

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Сибирский государственный индустриальный университет
Архитектурно-строительный институт

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ III ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

4 – 6 октября 2022 г.

Новокузнецк
2022

Секция № 3 НОВЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

УДК 697.34 (075.8)

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Зоря И.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, zorya.i@mail.ru

Организация энергосбережения в масштабах страны задача чрезвычайно сложная. Столь масштабная проблема может эффективно решаться в каждом муниципальном образовании, регионе и в целом по России только программными методами с четким выделением задач для каждого уровня. В статье системно рассмотрены данные вопросы.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, централизованное теплоснабжение, качественное регулирование тепловой нагрузки

Россия является одной из ведущих энергетических держав мира и пока полностью обеспечивает свои внутренние энергетические потребности. Однако эффективность использования первичных источников и преобразованных видов энергии в стране требует существенного повышения. Основой для этого должен стать уже накопленный колоссальный мировой опыт по энергосбережению, который с каждым годом увеличивается благодаря стремительно растущему количеству, масштабности и интенсивности работ в этой области.

Актуальность энергосбережения наглядно просматривается на следующих аспектах:

- **ресурсный аспект:** за последние десятилетия добычи и использования невозобновляемых энергоресурсов человечество приблизилось к кризису мировых запасов топлива;
- **экологический аспект:** бесконтрольная добыча и расточительное использование невозобновляемых энергоресурсов привело к ухудшению экологической обстановки на планете - потепление климата, болезни, загрязнение атмосферы, рек, вырубка лесов. Серьезный энергетический кризис в 1970-х годах заставил Европу задуматься над экологическими проблемами и начать разрабатывать природоохранные проекты. В 1997 году был подписан Киотский протокол, согласно которому государства должны ограничить выброс CO₂ в атмосферу;
- **экономический аспект:** состояние экономики любых государств и жизненный уровень населения во многом определяются наличием запасов топливно-энергетических ресурсов и эффективностью их использования;
- **социальный аспект:** сегодня, когда коммунальные услуги продолжают дорожать, с помощью введения эффективных мероприятий по энергосбережению, должен заработать механизм снижения платежей за коммунальные услуги;
- **политический аспект:** общество на целом ряде кризисных ситуаций прочувствовало, что энергоресурсы имеют критическое значение не только для поддержания и улучшения качества жизни, но и для обеспечения независимости и безопасности страны.

Энергосбережение – одно из основных направлений развития систем теплоснабжения. Вопросы теплоснабжения крупных городов становятся камнем преткновения в рамках реализации реформы жилищно-коммунального хозяйства России. Эта реформа одна из самых сложных и многоаспектных. Во-первых, она затрагивает каждого жителя страны. Во-вторых, слишком много проблем накопилось в сфере ЖКХ за последние 20 лет.

Существующие системы централизованного теплоснабжения были спроектированы в условиях социалистического хозяйства, и этот факт в значительной степени определяет их низкую энергетическую эффективность в новых условиях. Основной функциональной задачей, которая ставилась перед системой теплоснабжения, являлось нормативное обеспечение теплом потребителей в соответствии с температурным графиком. В рыночных условиях основной функциональной задачей является обеспечение потребителям возможности самим

регулировать расход тепла при обязательном коммерческом учете потребленной энергии. Другими словами, в рыночных условиях потребитель должен иметь возможность купить необходимое количество тепла.

Характерный пример реализации указанного рыночного принципа в централизованных системах теплоснабжения представляют собой датские системы централизованного теплоснабжения. Здесь широко используется количественный способ регулирования, поддерживается повышенная температура в магистральных сетях, отбор тепла потребителями осуществляется с использованием автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) при независимом подключении.

Так как отечественные системы централизованного теплоснабжения проектировались с точки зрения несколько иной функциональной задачи и средств для коренной реконструкции нет, то модернизация существующих систем теплоснабжения должна осуществляться поэтапно.

Первым этапом следует определить пути уменьшения тепловых потерь на источниках приготовления тепла, в тепловых сетях и у потребителей тепловой энергии.

Вторым этапом представляется целесообразное введение АИТП, включающих средства коммерческого учета и регулирования потребления тепловой энергии.

В существующих тепловых сетях, как правило, применяется схема с зависимым присоединением системы отопления, при которой теплоноситель из сети поступает непосредственно в отопительные приборы. Такая схема характеризуется жесткой гидравлической связью между тепловой сетью и системой отопления здания. Это ограничивает возможности центрального количественного регулирования, т.к. существенное изменение расхода воды в тепловой сети приводит к потере гидравлической устойчивости и нарушению расчетного гидравлического и теплового режимов. Регулирование отпуска теплоты на ТЭЦ осуществляется качественным способом, т.е. за счет изменения температуры подающего теплоносителя в сети в зависимости от температуры наружного воздуха при постоянном расходе.

При проектировании здания осуществляется настройка гидравлического и теплового режима системы отопления для самой низкой температуры наружного воздуха, принимаемой в качестве расчетной (для г. Новокузнецка расчетная температура равна $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$). Из-за большой инерции систем централизованного теплоснабжения регулирование ведется не по текущей, а по усредненной наружной температуре за промежуток времени 6-12 часов, что приводит к несоответствию фактического и расчетного значений отпускаемой тепловой мощности.

Для обеспечения нагрузки горячего водоснабжения (ГВС) в двухтрубных водяных системах теплоснабжения центральное качественное регулирование ведется по совмещенному графику отопления и ГВС. Температура сетевой воды при этом ограничивается снизу на уровне $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ при закрытых системах и $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ при открытых системах теплоснабжения, что при отсутствии количественного регулирования тепловых нагрузок отопления и ГВС здания приводит к перегреву помещений и перерасходу тепловой энергии. Для города Новокузнецка, который в основном работает по открытой системе теплоснабжения и с регулированием по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, при различных расчетных перепадах температур в тепловой сети ($150/70$, $140/70$ и $130/70$) перегрев помещений начинается в интервале температура наружного воздуха от $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и до конца отопительного периода (рисунок 1).

В данный период времени необходима слаженная работа всех элементов системы автоматики. В качестве управляющего прибора центрального регулирования отопительной системы служит электронный регулятор (контроллер), способный воспринимать информацию от датчиков температуры и от встроенного таймера и преобразовывать ее в команды для электрических исполнительных механизмов, воздействующих на тепловые потоки. Регуляторы систем отопления должны выполнять погодное и программное регулирование.

Погодное регулирование обеспечивается температурным графиком, который задается углом наклона линии изменения температуры в координатах $t = f(t_n)$, где t – температура теплоносителя в подающем или обратном трубопроводах, а t_n – текущая температура наружного воздуха.

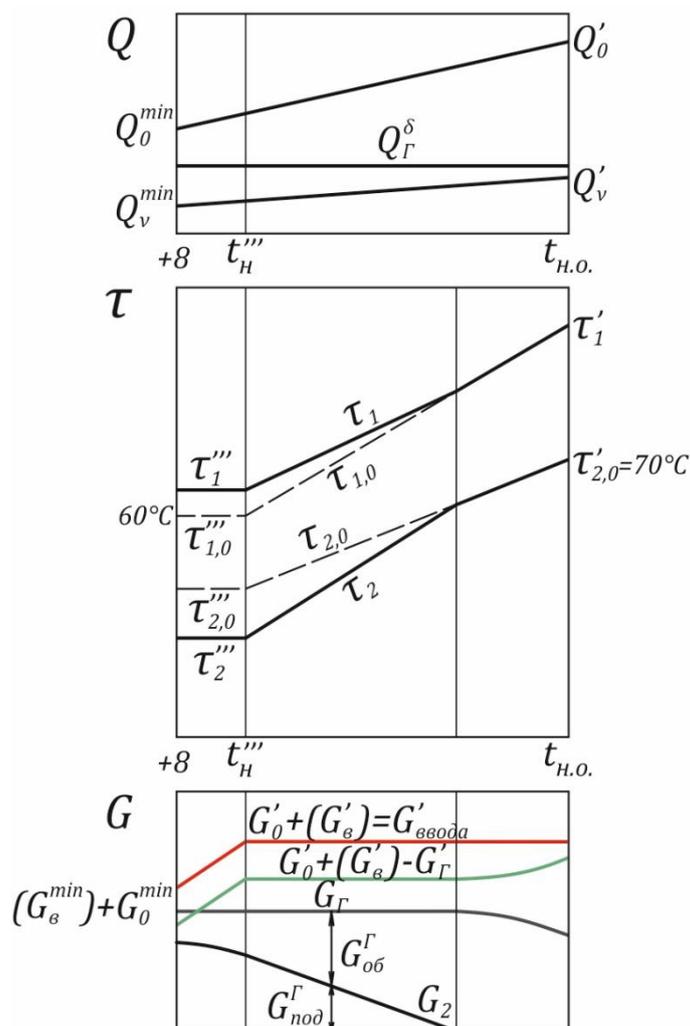


Рисунок 1 – Графики регулирования открытых систем теплоснабжения при совместной нагрузке отопления и ГВС

Программное регулирование позволяет в нужное время перевести систему отопления на погодное регулирование по пониженному (отопительно-бытовому) температурному графику.

На **третьем этапе** необходимо рассмотреть вопросы эффективного, с точки зрения энергосбережения, подключения потребителей к тепловым сетям. При строительстве новых или реконструкции существующих систем теплоснабжения необходимо руководствоваться технико-экономическим обоснованием, подтверждающим техническую и экономическую целесообразность реализации принятого решения. Для получения экономического эффекта необходимо принять оптимальное, с точки зрения энергосбережения, решение и реализовать его на практике.

Главный вопрос, который необходимо решить, – каким образом строить новую систему теплоснабжения: модернизировать существующую сеть теплоцентралей или внедрять малые персональные котельные, обеспечивающие теплом отдельные дома или кварталы.

С экономической точки зрения доказано, что в общем централизованное теплоснабжение на базе ТЭЦ более выгодно. Во-первых, выработка тепла на ТЭЦ проводится на принципе когенерации – одновременной выработки тепловой и электрической энергии. КПД такого процесса значительно выше, чем КПД обычной котельной. Во-вторых, за счет масштабов производства тепла ТЭЦ работает в более экономичных термодинамических режимах, позволяющих генерировать тепло с большей эффективностью. В-третьих, централизованная логистика крупной ТЭЦ, меньшие накладные расходы, меньшая отапливаемая площадь (относительно объемов генерации) позволяют говорить о том, что себестоимость тепловой энергии, произведенной ТЭЦ, ниже, чем у автономного теплогенерирующего пункта.

Поэтому с экономической точки зрения централизованное производство тепловой энергии дает лучшие результаты. Также лучшие результаты дает ТЭЦ и с точки зрения экологии. Конечно, при условии, что станция оборудована современно, опираясь на стандарты. Суммарные выбросы котельных, вырабатывающих такое же количество тепла, как одна ТЭЦ, наносят природе больший ущерб.

Остается одна важная деталь, которая сводит на нет все преимущества ТЭЦ – распределительные сети. Плачевное состояние тепловых сетей, неэффективная теплоизоляция делают потери тепла при его передаче катастрофическими – в ряде случаев они достигают 60 %. Эти потери ложатся финансовым бременем на потребителя, который вынужден по завышенному тарифу оплачивать не только ушедшие в атмосферу гигакалории, но и модернизацию теплосетей, их замену и строительство. Однако стоимость модернизации и прокладки новых теплосетей такова, что нецелевых средств, полученных через повышенные тарифы, едва ли хватает на поддержание теплоцентрали в рабочем состоянии. А целевые инвестиции на данные нужды энергетики получают крайне редко.

Корни этой проблемы исторические. В те времена, когда в стране закладывалась основа теплоэнергетики, на большие энергопотери никто особого внимания не обращал – СССР был одной из самых ресурсобеспеченных стран мира. «Эпоха безвременья» середины 90-х годов прошлого века окончательно подорвала техническую надежность оставшихся сетей. Сегодня перед специалистами стоит сложная задача модернизации существующей системы в рамках жесткой концепции реформирования энергетики в целом.

Анализ показывает, что проблема российского теплоснабжения – не в централизованной системе как таковой, а в неэффективной распределительной сети. Для сравнения можно рассмотреть ситуацию в Дании.

Опыт Дании в данном вопросе необходимо рассмотреть более подробно, т.к. что страна является мировым лидером в области энергосбережения и энергоэффективности. В Дании постоянно ведется активная работа не только в технической сфере, но и нормативно-правовой – каждый год в существующие законы, регулирующие отношения в сфере теплоснабжения, вносятся изменения и дополнения.

В Дании на основании действующего законодательства предусматривается бесприбыльная работа теплоснабжающих организаций (в случае получения какой-либо теплоснабжающей организацией прибыли, она направляется государством в виде дотаций на оплату энергосберегающих мероприятий у потребителей) [1].

В стране нет приватизированных систем централизованного теплоснабжения, они, в основном, принадлежат самим потребителям. Но часто происходит передача полномочий (собственник передает в управление объекты различным специализированным компаниям). В Дании работает Ассоциация по централизованному теплоснабжению, которая в частности занимается сравнительными показателями разных компаний – кто как работает. В Ассоциацию централизованного теплоснабжения Дании входит 400 компаний, 350 из них – это бесприбыльные компании, владельцами которых являются кооперативы потребителей [2].

В настоящее время в Дании большинство централизованных систем работают от нескольких энергоисточников, к числу которых относятся крупные угольные, газовые или мультитопливные ТЭЦ, мусоросжигательные заводы, мини-ТЭЦ, работающие на биомассе, предприятия, поставляющие в сети избыточное тепло от промышленных процессов, а также резервные котельные, функционирующие на природном газе и дизельном топливе.

Одним из приоритетных направлений датской энергетической политики является постоянное увеличение доли ВЭР и природного газа как наиболее экологически чистых видов топлива в энергетическом балансе страны. За последние 15 лет при производстве тепловой энергии доля угля упала с 45 до 20 % при одновременном увеличении доли природного газа с 18 до 35 % и ВЭР с 17 до 40 %. В соответствии с планом «Энергия-21» к 2030 г. для производства тепловой и электрической энергии в Дании будут использоваться только ВЭР (55%) и природный газ (45%) при полном отказе от других видов ископаемого топлива (рисунок 2) [2].

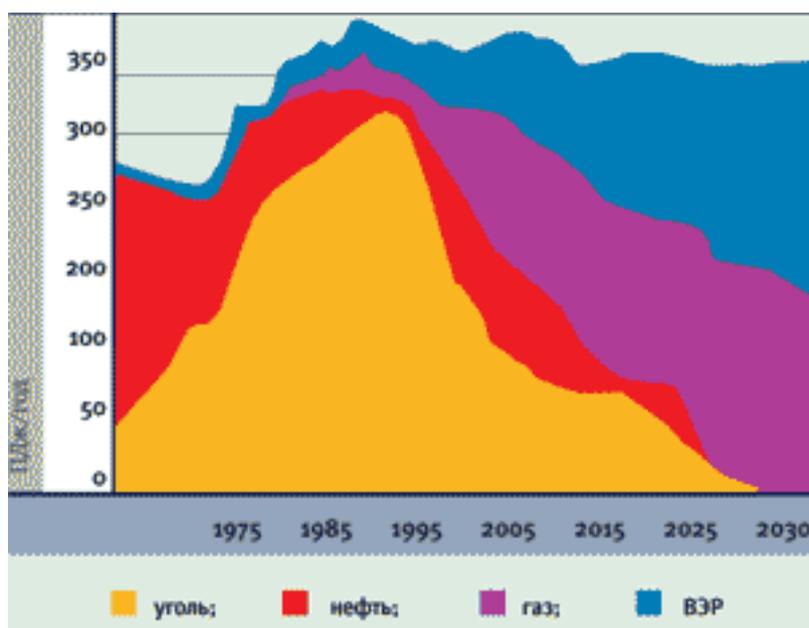


Рисунок 2 – Динамика использования первичных энергоресурсов при производстве тепловой и электрической энергии

Конечно, сложно сравнивать масштабы энергосистем Дании и России, однако опыт западных коллег показывает, что развитие теплоцентралей – не тупиковое, а достаточно перспективное направление развития. Важными моментами являются применение полимерных труб, качественных теплоизоляционных материалов, современного насосного оборудования.

Анализируя опыт западных стран, понимаешь, что одним из самых приемлемых вариантов развития системы теплоснабжения в такой большой стране, как Россия, имеющей сложный климат и проблемы с транспортировкой топлива, является центральное теплоснабжение. Однако необходимо учитывать следующие условия:

- требуется модернизация тепловых сетей с применением новых энергоэффективных технологий. Строительство новых сетей, ремонт старого трубопровода должны осуществляться с применением новых полимерных материалов, с использованием качественной теплоизоляции;

- задача теплоцентрали – доставить тепловую энергию к зданию. И уже от собственника зависит, насколько эффективно он использует это тепло.

- необходимо повсеместное внедрение счетчиков и систем учета расхода тепловой энергии: потребитель должен платить только за фактически израсходованное тепло.

Энергосбережение относится к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности, и единственным реальным способом сохранения высоких доходов от экспорта углеводородного сырья.

Библиографический список

1. Яровой, Ю.В. «Об опыте управления системами централизованного теплоснабжения в городах Дании» [Текст] / Ю.В. Яровой // Новости теплоснабжения. – 2006. – № 10. – С. 36 – 45.
2. Кролин, А.А. «Эффективное теплоснабжение: датский опыт» [Текст] / А.А. Кролин // ЭнергоРынок. – 2005. – № 4. – С. 96 – 108.

Сведения об авторах:

Зоря Ирина Васильевна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедры теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции, Сибирский государственный индустриальный университет.

УДК 696/697(07)

Терехина Ю.В., Котляр В.Д. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СЫРЬЕ И ИЗДЕЛИЯ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	175
Карпиков Е.Г., Лукутцова Н.П., Романова Е.Р., Панфилова А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СИЛИКАТА КАЛЬЦИЯ	179
Бастрыгина С.В. ВЛИЯНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР НА СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКОГО ВЕРМИКУЛИТОБЕТОНА.....	183
Когай А.Д., Дмитриева М.А., Пузатова А.В. МОДИФИКАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БЕТОНОВ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО КОМПОНЕНТА.....	187
Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Головин С.Н. БЕТОН С ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСЬЮ И ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ	192
Моргун Л.В., Гебру Б.К., Немилостивый А.Г. СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ОПОКИ	196
Добшиц Л.М., Николаева А.А. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ЗАПОЛНИТЕЛЯХ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ	199
Яценко Е.А., Чумаков А.А. ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПЕСКА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ПРОПАНТА НА ОСНОВЕ БУРОВОГО ШЛАМА МОРОЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	202
Серюкова И.В., Бурученко А.Е., Григорьев Э.В., Жилин Г.П. СИБИРСКИЙ ПЕРИКЛАЗ – СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ.....	206
Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ НА ОСНОВЕ $MgAl_2O_3$ СИНТЕЗИРУЕМОЙ В СРЕДЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ.....	209
Станевич В.Т., Столбоушкин А.Ю., Рахимова Г.М., Вышарь О.В., Рахимов М.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ.....	212
Кара-сал Б.К., Сарыг-оол С.М., Иргит Б.Б. ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ АРГИЛЛИТОВЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ ТУВЫ.....	217
Скрипникова Н.К., Кунц О.А., Семеновых М.А. ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ЭФФЕКТОМ САМОГЛАЗУРОВАНИЯ	222
Ужахов К.М., Котляр А.В. СЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА.....	225
Буцук И.Н., Маковкина Е.Б., Музыченко Л.Н. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ АВТОТЕХЦЕНТРА В Г. КРАСНОЯРСКЕ.....	229
Буцук И.Н., Куртуков К.В., Музыченко Л.Н. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЭСТАКАДЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ.....	240

Секция № 3 НОВЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ249

Зоря И.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	249
---	------------