданий в городе Москве и внесении изменений в Постановление Правительства Москвы от 09.06.2009 №536-ПП» определено, что норматив расхода горячей воды в МКД должен снизиться с базового уровня 130 л/чел./сутки до 95 л/чел./сутки с 2012 г., до 85 л/чел./сутки с 2016 г. и до 70 л/чел./сутки с 2020 г., или всего на 46%. Средний расход в размере 70 л/чел./сутки – это все еще порядка 55-60 кВт·ч/м² в год в зависимости от обеспеченности жилой площадью. Удельный расход горячей воды может быть снижен еще более существенно – до 30-50 л/чел./сутки при полном обеспечении санитарно-гигиенических нужд.

Приготовление пищи. На долю пищевого приготовления в России расходуется 7,7% всей энергии, потребляемой в жилищном секторе. В странах ЕС на эти цели приходится в

среднем 10% от потребления энергии с диапазоном от 3% в Дании до 30% в Румынии¹³. В США на эти цели расходуется около 3-4%¹⁴. В России на эти цели приходится 27-29 кВт-ч/м²/год, а в США – 5,7 кВт-ч/м²/год. Здесь вновь главное различие обусловлено меньшей обеспеченностью жилой площадью в России, которое кратно ниже, чем в США. Важную роль также имеет развитие системы общественного питания и эффективность газовых и электрических плит. Однако данные по параметрам плит отсутствуют, что не позволяет сравнить их эффективность.

Освещение. На долю освещения в России приходится около 12,6% потребления электроэнергии в жилом секторе. В таких развитых странах, как Германия или Франция, эта доля равна 12-15%¹⁵. В США на освещение приходится 10% всего потребления электроэнергии в жилищном секторе. В Индии в зависимости от сезона – 9-14% потребления электроэнергии¹⁶. В ЕС потребление электроэнергии на одно домохозяйство на цели освещения заметно различается: от 180 кВт-ч/год в Словакии до 280 кВт-ч/год в Германии, 400 кВт-ч/год во Франции и до 900 кВт-ч/год на Кипре¹⁷. В России, по оценке ЦЭНЭФ, оно равно 340 кВт-ч/год, а в США – 1550 кВт-ч/год.

В США средняя мощность источника света в жилищном секторе составляет 46 Вт, а в России (по оценке ЦЭНЭФ) – примерно 49 Вт. Среднее число ламп на одно домохозяйство в России равно 11, тогда как в упомянутых странах, где площадь среднего жилища в 3-4 раза больше (86-91 м²), оно равно 25, в Швеции достигает 35, а в США – 51. Важным фактором здесь является доля МКД в структуре жилого фонда. Так, в США среднее число ламп на одно домохозяйство равно 62 для отдельно стоящего здания и 25 для средней квартиры в МКД. Параметры эффективности использования электроэнергии на цели освещения в России и в МКД США практически совпадают.

В расчете на 1 м² среднее число ламп в России равно 0,16, а в США почти в 2 раза больше – 0,29. Этот фактор во многом определяет величину удельного потребления электроэнергии в расчете на 1 м² на цели освещения. Оно равно в Дании 3,3 кВт-ч/м²/год¹⁸, в Китае – 4,5 кВт-ч/м²/год, в России – 5,4 кВт-ч/м²/год, в Великобритании – 5,6 кВт-ч/м²/год, в Канаде – 7,8 кВт-ч/м²/год, в Японии – 8,1 кВт-ч/м²/год, в Финляндии – 10,1 кВт-ч/м²/год, а в США – 9,7-10,7 кВт-ч/м² в год (по разным данным)¹⁹. В Германии доля КЛЛ составляет 26%, в США – 23%, во Франции – 12%. Самая высокая доля в 2009 г. была в Португалии (48%). За ней следовали Дания (30%), Чехия и Венгрия (25%). В Польше на долю КЛЛ пришлось лишь 3%. Данных о доле энергоэффективных ламп (КЛЛ

¹³ B. Lapillonne, K. Pollier. Enerdata. Energy efficiency in buildings: main findings. Fourth meeting of the project “Monitoring of EU and national energy efficiency targets” (ODYSSEE-MURE 2010). Copenhagen, May 31-June 1, 2012; Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

¹⁴ Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

¹⁵ French higher domestic specific electricity consumption compared to Germany: Explanatory Factors Assessment Study carried out by SOWATT and Enerdata. For ADEME. June 2012.

¹⁶ Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

¹⁷ Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

¹⁸ LIGHT'S LABOUR'S LOST. Policies for Energy-efficient Lighting. In support of the G8 Plan of Action. IEA. 2006.

¹⁹ Annual energy outlook. 2014. EIA DOE. 2014; 2010 U.S. Lighting Market Characterization Prepared for: Solid-State Lighting Program Building Technologies Program Office of Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy by Navigant Consulting, Inc. January 2012.

и светодиодов) в России нет. На основе косвенных данных ее можно оценить равной 20% для 2012 г.

Кондиционирование. Условием комфортного проживания даже в климате России, особенно в ее южных регионах, является наличие кондиционера. Обеспеченность ими на 100 домохозяйств в России в 2012 г. достигла 12. В городах она существенно выше. В Италии ими владеют 33% домохозяйств, в Испании – 55%, в Греции – 98%. В таких странах, как Германия или Голландия, обеспеченность кондиционерами не превышает 3-5%²⁰. Потребление электроэнергии на нужды кондиционирования в большой степени зависит от погодных условий – числа градусо-суток периода охлаждения. В 2010 г., по оценкам ЦЭНЭФ, оно составило 4380 млн кВт-ч, в 2011 г. – 2550 млн кВт-ч, а в 2012 г. – 5674 млн кВт-ч. Эффективность новых кондиционеров за последние 10 лет выросла в 1,4 раза. Поэтому по мере замены парка кондиционеров на новые, более эффективные модели рост потребления электроэнергии на эти цели, связанный с ростом обеспеченности ими, будет частично нейтрализован. Сравнение удельного расхода электроэнергии на цели кондиционирования показывает, что в России в 2011-2012 гг. он был равен только 0,8-1,7 кВт-ч/м²/год, в Канаде – 3,6 кВт-ч/м²/год, а в США – 14,7 кВт-ч/м²/год. Самое высокое потребление в расчете на домохозяйство на эти цели в ЕС – на Кипре (670 кВт-ч/домохозяйство/год).

Электробытовые приборы потребляют в России 27 кВт-ч/м² в год (без учета освещения, приготовления пищи, ГВС и электроотопления). В Великобритании эта цифра равна 25,7 кВт-ч/м²/год, в Канаде – 26,5 кВт-ч/м²/год, в Финляндии – 37,3 кВт-ч/м² в год (один из самых высоких в Европе показателей), а в США – 49,3 кВт-ч/м²/год.

Основными крупными электробытовыми приборами, по которым проведен анализ, являются холодильники и морозильники, а также стиральные машины. По оценкам ЦЭНЭФ, в России на долю холодильников и морозильников приходится 22,5% потребления электроэнергии в быту. Обеспеченность ими на 100 домохозяйств в 2012 г. достигла 125. Средний новый холодильник в Европе потребляет примерно 300 кВт-ч в год. В России эта величина оценена в 314 кВт-ч в год в 2012 г. Средний приведенный объем холодильника, по оценке ЦЭНЭФ, вырос на 100 л за 2000-2013 гг. Этот рост в значительной мере компенсировался снижением среднего по парку удельного расхода на 1 холодильник с 462 до 361 кВт-ч в год за счет постепенного обновления парка. Поэтому потребление электроэнергии холодильниками и морозильниками упало на 16% в 2000-2012 гг. и достигло 23,7 млрд кВт-ч.

В развитых странах высока доля приобретаемых холодильников класса «А+» и «А++». В 2010 г. она составила 38% во Франции и 72% в Германии по холодильникам и соответственно 38% и 85% по морозильникам. В целом по ЕС в 2009 г. доля холодильников классов «А», «А+» и «А++» в продажах составляла 93%. В России в 2013 г. она также повысилась до 83%.²¹ Обеспеченность населения стиральными машинами составила 101 на 100 домохозяйств. Потребление электроэнергии стиральными машинами в 2012 г. можно оценить в 8900 млн кВт-ч. В ЕС доля стиральных машин классов А, А+ и

²⁰ Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

²¹ А.Л. Наумов. Главное – грамотно использовать энергоэффективное оборудование. Энергосбережение. №1. 2015.

A++ в продажах в 2009 г. была равна 95%, а в России этот уровень был достигнут в 2013 г.²²

Основными видами информационной электротехники, по которым проведен анализ, являются телевизоры (ТВ) и компьютеры. Кроме того, существует широкий перечень так называемых малых бытовых приборов, которые, тем не менее, потребляют значительные и растущие объемы электроэнергии. Обеспеченность домохозяйств телевизорами в развитых странах составляет 96-130%. По имеющимся данным, в России она составляет 174%. Исходя из этой информации, получена оценка потребления электроэнергии телевизорами – 11,1 млрд кВт-ч при среднегодовом потреблении электроэнергии на 1 телевизор 121 кВт-ч. Это примерно соответствует среднему уровню в ЕС²³. В 2000-2012 гг. потребление электроэнергии на эти цели медленно росло. В отличие от многих бытовых приборов, потребление электроэнергии одним телевизором в последние годы в ЕС росло по причине роста диагонали телевизоров и роста доли энергоемких плазменных телевизоров. В России эта тенденция еще, по-видимому, не начала проявляться, но может проявиться в ближайшем будущем.

Обеспеченность домохозяйств компьютерами в 2012 г. составила 86%. Потребление электроэнергии компьютерами в 2012 г. составило 2,6 млрд кВт-ч. Всеми прочими бытовыми электроприборами было потреблено 47,6 млрд кВт-ч. Сюда входят как посудомоечные машины, которые относятся к числу крупных бытовых приборов, и обеспеченность которыми выросла до 5 на 100 домохозяйств к 2012 г., так и микроволновые печи (обеспеченность 69%), пылесосы (обеспеченность 93%), музыкальные центры (обеспеченность 38%), электрочайники, утюги, многочисленные гаджеты и т.п.

3. Сравнение уровней эффективности использования энергии в зданиях сферы услуг

Суммарное потребление энергии. Среднее потребление энергии на 1 м² здания сферы услуг по данным статистики рассчитать нельзя по двум причинам: (а) статистика не дает площади зданий сферы услуг (ее приходится оценивать); (б) статистика не дает также суммарного объема потребления энергии в сфере услуг (ее также приходится оценивать при формировании единого топливно-энергетического баланса по России). В итоге средняя цифра по России – 430 кВт-ч/м² – сильно зависит от точности этих оценок. Россия по этому показателю довольно близка к странам со сходными параметрами климата и исторически сложившимися уровнями обеспеченности площадями зданий сферы услуг – Чехия, Эстония и Латвия, а также довольно близка к Канаде (420 кВт-ч/м²) – стране со сходным климатом (рис. 5).

Итоговый показатель удельного расхода в большой степени зависит от структуры организаций сферы услуг (у них разный удельный расход на 1 м² площади), от доли организаций, расположенных в отдельно стоящих зданиях, от этажности, обеспеченности оборудованием и его мощности, от качества используемых энергоресурсов, а главное – от разницы в климатических условиях. Самые высокие значения удельных расходов в

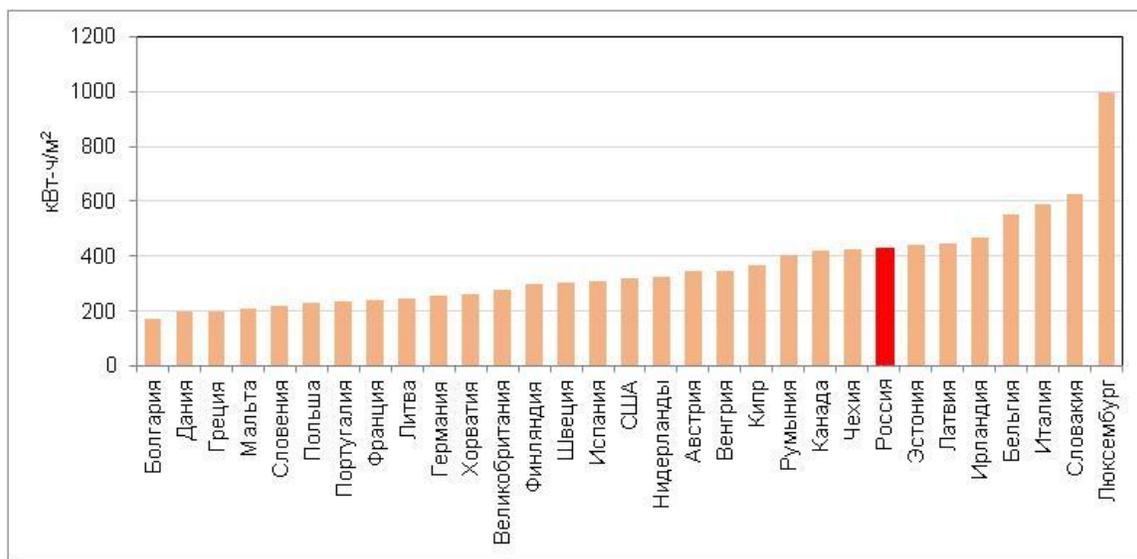
²² Там же.

²³ IEA. Cool appliances. Policy Strategies for Energy Efficient Homes. Paris. 2003; Energy Efficiency Trends of IT Appliances in Households (EU27) Monitoring of energy efficiency in EU 27, Norway and Croatia. ODYSSEE MURE. Fraunhofer ISI. Karlsruhe. September 2009.

учреждениях здравоохранения и торговли (рис. 6 и рис. 7). Заметно ниже и сравнительно мало отличаются удельные расходы в учреждениях образования и офисах.

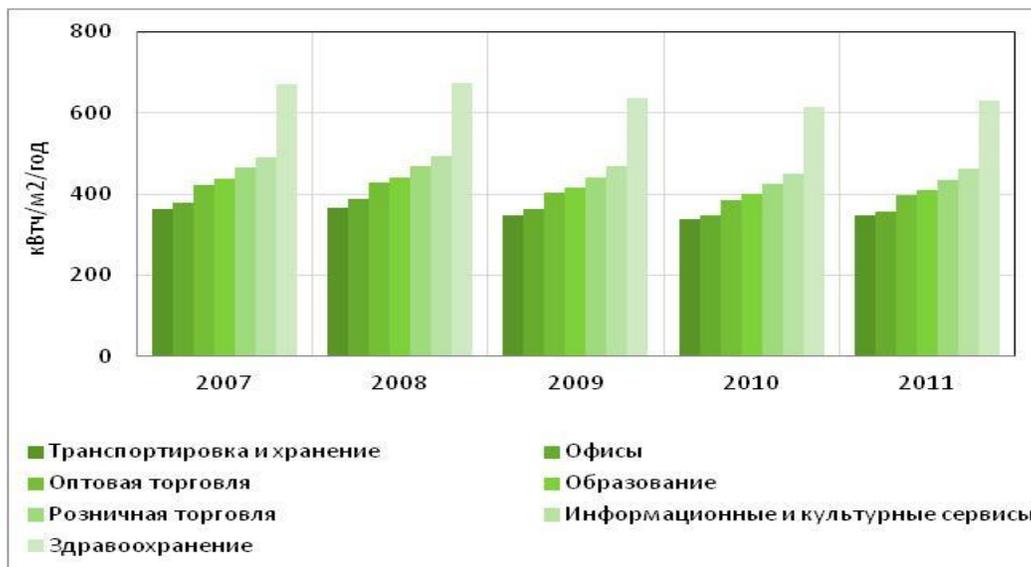
Самые низкие удельные расходы в складских помещениях. Сходные соотношения имеют место и в США. В Канаде удельный расход энергии выше, чем в ЕС. На рис. 6 видно также, что удельный расход постепенно снижается.

Рисунок 4. Удельный расход энергии в зданиях сферы услуг



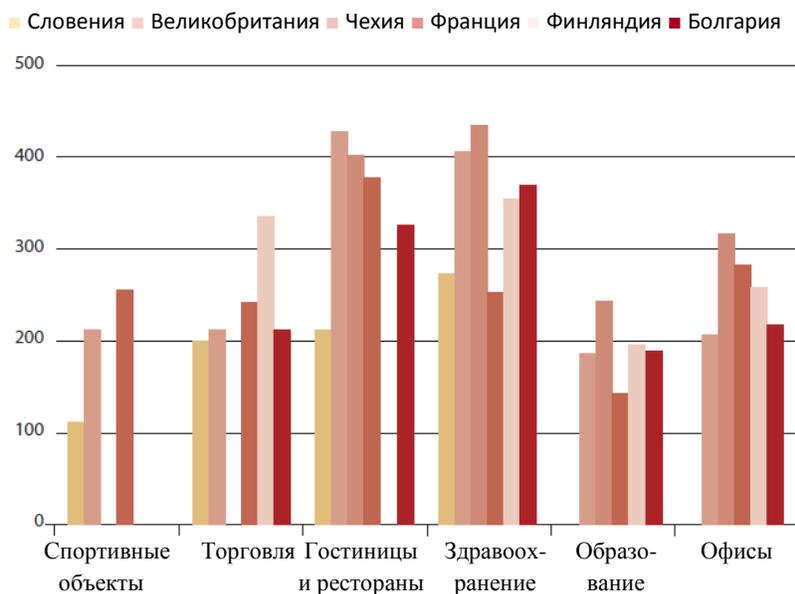
Источники: По России – оценка ЦЭНЭФ; по странам ЕС – данные из баз данных Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012; Entranze database; База данных Buildingsdata (<http://www.buildingsdata.eu/data-search>); US EIA. DOE. 2014; Japan Energy Conservation. Handbook 2011; Comprehensive Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada)

Рисунок 5. Различия в удельных расходах энергии в зависимости от назначения зданий сферы услуг в Канаде



Источник: Comprehensive Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada)

Рисунок.6 Различия в удельных расходах энергии в зависимости от назначения зданий сферы услуг в ЕС (кВт-ч/м²/год)



Источник: M. Economidou. Project lead. EUROPE'S BUILDINGS UNDER THE MICROSCOPE. A country-by-country review of the energy performance of buildings. October 2011. Buildings Performance Institute Europe (BPIE).

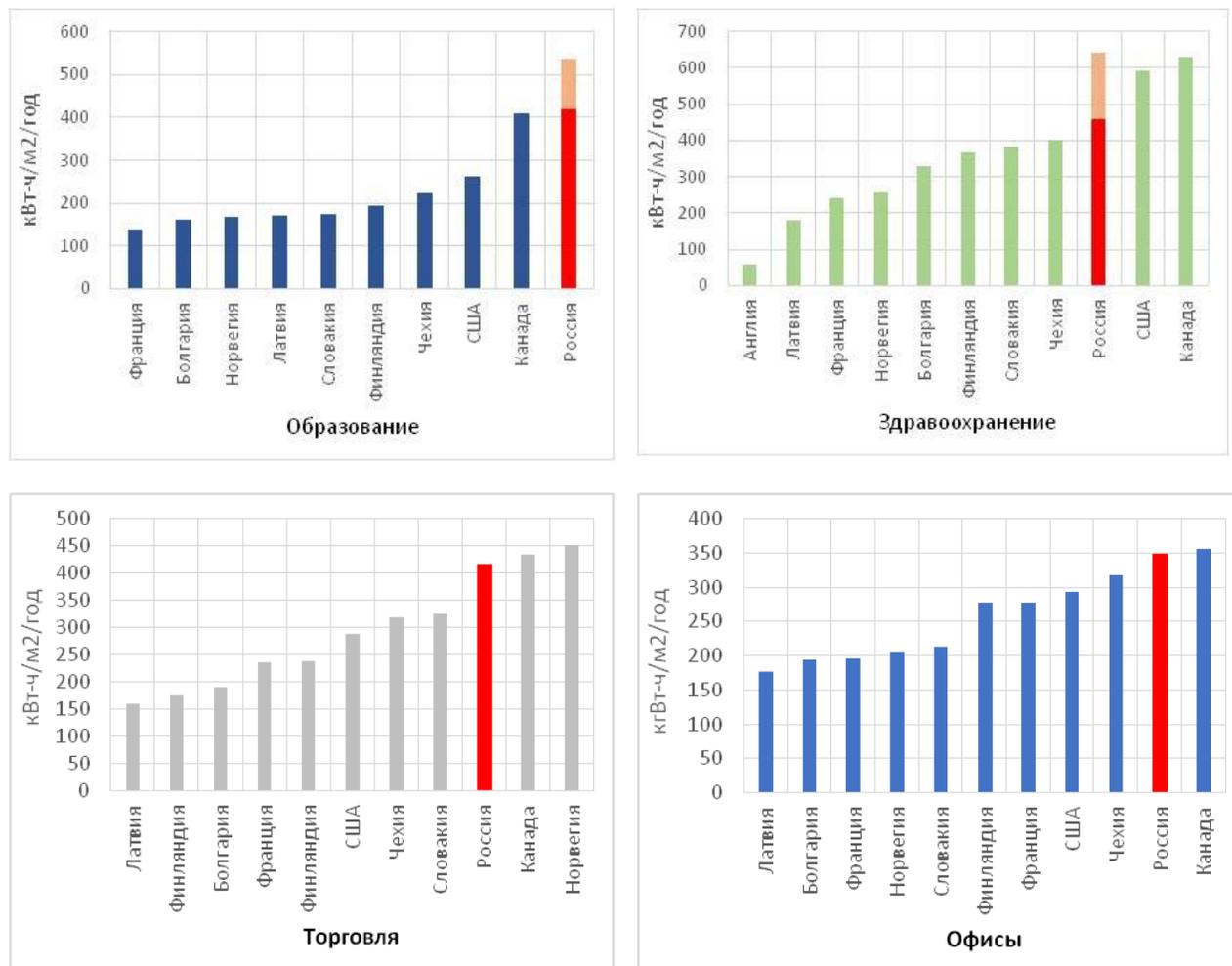
В отношении учреждений образования и здравоохранения из-за недостатка данных удельный расход энергии по России точно определить сложно. Использованы два метода расчета, и по любому из них удельный показатель для России по образованию получается самым высоким. Он достаточно близок к показателю по Канаде. Поскольку в учреждениях образования в умеренных и холодных климатических зонах на цели отопления приходится 50-80% энергии, а число ГСОП в России самое большое из всех стран, показанных на рис. 8, нельзя однозначно утверждать, что в России в учреждениях образования энергия используется менее эффективно. То же самое можно сказать и об учреждениях здравоохранения. В офисных зданиях и зданиях торговли показатели по России являются сопоставимыми с зарубежными странами и соответствуют средним для них значениям. Для учреждений здравоохранения, офисов и магазинов удельный расход в значительной мере зависит от вооруженности этих учреждений оборудованием и его эффективности. Однако детальных данных для проведения надежного межстранового сравнения не хватает.

Отопление. Более надежное сравнение параметров эффективности использования энергии в сфере услуг можно провести в отношении отопления этих зданий. Корректировка потребления тепловой энергии на фактор климата производилась с учетом числа фактических ГСОП в 2009 г. в РФ и зарубежных странах, рассчитанных на 18⁰С. Такая корректировка увеличила удельный расход в более теплых, чем Россия, странах, например, в Болгарии, Чехии, Франции. Значения удельного расхода на отопление в зданиях различного типа для стран Европы взяты из базы данных ВРІЕ²⁴ и усреднены по годам постройки. Значения фактических ГСОП для стран Европы взяты из базы данных Eurostat. Удельный расход энергии и ГСОП по Канаде – данные Natural Resources Canada²⁵ за 2011 г. Точных статистических данных по России нет. Поэтому удельный расход энергии на отопление российских зданий сферы услуг – это оценка ЦЭНЭФ на основе данных Росстата. Также по России приведены данные ГИС РЭА, которые оказались ниже рассчитанных ЦЭНЭФ. Поэтому к полученным ниже выводам следует относиться с определенной осторожностью.

²⁴ <http://www.buildingsdata.eu/data-search>

²⁵ <http://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/home.cfm>

Рисунок 7 Уровни энергоэффективности суммарного потребления энергии в сфере услуг в России и зарубежных странах



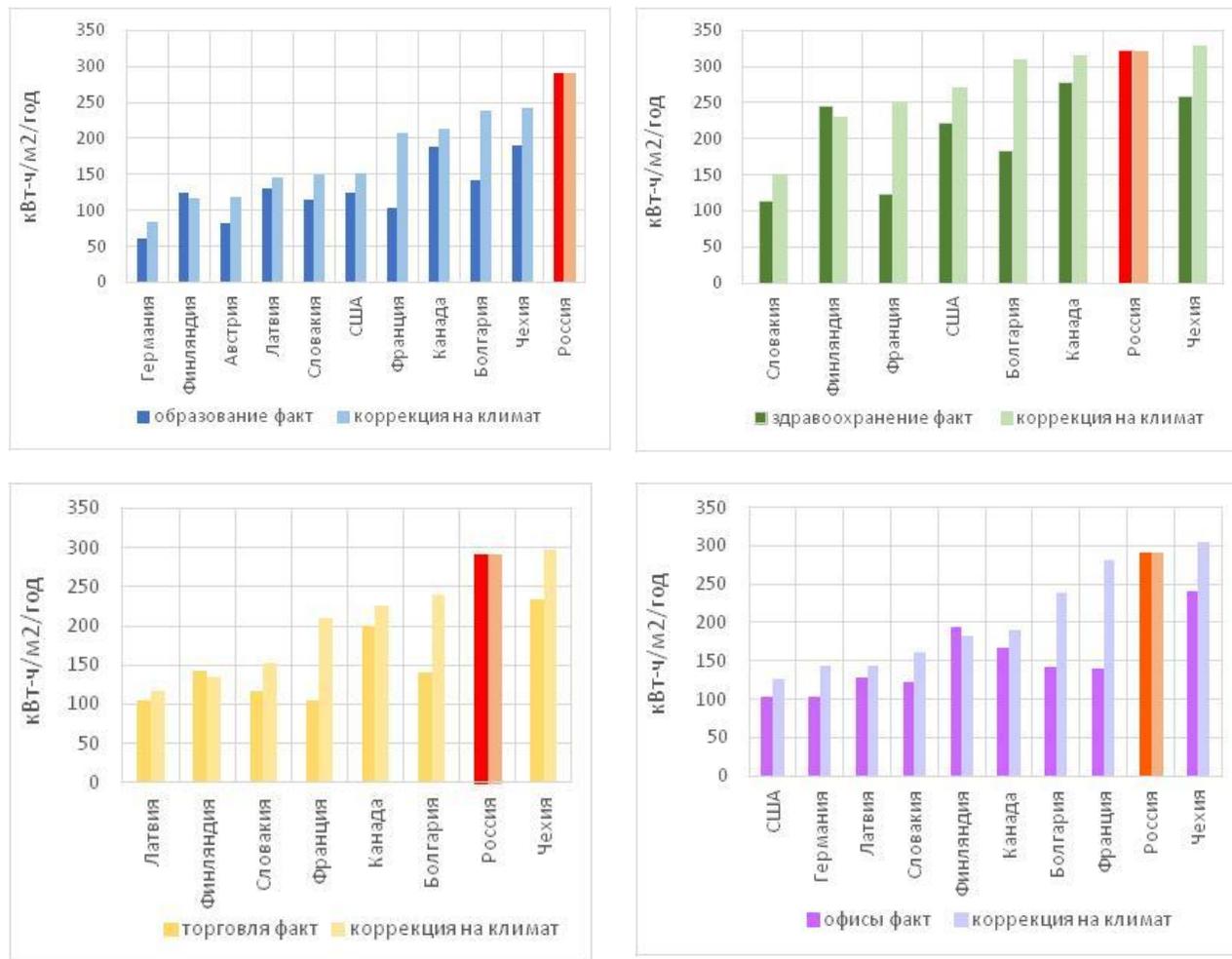
Источник: База данных ВРПЕ для стран Европы, данные Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada). Диапазоны оценок по России получены на основе обработки данных ГИС РЭА и оценок ЦЭНЭФ на базе данных Росстата.

Удельный расход тепловой энергии в РФ в зданиях образования выше, чем в прочих странах, с которыми проводится сравнение. При учете климатического фактора разрывы в удельном уровне потребления становятся уже не такими значительными. В России выше доля ДОУ в составе учреждений образования, а у них удельные расходы на отопление, как правило, выше. Сравнение с прочими странами после коррекции на климат показывает, что удельные расходы энергии на отопление учреждений образования в России в 1,5-2,5 раза выше, чем в прочих развитых странах.

Показатель удельного потребления энергии на отопление зданий сферы здравоохранения в России после коррекции на климат остается одним из самых высоких. Как и в случае с учреждениями образования, он в 1,5-2,5 раза выше лучших показателей в других странах. Аналогичная ситуация по организациям торговли и офисным зданиям. Только Чехия

уступает России по показателям эффективности отопления этих зданий. По сравнению же с лучшими показателями других стран удельные расходы в России после приведения к сходным климатическим условиям оказываются в 2-2,5 раза выше.

Рисунок 8 Уровни эффективности потребления энергии на отопление зданий сферы услуг в России и зарубежных странах



Источник: База данных ВРПЕ для стран Европы, данные Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada). Диапазоны оценок по России получены на основе обработки данных ГИС РЭА и оценок ЦЭНЭФ на базе данных Росстата.

Учитывая, что в России основная часть потребляемой в сфере услуг энергии (около 70-75%) идет на нужды отопления, наличие такого разрыва в уровнях энергоэффективности зданий сферы услуг указывает на большой потенциал экономии энергии за счет утепления зданий и совершенствования параметров их теплоснабжения (регулирование потребления тепла, устранение перетоков и т.п.). Для многих организаций сферы услуг в России удельные расходы на отопление значительно превышают средние по России и достигают 400-500 кВт-ч/м²/год, что далеко выходит за диапазоны таких показателей для зарубежных стран.

Горячее водоснабжение. По России нет систематизированных данных по потреблению горячей воды на объектах сферы услуг. Есть только данные по отпуску централизованного тепла на эти цели, который в 2012 г. составил 15,4 млн Гкал. Если допустить, что уровень оснащенности централизованным ГВС для этих зданий такой же, как и для жилищного фонда (две трети), то получим, что удельный расход тепловой энергии на цели ГВС равен 19 кВт-ч/м²/год. С учетом того что оставшаяся треть зданий сферы услуг использует разного рода водоподогреватели для получения горячей воды, а их эффективность оставляет желать лучшего, то средняя цифра по всему фонду зданий сферы услуг может быть немного выше – 20-21 кВт-ч/м²/год. В США на эти цели расходуется, в зависимости от назначения здания, от 3 до 100 и более кВт-ч/м²/год, а в среднем 22 кВт-ч/м²/год. То есть в России уровень потребления ГВС сопоставим с уровнем в США.

Освещение. Системы освещения являются одним из основных потребителей электроэнергии в сфере услуг. В США на эти цели приходится 11% всего потребления энергии в сфере услуг, или примерно 37 кВт-ч/м²/год. В Канаде – 50 кВт-ч/м²/год²⁶. В России удельное потребление электроэнергии в сфере услуг равно 99 кВт-ч/м²/год. Если допустить, что доля освещения равна 50%, то получим значение равное 50 кВт-ч/м²/год. В США удельный расход на цели освещения для организаций образования равен 27 кВт-ч/м²/год, для здравоохранения – 34-58 кВт-ч/м²/год, для организаций торговли – 67 кВт-ч/м²/год, для офисов – 44 кВт-ч/м²/год²⁷. В России для многих организаций удельный расход на цели освещения составляет 30-40 кВт-ч/м²/год, то есть удельный расход близок средним величинам для США и Канады.

Число ламп на 1 м² зданий сферы услуг сильно зависит от их назначения. Оно равно от 0,2 в учреждениях образования до 0,4 в отдельных магазинах. В среднем мощность одной лампы равна 42-45 Вт. Существует значительный потенциал снижения удельного расхода энергии на цели освещения в России за счет замены ламп и светильников. В сфере услуг лампа ежедневно используется 10-11 часов, поэтому велик также потенциал экономии электроэнергии за счет управления системами освещения.

Системы **кондиционирования** получают все большее распространение в России, однако, данных о потреблении ими энергии нет. В Канаде здания сферы услуг потребляют в среднем на цели кондиционирования 21 кВт-ч/м²/год, с диапазоном от 15 до 32 кВт-ч/м² в год в зависимости от назначения здания. В США диапазон несколько шире: от 12 до 55 кВт-ч/м² в год в зависимости от назначения здания. В России расход на цели кондиционирования, по-видимому, не превышает 3-5 кВт-ч/м²/год.

Оборудование. Потребление электроэнергии офисным и специализированным оборудованием (двигателями, насосами, плитами, холодильниками) в большой степени зависит от обеспеченности зданий таким оборудованием. В Канаде в зданиях сферы услуг на эти цели уходит в среднем 117 кВт-ч/м²/год, в США в зависимости от назначения здания – от 20 кВт-ч/м² в год в учреждениях образования до 340 кВт-ч/м² в год в продовольственных магазинах. В России на эти нужды в среднем по всем зданиям сферы

²⁶ Energy Use Database на сайте Министерства природных ресурсов Канады (Natural Resources Canada).

²⁷ 2010 U.S. Lighting Market Characterization. Prepared for: Solid-State Lighting Program Building Technologies Program Office of Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy by Navigant Consulting, Inc. January 2012.

услуг расходуется около 45-55 кВт·ч/м²/год. Более низкое значение для России – результат более высокой доли учреждений образования в площади зданий сферы услуг и меньшей оснащенности оборудованием. Данных для формулирования выводов об энергоэффективности этого оборудования явно недостаточно.

4. Выявление аналогий состояния сектора зданий России и зарубежных стран

Выявление аналогий состояния сектора зданий России и зарубежных стран – нетривиальная задача. Для ее решения необходимо выбрать систему координат, в которой можно сравнивать положение сектора зданий. К таким координатам можно отнести: средний возраст зданий; темп прироста фонда зданий; обеспеченность жилой площадью на душу населения; обеспеченность зданиями сферы услуг на душу населения; уровень благоустройства и зданий и обеспеченности бытовым, офисным и специализированным оборудованием; требования по теплозащите ограждающих конструкций; параметры эффективности использования энергии в зданиях (удельный расход энергии в целом и на цели отопления в частности; долю зданий, в которых ежегодно проводятся комплексные капитальные ремонты.

Для того чтобы выявить аналогии состояния сектора зданий, необходимы измеримые и сопоставимые координаты. Например, показатели уровней благоустройства зданий и обеспеченности бытовым, офисным и специализированным оборудованием по отдельности оценить можно, но ... (а) не по всем странам и (б) их довольно сложно свести в какой-то интегральный показатель. В качестве индикатора благоустройства был использован показатель доли жилого фонда, оборудованного водопроводом. Какие-то показатели могут быть оценены как удельные расходы, параметры сопротивления теплопередаче, и на основе анализа траекторий их динамики могут быть определены временные разрывы – количество лет, на которое Россия отстает в определенном отношении от ведущих зарубежных стран, или количество лет, которое потребуется России при некоторых допущениях для ликвидации этих разрывов в ключевых показателях.

Таким образом, из приведенного выше списка были отобраны измеримые показатели и определены единицы, в которых они будут измеряться. Дании потребовалось 35 лет, чтобы среднее удельное потребление энергии всеми зданиями стало соответствовать требованиям, нормативно введенными для новых зданий в 1979 г.

Таблица 3. Параметры для выявления аналогий состояния сектора зданий России и зарубежных стран

Показатель	Единица измерения показателя	Количество лет отставания или количество лет, необходимое для ликвидации разрыва
Средний возраст зданий (по площади)	лет	
ЕС	38-58	
США и Канада	40-41	
Россия	37	
Темп прироста фонда зданий	м ² /чел/год	

Показатель	Единица измерения показателя	Количество лет отставания или количество лет, необходимое для ликвидации разрыва
ЕС	0,2-0,7	
США и Канада	0,8	
Россия	0,4-0,45	
Обеспеченность жилой площадью на душу населения	м ² /чел.	
ЕС	40-60	35-50 лет
США и Канада	55-65	45-60 лет
Россия	23,4	
Обеспеченность зданиями сферы услуг на душу населения	м ² /чел.	
ЕС	6-14	до 35 лет
США и Канада	11-18	10-60 лет
Россия	9,8	
Доля жилого фонда, оборудованного водопроводом	%	
ЕС	88-99	25-50 лет
США и Канада	99	25 лет
Россия	78,5	
Доля МКД	%	
ЕС	40	25 лет
США и Канада	10-12	60-90 лет
Россия	67	
Требования по теплозащите ограждающих конструкций	м ² °С/Вт	
Стены		
ЕС	6,0	15-20 лет
США и Канада	3,5-4,0	0-5 лет
Россия	3,5	
Окна	м ² °С/Вт	
ЕС	1,0	15-20 лет
США и Канада	0,5-0,7	0-5 лет
Россия	0,60	

Показатель	Единица измерения показателя	Количество лет отставания или количество лет, необходимое для ликвидации разрыва
Параметры эффективности использования энергии в жилых зданиях (удельный расход энергии на цели отопления для сопоставимых климатических условий)	кВт-ч/ м ² /год	
ЕС	150	20-40 лет
США и Канада	116-160	25-50 лет
Россия	231	
Параметры эффективности использования энергии в зданиях сферы услуг (удельный расход энергии на цели отопления учреждений образования для сопоставимых климатических условий)	кВт-ч/ м ² /год	
ЕС	116	30-40 лет
США и Канада	152-213	12-33 года
Россия	291	
Доля зданий, в которых ежегодно проводятся комплексные капитальные ремонты	%	
ЕС	3-4	
США и Канада	1	
Россия	0,2	Необходимо 2-3%

Источник: ЦЭНЭФ

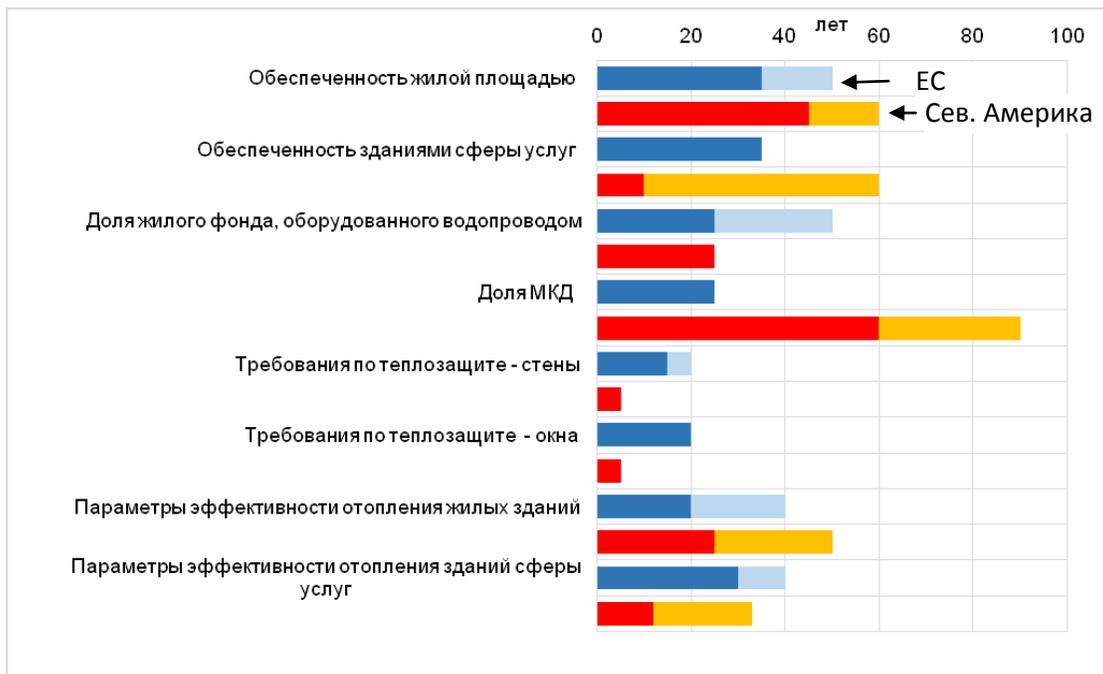
Сравнение проведено отдельно по странам ЕС и Северной Америки (США и Канаде). В развивающихся странах, таких как Китай, жилой фонд растет быстро, его средний возраст невелик; быстро растет также обеспеченность жилой площадью, и при серьезных требованиях к энергоэффективности новых зданий весь жилищный фонд достаточно быстро может стать достаточно энергоэффективным. В развитых странах со старым жилищным фондом и фондом зданий сферы услуг повышения энергоэффективности можно добиться за счет активизации капитальных ремонтов.

Основные результаты сравнения отражены на рис. 11. По итогам сравнения получается, что отставание России от передовых развитых стран составляет:

- по требованиям к теплозащите зданий – не менее 20 лет;
- по параметрам эффективности использования энергии в жилых зданиях – не менее 20 лет;
- по параметрам эффективности использования энергии в общественных зданиях и зданиях сферы услуг – не менее 15 лет;
- по уровням благоустройства – не менее 25 лет;
- по уровню обеспеченности жилой площадью – не менее 35 лет.

Рисунок 11

Количество лет отставания или количество лет, необходимое для ликвидации разрыва в основных показателях



Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-ХХI

Для ликвидации этого отставания необходимо:

- увеличить долю комплексных капитальных ремонтов по энергоэффективным проектам до 2-3% в год;
- повысить требования к теплозащите зданий до уровней, которые соответствуют или превышают требования Постановления Правительства Москвы от 05.10.2010 № 900-ПП «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественных зданий в городе Москве и внесении изменений в Постановление Правительства Москвы от 09.06.2009 № 536-ПП» или требования проекта СП «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения (EN ISO 13790:2008)»;
- обеспечить софинансирование работ по комплексному капитальному ремонту жилых и общественных зданий при условии снижения в них расходов на отопление по итогам ремонтов не менее чем на 30% и работ по строительству новых зданий с низким потреблением энергии.