

Энергосбережение в США, Европе и России

По материалам журнала «СтройПРОФИ» 2012 г. № 3, 4

Если серьезно задуматься о снижении энергопотребления, необходимо в первую очередь оценить, что получилось в странах Западной Европы, США и в Японии, которые занялись энергосбережением с начала 70-х годов. И следует заметить — не все получалось сразу. Однако после ряда ошибок сегодня и в США, и в Европе (особенно в Германии) накоплен опыт истинной экономии энергии в строительстве и разработано новое законодательство, обеспечивающее приоритет компаниям и гражданам, использующим энергосберегающие технологии и решения.

Если не принимать в расчет попыток ограничения потребления энергии после Второй мировой войны, несовершенный — но первый! — британский закон, регламентирующий теплотехнические характеристики ограждающих конструкций зданий (1965 г.), можно констатировать, что серьезно большинство стран задумалось об энергосбережении только в начале 70-х годов прошлого века.

Несколько условно современную историю энергосбережения можно разбить на 4 этапа: 1973–1991 гг., 1991–2003 гг., 2003–2008 гг. и с 2009 г. по настоящее время.

Основные усилия, направленные на экономию энергии, развитые государства, обделенные в значительной степени природными ресурсами, начинают предпринимать в периоды резкого роста цен на углеводородное сырье; эти периоды, в свою очередь, связаны с обострением международной ситуации, как правило, естественно, на Ближнем и Среднем Востоке.

В большинстве развитых государств **на первом этапе (1973–1991 гг.)** были приняты решения о разработке специальных программ по экономии энергии, выделении значительных бюджетных средств на проведение научно-исследовательских и конструкторских разработок использования нетрадиционных источников энергии, снижения энергопотребления в различных отраслях промышленности и, что стало самым главным на этом этапе, разработке законодательных инициатив, обеспечивающих снижение потребления энергетических ресурсов.

В этот период занимались практически всем: и солнечной энергетикой, и использованием энергии ветра, и тепловыми насосами (использованием энергии Земли), и биотопливом; активизировались работы по атомной энергетике, приливным и геотермальным электростанциям, и, собственно, технологиям энергосбережения.

К сожалению, большинство работ, начатых в те годы, показало недостаточную эффективность и длительную (иногда просто запредельную) окупаемость из-за несовершенных материалов и технологий, имевшихся тогда в распоряжении специалистов. И, кроме того, цены на нефть очень быстро стали снижаться. Именно поэтому щедрые поначалу правительственные ассигнования на разработку альтернативных и нетрадиционных энергетических ресурсов к середине 80-х гг. прошлого века были значительно сокращены.

В то же время польза от этой «нефтяной встряски» была очень большой. Фактически было сломано традиционное мышление, основанное на использовании исключительно углеводородной энергетике, определены наиболее перспективные направления дальнейшей работы. Некоторые исследования продолжились и после прекращения государственного финансирования — частный бизнес понял долгосрочную перспективность некоторых обнаруженных в те годы подходов и продолжил финансирование многих программ. И оказался прав.

И все же, как уже указывалось выше, главным успехом стали многочисленные разработки энергетических законодательств, систем поощрений, субсидий и льгот тем организациям и гражданам, которые способствуют энергосбережению, и, наоборот, штрафов

и других наказаний тем, кто это считает необязательным и «новой блажью». На этом этапе новые законы были, конечно, несовершенны и в дальнейшем не раз корректировались.

В этот период была разработана целостная идеология экономии энергии, было доказано со всей очевидностью, что для успешного решения проблем энергосбережения необходим комплексный подход к нему — улучшение только одного какого-нибудь элемента не позволит кардинально снизить энергопотребление, а иногда может привести и к дискредитации самой идеи энергосбережения.

Важным стало и создание крупных исследовательских центров в Европе и США, а также очень динамичных и мобильных команд специалистов, которые определили значительные успехи энерго-сбережения в последующие годы. В частности, в составе знаменитой Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) был организован отдел по энергосбережению в строительстве, который и стал одним из «законодателей мод» в этой отрасли. Кстати, организовал его Артур Розенфельд (Arthur Rosenfeld), который совсем недавно был удостоен Международной премии «Глобальная энергия», являющейся своеобразной Нобелевской премией по энергетике.

Именно LBNL и некоторые европейские специалисты причастны, пожалуй, к единственному прорывному достижению 70-х — 80-х гг. прошлого века в оконной отрасли — разработке промышленного производства магнетронного нанесения теплоотражающих покрытий на большеформатные листовые стекла. Тепло-отражающие покрытия станут в 90-е годы основным и необходимым элементом энергосберегающих светопрозрачных конструкций.

Также в качестве одного из способов снижения энергетических затрат в зданиях, который в дальнейшем будет применяться во многих странах, стоит упомянуть инициативу правительств Скандинавских стран, заменявших у граждан ЗА СЧЕТ ГОСУДАРСТВА старые неэффективные окна новыми — со стеклопакетами и отдельным стеклом.

Второй этап (1991–2003 гг.) отмечен значительно более интересными результатами с точки зрения внедрения новых энергосберегающих технологий. Дело в том, что за 80-е годы достигнут значительный прогресс в новых технологиях, определенных в качестве приоритетных на первом этапе. И эти наработки стали активно внедряться. Именно в этот период стали широко использоваться тепловые насосы; ветровые генераторы оказались совершенно обыденным делом в Европе, Японии и США; появились современные и очень конкурентоспособные солнечные элементы, повсеместно взялись за строительство энергоэффективных зданий (так называемых «пассивных» домов и домов с нулевым потреблением энергии), впервые массово начали заниматься санацией зданий старой постройки для доведения их до современных требований по энергосбережению.

Практически мгновенно с возникновением нового энергетического кризиса в США появился первый в истории комплексный документ — **Energy Act 1992**, определивший основные проблемы в энергосбережении и направления их решения. Очевидно, что такой объемный документ (несколько сотен страниц) не мог быть разработан в течение нескольких месяцев после того, как он действительно понадобился. По нашим сведениям, он разрабатывался ведущими американскими специалистами и Министерством энергетики США еще с середины 80-х годов прошлого века, и по счастливой случайности в этом документе возникла срочная необходимость, когда он был практически готов.

Energy Act 1992 стал определяющим для развития новых технологий в области энергосбережения и использования альтернативных и нетрадиционных источников энергии больше, чем на 10 лет. Отметим лишь некоторые его моменты:

- ♦ Конгрессом США выделены на обеспечение энергосбережения и значительное снижение энергопотребления совершенно необозримые средства (миллиарды долларов США);
- ♦ впервые сделан упор на создании действенной системы субсидий и льгот для потребителей, выполняющих требования по энергосбережению, на законодательном уровне;
- ♦ запущена программа перспективных стандартов и других нормативов, направленных на экономию энергии во всех отраслях, включая, естественно, строительство и производство строительных материалов, основанная на так называемых «стандартах производительности», т. е. ориентированных на конечный результат — экономию энергии;
- ♦ выделены очень большие средства на публичное продвижение программы энергосбережения и разъяснение ее целей потребителям;
- A** ♦ определены первоочередные цели, обеспечение которых было подготовлено в 80-е гг. и их внедрение могло бы быть достаточно быстрым, среди них в частности:
 - B** замена традиционных ламп накаливания энергосберегающими, замена традиционных окон светопрозрачными конструкциями со стеклопакетами с теплоотражающими стеклами, внедрение новых типов холодильников с
 - C** эффективными агрегатами;
 - ♦ признано необходимым повсеместное внедрение маркировки энергосберегающей продукции, указывающей потребителю ее настоящие характеристики и ожидаемый уровень экономии энергии;
 - ♦ дан старт созданию ряда профессиональных объединений, которые должны стать проводниками государственной политики энергосбережения, создавать новые методы оценки материалов и конструкций, в том числе — National Fenestration
 - E** Rating Council (Совет по оценке светопрозрачных конструкций); на организацию и работу этих ассоциаций были выделены государственные средства;
 - F** ♦ обозначены цели по разработке и строительству (с дальнейшим полномасштабным мониторингом результатов) пилотных проектов энергоэффективных зданий различного назначения в разных климатических регионах страны;
 - ♦ выделены средства на создание компьютерных методов оценки характеристик и эффективности различных конструкций.

Через несколько лет после выхода американского документа в программе энергосбережения сделан следующий важный шаг — на этот раз в Германии.

Помимо тех же задач, которые были сформулированы в США в Energy Act 1992, у немецких властей возникла и иная проблема, требующая быстрого решения. При объединении Германии в структуру жилищно-коммунального комплекса страны влилось множество зданий в восточной части страны, которые были построены по советским проектам (мы их называем «хрущевки»). Проведенный в начале 90-х гг. комплексный мониторинг старых зданий показал, что средний расход энергии на отопление, горячее водоснабжение, освещение и другие бытовые нужды в старых зданиях составлял около 280 кВт · ч./м²/год, из них только на отопление расходовалось не менее 220 кВт · ч./м²/год. В условиях достаточно мягкого климата в Германии и постоянного роста стоимости энергоносителей это было признано совершенно нерациональным. Тем более, что к началу

90-х уже появился опыт строительства зданий с использованием современных решений по энергосбережению.

Жителям Восточной Германии Федеральное правительство пообещало в самое кратчайшее время обеспечить уровень жизни, который есть у остальных немецких граждан. Для решения одной из главных задач (обеспечение комфортных условий жизни и снижение размера коммунальных платежей на отопление и электрическую энергию) в этом направлении было два пути: снести все эти здания или привести их в «божеский вид». И вот тут был применен абсолютно новый подход, который в дальнейшем переняли многие страны.

Федеральным законом 1995 г. было установлено, что новые здания должны строиться с удельным расходом энергии на отопление не выше $100 \text{ кВт} \cdot \text{ч./м}^2/\text{год}$, остальные затраты были ограничены еще на уровне $60 \text{ кВт} \cdot \text{ч./м}^2/\text{год}$. Для существующих зданий был определен период в 7 лет, в течение которого они должны быть доведены до установленного уровня энергозатрат или снесены в случае невозможности или нецелесообразности реконструкции. Если же собственник не выполнит положения упомянутого закона, для него наступали «черные дни» — увеличение коммунальных платежей в несколько раз, огромные штрафы, увеличение обязательной страховки имущества, снижение залоговой стоимости и многое другое, что превращало владение таким «проштрафившимся» зданием в дело финансово очень обременительное и бесперспективное.

Известно из истории, что «кнут» и «пряник» необходимо применять совместно — раздельно они практически не работают. Именно поэтому в указанном федеральном законе были предусмотрены финансовые (очень, кстати, небольшие) вливания со стороны государства, налоговые (очень значительные) льготы собственникам, федеральные субсидии на использование современных материалов и технологий и другие (в том числе и нематериальные, а имиджевые) поощрения. Кстати, многие специалисты, воспользовавшиеся этим законом, построили действительно энергоэффективные собственные дома за очень небольшие деньги.

Несмотря на то, что — как и во время первого нефтяного кризиса — цена на энергоносители стала быстро падать, усилия мирового сообщества по созданию энергетики, в меньшей степени, чем прежде, зависимой от углеводородов, не прекратились, а только активизировались и консолидировались. Этим, вероятно, и отличается Россия от Европы и США: немцы и американцы никогда не будут наступать второй раз на те же грабли, если уже набили шишку на лбу однажды.

Именно на втором этапе современной истории энергосбережения было начато большинство проектов «пассивных» зданий и поселков и окончательно сформировалось понимание необходимости комплексной оценки зданий и эффективности энергосберегающих технологий.

Например, при проектировании зданий в соответствии с французским стандартом **RT 2000** «Индивидуальные дома без систем кондиционирования воздуха» необходимо набрать 20 условных баллов по следующим 5 разделам:

- теплоизоляция перекрытий, стен и кровли (от 2 до 5 баллов);
- наличие тепловых мостиков в конструкции здания (от 0 до 4 баллов);
- тип оконных конструкций (от 1 до 3 баллов);
- системы вентиляции (от 1 до 4 баллов);
- системы отопления и горячего водоснабжения (от 1 до 6 баллов).

В документе приведены указания по балльной оценке различных технических решений. Дополнительно учитываются также местоположение и ориентация здания по приведенной в указанных Технических рекомендациях методике. В случае если в сумме по применяемым инженерным и строительным решениям набираются искомые 20 баллов, проект признается удовлетворяющим требованиям по удельному расходу энергии на

квадратный метр в год. **В противном случае он никоим образом не может быть утвержден.** В указанном документе все требования представлены достаточно наглядно и обеспечивают выполнение основного требования — использование эффективных конструкций с гарантированным выполнением требований по экономии энергии. То есть, хочешь применять дорогие и очень эффективные окна, можешь сэкономить, например, на теплоизоляции перекрытий. И нет никакого поэлементного диктата. Это, на наш взгляд, совершенно справедливый и грамотный подход к проектированию энергоэффективных зданий не только для Европы, но и для нашей страны. И, кстати, это позволяет снизить «коррупционную составляющую» не на словах, а на деле.

Подобные документы были разработаны и успешно применяются во многих странах, что очень помогло в истинном становлении энергосберегающего (а в дальнейшем — и «зеленого») строительства.

В конце прошлого века использование в развитых странах нетрадиционных и альтернативных источников энергии — за счет применения тепловых насосов, ветровых генераторов, солнечных коллекторов или батарей, многих других устройств — стало в массовом строительстве совершенно обыденным делом.

В оконной отрасли на этом этапе произошло следующее:

- современные светопрозрачные конструкции стали необходимым атрибутом при строительстве и реконструкции;
- практически во всех развитых странах (за исключением государств с жарким климатом, например, в Испании и Италии) окна из ПВХ профиля со стеклопакетами стали на рынке преобладающей продукцией;
- во всем мире произошел настоящий «бум» в строительстве высотных зданий, фасадные конструкции которых стало возможным и экономически оправданным оборудовать светопрозрачными панелями с энергосберегающим стеклом;
- вернулись и стали активно развиваться проекты зданий с максимальным использованием естественного освещения и активной солнцезащиты, это позволяет снизить в значительной степени нагрузки на системы отопления и кондиционирования воздуха в зданиях различного назначения;
- активизировались попытки совмещения фасадных конструкций зданий с солнечными элементами для выработки дополнительной энергии, используемой в дальнейшем для внутреннего и внешнего электроснабжения;
- практически решены проблемы вентиляции помещений, которые возникали в зданиях различного назначения при их оборудовании современными, как правило, герметичными окнами.

На третьем этапе (2003–2008 гг.), который помимо очередного повышения цен на нефть отмечен повышенным вниманием к процессам глобального потепления, появились значительные успехи в разработке и запуске в массовое производство новых материалов, позволяющих более эффективно использовать, например, солнечную энергию, а также иные возобновляемые источники энергии.

В Юго-Восточной Азии (Таиланд, Тайвань) было начато производство тонкопленочных солнечных элементов, коэффициент полезного действия которых на сегодняшний день выше, чем у традиционных кремниевых, а стоимость существенно ниже. Это предопределило «взрывной» характер роста применения фотоэлектрических систем, в том числе в оконной и фасадной индустрии.

В апреле 2004 г. юридически заработал подписанный в декабре 1997 г. так называемый **Киотский протокол**. В этом документе государства взяли на себя обязательства по ограничению выбросов парниковых газов, способствующих повышению температуры на планете, в атмосферу. Также были установлены соответствующие квоты и разработаны

основные принципы рынка вредных выбросов — развитые государства, обеспечивающие подавляющее производство двуокиси углерода, могут покупать определенное количество выбросов у стран, которые имеют «свободные» невыработанные объемы CO₂. Насколько нам известно, Киотский протокол до сих пор не ратифицирован США, Китаем и некоторыми другими странами, где объемы выброса в атмосферу парниковых газов значительно превышают установленные для них квоты.

Тем не менее, поскольку европейские страны необычайно заинтересованы в улучшении экологической ситуации на планете, Киотский протокол сыграл очень важную роль в дальнейших шагах Евросоюза по направлению энергосбережения.

Основные причины того, что в развитых странах серьезно взяли в последние годы за энергосбережение, можно сформулировать следующим образом:

- ограниченность и конечность ископаемого сырья (нефть, уголь, газ, уран, прочее);
- растущий мировой спрос на энергию (особенно в странах БРИКС — Бразилия, Индия, Китай, Южная Африка и Россия, и в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки) за счет постоянного роста экономики, промышленности и благосостояния населения;
- глобальные изменения климата из-за увеличения эмиссии парниковых газов;
- постоянный и, зачастую, непредсказуемый рост цен на углеводороды;
- активная «атомофобия» во многих странах Западной Европы и борьба «зеленых» против атомной энергетики, еще более обострившиеся после землетрясения в Японии и аварии на АЭС «Фукусима» в марте 2011 г.

На данном этапе был разработан консолидированный документ 27 стран Евросоюза, известный под условным названием **«Программа 20-20-20»**, который был принят Европейским парламентом 17 декабря 2008 г.

В 2004 г. Конгресс США, провозгласив выполнение основных положений Energy Act 1992, принял новый, еще более амбициозный, документ — Energy Act 2004, а также разработал Road Map's (Дорожные карты) для различных отраслей промышленности. Такие документы имеются, в том числе, в оконной и строительной отраслях, которые определили краткосрочные и среднесрочные конкретные цели энергосбережения. Эта программа работает сейчас очень эффективно. Кстати, при принятии Energy Act 2004 было отмечено, что благодаря предыдущему аналогичному документу, несмотря на существенный рост промышленных производств в США, потребление энергии в целом по стране практически не изменилось по сравнению с 1990 г. Причем, что особенно важно отметить, и в Евросоюзе, и в США налажена необычайно четкая координация различных мероприятий по энергосбережению не только между странами, но и между отраслями промышленности.

Энергосбережение действительно становится основой экономики, а что еще удивительнее — поддерживается большинством граждан разных стран, несмотря на то, что некоторые новые технологии сегодня все еще значительно дороже традиционных. Подтверждением сказанному является то, что в последние годы во многих странах появляются, как грибы после дождя, различные проекты «пассивных» и «активных» зданий — не только малоэтажных, но и высотных, выше 100 метров. В них собраны многие достижения и открытия последних лет.

Оконные фирмы тоже не оказались в стороне от мирового *main stream*. Начиная с 2005 г. большинство ведущих фирм всё больше используют в своей традиционной продукции энергосберегающие технологии, например, солнечные элементы в качестве жалюзи или межэтажных заполнений, и представляют реализованные проекты новых зданий с минимальным или нулевым расходом энергии на их эксплуатацию.

В этот же период были разработаны и новые, во многих случаях совершенно «драконовские», меры наказания тех, кто не поддерживает усилия государства по переходу

на более экологические виды топлива и всемерную экономию энергии. Есть, конечно, и поощрения.

Четвертый этап (начался в 2009 г.) мы выделяем по нескольким причинам.

1. В предыдущем году начался крупнейший после Великой депрессии 30-х годов прошлого века финансовый кризис, который уже в начале 2009 г. очень негативно сказался на экономиках практически всех стран. Особенно сильно он отразился на финансовой сфере и строительной отрасли. Казалось бы, все очень затратные проекты по энергосбережению в этот период должны быть приостановлены или вовсе на время забыты, и компаниям следовало перейти на выпуск более дешевой и менее качественной продукции.

2. Очень активно начала работать «Программа 20-20-20» Европейского союза. Основными целями этой программы по энергосбережению и защите климата до 2020 г. являются:

- ≡ снижение энергопотребления на 20% по сравнению с 1990 г.;
- ≡ сокращение выброса двуоксида углерода на 20% по сравнению с 1990 г.;
- ≡ увеличение доли использования возобновляемых источников энергии в общем энергетическом балансе до 20%.

Это общие для Евросоюза цели. Каждая из стран, входящих в него, устанавливает собственные ориентиры и разрабатывает программы, зачастую опережающие средние показатели по энергосбережению, установленные в «Программе 20–20–20». Следует сказать, что немцы делают необычайно много в продвижении энергосберегающих технологий. Их перспективная программа значительно опережает установки ЕС.

«Программа 20-20-20» является первым этапом масштабных планов, провозглашенных развитыми странами. **Целью Евросоюза является сокращение до 2050 г. выбросов в атмосферу парниковых газов на 85–90% по сравнению с 1990 г.,** но с учетом того, что к решению этой проблемы подключатся все индустриальные страны.

По оценке специалистов ЕС, выгоды энергетической безопасности стран, членов Евросоюза, и изменения качества воздуха от выполнения перспективной программы к 2050 г. будут заключаться в следующем:

- экономия энергетических расходов в среднем в год между 2010 и 2050 гг. составит от 175 до 320 млрд. евро (при первоначальных инвестициях в 270 млрд. евро);
- снижение потребления первичной энергии на 30% по сравнению с 2005 г. без сокращения объема энергетических услуг;
- более высокая безопасность энергоснабжения экономики ЕС (сокращение вдвое импорта нефти и газа по сравнению с 2010 г., экономия в 2050 г. 400 млрд. евро на оплате нефтяных и газовых счетов ЕС при сегодняшнем уровне цен, страхование от экономического ущерба в результате возможных резких скачков цен на энергоносители);
- получение выгод, связанных с улучшением качества воздуха и здоровья населения, в 27 млрд. евро в 2030 г. и 88 млрд. евро в 2050 г.

По оценкам европейских ученых, сокращение до 80% сегодняшнего уровня выбросов двуоксида углерода и 20% потребления энергии возможно за счет использования имеющихся в настоящее время технологий.

3. В глобальный процесс борьбы за энергосбережение и повышение энергетической эффективности своих экономик включились такие гиганты, как Россия и Китай.

Что касается Китая, это один из главных загрязнителей атмосферы. При огромных объемах производства промышленные предприятия этой страны до последнего времени практически не обращали внимания на энергоемкость продукции — дешевизна рабочей силы

компенсировала с лихвой излишние затраты на энергию. Тот факт, что Правительство КНР провозгласило энергосбережение одним из приоритетов экономики, является необычайно показательным. Именно в Китае в последние годы проектируется и строится большинство зданий с использованием новейших достижений в области энергосбережения, включая и высотные здания с нулевым потреблением энергии. Причем там работают практически все ведущие архитекторы мира. Именно в этой стране сегодня производится больше всего солнечных элементов последнего поколения. Именно китайцы сосредоточились в последние годы на покупке лицензий и (гораздо чаще) на привычном для них копировании технологических новинок, направленных на экономию энергии в различных отраслях экономики. Зная о необычайной прагматичности руководителей и специалистов этой страны, можно констатировать, что они поняли: политика энергосбережения — это очень надолго и, без сомнения, чрезвычайно выгодно.

4. Только сейчас стали рассматриваться и законодательные ограничения по применению в различных отраслях промышленности традиционных источников энергии. После сильнейшего землетрясения и катастрофического цунами в марте 2011 г. в Японии, которые привели к разрушениям нескольких энергоблоков атомной станции Фукусима и сильнейшему радиационному загрязнению, протесты против дальнейшего развития ядерной энергетики активизировались не только в Японии, но и в большинстве стран Западной Европы. Это сделало необходимость развития использования нетрадиционных и альтернативных видов энергии еще более актуальной.

В оконной отрасли активизировалась работа по повышению требований к светопрозрачным конструкциям. В соответствии с введенными в действие с октября 2009 г. немецкими нормами **EnEV**, коэффициент теплопередачи светопрозрачных конструкций должен быть не выше $1,3 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (сопротивление теплопередаче — не менее $0,769 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$).

Был разработан и проект следующей редакции этих **норм EnEV 2012**, в соответствии с которыми коэффициент теплопередачи светопрозрачных конструкций с 1 января 2012 г. должен быть не более $0,8\text{--}0,9 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (сопротивление теплопередаче — не менее $1,11\text{--}1,2 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$).

В большинстве других стран Евросоюза также принимаются нормативные требования, направленные на повышение теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций. Все ведущие европейские производители профиля (Profine, Rehau, VEKA, SCHUECO и мн. др.) уже разработали эффективные системы, позволяющие обеспечить новые требования по энергосбережению. **Кстати, в ряде европейских стран разработаны и планы по замене старых оконных конструкций новыми, более эффективными.**

Подобные программы существуют во многих странах и, как правило, поддерживаются государством. Так, например, в США владельцам частных односемейных домов государство предоставляет налоговые вычеты на сумму в 1 500 долларов (что очень выгодно для тех, кто честно платит налоги), если они меняют старые окна на новые, превышающие установленные для данного региона теплотехнические требования.

По материалам журнала «СтройПРОФИ» 2012 г. № 3, 4

<http://stroy-profi.info/archive/11033>

<http://stroy-profi.info/archive/11071>

Информация подготовлена службой энергоменеджмента
регионального филиала «Одесская железная дорога» ПАО «Укрзалізниця» ©

ул. Среднефонтанская, 23, г. Одесса 65039

тел.: (048) 727-11-11, факс (048) 727-11-24, e-mail: www.ner@odz.gov.ua