

## Best available technology - innovative methodological framework efficiency of sugar production

**Tetiana Vasylenko, Sergii Vasylenko,  
Jeanna Sidneva, Vitalii Shutiuk**

*National University of food technologies, Kyiv, Ukraine*

---

### Abstract

---

#### Keywords:

Energy  
Efficiency  
Technologies  
Sugar  
Design

**Introduction.** More efficient use of energy resources is a significant reserve, allowing to increase the profitability of sugar beet production, increase its competitiveness in the domestic and global markets.

**Materials and methods.** To determine the priority of innovation strategy development of industrial enterprise methods used peer review and discussion, the analytical hierarchy, the major components of steam and compensation.

**Results and discussion.** By the strategic method of increase of efficiency of sugar production with simultaneous reduction of his technogenic influence on an environment application of the innovative best available technologies must become. At the reconstruction of enterprises of sugar industry it is necessary to use principles of the best available technologies (BAT) of the energyeffective design the basic method of management.

Scientific and methodological basis for the reconstruction of the sugar industry to improve energy efficiency are BAT energy intensity of management, based on BAT energy efficient design. Their use allow to solve the problem of increasing energy the sugar industry and the simultaneous reduction of anthropogenic impact on the environment.

---

#### Article history:

Received 12.11.2013  
Received in revised  
form  
19.01.2014  
Accepted 28.02.2014

---

#### Corresponding author:

Vitalii Shutiuk  
E-mail:  
schutyuk@i.ua

## **Наилучшие доступные технологии – методологическая основа инновационной энергоэффективности сахарного производства**

**Татьяна Василенко, Сергей Василенко,  
Жанна Сиднева, Виталий Шутюк**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

### **Введение**

На большинстве предприятий сахарной отрасли Украины имеет место неоправданно высокая, по сравнению с передовыми предприятиями мирового сахарного сообщества, энергоемкость производства [1-3]. В этих условиях, а также с учетом повышения цен на энергоносители повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) является значительным резервом, позволяющим увеличить рентабельность свеклосахарного производства, повысить его конкурентоспособность на внутреннем и мировом рынках [8-11].

Для определения эффективности использования ТЭР вводится понятие энергоэффективности как комплекса характеристик, отражающих отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому ресурсу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю. Энергоэффективность – это технико-экономический показатель, который показывает, насколько высока эффективность использования энергии для получения конечного эффекта. На практике, согласно существующим методикам для оценки энергоэффективности, традиционно применяются показатели энергоемкости. В частности, Директива ЕuP (2005/32/EC) определяет энергоэффективность как «*отношение выхода произведенных работ, услуг, продукции или энергии к количеству подведенной энергии*».

### **Материалы и методы**

Для определения приоритетной инновационной стратегии развития компании, а также отдельного предприятия используются методы экспертной оценки и дискуссии, метод аналитической иерархии [7], метод главных компонент [4], метод парной компенсации [5]. Данные методики позволяют анализировать различные инновационные стратегии развития компании, предприятия, сравнивая достоинства и недостатки с учетом специфических особенностей сахаропроизводящей отрасли.

## Результаты и обсуждение

Существенной составляющей политики повышения энергоэффективности сахарной отрасли должно стать проведение целенаправленной структурной перестройки производства на основе научно обоснованных подходов и инвестиционных проектов в контексте структурной перестройки национальной экономики с учетом всего комплекса социально-экономических и научно-технических проблем. Политика повышения энергоэффективности отрасли предполагает проведение комплекса мероприятий, направленных на уменьшение расхода энергии, реализуемых субъектами хозяйствования в экономической и социальной сферах.

Организацию эффективного использования энергоресурсов традиционно называют энергосбережением как систему мероприятий, в результате внедрения которых сокращается потребность в ТЭР на единицу конечного полезного эффекта от их использования. То есть энергосбережение – это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования.

Поскольку в процессе производства материальных благ и услуг согласно физико-химическим принципам полезно используется не вся энергия, поступившая на производство, то энергосбережение сводится как к экономии ТЭР, так и к повышению эффективности их использования. Причем именно последнее является определяющим в процессе снижения расхода ТЭР. То есть понятия энергоэффективности и энергосбережения неразрывно связаны и взаимодополняющие.

Важным условием повышения эффективности производства, включая его энергоэффективность, на основе экологически ориентированной перестройки технико-технологического базиса инноваций в сахарной промышленности является применение наилучших доступных технологий (НДТ) [6].

В статье 2 (12) Директивы Европейского Совета 96/61/ЕС «О комплексном контроле и предотвращении загрязнения» понятие «наилучшая доступная технология» («best available technologies») определено как *«наиболее эффективная и передовая стадия в развитии производственной деятельности и методов эксплуатации объектов, которая определяет практическую пригодность некоторых технологий в качестве принципиальной основы для установления предельных величин выбросов и сбросов, предназначенных для предотвращения или, если это практически невозможно, сокращения выбросов и сбросов и воздействия на окружающую среду в целом».*

Далее это понятие разъясняется следующим образом:

– «технологии» включают в себя как используемые технологии, так и способ, которым объект спроектирован, построен, обслуживается, эксплуатируется и выводится из эксплуатации;

– под «доступными» понимаются технологии, уровень развития которых делает возможным их внедрение в соответствующей отрасли промышленности с учетом экономической и технической целесообразности, а также затрат и выгод, независимо от того, используются и производятся ли эти технологии внутри данного государства-члена, если они могут обоснованно считаться доступными для оператора;

– под «наилучшими» понимаются технологии, наиболее действенные в отношении обеспечения общего высокого уровня охраны окружающей среды в целом.

(Следует отметить, что в России законодательно оформлено определение «наилучшая существующая технология»).

Вначале «наилучшая доступная технология» означала наилучшую достижимую из современных технологий, вне учета традиционного экономического анализа «затраты-выгоды». В настоящее время при отнесении технологии к «наилучшей» учитываются и экономические факторы.

По окончании срока действия и пересмотра Директивы 96/61/ЕС вступила в действие Директива 2008/1/ЕС «О комплексном предотвращении и контроле загрязнения» (Директива IPPC). Этой Директивой отмечено, что требование о применении НДТ распространяется только на отрасли экономики, эксплуатация крупных предприятий которых связана с существенным воздействием на окружающую среду, в том числе на предприятия по переработке растительного сырья с целью производства пищевых продуктов с мощностью по производству готовой продукции свыше 300 т в день. К таким предприятиям относятся практически все сахарные заводы Украины.

Директива IPPC требует эффективного использования энергии при эксплуатации любых установок, и энергоэффективность является одним из критериев, используемых при определении НДТ для любого производственного процесса.

При этом в Директиве содержатся прямые или косвенные ссылки на вопросы энергоэффективности и использования энергии:

- ... цели и принципы природоохранной политики Сообщества, ..., состоят, в частности, в предотвращении, сокращении и, насколько это возможно, устранении загрязнения окружающей среды, в первую очередь, путем принятия мер в отношении источников загрязнения и обеспечения рационального использования природных ресурсов в соответствии с принципом «загрязнитель платит» и принципом предотвращения загрязнения (Преамбула 2);
- ... Пятая программа действий по охране окружающей среды, ... в резолюции от 1 февраля 1993 года о политике и действиях Сообщества в отношении охраны окружающей среды и устойчивого развития придает первостепенное значение комплексному контролю загрязнения как одной из важнейших предпосылок достижения более устойчивого равновесия между человеческой деятельностью и социально-экономическим развитием, с одной стороны, и естественными ресурсами и способностью природы к восстановлению – с другой (Преамбула 3);
- под «загрязнением» понимается прямое или опосредствованное внесение ... вибраций, тепла или шума, ..., которые могут быть вредными для человеческого здоровья или окружающей среды ... (Статья 2(2));
- Государства-члены должны предпринимать необходимые меры для обеспечения уполномоченными органами такой эксплуатации объектов, чтобы ... энергия использовалась эффективным образом (Статья 3);
- Государства-члены должны предпринимать необходимые действия для того, чтобы заявление в уполномоченный орган содержало описание ... энергии, потребляемой или производимой установкой (Статья 6(1));
- К числу соображений, которые должны приниматься во внимание при определении НДТ, вообще или в конкретных случаях, относится «потребление и

характер сырья (включая воду), используемого в технологическом процессе, и эффективность использования энергии» (Приложение IV, п.9).

Обеспечение энергоэффективности является приоритетным направлением деятельности Европейского Союза, поэтому в данном направлении были приняты ряд других политических и правовых документов:

- Берлинская декларация, март 2007 г.;
- План действий в области энергоэффективности (COM (2006) 545 final), октябрь 2007 г.;
- Коммюнике Комиссии о реализации Европейской программы по изменению климата (COM (2001) 580 final), положения об энергоэффективности промышленных установок;
- «Зеленый доклад» (Green Paper) по энергоэффективности (COM (2005) 265), 22 июня 2005 г.;
- «Зеленый доклад» (Green Paper) «К европейской стратегии безопасности энергоснабжения» (COM (2000) 769 final), 29 ноября 2000 г.;
- Директива Совета 2004/8/ЕС от 11 февраля 2004 г. о развитии когенерации на основе спроса на полезное тепло на внутреннем рынке и о дополнении Директивы 92/42/ЕС;
- Директива Совета 2006/32/ЕС от 5 апреля 2006 г. об эффективности конечного использования энергии, энергетических услугах и отмене Директивы 93 / 76 / ЕЕС;
- рамочная Директива об установлении требований к экопроектированию энергопотребляющей продукции EuP (2005/32/ЕС);
- План действий по обеспечению устойчивой промышленной политики;
- План по энергоэффективности для малых и средних предприятий, разработанный в рамках деятельности по внедрению стандарта EMAS;
- Исследования и проекты в рамках программ Intelligent Energy – Europe и SAVE, направленных на повышение энергоэффективности зданий и промышленной деятельности.

Очевидно, целью Директивы 2008/1/ЕС является осуществление комплексного контроля и предотвращения загрязнений, позволяющего обеспечить более высокий уровень охраны окружающей среды в целом, включая эффективное использование энергии и рациональное использование природных ресурсов.

Ключевым элементом обеспечения энергоэффективности на уровне систем являются подходы, направленные на создание соответствующей системы менеджмента. Другие НДТ, применяемые на уровне системы, вносят вклад в менеджмент эффективности и позволяют получить больше информации о конкретных инструментах, необходимых для достижения поставленных целей. В этом смысле можно выделить следующие НДТ:

- Внедрение и поддержание системы менеджмента энергоэффективности, включая планирование и определение целей и задач, а также разработка эффективных энерготехнологий и отслеживание достижений в сфере методов обеспечения энергоэффективности;
- Оптимизация системы менеджмента энергоэффективности на основе системного подхода;
- Постоянное улучшение экологической результативности;

- Выявление энергоэффективности системы и возможностей для энергосбережения, состоящей в выявлении аспектов функционирования системы, влияющих на ее энергоэффективность, посредством организации аудита, построенного на принципах системного анализа;
- Установление и пересмотр целей и показателей в области энергоэффективности;
- Сравнительный анализ (бенчмаркинг) результативности с использованием отраслевых, национальных и региональных ориентиров;
- Повышение степени интеграции процессов;
- Поддержание поступательного развития инициатив в области энергоэффективности и повышение мотивации;
- Поддержание уровня квалификации персонала в сфере энергоэффективности;
- Эффективный контроль технологических процессов;
- Техническое обслуживание;
- Определение и соблюдение процедур регулярного мониторинга и измерения характеристик производственного процесса и видов деятельности, оказывающих значительное влияние на энергоэффективность;
- Энергоэффективное проектирование, которое состоит в оптимизации энергоэффективности при проектировании нового производства, производственной единицы, системы единиц, или планирование их значительной модернизации.

Практический опыт свидетельствует о том, что использование методов энергоэффективного проектирования является одним из наиболее экономически эффективных способов повышения энергоэффективности. В целом, отношение совокупных социально-экономических выгод к издержкам при повышении энергоэффективности посредством энергоэффективного проектирования оказывается в 3-4 и более раз выше, чем в случае традиционных аудитов.

При этом важнейшим элементом НДТ энергоэффективного проектирования является выбор энергоэффективной энерготехнологии, поскольку именно с ней связан наибольший потенциал энергосбережения.

При анализе путей повышения энергоэффективности сахарного производства следует отметить, что современный сахарный завод представляет собой единый энерготехнологический комплекс (ЭТК), в состав которого входят взаимосвязанные системы производства и потребления тепловой и электрической энергии. Система производства энергии представляет собой когенерационную установку по совместному производству тепловой и электрической энергии (ТЭЦ), а система энергопотребления непосредственно предприятием представляет собой сложную иерархическую структуру, состоящую из элементов технологического, теплообменного, механического оборудования, которые взаимосвязаны сложной схемой разнородных связей, в которых одновременно протекают, тесно взаимодействуя, сложные физико-химические процессы. Именно эта сложность внутренних взаимосвязей элементов, процессов, их параметров и характеристик определяет необходимость комплексного анализа реального функционирования ЭТК и оценки его эффективности. Соответственно, возникает принципиальная необходимость системного подхода к решению технико-экономической задачи оптимизации структуры, параметров и режимов работы ЭТК сахарного завода с целью повышения эффективности использования ТЭР.

В настоящее время реализуются два основных энерготехнологических подхода к решению задачи повышения эффективности использования ТЭР: метод усовершенствования существующего ЭТК и инновационный метод.

Первый метод не требует значительных затрат технико-экономических ресурсов, однако исключает возможность оптимизационного подхода к решению задачи повышения энергоэффективности и как следствие не может обеспечить системного углубленного снижения расхода ТЭР.

В то же время инновационный метод, основанный на внедрении новейших техники и технологий, позволяет провести структурную энерготехнологическую реконструкцию существующих предприятий с применением оптимизационных подходов, в том числе с увеличением их производительности. Оптимальное инновационное проектирование энерготехнологической системы означает модификацию ее структуры и параметров с целью минимизации суммарной стоимости производимой продукции системой, включая стоимость израсходованных энергетических ресурсов, при граничных условиях, связанных с доступностью финансовых ресурсов, материалов, защитой окружающей среды включая требования безопасности, надежности, удобства использования, ремонтпригодности т.п..

Это означает, что при оптимизации ЭТК сахарных заводов необходимо применять основные принципы, учитывающие необходимость получения интегрированного проектного решения, которое было бы не только энергетически оптимальным, но и экономически и технически приемлемым. Поскольку процедура проектирования требует применения методов системного анализа, комплекс мероприятий по оптимизации энергопотребления в первую очередь следует выстроить в соответствующую иерархию инновационных мероприятий, связанных с выбором оптимальной структуры и отдельных элементов системы. То есть для построения оптимальной структуры ЭТК необходимо ее математическое представление и моделирование.

Можно сделать вывод, что на этапе создания эскизного проекта модернизации существующих производств в рамках НДТ энергоэффективного проектирования необходимо использовать такие их элементы: выявление энергоэффективности системы и возможностей для энергосбережения, установление и пересмотр целей и показателей в области энергоэффективности, сравнительный анализ (бенчмаркинг), а также постоянное улучшение экологической результативности.

Рассмотрим вопрос разработки энергоэффективной теплотехнологии сахарного производства на этапе концептуального проектирования (эскизного проекта) в рамках НДТ энергоэффективного проектирования модернизации его ЭТК. В реальных расчетах в основу НДТ выявления энергоэффективности системы и возможностей для энергосбережения должны быть положены результаты теплотехнологического аудита предприятия. При анализе реального состояния теплоиспользования по результатам аудита составляют реальный материальный и тепловой балансы по всем станциям завода, после чего, зная реальные показатели расхода ТЭР, с использованием предложенной методики определяют реальные значения теплотерь. Полученные результаты должны быть положены в основу НДТ сравнительного анализа реальных показателей потребления ТЭР с расчетными показателями работы аналогичных теплотехнологических комплексов, выполняющими роль критериев эффективности. На этих результатах должны также базироваться дальнейшие варианты расчеты перспективных теплотехнологических схем и их сравнительный анализ.

То есть при проведении энергетического аудита в рамках НДТ выявления энергоэффективности используется метод фактических аналитических балансов, который дает возможность оценить фактическое состояние энергоиспользования с определением полезно использованных ТЭР и определить как общие потери ТЭР, так и их составляющие. При разработке мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР на основании результатов аудита используют метод расчетных аналитических балансов.

В проектных расчетах при формировании исходных условий задаются некоторым расчетным материальным балансом по всем станциям завода и величинами теплотерь, полученными в результате аудита, после чего определяют комплексные показатели расхода ТЭР.

По результатам использования НДТ выявления энергоэффективности можно сделать вывод, что теплота в сахарном заводе расходуется на следующее:

1. Нагревание сухих веществ, поступающих в завод в составе свеклы, от температуры окружающей среды до температур жома, сахара, мелассы, фильтрационного осадка соответственно. Однако, поскольку эти температуры определяются технологическим процессом, влияние на эту составляющую баланса может быть лишь минимальным.

2. Нагревание основной части воды, поступающей в завод со свеклой и питательной водой, до температур жома и температуры избыточных аммиачных конденсатов соответственно.

3. Испарение части воды, поступившей в завод, в количестве пара поступающего из вакуум-аппаратов в вакуум-конденсационную установку.

4. Компенсацию потерь теплоты в окружающую среду. Из вышеприведенного можно сделать вывод, что эти потери являются весьма значительными. Даже для относительно низких значений потерь они составляют 28 % от «прямых» затрат на технологический процесс.

Соответственно можно предложить комплекс мероприятий по разработке энергоэффективной технологии.

Например, в пределах существующей теплотехнологической схемы следует определить следующие шаги по снижению расхода ТЭР:

1. Уменьшение количества воды, поступающей в завод, и как следствие уменьшение количества аммиачных конденсатов (количество воды в жоме определяется технологическим процессом). Единственным действенным мероприятием для реализации этого является уменьшение откачки, что, очевидно, может быть реализовано лишь *комплексом технологических мероприятий*, в первую очередь повышением качества свеклы.

2. Уменьшение конечной температуры воды, покидающей завод. Поскольку температура воды, содержащейся в жоме, задается технологическим режимом диффузионной установки, речь может идти лишь об углубленном охлаждении аммиачных конденсатов. При этом следует учесть, что углубленное охлаждение аммиачных конденсатов требует наличия соответствующих продуктов, нагреваемых ними, с возможно низкими температурами, что является технологической задачей.

3. Использование теплоты уфельного пара. Теплота уфельного пара, что традиционно для российских сахарных заводов, используется для предварительного нагрева барометрической воды в вакуум-конденсационной установке. Это объясняется тем, что температура барометрической воды на входе в завод принята равной 45 °С, а не температуре окружающей среды. Для более глубокого использования уфельного пара на нагрев барометрической воды можно



использовать, например, следующие методы: организовать двухступенчатый нагрев в конденсаторе; снизить вакуум в конденсаторе, что, однако, может привести к ухудшению работы вакуум-аппаратов.

Кроме этого, можно организовать нагревание диффузионного сока уфельным паром в подогревателе специальной конструкции. Для этого необходимо иметь сок после диффузионной установки с возможно более низкой температурой, что является сложной технологической задачей в пределах рассматриваемой теплотехнологической схемы в условиях специфического отечественного сырья.

4. Уменьшение потерь энергии в окружающую среду. Не будем останавливаться на общеизвестных требованиях к тепловой изоляции, соответствующему технологическому оборудованию (например, современному фильтрационному оборудованию).

5. Внедрение комплекса мероприятий по снижению потребления и как следствие, производства электрической энергии. Давно пора расстаться с мифом о «дешевой» (как иногда считают неспециалисты – «дармовой») собственной электрической энергии.

Следует отдельно остановиться на требованиях к качеству сырья и совершенствованию проведения технологического процесса, уровню автоматизации. Именно технологический процесс имеет значительное влияние на величину потерь в окружающую среду. Например, совершенствование дефекосатурации приводит к уменьшению потерь, в том числе с выпаренной водой. Очевидным является влияние качества продуктов на потери в продуктовом отделении. Также очевидным является влияние автоматизации на качество проведения технологических процессов, снижение неравномерности работы предприятия, минимизацию времени пребывания продуктов на верстате и как следствие на потери.

Если же речь идет о комплексной реконструкции предприятия, в том числе с целью повышения энергоэффективности, следует отметить следующее. Во-первых, поскольку сахарный завод является единой структурой, весомый результат может принести лишь системная работа, объединяющая комплекс неразрывно связанных технологических и теплотехнических мероприятий. Во-вторых, внедрение отдельных видов оборудования, даже самого современного, не принесет результата, если оно не вписывается в этот комплекс мероприятий.

Еще раз следует особо отметить, что повышение эффективности использования ТЭР является системной задачей и должна решаться соответствующими системными методами.

Соответственно из анализа общепроизводственного теплового баланса в рамках НДТ энергоэффективного проектирования можно определить комплекс мероприятий по реконструкции сахарного завода с целью повышения эффективности использования ТЭР:

1. Для кардинального уменьшения расхода пара на нагрев воды, поступающей в завод, следует количество питательной воды свести к минимуму, одновременно снижая температуру избыточных аммиачных конденсатов, оставляющих завод. Для этого необходимо:

1.1. Замкнуть аммиачные конденсаты внутри завода, возвратив их на питание диффузионной установки. При этом охлаждение аммиачных конденсатов перед диффузионной установкой будет иметь уже не энергосберегающий характер, а исключительно технологический.

1.2. Большую часть воды, содержащуюся в жоме, замкнуть внутри предприятия, удалив ее из жома с помощью жомовых прессов и возвратив на питание

диффузионной установки. Это непростая технологическая задача, требующая перехода с чисто диффузионного метода сокодобывания на диффузионно-прессовый.

2. С целью уменьшения количества утфельного пара, оставляющего завод, следует внедрить следующие мероприятия:

2.1. Подавать на уваривание в продуктовое отделение продукты (сироп с клеровкой) с повышенным содержанием сухих веществ (до 70...72 % СВ), для чего внедрить вакуум-аппараты с принудительной циркуляцией и систему их полной автоматизации.

2.2. Часть утфельного пара использовать в заводе для нагревания диффузионного сока. Для этого следует получить диффузионный сок пониженной температуры, применив диффузионно-прессовый метод сокодобывания. То есть мероприятия п. п. 1.1 и 2.2 следует внедрять комплексно.

3. Внедрить комплекс мероприятий по уменьшению потерь в окружающую среду.

Следует отметить, что в заводе есть специфический вид потерь, а именно потери в сатураторах с выпаренной водой. Для их уменьшения следует рассмотреть возможность утилизации теплоты выбросов сатурационных аппаратов, например для нагревания жомопрессовой воды.

4. Внедрить комплекс мероприятий по снижению потребления и как следствие – производства электрической энергии.

Одновременно с разработкой энергоэффективной технологии необходимо определять возможные изменения величин выбросов в окружающую среду в рамках НДТ постоянного улучшения экологической результативности.

В ЭТК сахарного завода следует выделить следующие источники загрязнения окружающей среды: продукты сгорания органического топлива (парниковые газы), вода с высокой температурой, тепловая энергия как следствие теплотерь с поверхностей элементов оборудования и с выбросами из технологических аппаратов (исключены технологические выбросы, в том числе с транспортерно-мочными водами, так называемым «дефекатом» и т.д.)

Разработанная энергоэффективная технология приводит к уменьшению всех энерготехнологических выбросов в окружающую среду, а именно:

- вследствие уменьшения расхода энергии на технологические нужды производство энергии в ТЭЦ уменьшается и как следствие уменьшается количество сжигаемого в парогенераторах органического топлива;
- уменьшение количества сжигаемого топлива, в свою очередь, приводит к уменьшению выбросов в окружающую среду продуктов его сгорания;
- уменьшается использование предприятием воды с низкой температурой, забираемой из окружающей среды;
- соответственно уменьшается количество сбрасываемой в окружающую среду воды с повышенной температурой;
- снижается температура сбрасываемой в окружающую среду воды, что приводит к уменьшению так называемого «теплового загрязнения» окружающей среды;
- вследствие уменьшения выхода вторичного пара вакуум-аппаратов в вакуум-конденсационную установку уменьшается выброс теплоты в окружающую среду с охлаждающей конденсаторы водой;
- уменьшается поступление воды из окружающей среды на подпитку системы оборотного водоснабжения;

- уменьшается «тепловое загрязнение» окружающей среды вследствие уменьшения «прямых» теплопотерь с поверхности оборудования энерготехнологического комплекса.

## **Выводы**

В процессе повышения энергоэффективности предприятий сахарной промышленности следует максимально использовать инновационные наилучшие доступные технологии (НДТ). Научно-методологической основой реконструкции предприятий сахарной промышленности с целью повышения энергоэффективности являются НДТ энергоэкономического менеджмента, базирующиеся на НДТ энергоэффективного проектирования. Их использование позволяет комплексно решить задачу повышения энергоэффективности предприятий сахарной промышленности и одновременного уменьшения техногенного воздействия их производства на окружающую среду.

## **Литература**

1. Анализ мирового рынка сахара: 2005-2014 г.г. М.: Businesstat.– 284 с.
2. Бондар В.С. Тенденції цін світового ринку цукру і їх вплив на внутрішній ринок України [Електронний ресурс] / В.С. Бондар, С.Ю. Андрющенко // Цукрові буряки. – 2010. № 25 (77). Режим доступу: <http://www.sugarbeet.org.ua/node/83>
3. Гончарук А.Г. Об эффективности производства сахара в Украине. Цукор України, 2008.– № 2.– С. 5–9.
4. Дубров А. М. Обработка статистических данных методом главных компонент / А. М. Дубров. – М. : Статистика, 1978. – 134 с.
5. Ларичев О. И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О. И. Ларичев, Е. М. Мошкович. – М.: Наука. Физмалит, 1996. –208 с.
6. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы / Е.Б. Королева, О.Н. Жигилей, А..М. Кряжев, О.И. Сергиенко, Т.В. Сокорнова – СПб., 2011. – 123 с.
7. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий : пер. с англ. / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
8. Ситуація на ринку цукру у 2009/2010 маркетинговому році [Електронний ресурс]: Державна підтримка українського експорту / за даними Міністерства економіки України. – Режим доступу у: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/pmom/ukr/4043.html>
9. Sugar: World Markets and Trade [Электронный ресурс] / United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service.– Режим доступа: <http://www.fas.usda.gov/report.asp>
10. World refined sugar price, monthly, quarterly, and by calendar and fiscal year [Электронный ресурс] //London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) + World Food Prices Jump to Record on Sugar, Oilseeds. Режим доступа: <http://www.bloomberg.com/news/>
11. World production, supply, and distribution, centrifugal sugar [Электронный ресурс] / USDA, FAS, PSD database. Режим доступа: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>

## References

1. (2014), *Analiz mirovogo rynku sakhara: 2005-2014 g.*, Businessstat, Moscow.
2. Bondar V.S., Andriushchenko S.Yu. (2010), Tendentsii tsin svitovoho rynku tsukru i yikh vplyv na vnutrishnii rynek Ukrainy, *Tsukrovi buriaky*, 25(77), available at: <http://www.sugarbeet.org.ua/node/83>
3. Goncharuk A.G. (2008), Ob effektivnosti proizvodstva sakhara v Ukraine, *Tsukor Ukrayiny*, 2, pp. 5–9.
4. Dubrov A. M. (1978), *Obrabotka statisticheskikh dannykh metodom glavnykh komponent*, Statistika, Moscow.
5. Larichev O. I., Moshkovich E. M. (1996), *Kachestvennye metody prinyatiya resheniy. Verbal'nyy analiz resheniy*, Nauka, Moscow Nauka.
6. Koroleva E.B., O.N. Zhigiley, A.M. Kryazhev, O.I. Sergienko, T.V. Sokornova (2011), *Nailuchshie dostupnye tekhnologii: opyt i perspektivy*, Sankt-Peterburg.
7. Saati T. (1993), *Prinyatie resheniy: metod analiza ierarkhiy*, Radio i svyaz', Moscow.
8. *Sytuatsiia na rynku tsukru u 2009/2010 marketynhovomu rotsi: Derzhavna pidtrymka ukrainskoho eksportu*, available at: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/pmom/ukr/4043.html>
9. *Sugar: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service*, available at: <http://www.fas.usda.gov/report.asp>
10. *World refined sugar price, monthly, quarterly, and by calendar and fiscal year, London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) + World Food Prices Jump to Record on Sugar, Oilseeds*, available at: <http://www.bloomberg.com/news/>
11. *World production, supply, and distribution, centrifugal sugar, USDA, FAS, PSD database*, available at: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>