***Содержание***

Введение

1. Зарождение энергосбережения

1.1 Использование энергии ветра и воды вместо физического труда

1.2 Получение воды и холода из вихревых потоков на Великом шёлковом пути

2. Энергосбережение в эпоху средневековья и нового времени

2.1 Развитие ветряных и водяных мельниц

2.2 Немецкие энергосберегающие дома "фахверк"

3. Современная история энергосбережения

3.1 Первый этап или предпосылки для зарождения современной истории энергосбережения

3.2 Второй этап современной истории энергосбережения

3.3 Третий этап современной истории энергосбережения

3.4 Четвёртый этап современной истории энергосбережения

3.5 Пятый этап или энергосбережение в наши дни

Список литературы

# ***Введение***

Энергосбережение - это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосберегающие меры оказывают положительный эффект в экономических и экологических аспектах развития. Энергосбережение - важная задача по сохранению природных ресурсов. В настоящее время, понятие "энергосбережение" имеет научный статус, в этой области проводится множество исследований. В настоящей работе приведена история развития энергосбережения с её зарождения и до наших дней.

# ***1. Зарождение энергосбережения***

# ***.1 Использование энергии ветра и воды вместо физического труда***

Первобытная эпоха и Древний мир характеризовались преобладанием физического труда. Но уже в эпоху Античности произведено крупное открытие в области энергосбережения, которое можно отнести к использованию альтернативных источников энергии - использование энергии воды и ветра.

Предположительно древнейшие мельницы были распространены в Вавилоне, о чем свидетельствует кодекс царя Хаммурапи (около 1750 г. до н.э.). Описание органа, приводившегося в действие ветряной мельницей, - первое документальное свидетельство использования ветра для приведения механизма в действие. Оно принадлежит греческому изобретателю Герону Александрийскому, I век н.э. Персидские мельницы описываются в сообщениях мусульманских географов в IX в., отличаются от западных конструкцией с вертикальной осью вращения и перпендикулярно расположенными крыльями, лопатками или парусами. Персидская мельница имеет лопасти на роторе, расположенные аналогично лопаткам гребного колеса на пароходе и должна быть заключена в оболочку, закрывающую часть лопаток, иначе давление ветра на лопасти будет одинаковым со всех сторон и, так как паруса жестко связан с осью, мельница не будет вращаться. Еще один вид мельниц с вертикальной осью вращения известен как китайский ветряк. Конструкция китайской мельницы значительно отличается от персидской использованием свободно поворачивающегося, независимого паруса.

Водяные мельницы известны в Римской империи со II века до н.э., описаны Витрувием, но широкое применение получат в Средневековье.

# ***1.2 Получение воды и холода из вихревых потоков на Великом шёлковом пути***

Впервые о вихревых потоках упоминается в Коране [3: 113 (117)], в переводе И.Ю. Крачковского (1963): "То, что они тратят… подобно вихрю, в котором холод: он поразил посев людей…". Т.е. древний литературный памятник бесстрастно зафиксировал то, что за полторы тысячи лет до открытия французского инженера Ж. Ранке люди знали, что в центре вихревого потока температура газа может упасть до степени замораживания.

Наглядным примером способности инженеров древности использовать обнаруженные и наблюдаемые природные эффекты является Великий шёлковый путь. Одним из его главных достоинств были колодцы. В целях увеличения, провозной способности караванов, инженеры сделали всё, чтобы вьючные животные не тащили на себе огромные запасы питьевой воды необходимые каравану, кроме определённого потребного минимума на один переход. Вдоль пути на расстоянии в 12-15 км друг от друга были созданы колодцы, в каждом из которых имелась вода, в достаточных количествах, чтобы напоить караван в 150-200 верблюдов.

В таком колодце чистая вода добывалась непосредственно из атмосферного воздуха. Разумеется, процентное содержание водяных паров в пустынном воздухе крайне незначительно (меньше 0,01% удельного объёма). Но благодаря конструкции колодца через его объём "прокачивался" пустынный воздух тысячами кубометров в сутки и у каждого такого кубометра отнималась практически вся масса воды, содержащаяся в нём. Древние инженеры использовали вихревой эффект. Сам колодец был наполовину своей высоты вкопан в грунт (см. рис.1).

энергосбережение ветряная водяная мельница



Рис.1 - Реконструкция колодцев Великого шёлкового пути

Путешественники спускались за водой по лестницам на отмостки, и черпали воду. В центре углубления для скопившейся воды возвышалась аккуратно выложенная высоким конусом груда камней, выполнявших функцию конденсатора. Арабы свидетельствуют, что скопившаяся вода и воздух на уровне отмостков, были на удивление холодными, хотя снаружи колодца стояла убийственная жара. Нижняя тыльная часть камней в груде была влажной, а на ощупь камни были холодными.

К сожалению, скупость в описании конусного и шатрового свода колодца не дает чёткого представления о конструктивных особенностях. Недостаточность информации приходится возмещать умозрительными построениями. Стоит только обратить внимание на лёгкое удивление арабов: керамическая облицовка и в те времена была недешёвым материалом, но строители колодцев не считались с затратами и каждый колодец имел такое перекрытие. А ведь это делалось не просто так, поскольку материалам из глины можно было придать любую необходимую форму, затем отжечь и получить готовую деталь, способную работать в самых тяжёлых климатических условиях долгие годы.

В конусном или шатровом своде колодца были выполнены радиальные каналы, прикрытые керамической облицовкой, или сама керамическая облицовка представляла собой набор деталей с уже готовыми сечениями радиальных каналов. Нагреваясь под лучами солнца, облицовка передавала часть тепла воздуху в канале. Возникало конвективное течение нагретого воздуха по каналу. В центральную часть свода вбрасывались струи нагретого воздуха. Возникает вопрос, каким образом появлялось вихревое движение внутри здания колодца. Самое первое предположение, что ось каналов не совпадала с радиальным направлением. Имелся небольшой угол между осью канала и радиусом свода, то есть, струи были тангенциальными (рис.2).



Рис.2 - Накопление воды в колодце

Строители использовали очень малые углы тангенциальности - не более 5º. Угловая величина в 5º довольно незначительна, невооружённым глазом её порой и не разглядеть. Вероятно, поэтому технологический секрет инженеров древности остаётся неразгаданным и по сей день.

# ***2. Энергосбережение в эпоху средневековья и нового времени***

# ***2.1 Развитие ветряных и водяных мельниц***

В эпоху Средневековья и Нового времени наступил период коренного преобразования практически во всех сферах, связанных с физическим трудом. Приобрели массовую популярность ветряные и водяные мельницы с последующей их модернизацией.

Ветряные мельницы с горизонтальной ориентацией ротора известны с 1180 г. во Фландрии, Юго-Восточной Англии и Нормандии.

В XIII веке в Священной Римской империи появились конструкции мельниц, в которых всё здание поворачивалось навстречу ветру.

Водяные мельницы были распространены в основном в горных районах с быстрыми реками. Широкое распространение получили в Средневековье, особенно при монастырях. Бенедикт Нурсийский предписывал каждому монастырю обзавестись водяной мельницей. В начале XVIII в. подобные устройства приводили в движение ткацкие станки на текстильных фабриках.

Мельницы принадлежали феодалам, на чьей земле они располагались. Население было вынуждено искать так называемые принудительные мельницы для помола зерна, которое было выращено на этой земле. В совокупности с плохой дорожной сетью это вело к локальным экономическим циклам, в которые были вовлечены мельницы. С отменой запрета, население стало в состоянии выбирать мельницу по своему усмотрению, стимулируя технический прогресс и конкуренцию. Такое положение дел было в Европе вплоть до появления двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей в XIX веке.

# ***2.2 Немецкие энергосберегающие дома "фахверк"***

В Германии дома с деревянным прочным "скелетом" строили еще с XII века, и немецкое название "фахверк" вместе с технологией распространилось по всей Европе. В Британии и Голландии фахверковые дома стали даже популярней, чем в Германии. Ограждающие конструкции домов "Фахверк" имели неоспоримое преимущество по теплоизоляции, по сравнению с избами, срубами, лачугами с соломенной крышей.

# ***3. Современная история энергосбережения***

Современную историю энергосбережения можно разбить на 5 этапов: 1965 г., 1973-1991 г. г., 1991-2003 г. г., 2003-2008 г. г. и 2009 г. - по настоящее время. Рассмотрим подробнее каждый из них.

# ***.1 Первый этап или предпосылки для зарождения современной истории энергосбережения***

Если не принимать в расчет попыток ограничения потребления энергии после Второй мировой войны, то первый, хоть и несовершенный закон закон Великобритании, регламентирующий теплотехнические характеристики ограждающих конструкций зданий был принят в 1965 году. Примерно в это же время в СССР на съездах КПСС обсуждалось о необходимости снижения удельных энергозатрат на единицу продукции, однако дельных мер предпринято не было ни у нас, ни в других странах.

# ***3.2 Второй этап современной истории энергосбережения***

Старт второго этапа современной истории энергосбережения (1973-1991) связан с арабо-израильским конфликтом, известным как "Война Судного Дня", нефтяным эмбарго и резким ростом цен на нефть и газ. После настоящей паники из-за роста цен на бензин, многокилометровых очередей на бензоколонках в Европе и США, неконтролируемого роста стоимости электрической и тепловой энергии, а в ряде случаев, с длительными перебоями их подачи, в большинстве развитых государств были приняты решения о следующем:

. разработке специальных программ по экономии ресурсов и энергии;

2. выделении громадных бюджетных средств на проведение научно-исследовательских и конструкторских разработок в области использования нетрадиционных источников энергии;

. снижении энергопотребления в различных отраслях промышленности;

. разработке законодательных инициатив, обеспечивающих снижение потребления энергетических ресурсов, что стало самым главным (как выяснилось позже) на этом этапе. Новые законы были, конечно, несовершенны и в дальнейшем не раз корректировались.

В то время ученые вели активные поиски альтернативных источников энергии, разрабатывали конструкции солнечных батарей, ветряных, приливных и геотермальных электростанций, тепловых насосов для использования энергии земли, экспериментировали с биотопливом; активизировались работы по атомной энергетике, разрабатывались различные технологии энергосбережения. К сожалению, большинство работ, начатых в те годы, со временем показали недостаточную эффективность и сверхдолгую окупаемость из-за несовершенных материалов и технологий, имевшихся тогда в распоряжении. Со временем цены на нефть очень быстро стали снижаться и, в конце концов, крупные правительственные дотации на разработку альтернативных и нетрадиционных энергетических ресурсов к середине 80-х годов прошлого века стали сильно сокращаться.

Однако, нефтяной кризис 1973 г. заставил пересмотреть дальнейшие приоритеты развития энергетики и её несовершенства, связанные с использованием углеводородного топлива, и определил наиболее перспективные направления дальнейшей работы. Некоторые исследования продолжились и после прекращения государственной поддержки - частный бизнес понял дальнесрочную перспективность некоторых обнаруженных в те годы подходов и продолжил финансирование многих программ.

На основе всех исследований была разработана целостная идеология экономии энергии. Практика показала со всей очевидностью, что для успешного решения проблем энергосбережения необходим комплексный подход к решению этой задачи; улучшение какого-то одного, отдельно взятого элемента не позволит кардинально снизить энергопотребление, а порой даже может привести и к дискредитации самой идеи энергосбережения. Через десятилетия это подтвердилось на примере массовой кампании по внедрению в РФ энергосберегающих источников света. Да, они без сомнения лучше, эффективнее, чем обычные лампы накаливания. Но они пока значительно дороже, есть трудности с их утилизацией. Кроме того, никто пока не посчитал, какую долю вносили старые лампы в энергобаланс зданий в зимний период.

Важным событием стало и создание крупных исследовательских центров в Европе и США, а также очень динамичных и мобильных команд соответствующих специалистов. В составе знаменитой лаборатории "Lawrence Berkeley National" (LBNL) был организован отдел по энергосбережению в строительстве, основанный Артуром Розенфельдом, который впоследствии будет удостоен Международной премии "Глобальная энергия", являющейся аналогом Нобелевской премией в области энергетики.

LBNL и некоторые специалисты Европы были причастны к самому прорывному достижению 70-80-х годов XX века в оконной отрасли - разработке магнетронного нанесения теплоотражающих покрытий на большеформатные листовые стекла, которые станут неотъемлемым элементом энергосберегающих светопрозрачных конструкций.

За 80-е годы был достигнут значительный прогресс в энергосберегающих технологиях. В этот период стали широко использоваться тепловые насосы, а ветровые генераторы стали совершенно обыденными устройствами в Европе, Японии и США. Появились также современные и очень конкурентоспособные солнечные элементы, специалисты повсеместно взялись за строительство энергоэффективных зданий ("пассивных" домов и домов с нулевым потреблением энергии), впервые массово начали заниматься санацией зданий старой постройки для доведения их до современных требований по энергосбережению.

Также в качестве одного из энергосберегающих мероприятий в зданиях, которое в дальнейшем будет применяться во многих странах, стоит упомянуть инициативу правительств Скандинавских стран, заменявших у граждан за счёт государства старые неэффективные окна на стеклопакеты.

# ***3.3 Третий этап современной истории энергосбережения***

После начала знаменитой операции США против Ирака "Буря в пустыне" в 1991 году практически стартовал и новый энергетический кризис и начался третий этап истории энергосбережения. Стоимость нефти на некоторое время опять резко выросла и вновь возникла потребность в поисках новых способов экономии энергии.

Практически одновременно с возникновением нового энергетического кризиса в США появился второй в истории комплексный документ "Energy Act 1992", определивший основные проблемы в энергосбережении и направления их решения. Этот объемный документ разрабатывался ведущими американскими специалистами и Министерством энергетики США еще с середины 80-х годов XX века. "Energy Act 1992" стал определяющим для развития новых технологий в области энергосбережения и использования альтернативных и нетрадиционных источников энергии более чем на 10 лет. Здесь следует отметить следующие моменты:

конгрессом США были выделены на обеспечение энергосбережения, значительное снижение энергопотребления несколько миллиардов долларов;

впервые был сделан упор на создание действенной системы субсидий и льгот для потребителей, выполняющих требования по энергосбережению, на законодательном уровне;

была запущена программа перспективных стандартов и других нормативов, направленных на экономию энергии во всех отраслях, включая, строительство и производство строительных материалов, основанная на стандартах производительности, ориентированных на экономию энергии;

были выделены очень большие средства на публичное продвижение программы энергосбережения и разъяснение ее целей потребителям;

были определены первоочередные цели, обеспечение которых было подготовлено в 80-е годы, и внедрение их могло бы быть достаточно быстрым. Среди них были в частности:

замена традиционных ламп накаливания на энергосберегающие;

замена традиционных окон на светопрозрачные конструкции со стеклопакетами с теплоотражающими стеклами;

внедрение новых типов холодильников с эффективными агрегатами;

было признано необходимым повсеместное внедрение маркировки энергосберегающей продукции, указывающей потребителю ее реальные характеристики и ожидаемый уровень экономии энергии;

был дан старт созданию ряда профессиональных государственных объединений, разрабатывающих новые методы оценки материалов и конструкций, одна из которых - "Совет по оценке светопрозрачных конструкций" (National Fenestration Rating Council);

были обозначены цели по разработке и строительству (с дальнейшим полномасштабным мониторингом результатов) пилотных проектов энергоэффективных зданий различного назначения в разных климатических регионах страны;

были выделены средства на создание компьютерных методов оценки характеристик и эффективности различных конструкций.

В то время в Германии возникла и другая 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 ("хрущевки"). Проведенный в начале 90-х годов комплексный мониторинг показал, что средний расход энергии на отопление, горячее водоснабжение, освещение и другие бытовые нужды в старых зданиях составлял около 280 кВт час/м2год, из них только на отопление не менее 220 кВт час/м2год. В условиях достаточно мягкого климата в Германии и постоянного роста стоимости энергоносителей это было признано совершенно нерациональным.

Жителям Восточной Германии правительство пообещало в кратчайший срок обеспечить такой же уровень жизни, как у граждан Западной Германии. Для решения одной из главных задач в этом направлении возможно было или снести все эти здания, или произвести их реконструкцию.

В 1995 г. был издан федеральным закон, в соответствии с которым новые здания должны строиться с удельным расходом энергии на отопление не выше 100 кВт час/м2/год, остальные затраты были ограничены еще на уровне 60 кВт час/м2год. Для существующих зданий был определен период в 7 лет, в течение которого они или должны быть доведены до установленного уровня энергозатрат, или должны быть снесены, в случае невозможности или нецелесообразности реконструкции. Если же положения упомянутого закона не будут выполнены, то собственнику в несколько раз увеличивали коммунальные платежи, налагали огромные штрафы, увеличивали обязательные страховочные взносы, снижали залоговую стоимость и т.д.

Также в федеральном законе были предусмотрены: финансовые вливания со стороны государства, налоговые льготы собственникам, федеральные субсидии на использование современных материалов и технологий и другие поощрения. Многие специалисты, воспользовавшиеся этим законом, построили действительно энергоэффективные собственные дома за очень небольшие деньги.

Тем временем во Франции был разработан документ RT 2000 "Индивидуальные дома без систем кондиционирования воздуха". В соответствии с ним необходимо набрать 20 баллов по следующим 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. Только если в сумме набираются 20 баллов, то проект может быть утвержден. В указанном документе все требования представлены достаточно наглядно и обеспечивают использование эффективных конструкций с гарантированным выполнением требований по экономии энергии. Т.е. можно применять дорогие и очень эффективные окна, можешь сэкономить, например, на теплоизоляции перекрытий. И нет никакой поэлементной догмы, что демонстрирует справедливый и грамотный подход к проектированию энергоэффективных зданий не только для Европы, но и РФ, что также позволяет частично снизить коррупцию в строительной сфере.

Подобные документы успешно применяются во многих странах, что помогло в формировании "зеленых" стандартов строительства.

В оконной отрасли на этом этапе произошло следующее:

современные светопрозрачные конструкции стали необходимым атрибутом при строительстве и реконструкции;

практически во всех развитых странах, кроме государств с жарким климатом (Испании, Италии), окна из ПВХ-профиля со стеклопакетами стали преобладающей на рынке продукцией. Особенно, когда в ПВХ профилях были заменены свинцовые добавки на более экологичные;

в этот период современные оконные технологии пришли и утвердились в РФ и в Китае, а к концу его по объему производства светопрозрачных конструкций Китай вышел на первую, а РФ - на третью позицию в мире;

во всем мире произошел "бум" в строительстве высотных зданий, фасадные конструкции которых оборудуются светопрозрачными панелями с энергосберегающим стеклом;

вернулись и стали активно развиваться проекты зданий с максимальным использованием естественного освещения и активной солнцезащиты, что 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;

были практически решены проблемы вентиляции помещений, которые возникали в зданиях различного назначения при их оборудовании современными, как правило, герметичными окнами.

Этот этап продолжался вплоть до 2003 года и отмечен значительно более интересными результатами с точки зрения внедрения новых энергосберегающих технологий.

# ***3.4 Четвёртый этап современной истории энергосбережения***

Начало четвёртого этапа современной истории энергосбережения в 2003 г. связано не только с военной операцией США в Ираке и Афганистане и последовавшим увеличением стоимости углеводородов, но и с осознанием того факта, что климат планеты достаточно серьезно меняется. А в глобальном потеплении виноваты, в значительной степени, деятельность человека и неконтролируемый выброс двуокиси углерода.

В этот период отмечались значительные успехи в разработке и запуске в массовое производство новых материалов, позволяющих более эффективно использовать солнечную и иные возобновляемые виды энергии. В частности, в Юго-Восточной Азии (Таиланд, Тайвань) было начато производство тонкопленочных солнечных элементов, КПД которых выше традиционных кремниевых, а стоимость существенно ниже. Это предопределило "взрывной" характер роста применения фотоэлектрических систем.

В апреле 2004 года юридически заработал подписанный в декабре 1997 г. "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 страны, обеспечивающие подавляющее производство СО2, имеют возможность покупать определенное количество выбросов у стран, которые имеют "свободные", невыработанные объемы СО2. Однако, только после ратификации данного документа РФ в начале 2004 г., эти важные межправительственные соглашения смогли начать действовать реально. 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, в связи с тем, что Европа заинтересована в улучшении экологической ситуации на планете, Киотский протокол сыграл очень важную роль в дальнейших шагах Евросоюза в деле энергосбережения. 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, принял новый документ "Energy Act 2004", а также разработал "Дорожные карты" (Road Map) для различных отраслей промышленности. Такие документы имеются практически во всех промышленных отраслях и определяют краткосрочные и среднесрочные конкретные цели энергосбережения. Программа "Energy Act 2004" очень эффективно работает и, несмотря на рост промышленности в США, энергопотребление в целом по стране практически не изменилось по сравнению с 1990 г.

Стоит 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, и поддерживается большинством граждан стран, несмотря на то, что некоторые новые технологии сегодня все еще значительно дороже традиционных. Подтверждением сказанного является то, что в последние годы во многих странах появляются различные проекты "пассивных" зданий не только малоэтажных, но и высотных, выше 100 м. В них собраны многие достижения и открытия последних лет.

Оконные фирмы также не оказались в стороне. Начиная с 2005 г. большинство ведущих фирм все больше используют энергосберегающие технологии в своей продукции (солнечные элементы в качестве жалюзи или межэтажных заполнений) и представляют осуществленные проекты новых зданий с минимальным расходом энергии на их эксплуатацию.

В этот же период ужесточились наказания за нерациональное энергопотребление и увеличились поощрения за рациональное.

# ***3.5 Пятый этап или энергосбережение в наши дни***

В целом пятый период новейшей истории энергосбережения не сильно отличался от предыдущего. Однако, для РФ этот этап можно считать качественно новым, поскольку мы предприняли первые попытки для реального, а не формального развития энергосбережения, хоть и с опозданием на несколько десятков лет. После принятия Федерального закона №261 "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности" в декабре 2009 г., нескольких заседаний Государственного совета, посвященных этому вопросу, соответствующих Постановлений Правительства РФ в январе 2011 г. и начала реализации федеральных и региональных программ по энергосбережению.

Применительно к странам Западной Европы пятый период характеризуется тем, что только в 2009 г. реально начала действовать "Программа 20-20-20", которая была принята Европейским Парламентом ещё 17 декабря 2008 г. Свою лепту также внесли события, случившиеся после аварии на АЭС "Фукусима-1" в Японии в марте 2011 г.

# ***Список литературы***

1. X.Б. Умяров. Великий шёлковый путь: вихри в колодцах // Техника молодежи. - 2008. - № 8 - с. 20-23.

2. Свободная энциклопедия ВикипедиЯ [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://ru. wikipedia.org/wiki/свободный. - Загл. с экрана.

3. Русский сайт о Фахверковой Архитектуре Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fwhaus.ru/> свободный. - Загл. с экрана.

. А.В. Спиридонов. Что немцу хорошо, то русскому - лень? // Строительный эксперт. - 2011. - № 09-10.