

УДК 658.26.011.47:664-02:6

Бурдо О.Г., Семков С.В., Сталимовская А.С.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ***Одесская национальная академия пищевых технологий*

В мире в производстве полезно используется только 1/3 сырья. Поэтому, проблема ресурсосбережения является глобальной. Энергетическая мощность мирового производства удваивается каждые 12 лет, а объем промышленного производства – каждые 15 лет. За последние десятилетия промышленная нагрузка на окружающую среду выросла в 2,5...3 раза. Дефицит энергии в мире растет. Базельский манифест, принятый в рамках Всемирного конгресса «Мир и справедливость» (1989 г.), установил ограничение всей первичной энергии на одного жителя 3 тоннами каменного угля, т.е. 88 ГДж. За последнее столетие потребление энергии в мире выросло в 25 раз и составляет в индустриально развитых странах 300 ГДж на одного жителя (рис. 1). Можно прогнозировать и дальнейший стремительный рост энергопотребления.

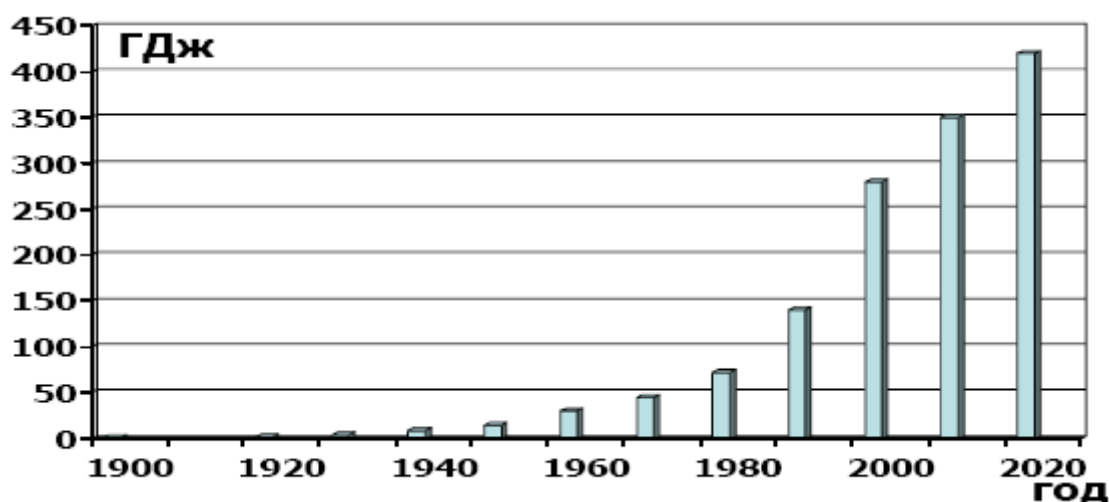


Рисунок 1 – Динамика потребления энергии одним жителем в индустриально развитой стране

При серьезном снижении запасов топлива это может привести к глобальной катастрофе, если не изменить отношение к наиболее дефицитному ресурсу на Земле – к энергии.

Независимая Украина из энергообеспеченной, но энергорасточительной быстро превратилась в энергодефицитную, но осталась энергорасточительной. Украина резко окунулась в проблему дефицита энергии. В результате – энергетический кризис. С нарастанием остроты энергетического кризиса повышается значимость проблемы эффективного использования основного и наиболее дефицитного для Украины ресурса – топлива. Более того, Украина взяла на себя ряд международных энергетических и экологических обязательств, подписав Европейскую энергетическую хартию (1991 г.), Рамковую конвенцию ООН об изменении климата (1992 г.), Киотский протокол (1997 г.), утвердивший «Берлинский мандат», планирующий снизить уровень выбросов на 7,5 % к 2005 г., и на 15 % к 2010 г.

Энергетическая политика Украины базируется на этих документах и на сегодняшних энергетических проблемах в стране. Принятое направление – энергосбережение. Население, производители продукции и услуг привыкли к расточительному отношению к энергии и за последнее десятилетие, как это ни парадоксально, удельные затраты энергии в экономике страны выросли. Представляется, что сама концепция энергетической политики Украины имеет изъяны [1,2]. Украинцев еще не привык к тому, что энергия – это товар, эффективное использование которого дает прибыль, а расточительное – сделает банкротом. Мы по-прежнему боремся за "энергосбережение", а не энергетическую эффективность. В чем суть этих двух понятий? Приемы «энергосбережения» – это нормирование расходов энергии, регламентирование ее потребления, планирование снижения ее расхода и отключение потребителей при дефиците энергии. Предельный рубеж энергосбережения – нулевое потребление энергии, достичь его можно выключением рубильника электросети и закрытием задвижки на газопроводе. Такой подход, вполне оправданный при социалистическом способе хозяйствования и низкой стоимости энергоносителей, не приемлем в условиях капиталистической экономики. Вопрос этот не в терминологии, а в отношении к самому дорогому для Украины ресурсу – к энергии. Неоправданно низкие цены на энергоносители в прошлом сформировали пренебрежительное отношение к энергии, которое до сих пор доминирует в стране. Поэтому, и у населения, и у производителей, и у первых руководителей регионов и страны отсутствует современная европейская культура энергопользования. Нам всем необходимо признать, что энергия – это дорогой ресурс, который следует грамотно и профессионально использовать.

Украина – страна парадоксов, наиболее серьезные из которых относятся к энергетической сфере [1]. При острейшем дефиците энергии в Украине практически отсутствует культура энергопользования. В Украине проживает около 1 % населения планеты, а привыкли мы потреблять более 2 % энергии, используемой в мире. При этом Украина является энергодефицитной страной, а уровень комфортности нашей жизни соответствует уровню слаборазвитых стран. Имея крайне ограниченную добычу собственного природного газа, украинец лидирует по объему его сжигания, уступая только россиянам, англичанам и американцам. При этом ощущается острый дефицит топлива в коммунально-бытовой сфере, на транспорте, в промышленности. А по уровню развития Украине отводится 91 место в мире.

Из национального бюджета Украины 40 % расходуется на закупку энергоносителей, даже 20 % бюджета нам не хватает на решения задачи теплоснабжения. Веерные отключения от энергоснабжения стали нормой в нашей стране. Отношение Правительства Украины к проблеме энергоэффективности серьезное. Один из первых законов независимой Украины – закон «Об энергосбережении». Создан Госкомитет Украины по энергосбережению и соответствующие подразделения в отраслевых министерствах и ведомствах. Утверждены Национальная, комплексная государственная, отраслевые и региональные программы по энергосбережению. Однако, удельные затраты энергии в промышленной сфере росли.

Украина располагает мощным научно-техническим потенциалом, способном решать сложнейшие энерготехнологические проблемы, а на большинстве предприятий не умеют провести элементарный анализ потребления энергии, не знают, как учесть её расход, не знакомы с простейшими методами повышения энергетической эффективности. Энергорасточительность, теневая экономика привели к тому, что энергоёмкость экономики Украины в 3...4 раз выше, чем в развитых странах (табл. 1).

При острейшем дефиците энергии в Украине практически полностью отсутствует культура энергопользования, и, что самое удивительное, ее не спешат прививать населению.

Таблица 1 – Энергетическая статистика

СТРАНА	НАСЕЛЕНИЕ, млн. чел.	Энергоемкость ВВП, кг н. э. / дол. США
Беларусь	9,97	0,35
Германия	82,34	0,18
Дания	5,36	0,14
Польша	38,64	0,26
Россия	144,75	0,67
США	285,91	0,25
Украина	49,09	0,72
Франция	60,91	0,19
Япония	127,21	0,17
Чехия	10,26	0,3

Образование в сфере энергетической эффективности, предусмотренное программой министерства образования и науки Украины, остается формальным.

Производства продовольствия являются энергоемкими технологиями. Так, в индустриально развитых странах эффективность использования энергии при производстве продуктов питания не превышает 10 % (рис. 2).

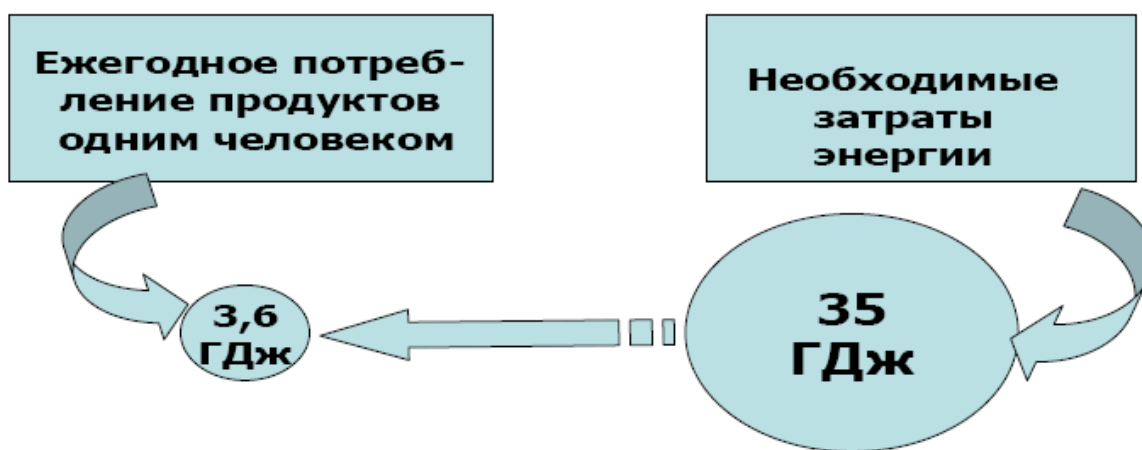


Рисунок 2 – Энергия в продовольственной цепочке

Агропромышленный комплекс Украины потребляет до 20 % энергетических ресурсов страны и является одним из наиболее крупных их потребителей. Здесь особенно остро проявились противоречия между высокими ценами на топливо и крайне низкой культурой использования электроэнергии, топлива, пара. Энергетическая составляющая в себестоимости пищевых продуктов в Украине в 4 раза выше, чем в индустриально развитых странах. Удельные энергетические затраты в производственной сфере за годы независимости выросли на 45 %. Начиная с 1998 г. наблюдается медленное снижение этого показателя. Однако, темпы этого снижения не могут удовлетворять. При

сохранении тенденций уровень 1992 г. можно достигнуть только через 5...7 лет [2,3]. Переход на новые экономические условия обозначил острое противоречие на пищевых производствах. Можно выделить три основных общих причины роста удельного энергопотребления. Первая – стремительно достигшие мирового уровня цены при расчете за энергоносители с одной стороны, и отсутствие культуры энергопользования, тепло-технологии, принципиально рассчитанные на потребление дешевых энергетических ресурсов, с другой. Вторая причина – существенное снижение объема выпускаемой на крупных предприятиях продукции, усугубленное ее перераспределением среди многочисленных мини-предприятий отличающихся повышенной энергоемкостью. В результате нарушено соответствие потребности в энергии с производительностью централизованных систем энергоснабжения, их эффективностью. Третья причина – динамичное развитие в Украине теневой экономики, которая занимает лидирующие позиции в Европе. Уже всем понятно, что единственным путем выхода из энергетического кризиса является перевод экономики на путь энергетической эффективности. Представляется, что эти вопросы в Украине, в АПК следует рассматривать не в связи с приходом зимы, а еженедельно, ежедневно и оперативно принимать обоснованные решения. В основе стратегии повышения энергетической эффективности АПК можно выделить два приоритетных направления: подготовка кадров и внедрение современных технологий энергомониторинга. По первому направлению требуется подготовка специалистов – энергоменеджеров и обучение служащих предприятия. Энергоменеджеров лучше готовить из числа экономистов с хорошим техническим образованием.

Современные технологии энергомониторинга предполагают организацию центров или групп и диагностику предприятия по уровню потребления ресурсов. На первом этапе осуществляется энергетическая ревизия, цель которой получить общую информацию об уровне расхода всех видов ресурсов, оценить удельные затраты энергии на выпуск продукции. Такой анализ позволит провести соответствующее ранжирование по энергоемкости, определить имеющийся общий потенциал энергоэффективности, оценить остроту проблемы. Результатом такой работы являются нормы потребления энергоносителей и энергетический паспорт предприятия.

На втором этапе проводится энергетическое обследование линии, цеха, предприятия. По сути, это декомпозиция системы, выделение наиболее энергоемких объектов. С помощью комплектов мобильных измерителей проводится регистрация токовых нагрузок, температур, влагосодержания и расходов теплоносителей, температурного поля корпусов оборудования. Анализ пароконденсатных, электрических и тепловых балансов устанавливает структуру энергетических потерь. В результате работы определяется карта потерь энергии и карта возможных потребителей низкопотенциальных тепловых сбросов. Такие карты являются основанием для разработки программы повышения энергетической эффективности предприятия. Рекомендуется в программе предусмотреть несколько этапов. На первом этапе планируется выполнение беззатратных и малозатратных проектов. Во-первых, это ликвидации прямых утечек пара, газа, воды. Эффект от реализации этих простых задач часто бывает неожиданным. Потери ресурсов сокращаются до 80 %. Во-вторых, это организационно-технические проекты, из которых на первый план выходят задачи совершенствования режима «разогрев – работа – остановка» и согласование номинальной мощности генерирующих систем с потребителем. Объединяет эти задачи общая причина: сокращение объема выпуска продукции. В результате – расход энергии на разогрев оборудования становится ощутимым в общем балансе. А работа парогенераторов на пониженных мощностях приводит к снижению КПД, т.е. к перерасходу топлива.

Важным моментом программы является максимально возможное привлечение механизмов самофинансирования проектов. Доходы от малозатратных проектов первого этапа инвестируются в проекты второго этапа. Здесь планируются работы по установке дополнительных счетчиков расхода ресурсов, модернизация тепловой изоляции, установка теплоутилизаторов и т.п. Естественно, эти проекты требуют материальных затрат. Но, часть из них поступят как прибыль из первого этапа, часть в виде инвестиций. Следовательно, проекты должны быть четко экономически обоснованы, приоритеты отдаются задачам, гарантирующим большую прибыль при меньшем периоде окупаемости.

Третий этап программы – это серьезные инвестиционные проекты, которые направлены на создание современных систем энергетического мониторинга. Это компьютеризация сбора данных по основным параметрам работы предприятия, анализа большой базы данных. Такие системы дают возможность оперативно влиять на ход производственной деятельности, использовать для выпуска продукции минимально возможное количество ресурсов.

Высокая энергоемкость технологий приводит к тому, что пищевые высококачественные продукты, изготовленные в Украине, неконкурентоспособны на мировом рынке. Ясно, что, если не предпринимать экстренных мер, то продукция украинских производителей пищевых продуктов будет вытеснена и с отечественного рынка. Вместе с тем, именно продукция АПК способна быстро наполнять государственный бюджет, она характеризуется постоянным спросом, отечественные технологии и сырье, как правило, гарантируют высокие пищевые качества готовых продуктов. Одним из основных их недостатков является высокая энергоемкость.

Однако, высокая энергоемкость производства предполагает, что есть огромные резервы по повышению энергоэффективности, есть разнообразные пути решения задач. Общий принцип на этом этапе такой: сделать так, как уже сделали в мире. Иллюстрировать это можно «законом пирамиды» (рис. 3).

Видно, что чем больше значение потенциала энергосбережения (П), тем больше есть технических решений, которые при незначительных инвестициях (И) дадут прибыль и имеют малый срок окупаемости (С).

В Европе в производстве очень низкое значение (П), они находятся у основания пирамиды, однако, считают, что инвестировать энергосбережение целесообразно.

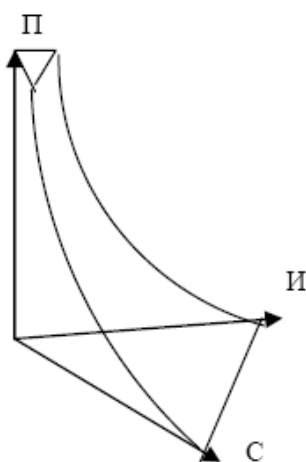


Рисунок 3 – Закон пирамиды

Сегодня уже очевидно, что единственный путь к конкурентоспособности украинских продуктов на мировом рынке – это повышение энергоэффективности. Мы находимся у вершины пирамиды (рис. 3), поэтому инвестиции в энергоэффективность становятся самыми выгодными инвестициями в АПК.

В условиях энергетического кризиса проблема эффективного использования энергии в пищевых технологиях становится остроактуальной. Во-первых потому, что производство продуктов питания является энергоемким во всех развитых странах. Во-вторых, являясь одним из основных потребителей топливо-энергетических ресурсов, предприятия агропромышленной сферы лидируют по объему неиспользуемых вторичных энергетических ресурсов. Большое разнообразие термического оборудования, сосредоточенного на многих заводах, отличающихся спецификой, мощностью не создавало предпосылок для внедрения энергосберегающих технологий, отработанных в других областях промышленности. Пищевая отрасль консервативна в вопросах внедрения прогрессивных технических решений в области энерготехнологий. Энергетическое расточительство при производстве продуктов питания усугубляет энергетический кризис, поскольку спад производства в пищевых отраслях ниже, чем по промышленности в целом.

В сложившейся сложной ситуации нужно внимательно проанализировать мировой опыт. Известно, что острый энергетический кризис охватил развитые страны Европы и США в 70-е годы. Им удалось достаточно быстро решить возникшие проблемы во многом благодаря новому подходу, новой науке – энергетическому менеджменту. Энергетический менеджмент – это инженерный метод, основанный на структурном анализе потребления энергетических ресурсов и системном подходе к выработке экономически обоснованных решений. Метод сосредотачивает внимание на развитии мотивации снижения расхода энергии, проведении серьезных энергетических исследований объектов с последующим обоснованием приоритетных путей внедрения проектов, формированием программы этапного повышения энергетической эффективности. Причем, такие долгосрочные программы должны быть как для отдельных объектов, так и для всего предприятия, отрасли в целом. А в основе этих программ должны лежать результаты энергетической ревизии, аудита, исследований.

Директивным государственным службам по энергосбережению, погрузившимся в клубок своих организационных проблем, пока не удалось создать ни условий мотивации, ни механизмов стимулирования практической реализации программ энергосбережения на предприятиях. Да и вряд ли возможно ожидать результатов от старых подходов в новых экономических условиях. Вероятно, искать пути снижения энергоемкости следует непосредственно на местах, самими потребителями. Энергетическая эффективность должна превратиться в решающий фактор удовлетворения потребностей АПК в топливо-энергетических ресурсах. Предприятиям АПК следует разобраться в экономической эффективности различных проектов, представлять приоритетные этапы.

Значительный диапазон значений по возможной экономии топливо-энергетических ресурсов связан с особенностями объектов, их индивидуальностью и подтверждает обязательную необходимость энергетических обследований.

При одесской национальной академии пищевых технологий создана консалтинговая лаборатория «ТЭРМА», которая в комплексе решает задачи по повышению культуры энергопользования и эффективности энерготехнологий. Разработанные в «ТЭРМА» научно-методологические основы использованы при проведении энергоаудита и выработке программ повышения эффективности использования энергии на заводах региона. КЛ «ТЭРМА» ищет принципиально новые подходы для повышения энергоэф-

фективности пищевых технологий. Кроме решения оперативных задач, КЛ “ТЭРМА” предлагает принципиально новые аппараты для повышения энергоэффективности пищевых технологий. Некоторые из них уже апробированы на предприятиях региона.

Проводятся как серьезные теоретические разработки в области энергетической эффективности, так и прикладные исследования по созданию принципиально новых, энергоэффективных подходов при изготовлении оборудования пищевых производств. В области фундаментальных исследований разработаны:

1. Теория сопряженных процессов гидродинамики, теплопереноса паропылегазового потока в пучках оребренных труб [4...7]. В основе теории сформулированы гипотезы предельного равновесия теплопереноса и межфазового взаимодействия между компонентами потока.

2. Теория кристаллизации из пищевых растворов на стержневых и игольчатых испарителях. Доказана справедливость гипотез термического парадокса снижения сопротивления в системе «раствор – блок льда» в процессе вымораживания и возможности обоснования критических значений конструктивных и режимных параметров по числу БИО [7,9].

3. Теория теплообмена неньютоновских жидкостей и дисперсных материалов в аппаратах с испарительно-конденсационными модулями [8]. Основана на гипотезе о возможности воздействия на пограничный слой вязкого и дисперсного продукта самим теплопередающим модулем.

4. Теория комбинированных процессов нано- и микропереноса при сушке и экстрагировании. Сформулирована гипотеза о возможности инициирования мощного бародиффузионного потока из твердой фазы продукта с помощью импульсного электромагнитного поля [10,11].

Результаты теоретических исследований легли в основу прикладных разработок в области энергоэффективного оборудования для различных технологий пищевых производств.

Системы комплексной утилизации теплоты и пыли из аэрозольных выбросов основана на использовании оригинального аппарата – теплоассоутилизатора. В конструкции применены высокоэффективные теплопроводы-термосифоны [3]. Система внедрена на зерносушильной установке ДСП-32, в линии пресс-сушильных автоматов сахарно-рафинадного производства, в линии получения растворимого кофе. Аппарат экономит 12...25 % топлива, улавливает 90...99 % пыли из сушильного агента. Эффект в аппарате достигается за счет противоточного движения сред при поперечном обтекании пучка оребренных труб, предельно низкого термического сопротивления термосифонов, достижением практически изотермичности поверхностей теплопередачи. Извлекает из газовых выбросов при сушке пищевых продуктов от 40 до 99 % пыли продукта, снижает расход пара либо топлива на 10–25 %. Тепловая мощность модуля из 200 термосифонов 0,1...0,5 МВт. Срок окупаемости 0,5...2 года [5–6].

В ОНАПТ в настоящее время создается современная лаборатория энергетического мониторинга. В лаборатории реализуется уникальный проект, суть которого в том, что впервые в Украине элементы строений и инженерных сетей выполняют не только свои штатные задачи, но и используются для проведения исследований. Приборы отопления, освещения, окна, стены обвязаны датчиками и измерительными приборами и слушатели на них определяют реальные технические и экономические показатели элементов строений и систем обеспечения. Оснащение лаборатории проводится лучшими фирмами Одессы, которые владеют современными энергоэффективными технологиями.

Поэтапное решение проблем энергоэффективности в АПК позволит высококачественным украинским продуктам стать конкурентоспособными на мировом рынке.

Литература

1. Бурдо О.Г. Энергетический консалтинг в АПК южного региона // ЭСТА 2001, Вып. 1–2, С. 70–74 .
2. Бурдо О.Г., Захаров Н.Д. Стратегия повышения энергетической эффективности АПК // Интегрированные технологии и энергосбережение 2003, №2 – С. 18–22.
3. Бурдо О.Г. Энергоэкономические аспекты развития перерабатывающей отрасли АПК // Зернові продукти і комбікорми, 2001 – № 4. – С. 58–60.
4. Бурдо О.Г., Станевский О.Л., Айда Амор. Burdo O.G., Terziev S.G., Peretyaka S.N. Energy – Saving Food Technologies om Heat Pipe Exgchangers Basis. // Proc. 9 th Int.Heat Pipe Conf. Albukierk. USA. 1995 –V.1. – P. 219–224
5. Тепломассоперенос аэрозольных потоков в термосифонных пучках // Труды Межд. Форума по тепломассобмену.– Т.10., – Минск. 2000. – С. 179–183.
6. Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Перетяка С.Н. Тепломассоперенос в утилизаторах теплоты паропылегазовых выбросов пищевых производств // Труды Межд. Форума по тепломассобмену. –Т.10., –Минск. 1996. –С. 173–178.
7. Burdo O.G., Gajda S., Knuish A.I. Heat aerodynamics reliability of the heat pipe exchangers // Proc. 10-th Int. Heat Pipe conf.– Stuttgart (Germany).– 1997.– P. 101–106.
8. Burdo O.G., Kovalenko E.A., Stanevsky O.L. Heat pipes in the processes and apparatyses of food productions // 3-th Int. Seminar “Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators”, September, 15–18, 1997.– Minsk, Belarus.– P. 130–134.
9. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // Инженерно физический журнал (НАН Беларусь). 2005. Т78, №1, с. 88–93
10. Бурдо О.Г., Рыбина О.Б., Сталімбовская А.С. Энергетическая эффективность пищевых нанотехнологий // Интегрированные технологии и энергосбережение 2006, № 2 – С. 7–12.
11. Burdo O.G., Terziev S.G., Zikov A.V. Optimization of Heat Pipes and Mass Recovery // 5-th Int. Seminar “Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators”, September, 8–11, 2003.– Minsk, Belarus.– P.161–166.

УДК 658.26.011.47:664-02:6

Бурдо О.Г., Семков С.В., Сталімбовська Г.С.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Одеська національна академія харчових технологій*

Приведено аналіз енергетичних проблем у світі, Україні, в АПК. Визначена специфіка енерготехнологій АПК. Пропонується стратегія рішення питань енергетичної ефективності в АПК. Наведено досвід роботи академії із проблем підвищення ефективності використання ресурсів у харчових технологіях.