

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАДОКСЫ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведен анализ энергетической ситуации в мире, в странах постсоветского пространства. Основное внимание уделено энергетическим проблемам Украины. Показан парадоксальный характер энергетических проблем. Обсуждаются вопросы зависимости уровня комфорта и экологии от потребления энергетических ресурсов. Показана связь качества жизни человека с уровнем потребления энергии. Дан анализ распределения энергетических ресурсов в мире. Прогнозируется возможный пересмотр рынка энергоресурсов. Сравниваются модели энергетической политики и стратегии государства. Подчеркивается высокая рентабельность централизованного управления энергообеспечением на муниципальном уровне. Рассмотрены проблемы научного потенциала и развития энергетического менеджмента. Анализируются соответствия цен на энергоносители с уровнем тепловой защиты зданий, принципами инвестирования в энергетические проекты. Показана актуальность вопроса рыночного подхода к выбору источников энергии в условиях слияния энергобизнеса и власти. Обсуждаются проблемы соответствия энергетической политики Украины с обязательствами по газовому договору с Россией. Рассматривается роль энергии в технологической цепочке агропромышленного комплекса.

The analysis of energy situation in the world and after Soviet countries. The main attention is paid to energy problems of Ukraine. Paradoxal character of energy problems is shown. The matters of ecology and comfort standards dependence on energy consumption are discussed. The analysis of energy resources distribution is given. The possible revision of energy resources market is prognosed. The models of energy policy and state strategies are compared. High profitability of municipal level centralized energy supply management is underlined. The problems of scientific potential and energy management development are considered. Correspondences between energy resources, building thermal protection level and energy projects investment are analysed. The topicality of market approach to energy resources choice in energy business and government merger conditions is shown. The problems of Ukraine energy policy accordance to Russia gas agreement liabilities are discussed. The part of energy in agroindustrial complex technological chain is considered.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, энергия.

Дефицит энергии в мире стремительно растет. Все регионы планеты столкнулись с проблемами обеспечения энергией промышленных отраслей и муниципальных предприятий [1-4]. При этом, темпы восприятия людьми новой философии природопользования, эффективного расхода энергетических ресурсов существенно отстают. Особенно это заметно на постсоветском пространстве. В эпоху СССР страна была пресыщена дешевыми энергоресурсами. Это не воспитывало бережного отношения к энергии, не прививало уважения к джоулю, ватту. Новые экономические принципы, капитализация промышленного производства и коммунальной сферы ярко высветили серьезные противоречия между чрезвычайно низкой культурой использования энергии и быстро растущими ценами на энергоносители. Жители этих стран еще плохо понимают, что энергия – это товар, эффективное использование которого при производстве товаров и услуг даст прибыль, а расточительное сделает банкротом. Системному подходу к исследованию энерготехнологических проблем не обучают при подготовке молодых специалистов. При этом отсутствует опыт поколений в решении задач эффективного использования энергии.

Слияние энергобизнеса и власти, политика государств на энергосбережение, а не на энергоэффективность, не стимулировали внедрение прогрессивных энерготехнологий [5]. Экономика стала рушиться в результате роста цен на энергоносители и эксплуатации старых технологий, принципиально рассчитанных на потребление дешевых энергоресурсов. В результате – острейший экономический и энергетический кризис.

Все эти вопросы анализируются в настоящей работе. Показан парадоксальный характер этих проблем.

Ресурсы и комфорт (парадокс 1).

С 1900 по 2000 г. Потребление энергии в мире увеличилось почти в 15 раз – с 21 до 320 экДж. В настоящее время структура потребления первичных источников энергии в мире следующая:

нефтепродукты – 34,9%,
уголь – 23,5%,
природный газ – 21,1%,
ядерное топливо 6,8%,

возобновляемые источники - ветер, солнце, гидро- и биотопливо – 13.7%.

За 50 лет выбросы углекислого газа в атмосферу возросли в 4.5 раза и сегодня составляют 20×10^{12} м³/год.

В мире в производстве полезно используется только 1/3 сырья. Поэтому, проблема эффективного использования ресурсов является глобальной. Энергетическая мощность мирового производства растет стремительней, чем объем промышленного производства. Энергоносители стали наиболее дефицитным ресурсом в мире.

Естественно стремление слаборазвитых стран повысить уровень комфорта до западных стандартов. Естественно желание европейца улучшить жизненные показатели. Однако для этого требуется увеличить расход ресурсов, в первую очередь – энергии. Добыча энергоносителей, их переработка неизбежно оказывают отрицательное влияние на среду обитания человека. Повышение качества жизни приводит к росту нагрузки на окружающую среду. Парадоксально, но стремление к комфорту неизбежно без ухудшения условий среды обитания. Какой он – разумный баланс, можно ли разумней использовать энергоресурсы? Как расходовать только совершенно необходимое количество энергии при сохранении достигнутого уровня комфорта и, даже, повышать его.

Энергетика, основанная на ископаемом топливе, создает очень много экологических проблем.

Без энергии нельзя сохранить нашу цивилизацию, однако существующие методы производства энергии и высокие темпы роста ее потребления приводят к разрушению окружающей среды.

Энергия – и уровень жизни человека (парадокс 2).

Вся история развития человечества свидетельствует о том, что есть четкая корреляция между уровнем потребления энергии, продолжительностью и качеством жизни.

Если первобытный человек потреблял энергию только с пищей (2 Мкал), то в развитой стране один человек стал потреблять энергии в 100 раз больше, а продолжительность его жизни выросла в среднем с 20 до 70 лет, из которых 50 % тратится на досуг, творчество, созидание [5].

Современная эпоха характеризуется стремительным ростом уровня потребления энергии, особенно в высокоразвитых странах. Каждые 12 лет количество потребляемой энергии удваивается. При этом рост производства увеличивается вдвое только каждые 15 лет. Объясняется это несоответствие растущим уровнем комфортности на производстве и в быту. Исходя из этого, несложно сделать прогноз роста уровня потребления энергии (рис.1).

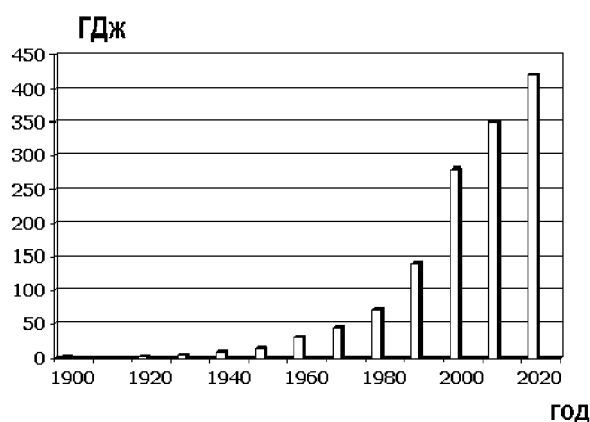


Рис. 1 – Рост уровня потребления энергии одним человеком в индустриально развитых странах

Современное человечество бездумно расходует запасы ценнейшего сырья, которое понадобится будущим поколениям для переработки в препараты, материалы и различные средства.

Быстро растущее потребление энергоносителей при постоянном уменьшении их запасов в недрах планеты вызывает серьезное беспокойство. Поэтому, группой европейских ученых была разработана глобальная прогнозная модель развития человечества, которая получила название «модель римского клуба».

При разработке модели учитывались такие определяющие показатели общества как запасы органического топлива, смертность, рождаемость, население планеты, производство товаров, объем услуг, нагрузка на окружающую среду. Определялись тенденции их изменения за 70 лет развития человечества.

Дальше строились сценарные модели по принципу «что ожидать, если будет развитие таким». Всего составлено 12 сценариев. Первый (самый пессимистичный) сценарий, который изображен выше,

определял, что, если все тенденции сохранятся и не будут найдены дополнительные источники энергии, то в 2030 г. человечество ожидает острейший энерго–экологический кризис.

Последующие сценарии проводились с нарастающим оптимизмом. Авторы предполагали, что со временем будут найдены новые источники энергии, снизится нагрузка на окружающую среду. Авторы не указывали пути, как это сделать, просто рассматривались ситуации, если это произойдет. В этих ситуациях кризисы смягчались и отодвигались во времени. Последний сценарий являлся стабилизационным, были установлены уровни анализируемых параметров, которые обеспечат устойчивое и стабильное существование общества.

Выполненные исследования свидетельствуют, что в ближайшее столетие проблемы энергии, экологии и пищи будут основными для человечества.

Распределение энергоносителей (парадокс 3).

Распределяются энергоносители между странами крайне не равномерно [5]. Практически 80 % населения Земли довольствуются только 20 % используемой в мире энергией.

Жители стран бывшего СССР привыкли потреблять энергию по меркам высокоразвитых стран. Однако по степени индустриального развития этим странам отводятся одни из последних мест в мире. Уровень комфортности жизни основного населения стран далеко не соответствует европейским нормам. Высокий уровень потребления энергии и низкий уровень комфорта свидетельствуют о расточительстве при использовании энергоносителей.

Население Земли будет стремительно расти, но только 15 % из них будут проживать в изобильных странах. 72 % жителей планеты будут составлять китайцы, индусы и африканцы. Прогнозируется, что XXI век станет веком Китая и Индии. Население этих стран увеличится к 2020 году на 1,3 – 1,4 миллиарда человек. Китайский валовой национальный продукт (ВНП) превысит к 2020 году ВНП западных стран. В 2012 году Китай по ВНП перегнал Японию, а в 2040 г. - догонит США. По прогнозам ежегодный прирост ВНП Китая будет в пределах 7,4 – 10,7 % без тенденций к замедлению роста (рис.2).

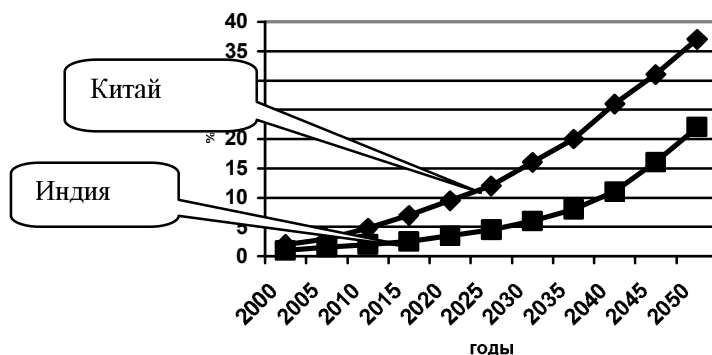


Рис. 2 – Рост (в %) ВВП Китая и Индии по сравнению с США

Индийский ВВП будет расти на 20 % быстрее китайского и станет сопоставим с мощностью европейской экономики. Это станет фактором нестабильности, но обеспечит прирост и ныне огромного дешевого рынка трудовых ресурсов. Уровень жизни Китая и Индии не достигнет западных норм. Можно прогнозировать агрессивную политику этих стран за пересмотр рынка энергоносителей. К 2020 г. структура энергоносителей на рынке [5] мало изменится по сравнению с сегодняшней ситуацией.

Энергетическая политика (парадокс 4).

Украина начала строить независимое государство при энергорасточительной экономике. Удельные затраты энергии на единицу ВВП не на проценты, а в разы превышали уровни развитых стран. При этом Украина из энергетически обеспеченной и энергорасточительной резко оказалась энергетически дефицитной, но осталась энергорасточительной. Парадоксально, но удельные затраты энергии в экономике страны до 1997 г. не снижались, а росли.

Валовой продукт, который приходится на одного украинца, в 45 раз ниже, чем в Японии, почти в два раза ниже, чем в Республике Беларусь. Соответственно, наихудшие показатели и в показателях удельной энергоёмкости экономики.

Важно в сложившихся условиях определиться с направлением в энергетической политике государства. Украина выбрала путь – энергосбережение. Основные моменты этого пути украинцы переживают. Это нормирование расхода, регламентация уровня потребления; отключения энергии при дефиците. Но известен другой путь - энергоэффективность: высокая культура энергопользования,

энергетический мониторинг, развитие мотивации снижения расхода энергии, формирование и реализация программы повышения энергоэффективности. По пути энергоэффективности пошла Беларусь, которая при одинаковых стартовых условиях сейчас по удельной энергоёмкости экономики выгодно отличается от Украины.

Стоимость энергоносителей в Украине стремительно растёт, однако энергия до сих пор не стала товаром, не признано, что эффективное использование энергии даст прибыль, а расточительное – сделает банкротом. Мы продолжаем «бороться» за энергосбережение. Переход от политики «энергосбережения» к политике «энергоэффективности» проходит крайне медленно.

Энергетическая стратегия (парадокс 5).

Стратегической задачей в энергообеспечении является создание системы управления и формирование программы развития энергоэффективности. Стратегия предполагает реализацию механизмов частичного самофинансирования проектов. Доход от внедрения проектов первого этапа инвестируется в проекты второго этапа. Доход от внедрения проектов второго этапа инвестируется в проекты третьего этапа.

Первый этап формируется из беззатратных и малозатратных проектов. Второй этап включает, в основном, малозатратные проекты. Это совершенствование тепловой изоляции, установка теплоутилизаторов. Экономия до 20 %, а срок окупаемости проектов – 1...1,5 года. Здесь же реализуются работы по установке дополнительных измерителей, срок окупаемости которых 2–3 месяца.

Проекты третьего этапа требуют серьезных инвестиций для установки систем автоматического регулирования, внедрения новых энергоэффективных технологий, оборудования.

Однако никакая программа работать не будет, если отсутствуют специалисты. Поэтому, важным элементом стратегии должны быть вопросы подготовки квалифицированных энергоменеджеров, повышение культуры энергопользования у служащих и руководителей предприятий, регионов и пр.

Украина является энергодефицитной и энергорасточительной страной, однако до сих пор не сформирована энергетическая стратегия государства, основанная на корректном исследовании энергетической ситуации в стране. Не решаются вопросы формирования новой философии природопользования у населения и у руководителей.

Научная база и энергетический менеджмент (парадокс 6).

Энергетический менеджмент – стройная инженерная дисциплина, которая появилась в 70-е годы прошлого столетия. Именно благодаря энергоменеджменту в Европе удалось успешно преодолеть первую волну энергетического кризиса. В основе энергетического менеджмента – системный подход к проблеме использования энергии. Это дает возможность правильно выбрать приоритеты, четко координировать работы. Управление осуществляется специальным центром энергетического мониторинга. Затраты на организацию центра энергетического мониторинга возвращаются быстро.

Опыт Европы показывает, что рентабельность таких центров на уровне города достигает 500 %. Центр уверенно и стабильно пополняет местный бюджет при одновременном повышении качества услуг в теплоснабжении. Так, в Штутгарте такой центр состоит из 6 инженеров и 6 техников, обслуживает здания общей площадью 2 млн. кв. м. Центр работает около 30 лет, за которые обеспечил экономию 200 млн.€ на энергии, на 40 % уменьшил потребление тепловой энергии.

Вопросами энергоэффективности следует заниматься не с приходом зимы, а постоянно на протяжении года. Система энергетического мониторинга включает последовательные этапы: энергетический аудит – обоснование приоритетных проектов (программа) – внедрение проектов – аудит.

Украина во время первого энергетического кризиса была энергообеспеченной страной с дешевыми энергетическими ресурсами, она не столкнулась с проблемами Европы в обеспечении энергией. Поэтому, энергетический менеджмент не изучался и не применялся. В настоящее время Украина стала энергодефицитной страной с дорогими энергоносителями, однако энергетический менеджмент остается невостребованным, ему практически не учат, его возможности не используют.

Украина располагает квалифицированной научной базой, способной решать сложнейшие теплофизические проблемы, однако до сих пор не освоены практические приемы энергетического менеджмента.

Стоимость тепловой энергии и эффективность отопительных систем (парадокс 7).

Уровень тепловой защиты зданий в европейских странах в 1,5...1,8 раз (а в странах Скандинавии в 2...2,5 раза) выше, чем в Украине. Более того, низкая энергетическая эффективность архитектурно-конструкторских решений (в основе которых была заложена низкая стоимость энергетических ресурсов) усугубляется неумением эксплуатировать здание. Отсутствие приборов учета потребления энергии дает возможность поставщикам тепловой энергии завышать счета за реально потребленную тепловую энергию.

Совершенствование конструкций ограждений предполагает три вида тепло модернизационных работ: устранение неплотностей наружных окон и дверей; усиление тепловой защиты наружных стен, перекрытий, установка теплоотражательных экранов за батареями отопления и демонтаж ограждений батарей.

Корректная оценка эффективности тепловой модернизации возможна только на основе детального анализа данных энергетического аудита, строгого технико-экономического обоснования ряда проектов и выбора приоритетных проектов.

Стоимость энергоносителей в Украине стремительно растет, однако удельные затраты на отопление зданий остаются выше, чем в северных странах.

Инвестиции в энергетические проекты и системный подход (парадокс 8).

Важно понимать, что общая эффективность системы обеспечения энергией (рис.1.13) определяется всеми элементами, и, в первую очередь, элементами с наименьшей энергетической эффективностью.

Выбор приоритетов должен обосновываться технико-экономической оценкой проектов. Поучителен опыт Дании, где отдали приоритет проектам утепления зданий. Результат реализации этих проектов оказался неожиданным. Снижение объема потребляемой в зданиях энергии привело к повышению удельных тепловых потерь в сетях. Поставщики тепловой энергии отреагировали на это снижением температуры и повышением стоимости теплоносителя.

Основные потери энергии в Украине, как правило, у потребителей, однако, основные инвестиции направляются на новые генераторы энергии.

Рыночная экономика и источники энергии (парадокс 9).

Украинец занимает 4 место в мире по потребления природного газа. Впереди только россияне, американцы и англичане. При этом собственные запасы природного газа в Украине крайне ограничены.

Вместе с тем, Украина располагает мощнейшими в мире запасами каменного угля. Эффективное использование угля как основного вида топлива встречается с рядом проблем.

Во-первых – коммунальные предприятия и производители уже привыкли к более простому в эксплуатации природному газу.

Во-вторых – переход на твердое топливо требует серьезных конструктивных модернизаций котельного оборудования.

В-третьих – эксплуатация котельных агрегатов на угле связана с решением комплекса экологических задач.

В-четвертых – технологии добычи каменного угля в Украине не соответствуют современным нормам.

Серьезное снижение за годы независимости собственной добычи нефти определяет ее дефицит. Если восстановится уровень ее добычи, то собственные нужды будут удовлетворены только на 15 % (рис.1.15).

В Украине сохранилась и функционирует достаточно мощная система обеспечения электрической энергией. Практически половину электроэнергии получают на атомных станциях. Альтернативные источники энергии, несмотря на экологическую привлекательность, не смогут в ближайшей перспективе решить ощутимые задачи в энергетическом балансе страны. Вместе с тем, в научном плане проблемами ветроэнергетики, гелио- и геотермальной энергетики следует заниматься. Внедрять проекты по альтернативным источникам энергии следует на основе тщательного технико-экономического анализа.

Основной источник топлива в Украине - уголь, однако подавляющее число технологий ориентируется на природный газ.

Энергобизнес и власть (парадокс 10).

Следует помнить, что прошлое Украины в стране пресыщенной дешевыми энергетическими ресурсами. А это не развивало уважения к энергии, способствовало формированию пренебрежительного отношения к задачам энергоэффективности. Пока в стране не будет преодолен барьер чрезвычайно низкой культуры энергопользования, никакие программы энергосбережения работать не будут. Поэтому, одним из приоритетных направлений энергетической политики государства, власти должно стать обучение культуре энергопользования всех слоев населения: от первых лиц регионов, предприятий до студентов и школьников. Однако для поставщиков энергетических ресурсов низкая эффективность использования энергии – это повышенная прибыль. По оценке экспертов Украина ежегодно переплачивает за газ до 4млрд.\$, недополучает за транзит – 3,5млрд.\$, а штрафные санкции за сокращение объема закупок – 4,2млрд. \$.

Пока энергобизнес не будет отделен от власти, все заявления, которые направлены на снижение уровня потребления энергии, останутся простыми декларациями.

Энергосбережение и газовый договор (парадокс 11).

В настоящее время в Украине определился новый энергетический парадокс. Действующий газовый договор с основным поставщиком - с Россией оговаривает обязательный объем потребляемого в год газа.

Снижение объема предусматривает серьезные (300%) штрафные санкции. В такой ситуации обозначилось новое противоречие, связанное с последовательным снижением объемов импортируемого газа, что предусмотрено всеми программами энергосбережения. Политика энергосбережения становится совершенно абсурдной. Вместе с тем, политика энергоэффективности получает дополнительные козыри.

Усилия Правительства направлены на реализации проектов (многие из которых были утверждены до принятия действующего газового договора с Россией), цель которых снизить до 2030 года на 70 % объем импортируемого газа. Ведутся работы по повышению уровня собственной добычи газа, организации доставки и использования сжиженного газа, повышению в 2,2 раза в топливном балансе государства доли угля и электроэнергии, освоению технологий добычи сланцевого газа и разработки на шельфе Черного моря. Жесткая политика экономии потребления газа позволила ощутимо снизить закупки газа, и в этом году их объем уменьшился практически на 30 %. Вместе с тем, денежные долги Украины Газпрому накапливаются и достигли на настоящий момент значительной суммы.

Новые договорные обязательства Украины требуют оперативного пересмотра самой энергетической концепции государства. При прежней политике государства на энергосбережение, на перевод экономики страны на собственные энергоносители без оперативной корректировки инновационных принципов Украину, как независимое государство, ждет полный крах. Требуются глубокие обоснования приоритетных инновационных проектов, которые учитывали бы и новые отношения на рынках энергоносителей. Должно стать всем понятно, что концепция «энергия - это товар», лежит в основе энергетической политики экономики и определяет как экономический успех, так и банкротство. Следует стремительно наращивать химические производства, где природный газ является сырьем. Для нужд аграрного сектора – это производство удобрений. Тогда новая формула расхода газа будет представлять сумму увеличенного потребления газа как сырья и уменьшенного расхода газа как энергоносителя.

В такой постановке направление на энергоэффективные технологии, на производство неэнергоемких продуктов и материалов сохраняется.

Украина обязалась приобретать у России 52 млрд. куб.м. газа ежегодно, однако инвестиции идут на снижение закупок, а не на технологии переработки газа как сырья.

Энергетика пищевых производств (парадокс 12).

Производство продовольствия является энергоемкой отраслью во всех индустриально развитых странах. Производство продуктов питания в Украине требует затрат энергии в 2...5 раз больше, чем в Европе. Исторические предпосылки тормозят процесс повышения энергетической эффективности как в стране в целом, так и на предприятиях пищевых отраслей в частности.

Предприятия АПК лидируют по количеству потребляемых энергетических ресурсов среди различных ведомств. До 19 % топливно-энергетических ресурсов в стране расходуется предприятиями АПК. Обработка 1 га требует в Украине затрат 80 кг условного топлива, а 1 кг мяса – 12 кг у.т., для производства 1 л молока необходимо 0,5 л нефти. Если сравнить энергетическую ценность потребляемых человеком продуктов с энергией, которая требуется на полевые работы и на переработку сырья, то энергетический КПД такой схемы низкое (рис.3).

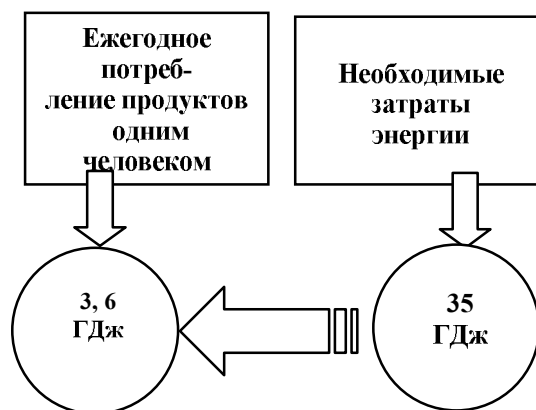


Рис. 3 – Энергетическая эффективность пищевой цепочки

Низкая энергетическая эффективность производства продуктов питания в Украине предполагает серьезные резервы для снижения расхода энергии. На первом этапе следует выйти на уровень лучших производств в отрасли, передовых фирм мира, т.е. сделать так, как у них. При этом до 40 % энергии в пищевых технологиях может экономиться за счет простых, беззатратных и малозатратных методов. Еще плохо понимается то, что инвестировать энергоэффективные проекты экономически выгодно. Эти

инвестиции окупаются на протяжении достаточно короткого времени за счет того, что ежесекундно снижаются расходы энергии, цена которой установилась на мировом уровне. На первом этапе модернизаций не так много затрат требуется для того, чтобы существенно снизить расходы энергии на действующем оборудовании. Огромные резервы здесь в ликвидации привычных для нас прямых потерь ресурсов. Именно они зачастую дают до 75 % потерь энергии. Но и в новых, современных технологиях пока находятся экономически выгодные технические и организационно – технические решения по снижению расхода энергетических ресурсов.

Эффективность преобразования энергии в АПК – не более 10 %, однако подавляющее число производств ориентируется на устаревшие энергоемкие технологии.

Можно установить и другие парадоксальные факторы в принципах и в развитии энергообеспечения различных секторов экономики.

Выводы. Первый этап программ повышения энергетической эффективности производств должен базироваться на методах энергетического менеджмента. Однако второй – требует поиска нетрадиционных решений и подходов, которые носили бы революционный характер и дали бы возможность радикально снизить потребление энергии. Именно такой путь, результаты которого сложно переоценить, открывают нанотехнологии.

Перевод пищевых технологий на прогрессивные принципы, особенно на нанотехнологии, открывает новые возможности выгодно совершенствовать производство при существенном снижении расхода ресурсов [6, 7]. Нанотехнологии способны решить серьезное противоречие современности – обеспечить энергией стремительно растущее население планеты при повышении продолжительности и качества жизни человека, при уменьшении нагрузки на среду обитания и при заметном снижении запасов ископаемого топлива.

Литература

1. Energy efficient cities : assessment tools and benchmarking practices / World Bank ; ed. R.K. Bose. – Washington : The World Bank, 2010. – XVIII, 227 p.
2. Energy resources, energy policy and democratic development in the Baltic Sea region / ed. M.-B. Schartau. – Gdansk : Wydaw. Uniw. Gdanskiego ; Berlin : Nordeuropa-Inst. der Humboldt-Univ. zu Berlin, 2004. – 59 p.
3. Gromadzki, G. Energy game : Ukraine, Moldova and Belarus between the EU and Russia /G. Gromadzki, W. Konończuk; Stefan Batory Found. – Warsaw: Stefan Batory Found., 2007.– 47 p.
4. Winds of change : East Asia's sustainable energy future / Xiaodong Wang [et al.] ; World Bank. – Washington : The World Bank, 2010. – XVII, 154 p.
5. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.
6. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок – Одесса: Полиграф, 2010 – 368с.
7. Бурдо О.Г. Нанотехнологии. Флагманские, перспективные и фундаментальные проекты в АПК //Наук. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип.28, Т2. – с.242-251.