

# «Невидимое топливо»

Исследование возможностей  
повышения энергоэффективности  
в промышленности стран СНГ

The EY logo is positioned in the bottom left corner of the page. It consists of the letters 'EY' in a bold, white, sans-serif font. The background of the entire page is a photograph of a worker in a dark blue uniform and an orange hard hat, wearing white work gloves with red palms. The worker is pointing towards a tall, red and white metal structure, likely a power transmission tower, against a clear blue sky. A bright yellow diagonal graphic element cuts across the lower right portion of the image.

**EY**

Совершенствуя бизнес,  
улучшаем мир



Евразийский Банк Развития



## Обращение к читателям

---



Компания EY является мировым лидером в предоставлении услуг, связанных с повышением эффективности деятельности компаний, управлением затратами и разработкой стратегии развития бизнеса. Энергетическая эффективность рассматривается нами не только как один из вызовов современности, но и как способ получения дохода.

Необходимость повышения эффективности использования энергоресурсов промышленными предприятиями во всем мире остается актуальной уже несколько десятков лет. С одной стороны, развитие производства стимулирует непрерывный рост потребления топлива и энергоносителей. С другой стороны, ограниченность ископаемых ресурсов, непрерывный рост их стоимости и ужесточение нормативных и законодательных требований обязывают менеджмент компаний снижать энергопотребление. В такой ситуации энергоэффективность является своего рода «невидимым топливом» – скрытым ресурсом, который жизненно необходим любому современному предприятию.

Сокращение затрат при увеличении объемов производства – фактор успеха на высококонкурентных глобальных промышленных рынках. Зачастую, затраты производителей многих отраслей промышленности растут пропорционально стоимости энергоносителей. При этом модернизация оборудования и внедрение энергоэффективных технологий требуют значительных капитальных вложений, что, в свою очередь, осложняется высокой стоимостью заемного капитала.

Взаимодействуя с бизнес-средой России, Украины, Казахстана и Беларуси, мы выявили ряд барьеров и возможностей, связанных с реализацией энергоэффективных проектов. Очевидной стала потребность промышленных предприятий в определении лучших достижимых практик и текущего потенциала повышения энергоэффективности, внедрении технологических решений, грамотном использовании доступных финансовых инструментов и накопленного опыта реализации проектов повышения энергоэффективности в указанных странах.

Для решения этих задач нами совместно с Евразийским Банком Развития было проведено комплексное исследование потенциала повышения энергоэффективности в России, Украине, Казахстане и Беларуси. Мы провели анализ макроэкономических показателей рассматриваемых стран, рассчитали отраслевые показатели энергоёмкости в промышленности и выявили тенденции изменения таких показателей за последние годы. Кроме того, мы рассмотрели ряд реализованных технологических, управленческих и финансовых практик, связанных с повышением энергетической эффективности на предприятиях в указанных странах.

Для представления объективной ситуации и актуального обзора используемых энергоэффективных решений мы провели опрос экспертов в области энергоэффективности и представителей крупных промышленных предприятий различных отраслей.

Мы надеемся, что исследование будет полезным, в первую очередь, для представителей менеджмента промышленных предприятий. Исследование поможет сформулировать индивидуальный подход к повышению энергоэффективности активов компаний с учетом технологических особенностей и условий функционирования их производства. Кроме того, мы считаем, что представленный в исследовании анализ тенденций и показателей энергопотребления будет полезен для корректной постановки целей в области повышения энергетической эффективности в промышленности четырех исследуемых стран.

С уважением,

**Ксения Лещинская,**

Партнер,

Руководитель отдела услуг в области чистых технологий  
и устойчивого развития в странах СНГ





## Обращение к читателям

---



Евразийский банк развития (ЕАБР) является международной финансовой организацией, призванной содействовать экономическому росту государств-участников, расширению торгово-экономических связей между ними и развитию интеграционных процессов на евразийском пространстве путем осуществления инвестиционной деятельности.

Содействие повышению энергоэффективности экономик государств - участников ЕАБР является одной из стратегических задач Банка. Промышленность во многих странах СНГ является энергоёмкой: энергозатраты для производства продукции превышают аналогичные показатели в развитых странах мира. Это является значительной проблемой для экономик, негативно отражаясь на их конкурентоспособности. Поэтому важность повышения эффективности использования энергоресурсов, или, иначе говоря, роста энергоэффективности, трудно переоценить.

Настоящее исследование, проведенное ЕАБР совместно с компанией ЕУ, является логическим продолжением наших предыдущих работ на эту тему. Оно охватывает вопросы энергоёмкости в промышленности крупнейших экономик СНГ: Российской Федерации, Республики Казахстан, Республики Беларусь и Украины. В частности, проанализирована энергоёмкость отраслей экономики, потребляющих наибольший объем энергоресурсов: это металлургия, добыча топливно-энергетических ресурсов, производство и распределение энергии, газа и воды, производство нефтепродуктов, целлюлозно-бумажное производство. Более того, в рамках исследования проведен опрос с целью изучения мнения руководителей предприятий о необходимости и путях повышения энергоэффективности с учетом уже реализованных проектов и текущих инициатив.

Главным отличием нашего исследования является его практическая направленность, фокус на интересах предприятий реального сектора и большое количество примеров уже реализованных проектов. Наши рекомендации также носят практический характер. Их реализация способствует повышению рентабельности предприятий за счет снижения себестоимости продукции, повышения уровня стабильности в условиях роста тарифов, снижения затрат на техобслуживание при замене неэффективного оборудования. Как банк развития ЕАБР предлагает финансирование программ и проектов, направленных на повышение энергоэффективности.

Мы надеемся, что представленное здесь совместное исследование ЕАБР и ЕУ будет принято во внимание государственными органами анализируемых стран и учтено при формировании последовательной политики в сфере повышения энергоэффективности, реализация которой будет способствовать снижению энергоёмкости и повышению уровня стабильности в условиях роста тарифов, стимулированию социальной ответственности бизнеса.

**Владимир Ясинский**  
Член правления ЕАБР,  
Управляющий директор по аналитической работе

# Содержание

<b>Обращение к читателям</b> <i>Ксения Лещинская (ЕУ)</i>	<b>1</b>	<b>3. Практика повышения энергоэффективности в промышленности</b>	<b>31</b>
<b>Обращение к читателям</b> <i>Владимир Ясинский (ЕАБР)</i>	<b>3</b>	3.1. Управление энергоэффективностью в промышленности	<b>31</b>
<b>Список сокращений</b>	<b>5</b>	3.2. Энергоёмкость добавленной стоимости в некоторых отраслях промышленности	<b>32</b>
<b>Основные выводы</b>	<b>6</b>	3.3. Общие подходы к построению энергетической стратегии	<b>33</b>
<b>Методология исследования</b>	<b>9</b>	3.4. Ключевые особенности и примеры проектов реконструкции систем выработки и поставки энергоносителей	<b>40</b>
<b>Перечень кейсов</b>	<b>10</b>	3.4.1. Когенерация и собственная выработка электроэнергии	<b>40</b>
<b>1. Предпосылки повышения энергоэффективности в исследуемых странах</b>	<b>12</b>	3.4.2. Утилизация тепловой энергии	<b>43</b>
1.1. Обзор мировых тенденций в области энергоэффективности	<b>12</b>	3.4.3. Системы производства и снабжения сжатого воздуха	<b>44</b>
1.1.1. Энергопотребление: развитые страны	<b>13</b>	3.4.4. Системы пароснабжения	<b>44</b>
1.1.2. Энергопотребление: развивающиеся страны	<b>14</b>	3.4.5. Системы освещения	<b>46</b>
1.1.3. Энергопотребление: Россия, Украина, Беларусь и Казахстан	<b>16</b>	3.4.6. Системы электроснабжения	<b>47</b>
1.2. Основные сдерживающие и мотивирующие факторы реализации мероприятий в сфере энергоэффективности	<b>18</b>	3.4.7. Насосные системы	<b>48</b>
<b>2. Энергоёмкость отраслей промышленности исследуемых стран</b>	<b>22</b>	3.4.8. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования, производства и снабжения промышленного холода	<b>49</b>
2.1. Общие данные и факторы, влияющие на отрасли	<b>23</b>	<b>3.5. Показатели энергоёмкости и реализованные проекты повышения энергоэффективности в отраслях промышленности</b>	<b>53</b>
2.2. Металлургия	<b>23</b>	3.5.1. Metallургия	<b>54</b>
2.3. Производство нефтепродуктов	<b>25</b>	3.5.1.1. Доменное производство	<b>54</b>
2.4. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	<b>26</b>	3.5.1.2. Производство стали	<b>56</b>
2.5. Добыча нефти, газа, угля и торфа	<b>27</b>	3.5.1.3. Электрометаллургия	<b>57</b>
2.6. Целлюлозно-бумажное производство	<b>29</b>	3.5.1.4. Электростанции металлургических предприятий	<b>58</b>
2.7. Основные выводы по результатам анализа энергоёмкости отраслей	<b>30</b>	3.5.1.5. Прокатное производство	<b>59</b>
		3.5.2. Генерация электроэнергии из ископаемого топлива	<b>61</b>
		3.5.3. Химическая и нефтехимическая промышленность	<b>66</b>
		3.5.3.1. Нефтехимическая отрасль	<b>67</b>
		3.5.3.2. Производство хлора и каустической соды	<b>69</b>
		3.5.3.3. Производство серной кислоты	<b>70</b>
		3.5.3.4. Производство кальцинированной соды	<b>71</b>
		3.5.3.5. Производство аммиака	<b>71</b>



## Список сокращений

**EER** – energy efficiency ratio / коэффициент энергетической эффективности

**IPO** – initial public offering / первичное публичное предложение

**PPP** – purchasing power parity / паритет покупательной способности

**АСТУЭ** – автоматизированная система технического учета энергоресурсов

**АСУТП** – автоматизированная система управления технологическими процессами

**АСУЭ** – автоматизированная система учета энергоресурсов

**БСК** – батарея статических конденсаторов

**ВВП** – валовый внутренний продукт

**ВИЭ** – возобновляемые источники энергии

**ГРЭС** – государственная районная электростанция

**ГТУ** – газотурбинная установка

**ГУБТ** – газовая утилизационная бескомпрессорная турбина

**ГЭС** – гидроэлектростанция

**ДСП** – дуговая сталеплавильная печь

**ИЦЭС** – инженерный центр энергосбережения

**КПД** – коэффициент полезного действия

**КПЭ** – ключевые показатели эффективности

**МНЛЗ** – машина непрерывного литья заготовок

**МФО** – международная финансовая организация

**МЭА** – международное энергетическое агентство

**НПЗ** – нефтеперерабатывающий завод

**НХЗ** – нефтехимический завод

**ПВХ** – поливинилхлорид

**ПГУ** – парогазовая установка

**РУП** – республиканское унитарное предприятие

**СИО** – система испарительного охлаждения

**ТГК** – территориальная генерирующая компания

**ТЭР** – топливно-энергетические ресурсы

**ТЭС** – тепловая электростанция

**ТЭЦ** – теплоэлектроцентраль

**у.т.** – условное топливо

**УТЭС** – утилизационная тепловая электростанция

**ЦТП** – центральный тепловой пункт

**ЭКА** – экспортно-кредитное агентство

**ЭСКО** – энергосервисная компания

3.5.4. Производство материалов	73
3.5.5. Производство бумаги	75
3.6. Стимулы и приоритетные направления внедрения мер по повышению энергетической эффективности в промышленности	77
<b>4. Источники и инструменты финансирования</b>	<b>78</b>
4.1. Выбор источников финансирования	79
4.2. Заемное (долговое) финансирование	81
4.2.1. Международные финансовые организации	81
4.2.2. Национальные институты развития	84
4.2.3. Коммерческие банки	85
4.2.4. Лизинг	86
4.2.5. ЭКА: долгосрочное кредитование импорта энергоэффективного оборудования с участием экспортно-кредитных агентств	86
4.2.6. Выпуск облигаций	87
4.3. Энергосервисный контракт	88
4.4. Долевое финансирование	91
4.5. Гранты	91
<b>5. Список использованных источников информации</b>	<b>92</b>
<b>6. Глоссарий</b>	<b>94</b>
<b>7. Приложения</b>	<b>96</b>
7.1. Приложение 1. Особенности финансирования проектов международными финансовыми организациями	96
7.2. Приложение 2. Типовые условия финансирования проектов	98



# ОСНОВНЫЕ



В ходе проведения данного исследования были проанализированы основные тенденции в сфере энергетической эффективности и динамика изменения соответствующих показателей на трех основных уровнях:

1. на уровне экономик исследуемых стран (Россия, Украина, Беларусь, Казахстан);
2. на уровне отраслей промышленности;
3. на уровне отдельных предприятий – респондентов исследования.

Проведенный анализ позволил сделать следующие основные выводы по ряду наиболее актуальных вопросов повышения энергоэффективности в промышленности стран СНГ.



# ВЫВОДЫ

## ► Тенденции к изменению показателей энергоэффективности на уровне экономик стран

Энергоёмкость экономик исследуемых стран остается достаточно высокой. Однако макроэкономические показатели энергоёмкости (в частности, энергоёмкость валового внутреннего продукта, ВВП) демонстрируют в целом положительную тенденцию к снижению в ретроспективе 1990-2011 гг. на фоне общего падения энергопотребления, вызванного экономическим спадом 1990-х годов и формированием рыночных моделей функционирования. Кроме того, для всех исследуемых стран характерно перераспределение внутреннего баланса потребления топлива и энергоносителей. В частности, наблюдается наращивание доли потребления в сферах услуг и транспорта, вызванное их развитием.

При этом экономики исследуемых стран характеризуются значительным отставанием по показателю энергоёмкости ВВП от среднемирового уровня, что объясняется как наличием высокой доли энергоёмких производств, кардинальным образом не реконструированных, так и пониженными показателями добавленной стоимости продукции. Непрерывно растущая стоимость энергоносителей является одним из факторов, влияющих на стоимостные показатели продукции (особенно в энергоёмких секторах).

## ► Изменение показателей энергоёмкости в компаниях

По результатам проведенного опроса большинство компаний демонстрируют неизменную долю расходов на энергоносители в структуре себестоимости продукции в 2005-2011 гг. Однако энергоёмкость добавленной стоимости снижается в этом же периоде, что свидетельствует о нетехнических факторах формирования такого показателя и возможности корректирования рыночных цен на продукцию без изменения структуры производства и соответствующих затрат.

## ► Текущие планы компаний по развитию производства и снижению энергоёмкости

Представители бизнес-сообществ в исследуемых странах ищут способы адаптироваться к новым вызовам в сфере энергообеспечения и энергопотребления. В энергоёмких отраслях промышленности исследуемых стран (металлургия, химическое и нефтехимическое производство, нефтепереработка, производство электроэнергии с использованием ископаемого топлива, целлюлозно-бумажное производство) не наблюдалось существенного снижения

макроэкономических показателей энергоэффективности. Это может свидетельствовать о том, что в данных отраслях кардинальное обновление основных производственных фондов не проводилось. Однако для многих отраслей промышленности повышение энергетической эффективности является ключевым фактором увеличения добавленной стоимости продукции предприятий в условиях рыночных ограничений, потому следует разработать соответствующие инвестиционные планы реконструкции производств и систем энергоснабжения, а также адаптировать их к различным прогнозным вариантам развития соответствующих рынков.

Абсолютное большинство компаний-респондентов (почти 90%) планирует за следующие пять лет сократить энергоёмкость продукции. Это связано, по мнению респондентов, с постоянно растущей стоимостью энергоносителей, необходимостью обновления оборудования и снижения себестоимости продукции. Многие компании в той или иной мере разработали инвестиционные планы по реализации крупных мероприятий, связанных с повышением эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

## ► Факторы, стимулирующие реализацию проектов повышения энергетической эффективности

Среди основных групп факторов, мотивирующих создавать энергетические стратегии и реализовывать инвестиционные проекты реконструкции, сопровождающиеся снижением показателей энергопотребления, компании выделяют: непрерывный и неизбежный рост цен на энергоресурсы, необходимость замены оборудования, отработавшего установленные сроки эксплуатации, необходимость снижения себестоимости продукции для удержания рыночных позиций. Кроме того, для многих компаний актуален вопрос ограниченности доступа к энергоресурсам, что вызывает необходимость сокращения объемов потребления и развития собственных генерирующих мощностей.

Необходимо отметить, что ни один из респондентов исследования не упоминал о влиянии законодательства в области энергоэффективности или мер государственной поддержки в качестве стимулирующего фактора. Это свидетельствует о недостаточности существующих инструментов государственной поддержки для стимулирования инвестиций в энергоэффективность.

► **Факторы, сдерживающие реализацию проектов повышения энергетической эффективности**

Среди сдерживающих факторов (барьеров на пути системной реализации инвестиционных проектов повышения энергетической эффективности) компании выделяют, прежде всего, финансовые (недостаток собственных средств, ограниченность доступных кредитных средств, сложность оценки и достоверного подтверждения эффекта от реализации проектов). Указанная группа факторов характерна для абсолютного большинства компаний из различных отраслей (~60%). Кроме того, среди существенных проблем выделяют административные (сложность прохождения согласовательных и разрешительных процедур, недостаток поддержки со стороны государства, устаревшая нормативная база) и технические барьеры (сложность технических решений и недостаток опыта успешного планирования и реализации подобных проектов).

► **Практики реализации инвестиционных мероприятий, связанных с повышением энергетической эффективности**

Практически все респонденты исследования описали в анкетах успешно реализованные проекты (представлены в виде кейсов), сопровождающиеся снижением показателей энергоёмкости продукции. Однако, в большинстве случаев, повышение энергетической эффективности в таких проектах рассматривалось в качестве одной из составляющих основного эффекта от реализации. Главными приоритетами инвестирования являются поддержание в рабочем состоянии оборудования, которое отработало допустимый срок эксплуатации, а также выпуск новых видов или улучшение качества существующей продукции. Во многих случаях лучшие отраслевые показатели энергоёмкости продукции не были достигнуты в результате реализации таких инициатив. Кроме того, крупные инвестиционные проекты носят фрагментарный характер в отраслях и реализуются отдельными предприятиями. Для кардинального изменения показателей энергоёмкости в отраслях необходимо создание стратегии инвестирования в проекты, связанные с улучшением показателей эффективности потребления топлива и энергоносителей на предприятиях. Такая стратегия должна быть адаптирована к различным вариантам развития рынков соответствующей продукции компаний.

► **Операционные улучшения, связанные с повышением энергетической эффективности**

В исследовании представлены отдельные практики компаний в области внедрения программ операционных улучшений, связанных с повышением энергетической эффективности, построением автоматизированных систем мониторинга и учетом энергоносителей, внедрением систем энергетического менеджмента. Реализацию текущих мероприятий повышения энергетической эффективности (организационных инициатив и мероприятий в рамках операционных бюджетов) необходимо проводить на постоянной основе посредством обеспечения работоспособности процессов непрерывного анализа энергетической результативности и энергетического планирования. Для создания концепции такого планирования целесообразно консолидировать указанную деятельность, возложив полномочия на специальное подразделение с соответствующим уровнем полномочий внутри компании. Таким подразделением может стать Дирекция по энерго- и ресурсоэффективности (Chief Resource Officer Department).

► **Финансирование проектов по повышению энергоэффективности**

По результатам опроса компаний, сложность привлечения финансирования является наиболее серьезным барьером на пути к повышению энергоэффективности предприятий. Большинство респондентов используют собственные средства на реализацию энергоэффективных проектов, объясняя отказ от внешнего финансирования высокими процентными ставками при привлечении заемных средств и сложностью экономической оценки проектов. При этом финансирование проектов, особенно крупных, исключительно из собственных бюджетов приводит к «заморозке» оборотных средств, что, в конечном счете, может создать ряд угроз для финансовой устойчивости предприятия. Для преодоления подобных проблем целесообразно рассмотреть более широкий спектр источников и схем финансирования, в том числе рассмотренных в Главе 4, и принимать решение о наиболее оптимальном источнике в зависимости от индивидуальных условий и характеристик проекта.

# Методология исследования

**Главная методологическая задача исследования состояла в многоуровневом анализе тенденций в области энергетической эффективности с целью выявления степени прогрессивности исследуемых стран, отраслей промышленности и отдельных предприятий в реализации энергетических политик.**

Анализ изменения показателей энергетической эффективности в исследовании проводился по трехуровневой структуре:

- ▶ **первый уровень:** анализ макроэкономических тенденций энергоёмкости на уровне исследуемых стран, а также отдельных секторов экономики (промышленность, транспорт, сфера услуг и т.д.) представлен в Главе 1 «Предпосылки повышения энергоэффективности в исследуемых странах»;
- ▶ **второй уровень:** оценка динамики изменения общих показателей энергоёмкости в отраслях промышленности, наиболее характерных для каждой из исследуемых стран, представлена в Главе 2 «Энергоёмкость отраслей экономики исследуемых стран»;
- ▶ **третий уровень:** анализ изменения показателей энергоёмкости на уровне отдельных предприятий различных отраслей промышленности (представлен в Главе 3 «Практики повышения энергоэффективности в промышленности»), а также анализ тенденций финансирования ими энергоэффективных мероприятий (представлен в Главе 4 «Источники и инструменты финансирования»).

На **первом уровне** были проанализированы макроэкономические тенденции энергоёмкости в исследуемых странах, а также в отдельных секторах экономики (промышленность, транспорт, сфера услуг и т.д.). Указанные тенденции были выявлены в результате анализа описанных ниже показателей:

- ▶ энергоёмкость ВВП, рассчитанная как соотношение потребленной энергии (т.н.э.<sup>1</sup>) к ВВП (долл. США) за определенный год. Источник для этих двух показателей – публично доступные данные Всемирного банка (World Bank Database). ВВП исследуемых стран рассчитан в долл. США по паритету покупательной способности, приведенных к ценам 2005 г.;
- ▶ потребление энергии на душу населения. Источник – публично доступные данные Всемирного банка (World Bank Database);
- ▶ структура энергопотребления развитых и развивающихся стран (тыс. т.у.т.<sup>2</sup>), в том числе Германии, Японии, США, Польши, Китая, Бразилии, ЮАР, Индии, России, Украины, Республики Беларусь и Казахстана. Источник – публично доступные данные Международного энергетического агентства (International Energy Agency).

Результаты анализа представлены в Главе 1 «Предпосылки повышения энергоэффективности в исследуемых странах».

На **втором уровне** была проведена оценка динамики изменения отраслевых показателей энергоёмкости на основании открытых данных, публикуемых официальными органами статистики исследуемых стран. В качестве входных данных использовались следующие показатели в ретроспективе 2005-2011 годов:

- ▶ потребление топлива (т.у.т.), электрической (кВт-час) и тепловой (ГКал) энергии отраслями промышленности;
- ▶ выпуск продукции в отраслях промышленности в денежном эквиваленте (млн. руб., грн., тенге, белорусских руб.);
- ▶ добавленная стоимость продукции в отраслях промышленности (млн. руб., грн., тенге, белорусских руб.);
- ▶ выпуск продукции в натуральных величинах (тонн, ГДж для отрасли производства электрической и тепловой энергии) для каждой из отраслей промышленности.

На основании указанных данных вычислялись показатели общего энергопотребления в отраслях (в гигаджоулях – ГДж) по коэффициентам перевода единиц энергии. Показатели выпуска продукции и добавленной стоимости были пересчитаны на долл. США 2005 г. (долл. США), а также скорректированы по паритету покупательной способности (PPP) – показатель из открытых источников для исследуемых стран. Кроме того, был рассчитан показатель затрат на производство (в долл. США 2005 г., скорректированных по PPP) как разница выпуска продукции и добавленной стоимости.

Далее для каждой из выбранных отраслей были рассчитаны и проанализированы в ретроспективной динамике (2005-2011 гг.) показатели среднеотраслевых удельных энергозатрат (ГДж/т), себестоимости единицы продукции (долл. США/т) и добавленной стоимости единицы продукции (долл. США/т). Результаты сравнения и выводы представлены в Главе 2 «Энергоёмкость отраслей промышленности исследуемых стран».

Анализ изменения показателей энергоёмкости для отдельных предприятий различных отраслей промышленности был проведен на **третьем уровне** исследования. Кроме того, были выявлены тенденции финансирования предприятиями проектов повышения энергетической эффективности по результатам анкетирования и проведения интервью с представителями крупных компаний энергоёмких отраслей промышленности исследуемых стран. Всего в анкетировании и интервью приняло участие 48 компаний-респондентов.

Для анализа изменения показателей энергоёмкости на уровне отдельных предприятий в качестве характерного был идентифицирован показатель энергоёмкости добавленной стоимости (ГДж/тыс долл. США). В качестве базовых годов для сравнения рассматривались 2005 и 2011 годы. Результаты сравнения, а также примеры реализованных инвестиционных проектов повышения энергетической эффективности представлены в Главе 3 «Практика повышения энергоэффективности в промышленности».

<sup>1</sup> Т.н.э. (тонна нефтяного эквивалента) – принятая Международным энергетическим агентством единица измерения потребления энергии. Одна тонна нефтяного эквивалента равняется 41,868 ГДж или 11,63 МВт·ч.

<sup>2</sup> Т.у.т. (тонна условного топлива) – принятая при расчётах единица учёта органического топлива. Энергетический эквивалент тонны условного топлива составляет 29,31 ГДж.

# Перечень кейсов

**Кейс 1.** Целевые показатели в области повышения энергоэффективности и снижения выбросов парниковых газов на предприятиях HeidelbergCement. *Раздел 3.3.*

**Кейс 2.** Система непрерывных операционных улучшений на Киевском заводе ПАО «Карлсберг Украина». *Раздел 3.3.*

**Кейс 3.** Система энергетического менеджмента на предприятиях СИБУР Холдинг. *Раздел 3.3.*

**Кейс 4.** Система оптимизации производственной деятельности в ОАО «Полиметалл». *Раздел 3.3.*

**Кейс 5.** Автоматизированная система учета энергоресурсов и управления энергосбережением (АСУЭ) ГК «Росатом». *Раздел 3.3.*

**Кейс 6.** Автоматизированная система технического учета энергоресурсов (АСТУЭ) на ПАО «Карлсберг Украина». *Раздел 3.3.*

**Кейс 7.** Автоматизированная система технического учета энергоносителей на ООО «Чипсы Люкс» («Монделис Украина», ранее – «Крафт Фудз»).

**Кейс 8.** Развитие мощностей собственной выработки тепловой и электрической энергии на ПАО «Крымский содовый завод». *Раздел 3.4.*

**Кейс 9.** Строительство новой когенерационной станции на предприятии International paper. *Раздел 3.4.*

**Кейс 10.** Строительство энергоцентра на комбинате по производству огнеупоров. *Раздел 3.4.1.*

**Кейс 11.** Строительство блочно-модульной котельной на ОАО «Каустик». *Раздел 3.4.1.*

**Кейс 12.** Утилизация тепловой энергии отходящих газов сталеплавильного комплекса на трубопрокатном предприятии. *Раздел 3.4.2.*

**Кейс 13.** Утилизация тепловой энергии и оптимизация тепловых потоков на целлюлозно-бумажном комбинате группы International paper. *Раздел 3.4.2.*

**Кейс 14.** Утилизация тепловой энергии уходящих газов паровой котельной на предприятии «Монделис Украина» (ранее – «Крафт Фудз»). *Раздел 3.4.2.*

**Кейс 15.** Децентрализация системы производства и снабжения сжатого воздуха на комбинате по производству огнеупоров. *Раздел 3.4.3.*

**Кейс 16.** Реконструкция системы теплоснабжения ПАО «Оболонь». *Раздел 3.4.4.*

**Кейс 17.** Модернизация систем производственного освещения в производственных подразделениях Новолипецкого металлургического комбината. *Раздел 3.4.5.*

**Кейс 18.** Модернизация систем освещения на ООО «Птицефабрика «Вараксино». *Раздел 3.4.5.*

**Кейс 19.** Модернизация систем производственного освещения на предприятии по производству напитков. *Раздел 3.4.5.*

**Кейс 20.** Установка системы компенсации реактивной мощности на подстанциях GV Gold. *Раздел 3.4.6.*

**Кейс 21.** Установка турбопитательных насосов вместо насосов с электроприводом в ОАО «Группа «Илим». *Раздел 3.4.7.*

**Кейс 22.** Модернизация насосных систем ООО «Птицефабрика «Вараксино». *Раздел 3.4.7.*

**Кейс 23.** Реконструкция системы снабжения промышленного холода ПАО «Оболонь». *Раздел 3.4.8.*

**Кейс 24.** Реконструкция системы снабжения промышленного холода на Тростянецкой шоколадной фабрике «Монделис Украина» (ранее – «Крафт Фудз»). *Раздел 3.4.8.*

**Кейс 25.** Реконструкция систем шахтного проветривания на предприятии ОАО «Уралкалий». *Раздел 3.4.8.*

**Кейс 26.** Модернизация системы микроклимата складских помещений ООО «Чипсы Люкс» компании «Монделис Украина» (ранее – «Крафт Фудз»). *Раздел 3.4.8.*

**Кейс 27.** Регулирование температуры помещений на Удмуртской птицефабрике. *Раздел 3.4.8.*

**Кейс 28.** Строительство комплекса доменной печи №7 «Россиянка» на Новолипецком металлургическом комбинате. *Раздел 3.5.1.1.*

**Кейс 29.** ГУБТ на Череповецком металлургическом комбинате. *Раздел 3.5.1.1.*

**Кейс 30.** Строительство ГУБТ на Новолипецком металлургическом комбинате. *Раздел 3.5.1.1.*

**Кейс 31.** Утилизация конвертерного газа на Новолипецком металлургическом комбинате. *Раздел 3.5.1.2.*

**Кейс 32.** Строительство нового кислородного блока на АО «Донецксталь». *Раздел 3.5.1.2.*



**Кейс 33.** Строительство нового литейно-прокатного комплекса на АО «Донецксталь». *Раздел 3.5.1.3.*

**Кейс 34.** Строительство утилизационной когенерационной станции на Новолипецком металлургическом комбинате. *Раздел 3.5.1.4.*

**Кейс 35.** Строительство нового литейно-прокатного комплекса на АО «Донецксталь». *Раздел 3.5.1.5.*

**Кейс 36.** Реконструкция нагревательных печей № 4 и 5 производства горячего проката на Новолипецком металлургическом комбинате. *Раздел 3.5.1.5.*

**Кейс 37.** Повышение энергоэффективности прокатного производства крупного российского металлургического холдинга. *Раздел 3.5.1.5.*

**Кейс 38.** Строительство парогазового блока ПГУ-410 на тепловой электростанции. *Раздел 3.5.2.*

**Кейс 39.** Строительство парогазовых станций в ОАО «Мосэнерго» (ПГУ-420 на ТЭЦ-26, ПГУ-450 на ТЭЦ-27, ПГУ-450 на ТЭЦ-21). *Раздел 3.5.2.*

**Кейс 40.** Реконструкция энергоблока №13 Луганской ТЭС. *Раздел 3.5.2.*

**Кейс 41.** Текущие мероприятия повышения энергетической эффективности на одной из российских тепловых электростанций. *Раздел 3.5.2.*

**Кейс 42.** Реконструкции этиленовой установки ЭП-300 нефтехимического завода в Кстове ОАО «СИБУР-Нефтехим». *Раздел 3.5.3.1.*

**Кейс 43.** Замена ртутных электролизеров на предприятии ОАО «Каустик». *Раздел 3.5.3.2.*

**Кейс 44.** Строительство современного цеха по производству серной кислоты на ЧАО «Крымский ТИТАН». *Раздел 3.5.3.3.*

**Кейс 45.** Реконструкция производства кальцинации соды на ПАО «Крымский содовый завод». *Раздел 3.5.3.4.*

**Кейс 46.** Комплексная модернизация аммиачного производства на ПАО «АЗОТ». *Раздел 3.5.3.5.*

**Кейс 47.** Реализация проектов повышения энергетической эффективности на предприятиях ООО «ГАЗМЕТАЛЛПРОЕКТ» (ОАО «Новоросцемент» и ОАО «Верхнебаканский цементный завод»). *Раздел 3.5.4.*

**Кейс 48.** Мероприятия повышения энерго- и ресурсоэффективности на предприятиях группы International paper. *Раздел 3.5.5.*

**Кейс 49.** Мероприятия по повышению энерго- и ресурсоэффективности в ОАО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат». *Раздел 3.5.5.*

**Кейс 50.** Долгосрочный кредит Всемирного банка на реализацию проекта по повышению энергетической эффективности ОАО «Архангельский ЦБК». *Раздел 4.2.1.*

**Кейс 51.** Кредит ЕАБР на строительство тепломагистрали от Апатитской ТЭЦ до ЦТП г. Кировска ОАО «Хибинская тепловая компания» [29]. *Раздел 4.2.1.*

**Кейс 52.** Кредит ЕАБР на строительство Полоцкой ГЭС на реке Западная Двина РУП «Витебскэнерго» [30]. *Раздел 4.2.1.*

**Кейс 53.** Кредитные средства по программе UKEEP на модернизацию оборудования АО «Сталь» [20]. *Раздел 4.2.1.*

**Кейс 54.** Финансирование энергоэффективных проектов компаний цементной отрасли Внешэкономбанком [21]. *Раздел 4.2.2.*

**Кейс 55.** Модернизация оборудования ООО «ОМЗ-Спецсталь» [22]. *Раздел 4.2.3.*

**Кейс 56.** Реализация энергоэффективного проекта ОАО «ТГК-5» за счет предоставленного кредита ОАО «Газпромбанк» [22]. *Раздел 4.2.3.*

**Кейс 57.** Энергоэффективное оборудование в лизинг для кондитерского комбината [31]. *Раздел 4.2.4.*

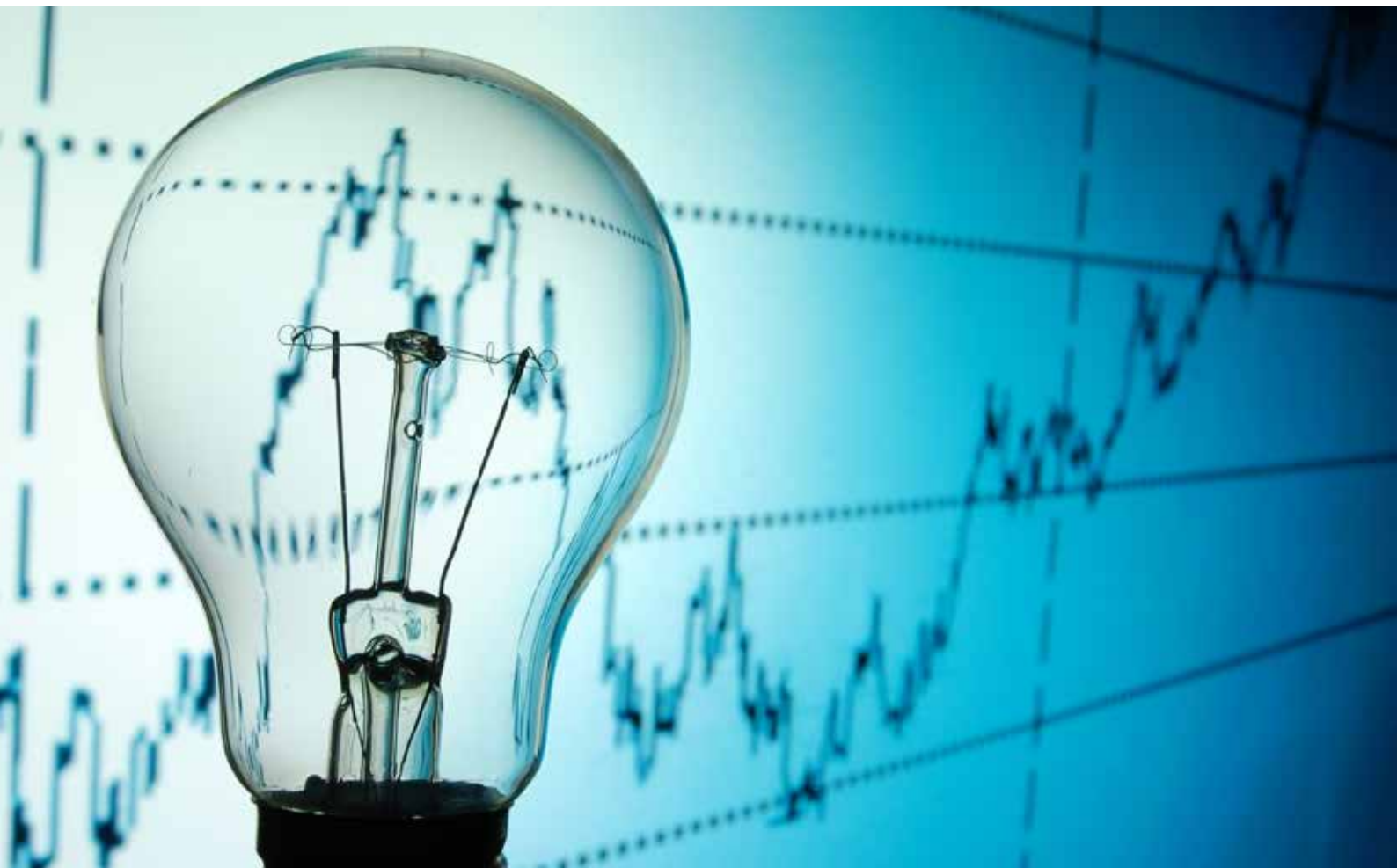
**Кейс 58.** Выпуск облигаций для финансирования инвестиционной программы ОАО «ТГК 5» [23]. *Раздел 4.2.6.*

**Кейс 59.** Выкуп еврооблигаций «РусГидро» ЕБРР [25]. *Раздел 4.2.6.*

**Кейс 60.** Бизнес-модель энергосервисной компании ООО «ФЕНИЧЕ РУС». *Раздел 4.3.*

**Кейс 61.** Проект по реконструкции системы отопления крупного производителя автомобилей в рамках перформанс-контракта с ООО «ФЕНИЧЕ РУС». *Раздел 4.3.*

# 1. Предпосылки повышения энергоэффективности в исследуемых странах



## 1.1. Обзор мировых тенденций в области энергоэффективности

---

С 1980-х годов повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) становится все более важным фактором при принятии стратегических решений как на уровне стран, так и на уровне компаний. Законодательство и энергетические стратегии многих стран ориентированы, главным образом, на повышение энергоэффективности. Появляются механизмы стимулирования инвестиций в энергоэффективные технологии и построение систем энергетического планирования.

Причина повышенного внимания к вопросу энергоэффективности заключается в наличии ряда существенных выгод, которые дает это направление деятельности. **Основные выгоды** от повышения уровня энергетической эффективности **для экономик стран** таковы:

- ▶ переход на модель устойчивого развития, которая обеспечивает экономический рост, увеличение доходов и занятость населения<sup>3</sup>;
- ▶ снижение зависимости от импорта ТЭР и повышение уровня энергетической безопасности государства;
- ▶ развитие наукоемких отраслей и повышение уровня квалификации населения.

**Основные выгоды** от повышения уровня энергетической эффективности **для бизнеса:**

- ▶ повышение рентабельности компании и конкурентоспособности производимой продукции;
- ▶ решение комплекса экологических и социальных проблем, которые особенно ощутимы в энергоёмких отраслях экономики;
- ▶ развитие модели социально ориентированного бизнеса и демонстрация приверженности концепции устойчивого развития<sup>4</sup>.

Многие страны ставят амбициозные цели в области повышения энергоэффективности, однако динамика и результаты данного процесса для развитых и развивающихся стран существенно отличаются. Ниже приводится анализ основных тенденций энергопотребления развитых и развивающихся стран.

### 1.1.1. Энергопотребление: развитые страны

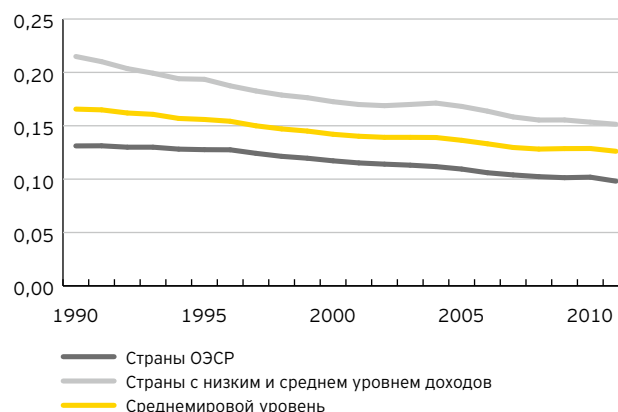
В развитых странах вопросы энергоэффективности стоят на повестке дня с середины 1970-х годов, когда после первого мирового нефтяного кризиса стабильность нефтяного рынка была нарушена, и страны получили мощный экономический стимул к энергосбережению. Именно тогда необходимость

<sup>3</sup> Согласно исследованию UNEP «Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности – обобщающий доклад для представителей властных структур» (2011 г.), инвестирование в «зеленую экономику» приведет к более высоким темпам роста ВВП, повышению занятости и богатства.

<sup>4</sup> Устойчивое развитие – это процесс изменений, при котором удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности (United Nations. 1987. «Report of the World Commission on Environment and Development.» General Assembly Resolution 42/187, 11 December 1987. Retrieved: 2007-04-12)

повышения эффективности использования ТЭР была осознана как на уровне государств, так и на уровне бизнеса. В результате правительствами развитых стран были приняты меры по снижению энергоёмкости их экономик. Это позволило достичь к 1990 г., по данным МЭА и Всемирного банка<sup>5</sup>, в 1,5 раза более низких показателей энергоёмкости ВВП<sup>6</sup> по сравнению с аналогичными показателями развивающихся стран (Рисунок 1.1). За последние 30 лет энергоёмкость ВВП развитых стран уменьшилась примерно на 38% и в настоящее время колеблется в интервале от 0,06 т.у.т. (Дания) до 0,12 т.у.т. (США) на 1000 долл. США ВВП (в ценах 2005 г. по паритету покупательной способности, PPP).

Рисунок 1.1. Энергоёмкость ВВП в 1990-2011 гг. (потребленная энергия в т.у.т. / ВВП в долл. США по паритету покупательной способности, приведенных к ценам 2005 г.)



Источник данных: статистическая база Всемирного банка

Хотя с 1980-х гг. прослеживается устойчивая тенденция уменьшения энергоёмкости ВВП развитых стран, необходимо обратить внимание на принципиальные различия в факторах, которые определили такой тренд. В 1970-1990 гг. основными стимулирующими факторами для реализации мероприятий в сфере энергоэффективности были экономические. В частности, стремление уменьшить влияние колебаний цен на энергоресурсы, обеспечить необходимый уровень энергетической безопасности страны и повысить конкурентоспособность экономики. Начиная с конца 1980-х гг. все большее значение начал набирать еще один существенный фактор – экологический.

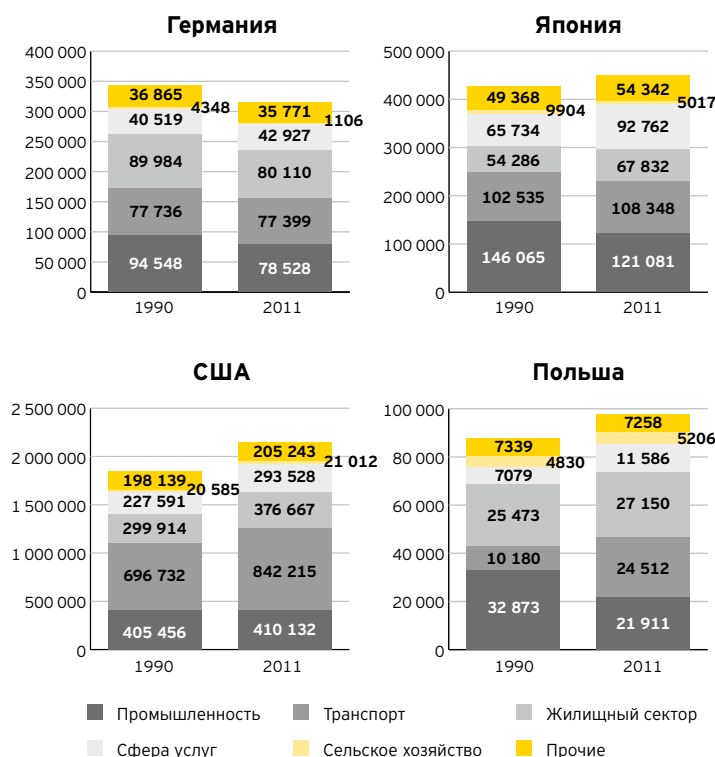
<sup>5</sup> Global Tracking Framework: Sustainable Energy for all, 2012, worked under the leadership of the World Bank and International Energy Agency.

<sup>6</sup> Энергоёмкость ВВП – потребленная энергия (в ГДж, т.у.т., т.н.э) на единицу ВВП (в национальных денежных единицах, в валюте, в абсолютных или сравнительных ценах).

В развитых странах важное место стала занимать парадигма устойчивого развития и стремление к уменьшению негативного влияния на окружающую среду, в первую очередь, в аспекте изменения климата.

Важно отметить, что наибольшими потребителями энергоносителей в развитых странах являются здания и транспорт (Рисунок 1.2). Кроме того, для развитых стран существенным является увеличение энергопотребления в связи с развитием сектора услуг. Указанная тенденция определяет основной вектор энергетической политики большинства развитых стран, направленный на стимулирование повышения энергоэффективности в секторах коммерческой и жилой недвижимости.

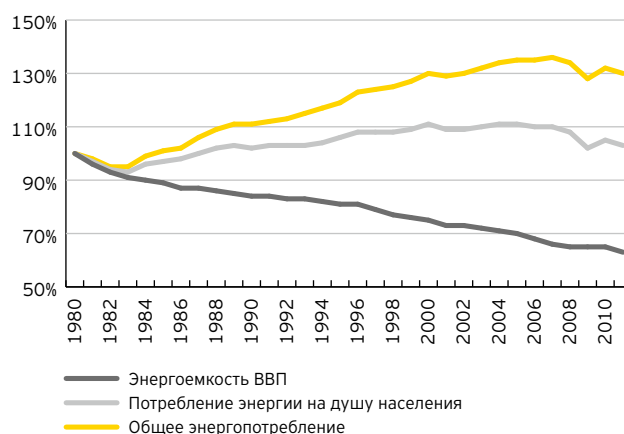
Рисунок 1.2. Структура энергопотребления США, Германии, Японии и Польши в 1990 и 2011 гг., тыс. т.у.т



Источник данных: статистическая база МЭА

Сегодня большинство развитых стран находятся на этапе «энергетической зрелости». За последнее десятилетие общее потребление энергоносителей в этих странах возросло незначительным образом или начинало стабилизироваться на фоне общего существенного экономического роста и высоких тарифов на энергоресурсы. При этом показатель энергопотребления на душу населения демонстрирует незначительное уменьшение (Рисунок 1.3). В развитых странах реализуется долгосрочная политика, направленная на стимулирование различных секторов экономики к снижению энергопотребления без снижения темпов экономического развития.

Рисунок 1.3. Общее энергопотребление, потребление энергии на душу населения и энергоёмкость ВВП в странах ОЭСР в 1980-2011 гг. (в процентах от 1980 г.)



Источник данных: статистическая база Всемирного банка

Несмотря на уже достигнутые успехи, большинство стран ставят весьма амбициозные цели по снижению энергопотребления и влияния на окружающую среду на ближайшие 20-30 лет. В связи с этим, вопрос снижения энергоёмкости ВВП по-прежнему актуален для развитых стран мира. Оценки экспертов свидетельствуют о том, что темпы улучшения энергоэффективности должны быть, по меньшей мере, удвоены, чтобы обеспечить задекларированные странами темпы устойчивого развития.

В развитых странах в ближайшем будущем не ожидается резкого роста энергопотребления. Более того, предполагается рост доли возобновляемой энергетики и внедрение новых энергоэффективных технологий для снижения расхода ТЭР.

## 1.1.2. Энергопотребление: развивающиеся страны

Группа развивающихся стран<sup>7</sup> является весьма неоднородной, в том числе в аспекте энергопотребления и энергоэффективности. Можно выделить несколько общих тенденций, которые характерны для большинства развивающихся стран:

- ▶ быстрый рост энергопотребления на фоне достаточно высоких темпов снижения энергоёмкости ВВП. Темпы снижения энергоёмкости ВВП составили в 1990-2000 гг. 2,2% (для сравнения, в развитых странах в этот же период – только 1,1%) (Рисунок 1.4);

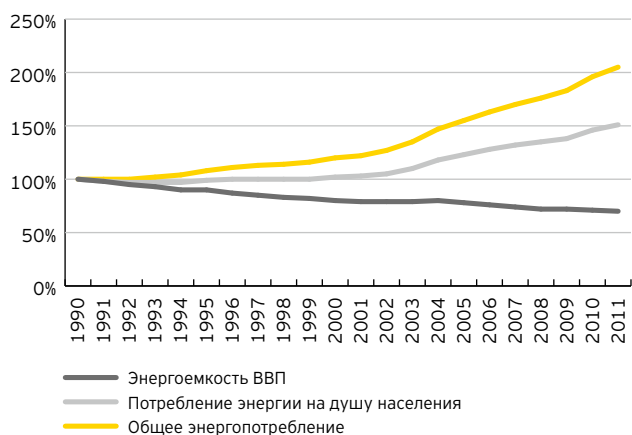
<sup>7</sup> По состоянию на 1 июля 2013 г. устанавливаемые Всемирным банком категории доходов по уровню ВНД на душу населения выглядят следующим образом:

- ▶ Страны с низким уровнем доходов: 1035 долл. США и ниже
- ▶ Страны с доходами ниже среднего уровня: 1 036 – 4 085 долл. США
- ▶ Страны с доходами выше среднего уровня: 4 086 – 12 615 долл. США
- ▶ Страны с высоким уровнем доходов: 12 616 долл. США и выше
- ▶ Страны с низким и средним уровнем доходов иногда называют развивающимися странами.



- ▶ несмотря на значительное увеличение в последнее десятилетие, энергопотребление на душу населения в развивающихся странах в 4 раза ниже, чем в развитых (Рисунок 1.5). В будущем можно ожидать дальнейший рост энергопотребления в развивающихся странах, как в абсолютных величинах, так и в пересчете на душу населения;
- ▶ ключевые представители группы развивающихся стран начали стремительно наращивать энергопотребление с 2000 г. Яркой иллюстрацией данного факта является динамика энергопотребления на душу населения, которое в 2000-2010 гг. выросло на 43,4% (Рисунок 1.5);
- ▶ несмотря на позитивный тренд в части снижения энергоёмкости ВВП, развивающиеся страны по этому показателю на сегодня существенно отстают от развитых стран (Рисунок 1.1).

Рисунок 1.4. Общие энергопотребление, потребление энергии на душу населения и энергоёмкость ВВП в развивающихся странах в 1980-2011 гг. (в процентах от 1980 г.)



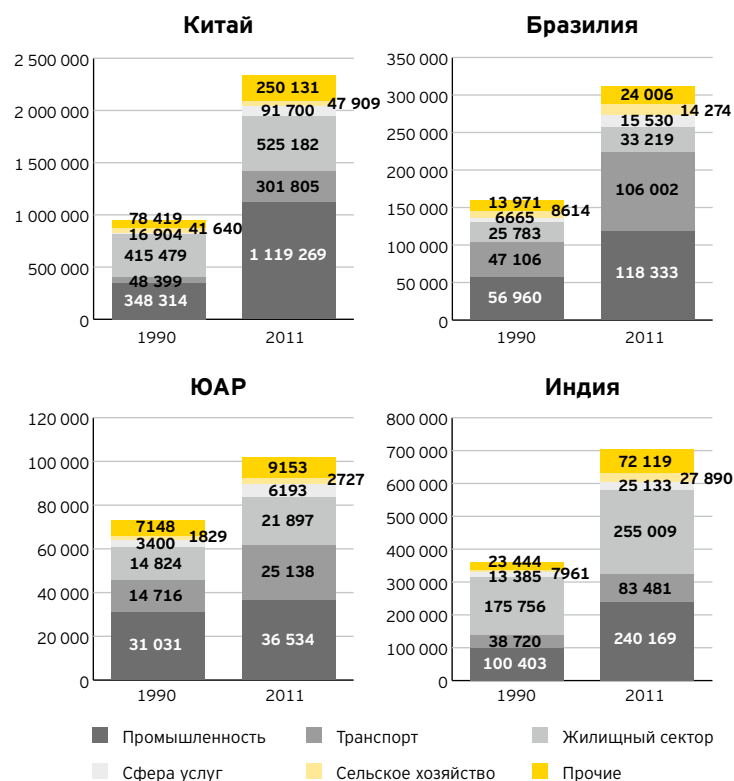
Источник данных: статистическая база Всемирного банка

Рисунок 1.5. Потребление энергии на душу населения в 1970-2011 гг. (в т.у.т.)



Источник данных: статистическая база Всемирного банка

Рисунок 1.6. Структура энергопотребления Китая, Бразилии, ЮАР и Индии в 1990-м и 2011-м гг., тыс. т.у.т



Источник данных: статистическая база МЭА

Итак, в развивающихся странах наблюдается быстрый рост энергопотребления на фоне достаточно высоких темпов снижения энергоёмкости ВВП. Данные тенденции объясняются, с одной стороны, необходимостью обеспечения потребностей населения и экономики энергоресурсами, а с другой – экономической целесообразностью внедрения энергоэффективных технологий. Развивающиеся страны, безусловно, стремятся преодолеть разрыв в уровне экономического развития с развитыми странами. При этом достижение указанной цели требует наращивания общего энергопотребления. Учитывая сложившиеся тенденции, можно предположить, что в будущем рост энергопотребления будет происходить параллельно с уменьшением энергоёмкости экономики.

В ближайшей перспективе ввиду активного внедрения различных программ в области энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии можно прогнозировать сокращение разрыва в уровнях энергоёмкости ВВП для крупнейших стран группы (в первую очередь Китая, Индии, Бразилии) по отношению к аналогичному показателю развитых стран.

### 1.1.3. Энергопотребление: Россия, Украина, Беларусь и Казахстан

Экономики четырех исследуемых стран к моменту распада СССР были одними из наиболее энергоёмких в мире. Масштабные изменения в этих странах, которые произошли в процессе перехода к рыночной экономике, существенно повлияли на тенденции в энергопотреблении. При этом характер и динамика таких тенденций различаются.

Общее потребление ТЭР в исследуемых странах существенно снизилось в 2011 г. в сравнении с 1990 г., что произошло на фоне роста ВВП (оцененного в долл. США 2005 г. по паритету покупательной способности). Исключение составляет Украина, которой по состоянию на конец 2011 г. так и не удалось выйти на уровень своего ВВП 1990 г.

Наиболее успешной в сфере повышения энергоэффективности является Беларусь, которая продемонстрировала снижение энергоёмкости ВВП почти в 3 раза по сравнению с 1990 г. – ежегодные темпы снижения составляли 5,0% (Рисунок 1.7).

Динамика изменения энергоёмкости ВВП России и Украины очень похожа: рост в 1991-1997 гг. (в основном из-за значительного падения ВВП на фоне все еще высокого энергопотребления) и снижение в 1998-2008 гг. По состоянию на 2011 г. энергоёмкость ВВП снизилась на 26% по сравнению с 1990 г. в России, и на 28% – в Украине. Ежегодные темпы снижения энергоёмкости ВВП в 1999-2008 гг. составляли 5,5% в России, 6,5% – в Украине.

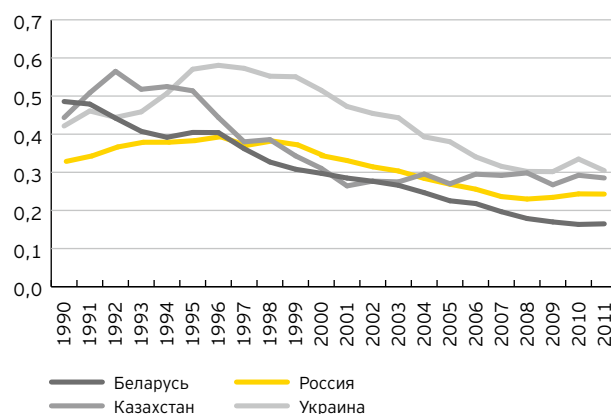
Однако, несмотря на такую положительную тенденцию, экономики анализируемых стран по-прежнему нуждаются в дальнейшей модернизации и преобразованиях. По состоянию на 2011 г. исследуемые страны можно отнести к числу стран с высокой энергоёмкостью экономик. Эти страны отстают по показателю энергоёмкости ВВП от развитых стран в 2-3 раза.

В отличие от России, Украины и Беларуси, энергоёмкость ВВП Казахстана снижалась в 1995-2001 гг., после чего стабилизировалась. Таким образом, Казахстан – единственная страна среди четырех исследуемых, в которой экономический рост в 2000-2008 гг. не сопровождался существенным уменьшением энергоёмкости ВВП, что в целом может считаться негативной тенденцией. Это говорит о так называемом «энергоэкстенсивном» пути экономического роста Казахстана, еще одним подтверждением которого может служить динамика энергопотребления на душу населения (Рисунок 1.8). За период 2001-2008 гг. данный показатель в Казахстане почти удвоился, ежегодные темпы роста составляли 9,8%. На сегодня по показателю энергопотребления на душу населения Казахстан почти догнал Россию, где потребление энергии на душу все еще выше, чем в других рассматриваемых странах. Энергопотребление на душу населения в Украине и Беларуси также снижалось в 1990-х гг., однако, в отличие от России и Казахстана, в 2000-х гг. не наблюдалось значительного роста данного показателя.

Такие различия вызваны, в первую очередь, разным уровнем обеспеченности собственными энергоресурсами исследуемых стран и уменьшением доли энергоёмких отраслей в структуре экономики Украины и Беларуси.

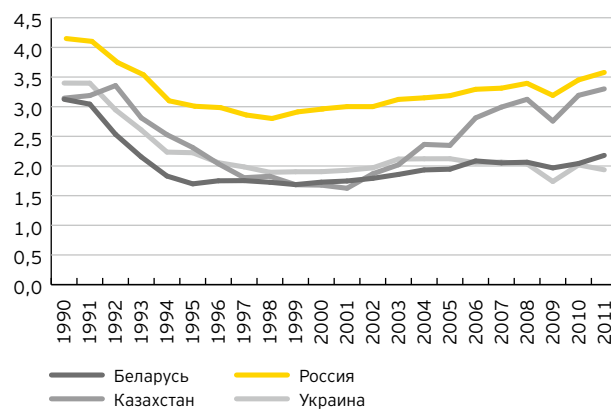
После начала глобального экономического кризиса снижение ВВП в четырех рассматриваемых странах привело к росту или стабилизации удельного энергопотребления.

Рисунок 1.7. Динамика энергоёмкости ВВП в России, Украине, Беларуси и Казахстане в 1990-2011 гг. (в т.у.т. на тыс. дол. ВВП в ценах 2005 г.)



Источник данных: статистическая база Всемирного банка

Рисунок 1.8. Потребление энергии на душу населения в 1990-2011 гг. (в т.у.т.)



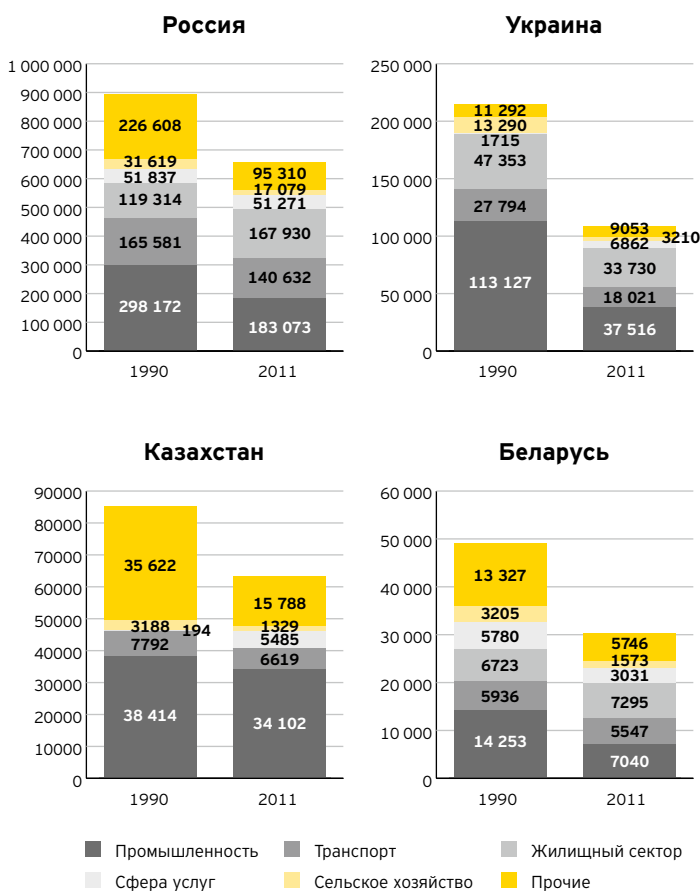
Источник данных: статистическая база Всемирного банка

Как было указано выше, уровень потребления первичной энергии на душу населения существенно различается для развитых и развивающихся экономик. По данному показателю Россия и Казахстан (3,6 т.у.т. и 3,3 т.у.т. соответственно) опережают большинство развитых стран, уступая лишь США (4,9 т.у.т.) и Канаде (5,1 т.у.т.). Высокий уровень энергопотребления на душу населения в России и Казахстане частично объясняется климатическими условиями, размером территории и обеспеченностью собственными энергоносителями.

В то же время энергопотребление на душу населения в Украине (1,9 т.у.т.) и Беларуси (2,2 т.у.т.) соответствует уровню большинства развитых стран.

За последние 20 лет структура энергопотребления четырех исследуемых стран значительным образом изменилась (Рисунок 1.9) прежде всего за счет снижения объемов промышленного производства. Тем не менее, сегмент промышленности остается основным потребителем энергоносителей (за исключением Беларуси, где основным потребителем является жилищный сектор). Кроме того, рост энергопотребления в сфере услуг характерен для России, Украины, Казахстана, но не для Беларуси.

Рисунок 1.9. Структура энергопотребления исследуемых стран в 1990-м и 2011-м гг., тыс. т.у.т. \*



Источник данных: статистическая база МЭА

\* Примечание: энергопотребление жилищного сектора Казахстана входит в категорию «Прочие».

Как и развивающиеся страны, четыре исследуемые страны включились в процессы повышения энергоэффективности сравнительно недавно, поэтому наблюдается значительное отставание их экономик от развитых стран по показателю энергоёмкости ВВП. Основными причинами этого являются:

- ▶ структура экономик Беларуси, Казахстана, России и Украины, для которых свойственна высокая доля энергоёмких производств и относительно низкая доля сферы услуг;
- ▶ низкие (до недавних пор) цены на энергоресурсы и относительно высокий уровень обеспечения собственными энергоресурсами России и Казахстана;

- ▶ значительный объем энергетического и производственного оборудования, отработавшего нормативные сроки эксплуатации, что сопровождается высоким уровнем удельного энергопотребления и повышенных потерь энергии на всех этапах производства;
- ▶ природно-климатические условия;
- ▶ значительные размеры стран, особенно в случае России и Казахстана.

Правительствами четырех исследуемых стран с начала 2000-х гг. взят курс на повышение энергетической эффективности. Данный вопрос стал приоритетом энергетической политики, что закреплено на законодательном уровне. Статистические данные показывают относительно высокие темпы снижения энергоёмкости ВВП этих стран, чему содействуют структурные изменения экономик, вывод из эксплуатации энергоёмких и низкорентабельных производств, внедрение организационно-технических мероприятий, энергосберегающих технологий, энергоэффективного оборудования и других программ и проектов в данной сфере. Более подробно практические примеры мероприятий в сфере энергоэффективности в исследуемых странах рассматриваются в главе 3 данного исследования.

Тем не менее, потенциал повышения энергоэффективности в этих странах далеко не исчерпан. Более того, современные реалии свидетельствуют о том, что проблема повышения энергоэффективности останется одной из ключевых для мирового сообщества. От того, насколько успешными будут страны в вопросах повышения энергетической эффективности и снижения зависимости от ископаемых ТЭР, зависят экономический рост реальных секторов их экономики и обеспечение устойчивого развития в ближайшие годы.







## 1.2. Основные сдерживающие и мотивирующие факторы реализации мероприятий в сфере энергоэффективности

---

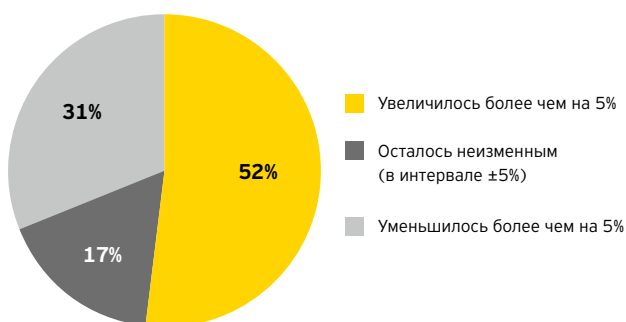
Высокая энергоёмкость ВВП исследуемых стран обуславливает высокий уровень рисков, связанных с угрозой энергетической безопасности и повышением затрат на ТЭР. Представители бизнес-сообщества в исследуемых странах ищут способы адаптироваться к новым вызовам в сфере энергообеспечения. С целью анализа реакции бизнеса на такие вызовы респондентам нашего исследования в Беларуси, Казахстане, России и Украине был задан ряд вопросов о том, как менялась энергоёмкость их предприятий с 2005 г. по 2011 г., и каковы их цели на будущее в части ее снижения. Также задавался вопрос о том, каковы основные сдерживающие и стимулирующие факторы в отношении реализации проектов в сфере энергоэффективности.



Как видно из рисунка Рисунок 1.10, у большинства компаний (52%) наблюдается рост энергопотребления, но при этом расходы на энергоресурсы в себестоимости продукции остаются фактически неизменными (74%). Исходя из этого можно сделать вывод, что большинство компаний не проводили коренную модернизацию производства. Поэтому потенциал повышения энергетической эффективности у них все еще остается значительным.

Рисунок 1.10. Динамика энергопотребления, доли энергозатрат в себестоимости и продукции и энергоёмкости добавленной стоимости в 2005-2011 гг. (составлено на основании ответов респондентов)

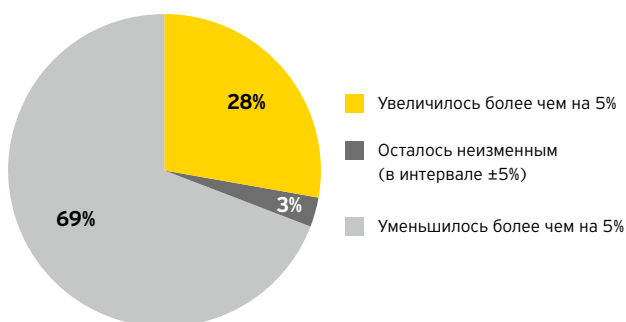
#### Изменение энергопотребления в 2005-2011 гг.



#### Изменение доли расходов на энергоресурсы в себестоимости продукции в 2005-2011 гг.



#### Изменение энергоёмкости добавленной стоимости (ГДж/долл. США) в 2005-2011 гг.



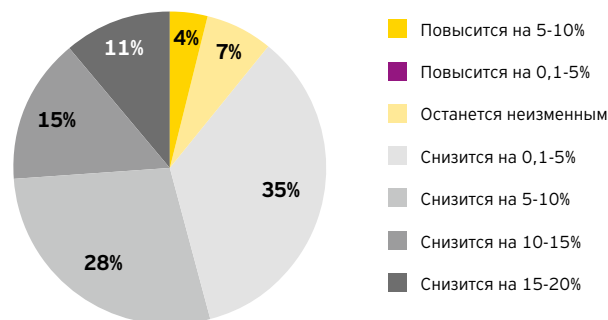
Источник данных: Результаты опроса ЕУ компаний-респондентов исследования

Стоит отметить, что на фоне неизменности доли энергозатрат в структуре себестоимости продукции большинства респондентов (74%) энергоёмкость добавленной стоимости в их продукции была снижена в 2005-2011 гг. у 69% опрошенных. Многие компании достигли определенного прогресса по показателю энергоёмкости, однако основная причина этого кроется в нетехнологических факторах, например, в относительно быстром росте цен на конечную продукцию или переориентации компаний на менее энергоёмкое сырье.

При этом 89% респондентов планирует в следующие 5 лет сократить энергоёмкость продукции, а 26% ставят цель достичь существенного сокращения (более чем на 10%) (Рисунок 1.11). Это еще раз подтверждает наличие значительного неиспользованного потенциала повышения энергоэффективности в четырех исследуемых странах.

Рисунок 1.11. Ожидания компаний по повышению энергоэффективности производства на следующие 5 лет (составлено на основании ответов респондентов)

#### Как вы видите изменение энергоёмкости продукции Компании в ближайшие 5 лет?



Источник данных: Результаты опроса ЕУ компаний-респондентов исследования

Главными сдерживающими факторами реализации мероприятий в сфере энергоэффективности (Рисунок 1.12), по мнению более чем 40% респондентов, являются трудности финансового характера: недостаток собственных финансовых ресурсов (14,5%), значительный объем требуемых инвестиций (9,7%), высокая стоимость (8,9%) и сложность получения (7,3%) кредитных средств. При этом административные барьеры и недостаток государственной поддержки беспокоят более 19% респондентов, а технологические факторы (недостаток опыта реализации проектов, человеческих ресурсов, необходимость разработки уникальных технологических решений, отсутствие компетентных проектных организаций) были отмечены только приблизительно 16% респондентов.

Рисунок 1.12. Основные факторы, сдерживающие реализацию проектов в области энергоэффективности (составлено на основании ответов респондентов)



Источник данных: Результаты опроса EY компаний-респондентов исследования

В главе 4 настоящего исследования представлен анализ ключевых характеристик существующих на сегодняшний день основных механизмов финансирования проектов повышения энергетической эффективности.

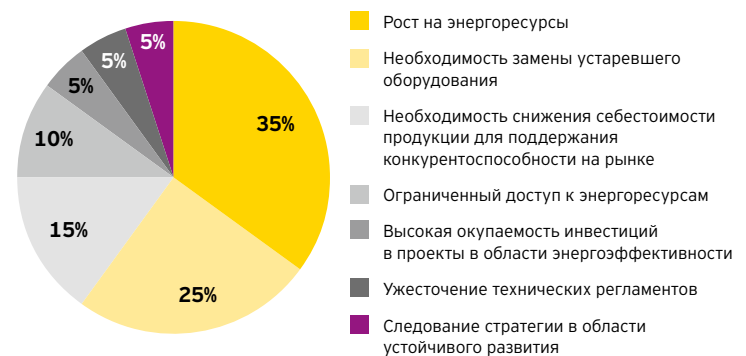
В качестве еще одного существенного барьера для реализации проектов в области повышения энергоэффективности респонденты исследования отметили сложность оценки экономического эффекта от таких мероприятий. Были указаны такие проблемы, как отсутствие проверенного механизма оценки экономической эффективности проектов, высокий уровень неопределенности и рисков даже в среднесрочном часовом периоде, сложности прогнозирования изменения тарифов и т.д.

Эффект от инвестиций должен быть прослеживаемым и верифицируемым на управленческом уровне, в т. ч. в финансовых показателях предприятия. Именно с этой целью ведется активная работа по созданию отдельного элемента системы энергоменеджмента – стандарта ISO 50015: «Measurement and Verification of Organizational Energy Performance – General Principles and Guidelines». Главная цель данного стандарта – установление общих принципов и рекомендаций по измерению и подтверждению прогресса компании в сфере использования энергоресурсов. В главе 4 данного исследования представлен пример решения проблемы оценки эффекта от мероприятий в сфере энергоэффективности «Проект по реконструкции системы отопления крупного производителя автомобилей в рамках перфоманс-контракта с ООО «ФЕНИЧЕ РУС» (раздел 4.3).

Респонденты исследования привели три фактора, стимулирующих реализацию проектов повышения энергоэффективности: постоянно растущая стоимость энергоносителей, необходимость обновления оборудования и снижение себестоимости продукции. Эти факторы неразрывно связаны между собой, поскольку снижение себестоимости продукции за счет сокращения удельных затрат на энергоресурсы (на фоне постоянного роста цен на них) позволяют повысить конкурентоспособность компаний на рынке.

Необходимо отметить, что ни один из респондентов исследования не упоминал влияние существующего законодательства в области энергоэффективности или мер государственной поддержки в качестве стимулирующего фактора. Более того, представители компаний-респондентов обращают внимание на то, что реализация существенной доли энергоэффективных проектов и проектов модернизации производств началась еще до того, как были приняты соответствующие государственные программы и механизмы стимулирования энергосбережения. Это свидетельствует о недостаточности существующих инструментов государственной поддержки для стимулирования инвестиций в энергоэффективность.

Рисунок 1.13. Основные факторы, стимулирующие реализацию проектов в области энергоэффективности (на основании ответов респондентов)

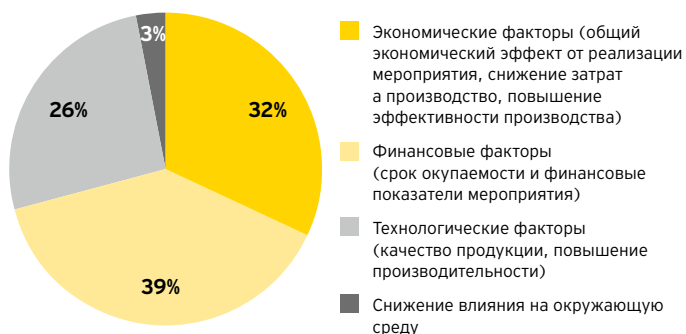


Источник данных: Результаты опроса EY компаний-респондентов исследования

В большинстве развитых стран существенным критерием при принятии решения о реализации проектов в области энергетической эффективности являются экологические факторы. В то же время, для компаний исследуемых нами стран этот критерий занимает незначительное место: на первый план выходят финансовые и технические показатели реализации проектов (Рисунок 1.14).

Однако такая ситуация может быть изменена в случае создания схем экономического стимулирования инвестиций в энергоэффективность. Среди возможных вариантов таких мер – локальные схемы торговли квотами на выбросы парниковых газов, стимулирование снижения влияния на окружающую среду в обмен на налоговые преференции, торговля энергетическими сертификатами и т.д. Главной целью подобных мер является создание таких условий, в которых удастся достичь снижения затрат предприятий или повышения доходов от мероприятий в сфере энергоэффективности.

Рисунок 1.14. Основные критерии принятия решения о реализации проектов в области энергоэффективности (составлено на основании ответов респондентов)\*



Источник данных: Результаты опроса ЕУ компаний-респондентов исследования

\*Примечание: У респондентов была возможность давать несколько вариантов ответа на данный вопрос

На основании анализа ответов респондентов относительно особенностей, барьеров и стимулов реализации мероприятий в сфере энергоэффективности можно сделать два вывода.

Во-первых, большинство компаний на фоне благоприятных рыночных условий и приемлемых цен на энергоресурсы (до 2009 г.) не уделяли особого внимания необходимости повышения энергоэффективности. Проекты, которые реализовывались в то время, имели точечный характер, коренная модернизация проводилась только в отдельных случаях. Кризис и существенное повышение цен на энергоресурсы заострили проблему, бизнес начал более активно искать способы снизить себестоимость и повысить конкурентоспособность на рынке, в том числе за счет экономии энергоресурсов.

Во-вторых, в процессе поиска оптимальных вариантов решения проблемы низкой энергоэффективности, компании столкнулись с целым рядом сложностей, которые не позволяют полностью реализовать имеющийся у них потенциал в сфере энергосбережения. Прежде всего, это сложности финансового характера (недостаток собственных финансовых ресурсов, высокая стоимость и сложность получения кредитных ресурсов и т.д.). Большинство из них можно устранить. Более того, в четырех исследуемых странах существуют примеры успешных проектов в данном направлении, реализованных представителями совершенно разных отраслей и моделей ведения бизнеса. В главе 3 данного исследования более детально проанализировано несколько реальных успешных проектов в сфере энергоэффективности.





## 2. Энергоёмкость отраслей промышленности исследуемых стран





## 2.1. Общие данные и факторы, влияющие на отрасли

**Переходный период постсоветского развития и реформирования экономик четырех исследуемых стран обуславливают некоторые различия в тенденциях энергоёмкости для Беларуси, Казахстана, России и Украины. При этом, несомненно, проблемы перехода к рыночным условиям функционирования не только предприятий, но и отраслей экономики в целом, являются схожими для всех стран СНГ.**

Более того, независимо от наличия ресурсных баз на территории стран (речь идет, прежде всего, о России и Казахстане), ключевыми мотивирующими факторами для реформирования в области энергетической эффективности являются рост стоимости энергоносителей и необходимость приведения ключевых показателей секторов экономик в соответствие с мировыми стандартами.

В настоящем разделе проанализирована отраслевая статистика и показаны отдельные факты изменения энергоёмкости продукции отраслей, потребляющих наибольший объем энергоресурсов в промышленности стран.

Исходные данные по энергопотреблению в разбивке по отраслям были получены от официальных статистических ведомств исследуемых стран, а также из публично доступных аналитических материалов Международного энергетического агентства. Источником данных о денежной стоимости выпуска продукции в разрезе отраслей являлись публикации официальных статистических органов исследуемых стран. С целью корректного сравнения показателей энергоёмкости отраслей между странами выпуск продукции представлен в долл. США с учетом паритета покупательной способности национальных валют (источник – данные Всемирного банка).

## 2.2. Metallургия

**Тенденции изменения объемов производства металлургической отрасли в России и Украине идентичны и характеризуются спадом в 2009 г. с последующим наращиванием объемов производства.**

В Украине отрасль все еще не смогла выйти на докризисные объемы (Рисунок 2.1). Энергоёмкость производства стали возросла в 2009 г. (за счет спада объемов производства), затем наблюдалось незначительное снижение. Кардинальных изменений в показателях энергоёмкости не наблюдалось в обеих странах (Рисунок 2.2).

Рисунок 2.1. Объемы производства стали в России и Украине, тыс. т жидкой стали\*

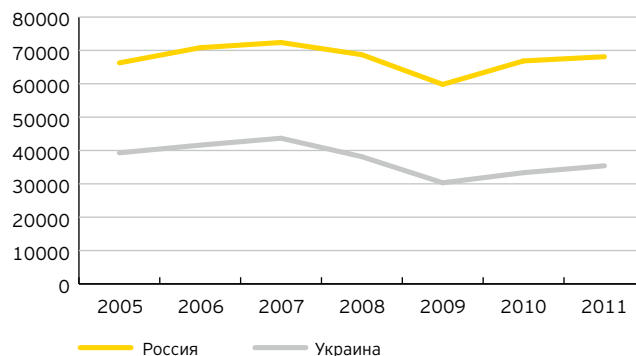




Рисунок 2.2. Удельное энергопотребление в металлургии России и Украины, ГДж/т жидкой стали\*

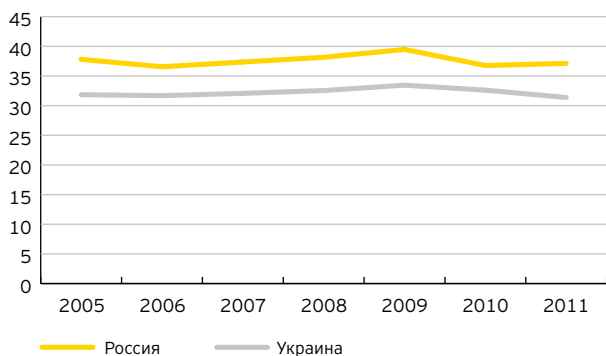
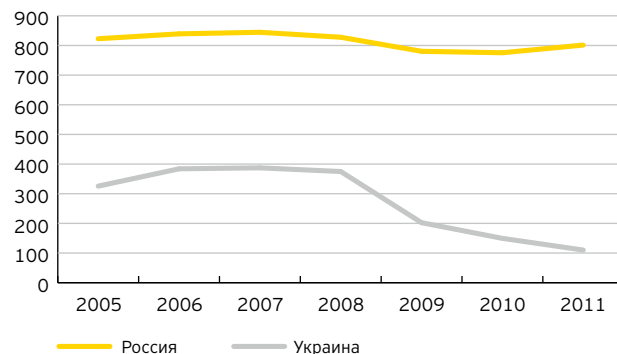
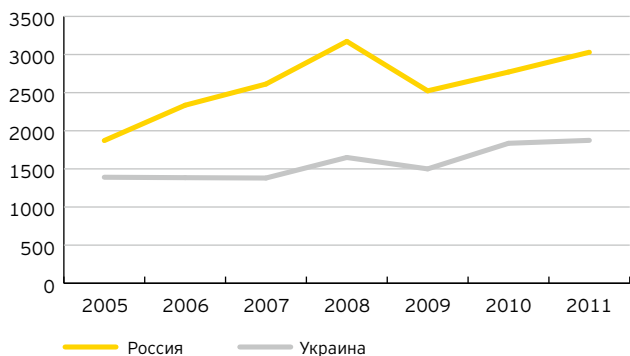


Рисунок 2.4. Добавленная стоимость в металлургии России и Украины, долл. США/т жидкой стали\*



При этом затраты на производство растут, что вызвано постоянным ростом составляющих себестоимости выпускаемой продукции (Рисунок 2.3). Добавленная стоимость в металлургической отрасли Украины демонстрирует значительное падение на протяжении последних нескольких лет. Аналогичный показатель для России в 2011 г. практически достиг докризисного уровня (Рисунок 2.4).

Рисунок 2.3. Удельные затраты в металлургии России и Украины, долл. США/т жидкой стали\*



Энергоносители занимают существенное место в себестоимости металлургической продукции (20-35% по результатам ответов респондентов). Судя по статистике отраслевого энергопотребления, кардинальных изменений, связанных со снижением энергопотребления, не происходило. Это означает, что уровень технологического совершенства активов предприятий, связанных с энергетическими аспектами, близок к базовому, заложенному при планировании и проектировании предприятий.

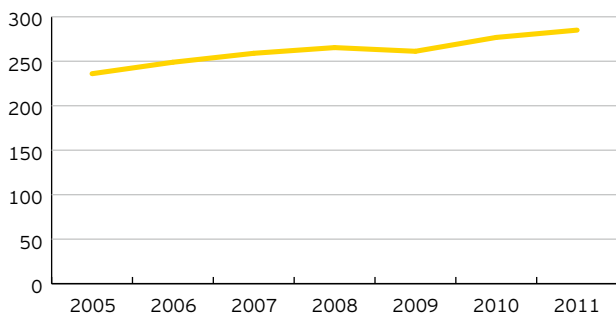
Учитывая ситуацию на рынках и необходимость повышения рентабельности, энергоэффективность является одним из ключевых инструментов снижения затрат на производство стали и проката. Это также может стать решающим в повышении добавленной стоимости (особенно актуально для предприятий Украины, где наблюдается существенное падение этого показателя в последние годы).

## 2.3. Производство нефтепродуктов

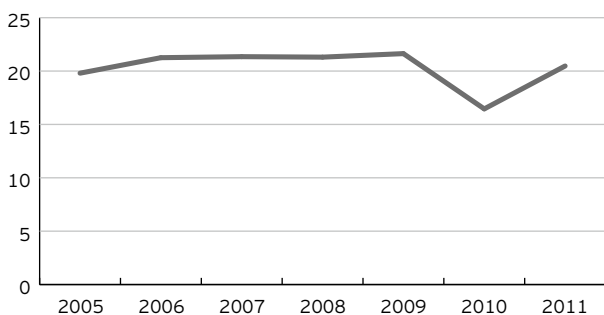
В России наблюдается устойчивый рост объемов производства нефтепродуктов на протяжении последних лет. Объемы производства в Беларуси до 2009 г. оставались практически неизменными, после чего в 2010 г. наблюдалось значительное снижение объемов производства и восстановление в 2011 г. до уровня 2005 г. (Рисунок 2.5).

При этом, естественно, значительным образом выросли удельные энергозатраты в процессах нефтепереработки. Удельное потребление топлива и энергоносителей на российских предприятиях с 2007 г. снизилось, что, вероятно, связано с введением в эксплуатацию новых технологических циклов. Начиная с 2009 г., наблюдается рост удельных энергозатрат в отрасли, что связано с коренной реконструкцией производств и началом выпуска светлых нефтепродуктов в соответствии с современными стандартами.

Рисунок 2.5. Объемы переработки сырой нефти в России (а), и Беларуси (б), млн т.\*



Россия (а)



Беларусь (б)

Существенный рост затрат на производство в России обусловлен значительными инвестициями в отрасль нефтепереработки начиная с 2005 г. Добавленная стоимость при этом растет незначительно (Рисунок 2.8).

В Беларуси рост затрат на производство нефтепродуктов также связан с инвестициями в отрасль. Добавленная стоимость, в отличие от России, также изменяется в соответствии с инвестиционной составляющей и ситуацией на рынке.

Рисунок 2.6. Энергопотребление в нефтепереработке в России и Беларуси, ГДж/т сырой нефти\*

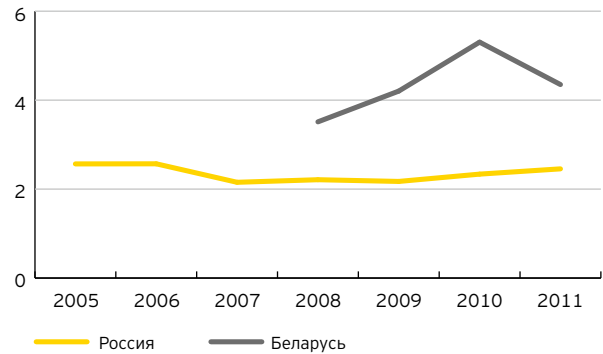


Рисунок 2.7. Затраты на производство в нефтепереработке в России и Беларуси, долл. США/т сырой нефти\*

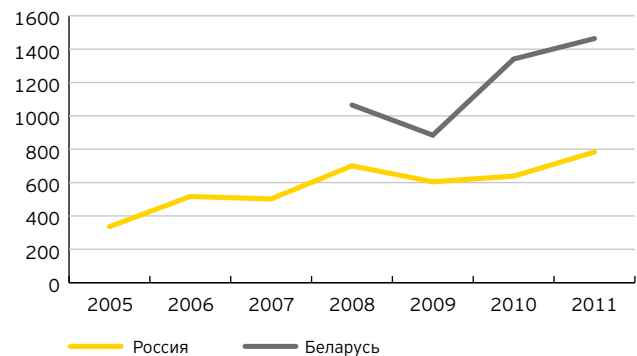
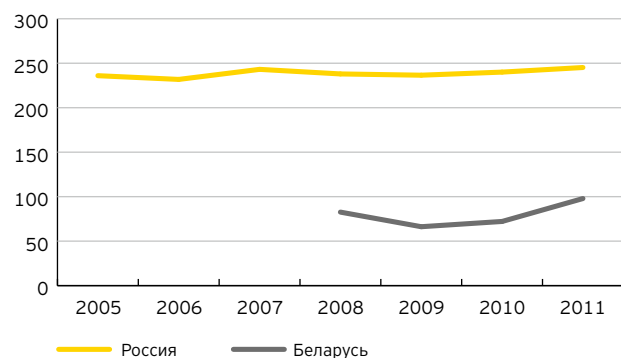


Рисунок 2.8. Добавленная стоимость в нефтепереработке в России и Беларуси, долл. США/т сырой нефти\*



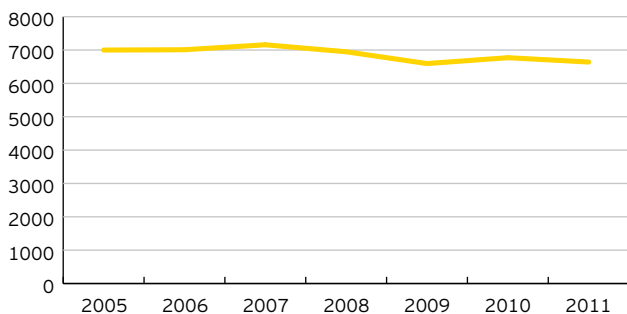
Энергоносители занимают существенное место в структуре себестоимости (15-35% по результатам проведенного опроса) нефтепродуктов и кокса. Однако показатель удельного энергопотребления неразрывно связан с глубиной переработки нефти и потому основные изменения показателей энергопотребления являются следствием инвестирования в развитие производств (Рисунок 2.6). Для НПЗ Беларуси энергоэффективность является более критическим фактором из-за высокого базового энергопотребления, и потому здесь могут быть рассмотрены дополнительные стратегические направления снижения удельных энергозатрат.

## 2.4. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды

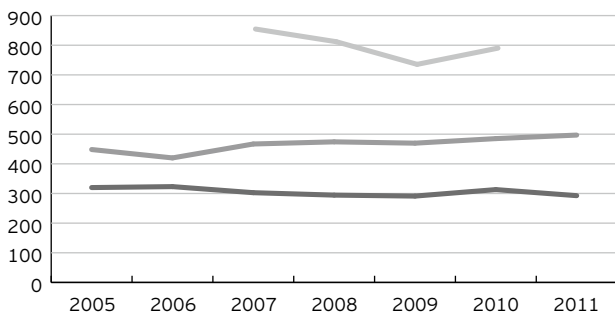
**Затраты на ископаемое топливо и ТЭР собственного потребления в области производства и распределения электроэнергии, газа и воды занимают решающее место в структуре себестоимости предприятий отрасли.**

Значение показателя затрат на единицу используемого топлива в структуре себестоимости достигает 75% (по результатам ответов респондентов исследования, Рисунок 2.10).

**Рисунок 2.9. Суммарная выработка электрической и тепловой энергии в России (а), Казахстане, Украине и Беларуси (б), млн ГДж\***



— Россия  
**(а)**



— Беларусь — Казахстан — Украина  
**(б)**

Существенного увеличения выработки тепловой и электрической энергии в исследуемых странах не наблюдается (Рисунок 2.9). Напротив, в России, Украине и Беларуси наблюдается общее снижение энергопотребления. Казахстан демонстрирует незначительный ежегодный рост энергопотребления.

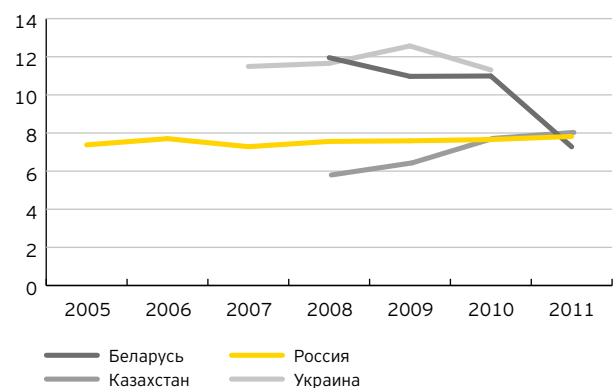
**Рисунок 2.10. Усредненные затраты на производство электрической и тепловой энергии в России, Казахстане, Украине и Беларуси, долл. США/ГДж\***



Тенденции изменения затрат на производство электрической и тепловой энергии в рассматриваемых странах определяются различными факторами:

- ▶ **Россия:** стремительный рост, связанный с развитием новых мощностей (энергоблоки тепловых станций, теплогенерирующие мощности, парогазовые блоки и т.д.) и реконструкцией генерирующих объектов.
- ▶ **Казахстан:** незначительные ежегодные колебания показателя при его относительной стабильности. Объясняются обеспеченностью собственными ископаемыми энергоносителями (в первую очередь, углем).
- ▶ **Украина и Беларусь:** непрерывный рост, связанный прежде всего с увеличением стоимости импортируемого топлива.

**Рисунок 2.11. Добавленная стоимость при производстве электрической и тепловой энергии в России, Казахстане, Украине и Беларуси, долл. США/ГДж\***



— Беларусь — Казахстан — Россия — Украина



При этом анализ тенденций изменения добавленной стоимости в отрасли (Рисунок 2.11) приводит к следующим выводам:

- ▶ В России наблюдается небольшой ежегодный рост, обусловленный сложившимися условиями нормативной поддержки формирования тарифов и соотношения инвестиционной составляющей.
- ▶ В Казахстане – существенный рост, объясняемый увеличением тарифов на электроэнергию, отпускаемую генерирующими компаниями. При этом страна полностью обеспечена ископаемым топливом.
- ▶ В Украине нормативное регулирование сектора позволяет сохранять добавленную стоимость производимой электроэнергии для генерирующих компаний на базовом уровне.
- ▶ В Беларуси снижение добавленной стоимости объясняется повышением затрат на производство (генерацию) с одной стороны и сохранением показателя выпуска в отрасли с дру-

гой, что фактически означает недопущение существенного роста тарифов энергоносителей, вырабатываемых унитарными предприятиями, для основных групп потребителей с помощью нормативных методов.

Для предприятий в сфере производства и распределения электроэнергии, газа и воды затраты на топливо и энергоносители являются ключевой составляющей себестоимости. Факторами, определяющими рентабельность компаний в отрасли, являются текущие цены на топливо (что особо критично для стран-импортеров) и нормативное регулирование в отрасли (определяемое конфигурацией рынков и полномочиями регуляторов). Учитывая оба названных обстоятельства, можно сделать вывод о том, что энергоэффективность для отрасли производства и распределения электроэнергии, газа и воды является не только основным инструментом сокращения издержек и повышения рентабельности, но и инструментом, позволяющим адаптироваться к изменяющимся реалиям рынков.

## 2.5. Добыча нефти, газа, угля и торфа

**Отрасли добычи горючих ископаемых в России и Казахстане характеризуется ростом объемов и соответствующим ростом энергопотребления (Рисунок 2.12, Рисунок 2.13)**

Рисунок 2.12. Добыча горючих ископаемых в России (а) и Казахстане (б), млн ГДж\*

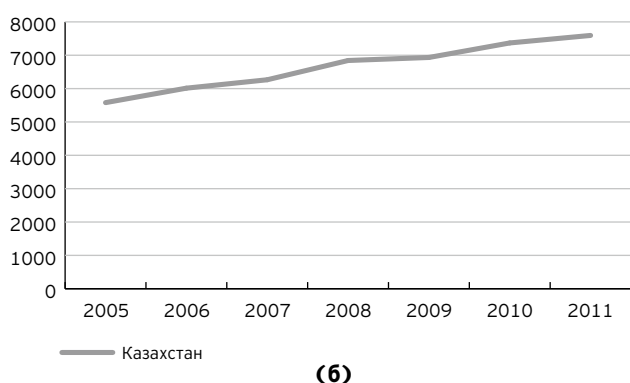
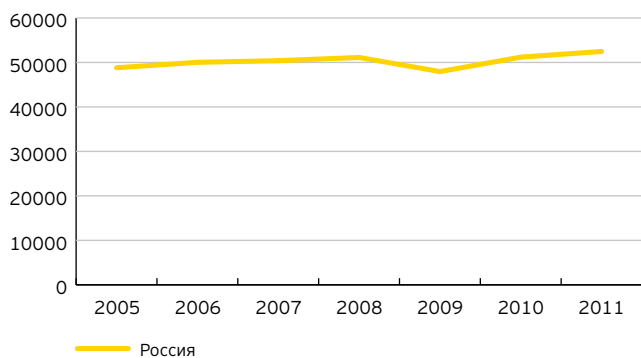
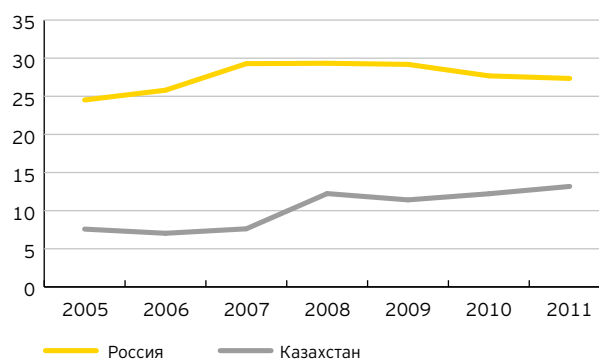


Рисунок 2.13. Удельное энергопотребление в отрасли добычи горючих ископаемых в России и Казахстане, ГДж/тыс. ГДж\*





Затраты на производственную деятельность также растут, причем в России наблюдается более стремительный рост, связанный с вложениями в разведку, разработку новых месторождений и трудноизвлекаемых запасов, а также прочими капитальными инвестициями (Рисунок 2.14).

Рисунок 2.14. Затраты в отрасли добычи горючих ископаемых в России и Казахстане, долл. США/ГДж\*

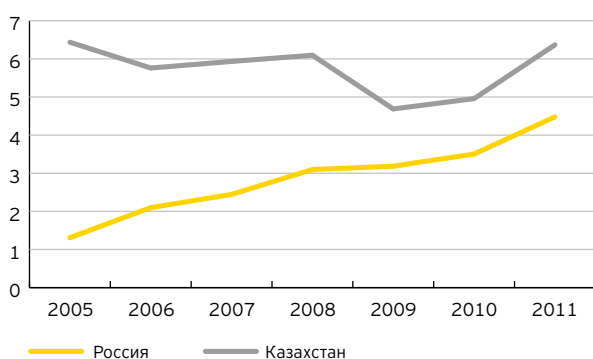
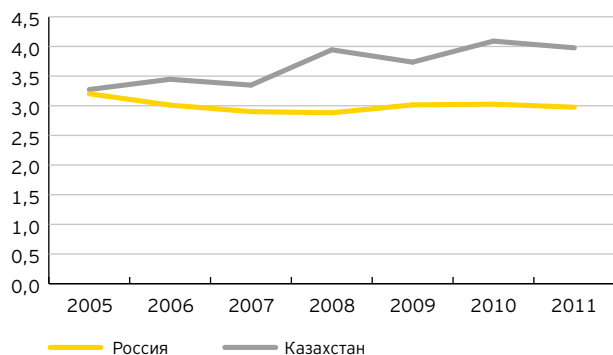


Рисунок 2.15. Добавленная стоимость в отрасли добычи горючих ископаемых в России и Казахстане, долл. США/ГДж\*



Добавленная стоимость отрасли в России находится на практически неизменном уровне, в Казахстане же непрерывно растет (Рисунок 2.15). Однако, в силу того, что энергоносители занимают небольшую часть в себестоимости добычи (в отрасли добычи нефти и природного газа они составляют 3-4% по результатам ответов респондентов), снижение энергопотребления не приведет к кардинальным изменениям рентабельности отрасли.

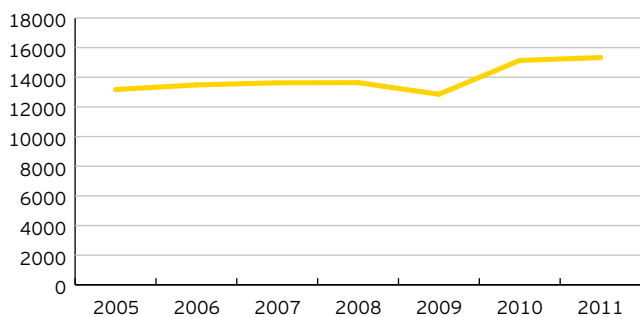
В связи с этим, энергетическую эффективность в области добычи полезных ископаемых стоит рассматривать в рамках текущих операционных улучшений (рациональная загрузка оборудования, проведение технического обслуживания и ремонтов, внедрение типовых мероприятий с приемлемыми показателями окупаемости) и/или для выполнения соответствующих законодательных требований. Кроме того, рост энергопотребления, связанный с наращиванием объемов добычи (см. Рисунок 2.12), может привести к нехватке текущих мощностей по обеспечению энергией. Поэтому, для покрытия потребностей возрастающего энергопотребления, целесообразно развивать собственную генерацию энергии на предприятиях.



## 2.6. Целлюлозно-бумажное производство

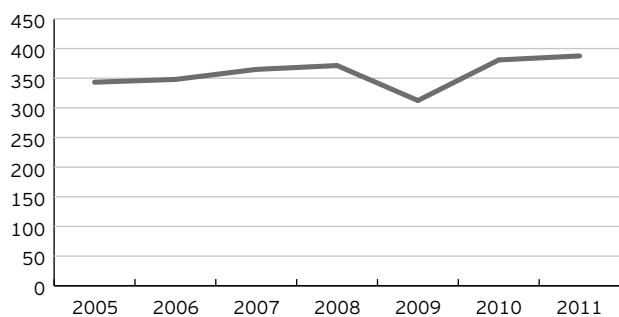
**Затраты на энергоносители по результатам опроса респондентов в рамках исследования в структуре себестоимости продукции целлюлозно-бумажных производств занимают существенную долю – до 20%.**

Рисунок 2.16. Суммарная выработка изделий целлюлозно-бумажного производства в России (а) и Беларуси (б), тыс. т.\*



— Россия

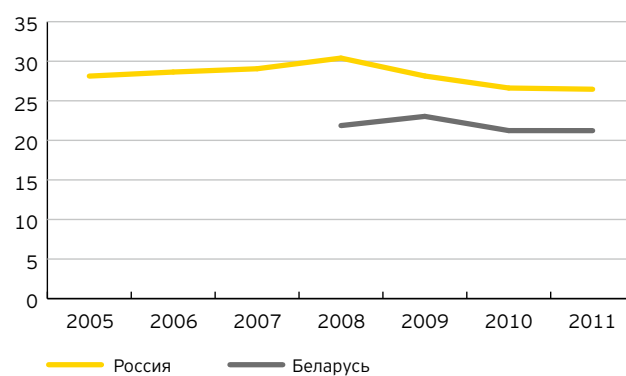
(а)



— Беларусь

(б)

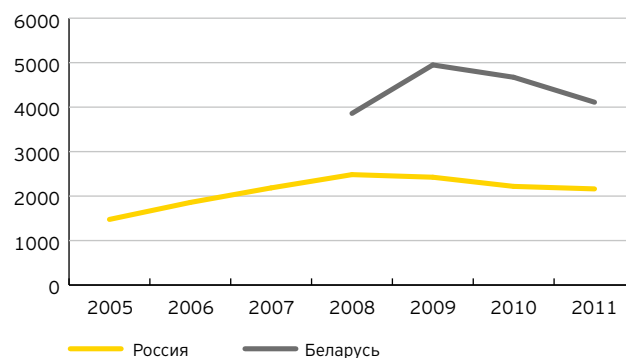
Рисунок 2.17. Удельное потребление топлива и энергоносителей в целлюлозно-бумажном производстве в России и Беларуси, ГДж/т\*



— Россия

— Беларусь

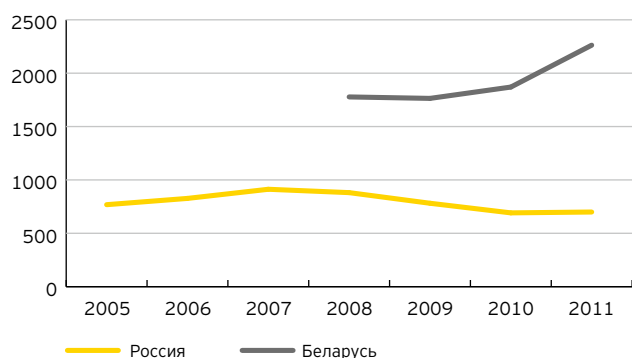
Рисунок 2.18. Затраты на производство в целлюлозно-бумажном производстве в России и Беларуси, долл. США/т\*



— Россия

— Беларусь

Рисунок 2.19. Добавленная стоимость в целлюлозно-бумажном производстве в России и Беларуси, долл. США/т\*



(\*) Источник данных: Данные официальных органов статистики (статистические сборники) в исследуемых странах

Тенденции изменения энергопотребления в отрасли производства целлюлозы и бумажных изделий (Рисунок 2.16, Рисунок 2.17) полностью совпадают с кривой изменения объемов производства в отрасли (спад производства в 2009 г. и восстановление докризисного уровня в 2010-2011 гг.). При этом добавленная стоимость в отрасли России не восстановилась до уровня 2008 г., в Беларуси же наоборот – превысила ее (Рисунок 2.19).

Повышение энергетической эффективности технологических линий, наращивание доли использования биологических отходов в качестве топлива и увеличение собственной выработки энергоносителей могут стать фактором повышения рентабельности и выхода на приемлемые показатели рентабельности для российских предприятий. Для предприятий Беларуси указанные направления, скорее всего, сегодня не являются критическими мерами, однако, учитывая зависимость отрасли от покупных ископаемых энергоносителей, должны быть заложены в долгосрочные программы развития предприятий.

## 2.7. Основные выводы по результатам анализа энергоёмкости отраслей

**Расходы на топливо и энергоносители являются одной из ключевых статей затрат для энергоёмких отраслей промышленности. Поэтому для компаний повышение эффективности использования энергоресурсов целесообразно рассматривать как одно из ключевых направлений совершенствования эффективности бизнеса в целом.**

За последнее время в наиболее энергоёмких отраслях промышленности Беларуси, Казахстана, России и Украины не наблюдалось существенного снижения макроэкономических показателей энергоэффективности. Это может свидетельствовать о том, что в данных отраслях не происходило кардинальное обновление основных производственных фондов.

Показатели энергетической эффективности в энергоёмких отраслях промышленности неразрывно связаны с показателями эффективности основного производства, которые, в свою очередь, определяются конфигурацией существующих технологий, а также количеством и характеристиками получаемой продукции. Поэтому энергоэффективность здесь должна рассматриваться как составляющая общей производственной стратегии развития отраслей и отдельных предприятий.

Для некоторых отраслей (например, металлургии Украины) повышение энергетической эффективности является ключевым фактором увеличения добавленной стоимости продукции предприятий в условиях ограничений рынков.

В добывающей отрасли рост энергопотребления является следствием повышения показателей добычи. В силу того, что энергоносители занимают второстепенное значение в структуре себестоимости, повышение энергетической эффективности в отрасли стоит рассматривать как составляющую стратегии операционной эффективности и выполнения нормативных требований в области энерго- и ресурсоэффективности.



# 3. Практика повышения энергоэффективности в промышленности



## 3.1. Управление энергоэффективностью в промышленности

Энергоёмкость продукции (ГДж/ долл. США) – показатель, рассматриваемый в разделе 3.2 настоящего исследования для некоторых энергоёмких отраслей, – дает возможность оценивать необходимое потребление энергоресурсов для создания добавленной стоимости товаров и услуг, а также ставить цели и задачи на соответствующих уровнях (национальная экономика, региональная экономика, отдельные сектора). Этот показатель в силу значительного влияния нетехнических факторов (рыночная конъюнктура, ситуация в отрасли и т.д.) должен быть определен и проанализирован с пониманием специфики отрасли.

Инвестирование в проекты по повышению энергоэффективности не может быть успешным без получения ожидаемого эффекта, выраженного в повышении добавленной стоимости продукции. Разумно предположить, что менеджмент компании, прежде всего примет решение об инвестировании в развитие производственной базы. Однако, в условиях жесткой рыночной конкуренции, поиска путей оптимизации производства и снижения затрат именно технологии повышения энергетической эффективности<sup>8</sup> позволяют добиваться приемлемых показателей затрат на топливо и энергоносители, создавая при этом базу для усиления позиций компании на рынке.

<sup>8</sup> Речь идет об инвестировании в энергоэффективные технологии, реализуемые без изменения входящих сырьевых и выходящих продуктовых потоков.

Показатель энергоёмкости продукции крайне важен в оценке эффективности деятельности предприятий и построения энергетической стратегии (см. раздел 3.3). Концепция построения энергетического менеджмента (например, в соответствии со стандартом ISO 50001) обязывает компании устанавливать показатели энергетической эффективности для различных уровней предприятия и соответствующих целей. Для уровня инженерно-технического персонала достаточными являются показатели эффективности отдельных агрегатов/переделов, а также показатели энергоёмкости продукции, выраженные в натуральных величинах (например, потребление электроэнергии в кВт-час, отнесенное к тонне продукции). На уровне предприятия целесообразно рассматривать энергоёмкость производства в разрезе рыночного позиционирования компании и анализа общепроизводственных затрат. В данном случае целесообразно оперировать понятиями энергоёмкости денежных потоков / энергоёмкости добавленной стоимости (при проведении опроса мы использовали именно этот показатель – энергоёмкость добавленной стоимости). Технические же возможности оптимизации (в том числе связанные с внедрением принципиально новых технологических циклов) должны анализироваться непрерывно. Некоторые ключевые направления повышения энергетической эффективности производства и примеры реализации таких мероприятий в исследуемых странах представлены в разделах 3.4 – 3.5.

## 3.2. Энергоёмкость добавленной стоимости в некоторых отраслях промышленности

**Анализ ответов показал, что значение энергоёмкости добавленной стоимости продукции может существенно образом отличаться.**

По результатам анализа данных об изменении энергоёмкости добавленной стоимости компаний за 2000-е гг., говорить

однозначно про существующие резервы повышения энергетической эффективности на предприятиях нельзя. Специфика технологических циклов и ситуация на рынках отдельных видов продукции приводят к существенному различию показателей энергоёмкости добавленной стоимости даже для предприятий одной отрасли.

Таблица 3.1. Энергоёмкость добавленной стоимости некоторых отраслей и отдельных предприятий России по результатам опроса респондентов исследования

№	Отрасль	Энергоёмкость добавленной стоимости, ГДж/1000 долл. США	
		2005	2011
1	Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (среднее значение по стране)	45,9	46,3
1.1	Производитель 1 (трубное производство)	25	13
1.2	Производитель 2 (трубное производство)	18	14
1.3	Производитель 3 (металлургический комбинат полного цикла)	103,6	123,3
1.4	Производитель 4 (металлургический комбинат полного цикла)	264	537
2	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (среднее значение по стране)	22,94	33,07
2.1	Электро- и теплогенерирующая компания 1	1,392	1,068
3	Химическое производство (среднее значение по стране)	40,49	35,54
3.1	Производитель 1 (неорганическая химия: хлор, каустическая сода, кислоты)	683,88	248,73
3.2	Производитель 2 (неорганическая химия: хлор, каустическая сода, соляная кислота)	147,765	67,004
4	Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность (среднее значение по стране)	36,61	37,84
4.1	Производитель 1 (целлюлозно-бумажное производство)	143	136
4.2	Производитель 2 (целлюлозно-бумажное производство)	321	114

Таблица 3.2. Энергоёмкость добавленной стоимости некоторых отраслей и отдельных предприятий Украины по результатам опроса респондентов исследования

№	Отрасль	Энергоёмкость добавленной стоимости, ГДж/1000 долл. США	
		2005	2011
1	Химическое производство (среднее значение по стране)	26,66	53,55
1.1	Производитель 1 (диоксид титана)	60,11	18,73
1.2	Производитель 2 (кальцинированная сода)	319	614
1.3	Производитель 3 (азотная кислота)	239	156
2	Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табак (среднее значение по стране)	72,07	13,24
2.1	Производитель пива и безалкогольных напитков	3,242	2,027

Предприятия, указанные в таблицах 3.1 и 3.2, не проводили кардинальной технологической модернизации в течение указанного временного интервала. Поэтому существенные различия в показателях 2011 г. и 2005 г. обусловлены

рыночными факторами: перераспределением структуры затрат на производство с одной стороны и изменением величины добавленной стоимости продукции с другой.

## 3.3. Общие подходы к построению энергетической стратегии

**Энергетическая стратегия является составной частью стратегии развития компании и охватывает вопросы, связанные с повышением эффективности использования энергоносителей, а также развитием систем энергообеспечения предприятия.**

Повышение доходности и усиление позиции компании на рынке являются приоритетами в оптимизации ее деятельности. С другой стороны, проведенный опрос компаний показал, что одним из направлений развития является обновление основных фондов, которые на сегодня все еще находятся в изношенном состоянии.

В таких условиях энергетическая эффективность производственных предприятий может быть рассмотрена как совокупность трех категорий реализуемых проектов:

- ▶ инвестиционные проекты, направленные на кардинальное обновление производства и связанные с повышением качества продукции, производительности и сопровождающиеся снижением удельного расхода энергоносителей на единицу продукции;
- ▶ инвестиционные проекты, направленные на оптимизацию энергопотребляющего оборудования или на оптимизацию систем энергообеспечения без изменения характеристик и производительности основного производства;
- ▶ текущие улучшения в области энергетической эффективности, направленные на поддержание технического состояния оборудования и обеспечивающие приемлемые показатели операционной эффективности.

Большинство крупных проектов повышения энергетической эффективности, показанных компаниями-респондентами (см. раздел 3.5), попадают в первую из указанных категорий и были реализованы благодаря необходимости технической модернизации производств. Реализация второй группы проектов носит фрагментарный характер и обусловлена необходимостью обновления изношенных энергетических фондов и появлением общепринятых технологий повышения энергоэффективности (например, энергосберегающее освещение).

Третья группа проектов большей частью формируется из необходимых мероприятий по техническому обслуживанию оборудования и характеризующихся дополнительным эффектом снижения расходов/затрат энергоносителей (например, чистка теплообменных поверхностей, замена уплотнений нагнетателей, снижение утечек и т.д.).

В силу различия технологий и условий производства, требований к качеству продукции и надежности энергоснабжения, необходимости поддержания оборудования в работоспособном состоянии, а также существующих барьеров невозможно однозначным образом определить универсальные направления повышения энергетической эффективности на предприятиях.

Ключевым инструментом реализации долгосрочной энергетической стратегии на предприятии, соответствующей ее уровню и размерам, является процесс энергетического планирования. Он реализуется на постоянной основе и охватывает анализ результативности и планирование улучшений в области энергетической эффективности на всех уровнях деятельности предприятия.

Процесс энергетического планирования, в который вовлечены различные службы предприятия и который возглавляется представителем руководства, является ключевой инициативой стандарта ISO 50001 «Системы энергетического менеджмента». При принятии решения о реализации управленческих подходов, регламентированных указанным стандартом, следует помнить следующее:

- ▶ подход и инструменты энергетического менеджмента должны быть увязаны с другими инициативами в области непрерывных улучшений, действующих на предприятии (например, система бережливого производства);
- ▶ документальное соответствие требованиям стандарта ISO 50001 не гарантирует улучшений в области энергетической эффективности (особенно, если компания заинтересована только в сертификации по данному стандарту). Для создания эффективной системы энергетического менеджмента, прежде всего, необходимо понимание энергетических аспектов деятельности и непрерывное улучшение [4].

Стратегия повышения энергетической эффективности в промышленности должна быть адаптирована к условиям, сложившимся в отрасли. В случае стагнации и снижения объемов продаж на рынке энергетическая стратегия должна содержать комплекс минимально необходимых мер, направленных на поддержание базового уровня эффективности и текущие операционные улучшения. Условия растущего спроса целесообразно связывать с технологической модернизацией производства и внедрением новых технологий и лучших инженерных практик.



**Компания ЕУ рассматривает энергетическую стратегию промышленного предприятия** как совокупность пяти стратегических направлений (Рисунок 3.1):

1. Реализация и поддержка системы управления энергоэффективностью (система энергетического менеджмента).
2. Разработка инвестиционной стратегии повышения энергоэффективности, в том числе стратегии обеспечения энергоресурсами, увязанной со стратегией развития компании.
3. Обеспечение требуемой энергетической результативности за счет поддержания оборудования в безопасном и работоспособном состоянии.
4. Внедрение системы операционных улучшений, позволяющей создавать программы повышения энергетической эффективности, основанные на реализации организационных мероприятий и активностей, связанных с относительно невысокими инвестициями.
5. Разработка стратегии внедрения альтернативных источников энергообеспечения (в т. ч. возобновляемых) с учетом потенциала территорий, стоимости энергоресурсов, и особенностей производственных циклов.

Эффективность реализации энергетической стратегии оценивается за счет установления общих ключевых показателей эффективности (КПЭ). Такие КПЭ должны быть обоснованы и подкреплены реализацией соответствующих мероприятий.

Рисунок 3.1. Стратегия повышения энергоэффективности в промышленности



### Кейс 1. Целевые показатели в области повышения энергоэффективности и снижения выбросов парниковых газов на предприятиях HeidelbergCement

Компания HeidelbergCement приняла глобальную стратегию повышения энерго- и ресурсоэффективности (стратегия устойчивого развития) на предприятиях группы и установила соответствующие ключевые показатели эффективности:

- ▶ использование альтернативных видов топлива и материалов – 30% к 2020 г.;
- ▶ использование биомассы для генерации тепловой энергии – 9% к 2020 г.;
- ▶ использование альтернативных сырьевых материалов – 12% к 2020 г.;
- ▶ уровень замещения клинкера за счет использования со-продуктов и других ресурсов – 30% к 2020 г.;
- ▶ снижение выбросов CO<sub>2</sub> – на 23% до 2015 г. в сравнении с базовым энергопотреблением 1990 г.;
- ▶ снижение удельного показателя энергопотребления на 15% в 2012 г. в сравнении с 2008 г.

Каждое предприятие группы создает свой собственный план устойчивого развития, способствуя реализации общих целей компании. Поставленные цели достигаются за счет:

- ▶ непрерывного инвестирования в технологии повышения энергетической эффективности;
- ▶ мероприятий по снижению содержания клинкера;
- ▶ увеличения степени использования отходов в качестве альтернативных видов топлива (17,5% от общего энергопотребления в 2008 г., из которых 5% приходится на биомассу)

Чтобы достичь указанных целей компания внедрила глобальную программу «Операционная эффективность». В рамках программы производится централизованное обследование инженерной группой из пяти-шести человек всех предприятий группы с целью изучения текущих возможностей снижения затрат на энергоносители. Кроме того, группа анализирует выполнение поставленных задач в области операционной энергоэффективности.

Все предприятия группы на территории СНГ также попадают под действие указанных инициатив.

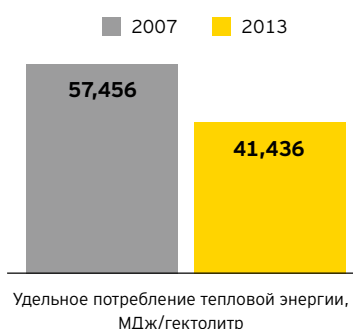




## Кейс 2. Система непрерывных операционных улучшений на Киевском заводе ПАО «Карлсберг Украина»

Повышение энергетической эффективности на предприятиях группы компаний «Карлсберг» рассматривается как дополнительная статья получения «пассивного» дохода. Система непрерывных улучшений и мотивации персонала в области энергоэффективности на предприятии была разработана в рамках проекта развития компании – «1715». В рамках указанной системы были поставлены цели непрерывного совершенствования в области повышения энергетической эффективности для отдельных подразделений, а также для персонала, непосредственно влияющего на производственный процесс. При этом соответствующие технические мероприятия в основном реализуются в рамках операционных бюджетов.

В результате реализации программы достигнуто существенное снижение показателей энергоёмкости продукции:



Следует отметить, что рассматриваемое предприятие является современным – первая очередь официально введена в эксплуатацию в июле 2004 г.

Промышленные предприятия все чаще обращают внимание на существующие гибкие инструменты оптимизации производственного процесса без значительных инвестиций. Такие мероприятия ложатся в основу систем непрерывных операционных улучшений, суть которых состоит в текущей оптимизации производственного процесса его непосредственными участниками.

Аналогичный подход целесообразно применять в рамках оптимизации показателей энергетической эффективности производственных систем.

Суть подхода сводится к непрерывному анализу текущей производительности отдельных узлов и выявлению мер по их оптимизации. Методы анализа могут варьироваться от тривиальных (например, анализ отклонений от технологических параметров) до комплексных (текущая оценка удельных показателей энергопотребления или других показателей эффективности отдельных установок и т.д.).

Кроме того, описанный подход должен быть согласован с текущей системой мотивации персонала на предприятиях и вписан в существующую или планируемую систему энергетического менеджмента на предприятии.<sup>9</sup>

Ниже приводятся некоторые примеры успешных практик компаний в области операционного контроля и непрерывных улучшений.

<sup>9</sup> Требования к установлению критериев операционной эффективности описаны в разделе 4.5.5 стандарта ISO50001:2011 «Системы энергетического менеджмента». Кроме того, операционный анализ может быть частью процесса энергетического планирования (в соответствии с требованиями раздела 4.4 указанного стандарта).

### Кейс 3. Система энергетического менеджмента на предприятиях СИБУР Холдинг

В рамках внедрения элементов системы энергосбережения в 2010 г. в СИБУР Холдинг (крупнейший нефтехимический холдинг России) был создан Инженерный центр энергосбережения (ИЦЭС). На предприятиях холдинга введены штатные единицы энергоменеджеров, определены их полномочия и должностные обязанности энергоменеджера, а также иерархический уровень и основные целевые показатели деятельности. Энергоменеджер является частью рабочей группы по энергоэффективности (в которую также входят технические службы предприятия и финансово-экономическая служба).

ИЦЭС руководит деятельностью энергоменеджеров, проводит обучение персонала и предоставляет соответствующие инженерные инструменты: шаблоны расчетных файлов для определения потенциала энергосбережения, инженерные калькуляторы, технико-экономические обоснования реализации типовых энергосберегающих мероприятий, консолидированный свод лучших практик, результаты обследований предприятий экспертами ИЦЭС.

Системные инструменты, которые были внедрены ИЦЭС в холдинге:

- ▶ единый информационный портал, обеспечивающий освещение работы предприятий по энергосбережению, доступ к инженерному инструментарию, общение на онлайн-форуме по вопросам энергосбережения;
- ▶ обмен лучшими практиками между предприятиями;
- ▶ методики диагностирования, энергетического анализа и управления процессами, связанными с энергопотреблением и энергетической эффективностью;
- ▶ единая методология автоматизации оперативного управления производством (MES), по принципам которой реализуется корпоративный проект по внедрению автоматизированной системы технического учета энергоресурсов;
- ▶ электронная система формирования, мониторинга и контроля программ энергосбережения предприятий холдинга;
- ▶ энергетические обследования (как персоналом предприятий, так и со стороны ИЦЭС).

На предприятиях внедрена, поддерживается и совершенствуется система энергетического менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 50001.

### Кейс 4. Система оптимизации производственной деятельности в холдинге «Полиметалл»

В управляющей компании горнорудного холдинга «Полиметалл» создано управление оптимизации производства. Оно организует комплексное обследование предприятий и по его итогам разрабатывает ежегодные программы совершенствования производственной деятельности и повышения энергетической эффективности. Работа проводится с привлечением внешних консультантов совместно с техническим персоналом предприятий (на уровне руководителей служб, технических специалистов, мастеров и рабочих). Большинство мероприятий имеют организационный характер или попадает в категорию финансирования из операционного бюджета.

Деятельность управления имеет системный характер и направлена на постоянную оптимизацию производственных процессов и повышение энергетической эффективности производства.

В настоящее время «Полиметалл» внедряет систему мотивации персонала в части предложений по производственной оптимизации и повышению энергетической эффективности.



Существенным фактором, способствующим успешной реализации энергетической стратегии на промышленных предприятиях, является **наличие подходящей системы мониторинга, измерения и анализа ключевых характеристик энергетической эффективности технологических операций** (в том числе с применением автоматизированных комплексов учета энергоресурсов).

Традиционный способ учета энергопотребления предусматривает простое измерение количества того или иного энергоресурса зачастую укрупненно на уровне отдельных подразделений или групп потребителей. Показания таких устройств снимаются в ручном режиме и служат базой для выставления счетов энергокомпаниями. Однако новые требования к проведению анализа и энергетического планирования приводят к развитию и расширению системы учета.

Усовершенствованная инфраструктура учета относится к системам, которые обеспечивают измерение потребления при помощи таких устройств, как усовершенствованные счетчики электроэнергии, воды или газа, а также сбор и анализ данных от счетчиков по запросу оператора или определенному графику. Эта инфраструктура включает аппаратное и программное обеспечение для передачи данных, поддержки связанных с учетом систем потребителя, а также управления данными учета.

Для оптимизации инвестиционных затрат автоматизированные системы учета во многих случаях могут быть интегрированы в автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) производственных линий и установок.

Степень детализации системы мониторинга зависит от специфики технологических операций и действующей модели энергетического анализа, установленной на предприятии. Принято разделять три уровня действия систем мониторинга и учета:

- 1) уровень предприятия;
- 2) уровень подразделения;
- 3) уровень процесса/системы.

По данным ряда исследований, одним из основных факторов, препятствующих внедрению методов повышения энергоэффективности, является отсутствие возможности у менеджеров отдельных производственных единиц определять и контролировать затраты, связанные с энергопотреблением их подразделений. Вследствие этого они не имеют стимулов для повышения энергоэффективности.

Главной проблемой реализации инвестиционных мероприятий, связанных с внедрением систем детализированного анализа и учета энергоресурсов, является достоверное обоснование эффекта, который будет достигнут в результате реализации таких систем. В качестве выхода из такой ситуации может быть предложен перенос части эффекта от реализации организационных мероприятий и действий, реализуемых в рамках операционных бюджетов, на эффект от внедрения систем учета энергоресурсов. Такой эффект не был бы подтвержден без реализации упоминаемых систем мониторинга. Другим преимуществом может служить обеспечение возможности распределения затрат на энергоносители на основании фактического энергопотребления и, как следствие, корректное формирование производственной себестоимости продукции.

Отдельные практики построения систем автоматизированного учета на предприятиях представлены в этом разделе.

## Кейс 5. Автоматизированная система учета энергоресурсов и управления энергосбережением (АСУЭ) ГК «Росатом»

Создание автоматизированной системы учета энергоресурсов на предприятиях Государственного концерна «Росатом» производилось в рамках выполнения требований Федерального Закона 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2010 г.

Главной целью системы является формирование единой информационно-аналитической платформы для консолидации данных по энергосбережению и повышению энергоэффективности организаций Госкорпорации «Росатом». В периметр АСУЭ включены все крупные предприятия-потребители Госкорпорации.

Отдельные практики построения систем автоматизированного учета на предприятиях представлены ниже.

Информационная система АСУЭ позволяет выполнять следующие задачи:

- ▶ формирование энергетического профиля организаций Госкорпорации;
- ▶ сбор и обработка данных о фактическом потреблении энергоресурсов;
- ▶ мониторинг хода реализации программ энергосбережения и повышения энергоэффективности,

- ▶ оценка эффективности реализуемых мероприятий на основе фактических данных;
- ▶ прогнозирование и анализ энергопотребления, расчет экономии энергоресурсов;
- ▶ автоматизированное формирование регламентированной (ФСТ, Минэнерго и др.) и внутрикорпоративной отчетности;
- ▶ формирование специализированных витрин данных по энергосбережению,
- ▶ техническая, справочно-нормативная и методологическая поддержка пользователей.

Автоматизированная система управления энергоэффективностью Госкорпорации «Росатом» обеспечивает:

- ▶ автоматизацию процессов мониторинга, анализа и управления энергоэффективностью на всех уровнях управления Госкорпорации;
- ▶ возможность оперативного мониторинга и управления программами энергосбережения и повышения энергоэффективности организаций Госкорпорации;
- ▶ возможность получения актуальной и достоверной аналитической информации для принятия обоснованных управленческих решений.





## Кейс 6. Автоматизированная система технического учета энергоресурсов (АСТУЭ) на ПАО «Карлсберг Украина»

Изначально АСТУЭ не была предусмотрена проектом Киевского завода (первая очередь введена в эксплуатацию в 2004 г.), однако была предложена к реализации инженерно-техническим персоналом как необходимая составляющая системы непрерывных операционных улучшений.

Для подтверждения эффективности системы АСТУЭ была внедрена пробная партия счетчиков (объем

инвестиций порядка 10 тыс. евро), которые в дальнейшем зарекомендовали себя как необходимый инструмент мониторинга эффекта от реализации мероприятий повышения эффективности. Впоследствии система была распространена на основные энергоёмкие процессы предприятия (19 точек контроля потребления тепловой энергии и 25 точек контроля потребления электроэнергии).

## Кейс 7. Автоматизированная система технического учета энергоносителей на ООО «Чипсы Люкс» («Монделис Украина», ранее – «Крафт Фудз»)

На предприятии установлена комплексная автоматизированная система «Сатурн», обеспечивающая учет использования воды, электроэнергии, природного газа, сжатого воздуха и азота. Уровень охвата системы – отдельные цеха, которые являются ключевыми потребителями энергоносителей. Общее количество точек учета превышает 50, что позволяет проводить глубокие исследования потребления энергоресурсов

и выявлять места (или временные интервалы) повышенного потребления, чтобы корректно планировать будущие мероприятия по повышению энергетической эффективности.

Кроме этого, система «Сатурн» позволяет достоверно отслеживать результативность проектов повышения энергетической эффективности на предприятии.



Энергетическая стратегия промышленных предприятий должна обеспечивать базис гибкого реагирования на текущую ситуацию в отрасли и на текущую стоимость основных энергоносителей. Кроме того, она должна содержать план развития энергообеспечения предприятия в соответствии с принятой политикой технической реконструкции и развития основного производства. Такой план целесообразно строить с учетом лучших инженерных практик, доступных на сегодняшний день.

Энергетическая стратегия должна быть гибкой и непрерывно эволюционировать по результатам оценки результативности ее функционирования на отдельных временных интервалах.

Наличие эффективных систем мотивации и операционных улучшений позволяет контролировать показатели энергетической эффективности и повышать эффективность деятельности без значительных инвестиций в модернизацию. Ключевыми факторами успеха системы мотивации является готовность руководства предприятий к реализации новых инициатив, а также обеспечение должных компетенций персонала.

Важнейшим фактором построения энергетической стратегии на предприятии является внедрение системы мониторинга, измерений и анализа ключевых характеристик энергопотребления как базиса для оценки эффекта от реализации проектов повышения энергетической эффективности.

Передовые практики компаний в областях создания систем операционных улучшений и внедрения автоматизированных систем мониторинга энергоносителей свидетельствуют о значительном эффекте, полученном в результате их реализации.

## 3.4. Ключевые особенности и примеры проектов реконструкции систем выработки и поставки энергоносителей

**Системы производства и снабжения энергоносителями основных производственных площадок предприятий обычно эксплуатируются службами главного энергетика. Указанные системы присутствуют на всех производственных предприятиях и потому целесообразно внедрение типовых мероприятий, которые могут быть тиражированы.**

В силу того, что системы снабжения энергоносителями проектируются с учетом специфики предприятия, необходима предварительная оценка применимости типовых мероприятий для каждой отдельной системы. В свою очередь это может приводить к существенным изменениям и дополнениям в конструкции и принципах построения технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности.

Ниже рассмотрены некоторые особенности планирования и функционирования отдельных технологий производства и снабжения энергоносителей на предприятиях.

### 3.4.1. Когенерация и собственная выработка электроэнергии

Использование когенерации связано со значительными экономическими и экологическими преимуществами. Когенерационные установки комбинированного цикла обеспечивают максимально эффективное использование энергии топлива за счет одновременного производства электрической и тепловой энергии с минимальными потерями. Подобные установки обеспечивают эффективность использования энергии топлива (КПД) до 80–90%, в то время как для традиционных конденсационных ТЭС аналогичная величина находится в диапазоне 35–45%, а для электростанций комбинированного цикла (без когенерации) она не превышает 58%. Высокий КПД процессов когенерации обеспечивает значительные объемы энергосбережения и сокращения выбросов.

Наилучшие доступные технологии развития систем когенерации состоят в поиске возможностей реализации такой схемы на конкретном технологическом объекте. При этом потребители энергоносителей могут находиться за пределами предприятия.

В силу зависимости показателей эффективности когенерационной технологии от текущего спроса на тепловую энергию, целесообразно планировать функционирование ТЭЦ предприятия в зависимости от его текущей тепловой нагрузки. Типовые соотношения электрической и тепловой мощностей для различных технологий когенерации приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Технологии когенерации и соотношения электрической и тепловой мощностей

Технология когенерации	Характерное соотношение электрической и тепловой мощностей ( $N_{эл}/N_{т}$ , кВт/кВт)
Парогазовые установки (ПГУ) – газотурбинные установки с надстройкой из котла-утилизатора и паровой турбины	0,95
Паротурбинные установки различных типов (теплофикационные турбины с регулируемым и нерегулируемым отбором пара, с противодавлением)	0,45
Газотурбинные установки с утилизацией теплоты уходящих газов	0,55
Двигатели внутреннего сгорания с утилизацией теплоты отходящих газов	0,75

Источник данных: Лучшие инженерные практики (BREFF) для тепловых электростанций. Документ Объединенного исследовательского центра Европейской комиссии.

Когенерационные электростанции различных типов являются неизменным атрибутом предприятий энергоёмких отраслей промышленности. Однако, проекты, направленные на расширение мощностей совместной выработки тепловой и электрической энергии различных типов реализуются повсеместно. В силу некоторых особенностей электростанций на металлургических предприятиях, практики их модернизации и нового строительства рассматриваются в разделе 3.5.1. Кроме того, особенности тепловой генерации рассмотрены в разделе 3.5.2. Примеры общепромышленного применения когенерационной технологии представлены далее.

В случае наличия на предприятиях потенциала внедрения электрогенерирующих объектов, использующих возобновляемые источники энергии (в т.ч. солнечную энергию, гидроэнергию, биомассу и т.д.), целесообразно рассматривать внедрение соответствующих объектов с целью замещения доли покупных энергоносителей или повышения эффективности использования ископаемых топлив.

## Кейс 8. Развитие мощностей собственной выработки тепловой и электрической энергии на ПАО «Крымский содовый завод»

### Этап №1. Строительство турбинного отделения котельного цеха.

На комбинате «Крымский содовый завод» используется пар различных параметров. В базовом варианте предусматривалось получение пара среднего давления от редуцированных установок.



Суть проекта состоит в установке парового турбогенератора с турбиной с противодавлением типа «ПР-6» (номинальная электрическая мощность генератора – 6,0 МВт) для редуцирования давления пара и выработки дополнительной электроэнергии в этом процессе.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 1,84 млн долл. США;
- ▶ срок реализации: 2008 г.;
- ▶ годовая выработка электроэнергии: около 30 млн кВт-час;
- ▶ срок возврата инвестиций: 5 лет.

Благодаря установленной турбине на предприятии редуцируется треть всей тепловой энергии, необходимой для производственных процессов.

Для обслуживания турбинного отделения на предприятии было создано новое производственное подразделение, что, в свою очередь, позволило создать дополнительные рабочие места.

### Этап №2. Строительство газотурбинной установки с утилизирующей надстройкой

С целью дальнейшего развития собственных мощностей на предприятии было принято решение о строительстве когенерационной установки с номинальной электрической мощностью 14,4 МВт. Строительство станции продолжалось на протяжении трех лет.

#### Оборудование, применяемое в проекте:

- ▶ газотурбинная установка: европейский производитель;
- ▶ компрессорная установка: отечественный производитель;
- ▶ блок подготовки топливного газа: отечественный производитель;
- ▶ паровой котел-утилизатор: европейский производитель.

#### Показатели проекта:

- ▶ объем инвестиций: 25,61 млн долл. США;
- ▶ годовая выработка электроэнергии: около 129 млн кВт-час;
- ▶ дополнительный расход газа: 12 млн м<sup>3</sup>;
- ▶ срок возврата инвестиций: 3,8 г.

Среди дополнительных преимуществ реализации проекта отмечаются создание новых рабочих мест, сокращение выбросов парниковых газов и повышение надежности электро- и пароснабжения на предприятии.

Отмечается также, что реализация обоих мероприятий по развитию собственных мощностей генерации позволило комбинату обеспечить до 90% покрытия потребности в электроэнергии за счет собственных электрогенерирующих мощностей.

## Кейс 9. Строительство новой когенерационной станции на предприятии International paper

Новый парогазовый блок (ПГУ) был установлен с целью увеличения доли выработки тепловой и электрической энергии, а также снижения затрат на приобретаемые энергоресурсы. Блок сформирован на базе газовой турбины ведущего европейского производителя и отечественной паровой турбины.

### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 40 млн долл. США;

- ▶ годовая выработка электроэнергии: 210 млн кВт-час;
- ▶ период возврата инвестиций: 2,7 г. (прямая экономия на энергоносителях и дополнительные статьи доходов).

Среди дополнительных преимуществ реализации проекта было отмечено снижение затрат на техническое обслуживание (~4 млн долл. США) и повышение надежности энергоснабжения предприятия.

## Кейс 10. Строительство энергоцентра на комбинате по производству огнеупоров

Энергоцентр на предприятии по производству огнеупоров выполнен на базе шести когенерационных газопоршневых электростанций контейнерного исполнения с утилизационной надстройкой для нагрева теплоносителя (воды с температурным графиком 70/90°C). Установленная мощность когенерационной станции составляет 60% установленной мощности предприятия (которая, в свою очередь, составляет порядка 40 МВт). Предусматривается круглогодичный режим работы станции параллельно с энергосистемой – генерируемая электроэнергия используется для нужд предприятия, при этом предусмотрена возможность отпуска излишков в электросети. Тепловая энергия генерируется и отпускается в сети комбината в отопительный сезон (с сентября по май).



Общая номинальная эффективность использования топлива оценивается в 87%. При этом электрический КПД газопоршневых двигателей составляет 45%, тепловой (с учетом утилизации низкопотенциальной теплоты) – 42%.

До начала реализации проекта на комбинате функционировала собственная ТЭЦ на базе трех турбогенераторов с установленной мощностью 12 МВт каждый.

Пар для турбогенераторов вырабатывался технологическими котлами-утилизаторами. В связи с тем, что на предприятии происходил рост нагрузки паровых потребителей, было принято решение об отказе от использования базовой схемы генерации электроэнергии и сооружению когенерационного центра на базе газовых газопоршневых двигателей.

Главным аргументом принятия решения об инвестировании в проект была приемлемая стоимость природного газа и соответствующие приемлемые финансовые показатели проекта.

Основные технические решения в проекте предоставлены производителем газопоршневых двигателей и адаптированы местной проектной организацией в соответствии с требованиями действующей нормативно-правовой документации.

### Общая характеристика объекта:

- ▶ количество агрегатов: 6;
- ▶ общая электрическая мощность: 24,2 МВт;
- ▶ общая тепловая мощность: 21,8 МВт;
- ▶ общий коэффициент топливоиспользования: 86,9%.

Установки будут работать параллельно с сетью. Предусмотрен также островной режим, позволяющий обеспечить независимость от внешних сетей. Электрическая и тепловая энергия используются на предприятии в полном объеме.

### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 25,53 млн долл. США;
- ▶ доля оборудования и материалов отечественного производства: 30%
- ▶ годовая выработка тепловой и электроэнергии: 697 тыс. ГДж;
- ▶ период возврата инвестиций: 5,4 г.



### Кейс 11. Строительство блочно-модульной котельной на ОАО «Каустик»

На предприятии ОАО «Каустик» действует собственная ТЭЦ-3, от которой производится электро- и теплоснабжение предприятия. Суть проекта состояла в строительстве автономной блочно-модульной котельной с целью снижения отпуска пара с ТЭЦ и соответствующего увеличения выработки электроэнергии при аналогичном потреблении топлива.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 2,6 млн долл. США;
- ▶ снижение энергопотребления: 3500 ГДж/год;
- ▶ эффект: 1,7 млн долл. США/год (за счет снижения затрат на ТЭЦ), 1,5 млн долл. США/год (за счет снижения доли покупной электроэнергии);
- ▶ период возврата инвестиций: менее года.

### Кейс 13. Утилизация тепловой энергии и оптимизация тепловых потоков на целлюлозно-бумажном комбинате группы International paper

Суть проекта состоит в выполнении комплекса мероприятий по утилизации сбросных тепловых потоков, а также оптимизации процессов теплообмена для увеличения эффективности использования тепловых потоков и снижения потребления пара на технологические нужды (целлюлозное производство, энергетика и процессы восстановления).

Срок реализации проекта составил 2,5 г.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 4,0 млн долл. США;
- ▶ снижение потребления тепловой энергии: 210 тыс. ГКал;
- ▶ срок возврата инвестиций: 1,4 г.

Среди дополнительных преимуществ проекта снижение потребления воды для технологических нужд и оптимизация производственных процессов (устранение «узких» мест).

## 3.4.2. Утилизация тепловой энергии

Рассматривать возможности утилизации сбросной тепловой энергии целесообразно только после оптимизации соответствующих процессов и установок. Кроме того, необходимо оценить качество и температурный уровень сбросного теплового потока, технические возможности организации утилизации, направления использования тепловой энергии и имеющиеся на предприятии ограничения. Именно поэтому успешные проекты по утилизации тепловой энергии на предприятиях (примеры, показанные ниже) не могут быть напрямую перенесены на аналогичные объекты, а каждый отдельный случай должен быть детально изучен. Однако в ряде случаев именно качественная утилизация тепловой энергии процессов может кардинальным образом изменить показатели энергоёмкости основной продукции предприятия.

### Кейс 12. Утилизация тепловой энергии отходящих газов сталеплавильного комплекса на трубопрокатном предприятии

Суть проекта состоит в установке оборудования утилизации уходящих газов электросталеплавильной печи ДСП-135 (установка периодического действия).

Проект планируется реализовать в 2014 году.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 1,1 млн долл. США;
- ▶ годовой эффект от реализации: 1,37 млн долл. США;
- ▶ срок возврата инвестиций: 8 мес.

### Кейс 14. Утилизация тепловой энергии уходящих газов паровой котельной на предприятии «Монделис Украина» (ранее – «Крафт Фудз»)

На предприятии было проведено энергетическое обследование (энергоаудит) с целью выявления направлений оптимизации потребления топливно-энергетических ресурсов. По результатам был определен потенциал повышения энергетической эффективности в паровой котельной за счет снижения температуры уходящих газов.

Суть проекта состоит в установке дополнительного водоподогревателя в тракте уходящих газов за экономайзером.

Персонал предприятия отмечает, что наиболее сложными задачами стали подбор правильного оборудования и определение схемы эффективного использования тепловой энергии. Реализация проекта (с учетом собственно проектирования) заняла 12 месяцев. Годовое снижение потребления природного газа оценивается в 300 тыс. м<sup>3</sup>.

### 3.4.3. Системы производства и снабжения сжатого воздуха

На системы сжатого воздуха приходится до 10% промышленного потребления электроэнергии, или около 80-10<sup>9</sup> кВт-час/год в 15 государствах-членах ЕС [4].

В силу возрастающего значения энергоэффективности производители компрессорного и другого пневматического оборудования разрабатывают технологии и инструменты для оптимизации существующих систем сжатого воздуха, а также внедрения новых, более эффективных систем

Важнейшим фактором инвестиционных решений при внедрении новой системы сжатого воздуха является анализ затрат на протяжении жизненного цикла системы. Энергоэффективность рассматривается в качестве важного критерия при проектировании новых систем сжатого воздуха, и существует значительный потенциал для оптимизации существующих систем. Срок службы крупного компрессора составляет 15-20 лет. За это время характер потребностей производства в сжатом воздухе может измениться, что приводит к необходимости пересмотра общего устройства системы. Кроме того, появляются новые технологии, которые могут использоваться для повышения энергоэффективности существующих систем.

В целом, выбор энергоносителя для технологического процесса (например, сжатого воздуха), зависит от многих характеристик самого процесса и предприятия, вследствие чего соответствующее решение должно приниматься в каждом отдельном случае на основе анализа конкретных условий.

При использовании механических устройств с пневмоприводом следует иметь в виду, что «механический КПД» такого устройства определяется как отношение мощности на валу устройства к общей электрической мощности, потребляемой для производства сжатого воздуха, используемого устройством. Как правило, эта величина находится в диапазоне 10-15%.

### 3.4.4. Системы пароснабжения

Характер процессов многих энергоёмких предприятий, а также многочисленные преимущества пара как теплоносителя обуславливают его широкое использование в качестве высокотемпературного теплоносителя.

Таблица 3.4. Использование энергии для производства пара в различных отраслях промышленности

Отрасль	Доля пара в общем энергопотреблении отрасли
Целлюлозно-бумажная	83%
Химическая	57%
Нефтепереработка	42%

Источник данных: Лучшие инженерные практики (BREFF) в области энергоэффективности. Документ Объединенного исследовательского центра Европейской комиссии.

Затраты на производство пара непосредственно зависят от цен на используемое топливо; ценовые преимущества, связанные с определенным видом топлива, могут перевесить такие факторы, как относительно низкий тепловой коэффициент эффективности при его применении. Однако при использовании любого конкретного вида топлива повышение теплового коэффициента эффективности является важным ресурсом энергосбережения.

Устранение потерь энергии в процессе производства и распределения пара (включая возврат конденсата) способно значительно снизить стоимость пара на уровне конечного пользователя.

Потенциальные объемы энергосбережения для конкретных предприятий могут варьироваться в диапазоне от менее 1% до 35%.

#### Кейс 15. Децентрализация системы производства и снабжения сжатого воздуха на комбинате по производству огнеупоров

Суть проекта состоит в снижении энергетических затрат при производстве сжатого воздуха за счет поэтапного повышения энергоэффективности указанной системы.

Проект предполагает децентрализацию системы воздухоснабжения и замену физически изношенных и морально устаревших низкопроизводительных поршневых и винтовых компрессоров на современные турбокомпрессоры.

Период реализации мероприятия – 1,3 г.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 15,36 млн долл. США;
- ▶ снижение затрат на производство воздуха: 2,13 млн долл. США/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: 7,3 г.

Среди дополнительных преимуществ указано снижение затрат на обслуживание компрессоров в размере 20 тыс. долл. США/г.

## Кейс 16. Реконструкция системы теплоснабжения ПАО «Оболонь»

До 1999 г. предприятие получало тепловую энергию (пар) от узловой районной котельной близлежащего завода «Генератор». Однако, наращивание мощностей по выпуску продукции и повышение технологических требований к поставкам пара для приготовления пивного суслу поставили под сомнение возможность удовлетворения энергетических потребностей при питании от котельной, расположенной в 1,5 км от потребителей. В связи с этим было принято решение о строительстве собственного источника теплоснабжения – паровой котельной.

Реализация проекта заняла порядка двух лет: около года ушло на подготовку и согласование проектной документации, и еще год на строительство.

В настоящее время снабжение паром на предприятии осуществляется от паровой котельной, состоящей из шести автономных паровых котлов производительностью 8 и 10 т/ч. Такая конфигурация котельной позволяет гибко управлять мощностью пара – среднее время вывода котла из резерва до выдачи пара в паропровод составляет три минуты. Таким образом, у предприятия появилась возможность сглаживать пиковые нагрузки. Себестоимость производства пара собственными котельными агрегатами снизилась в два раза по сравнению со стоимостью пара, поставляемого с соседнего предприятия (с учетом тепловых потерь). По результатам последних теплотехнических испытаний после наладки котельных агрегатов было установлено, что коэффициент эффективности «брутто» паровой котельной ПАО «Оболонь» составляет 93%.

Помимо этого, по рекомендации ЕБРР предприятие провело независимое энергетическое обследование, по результатам которого были спланированы и выполнены перечисленные ниже мероприятия:

### Мероприятие 1. Реконструкция варильных порядков № 2 и 3 с установкой энергосберегающего оборудования

Суть решения состоит в установке утилизационного теплообменника вторичного пара, вакуум-испарителя, энергосберегающих ёмкостей для горячей воды (рекомендация производителя установок варильных порядков).

#### Показатели мероприятия:

- ▶ общие инвестиции: 1,35 млн долл. США;
- ▶ годовая экономия тепловой энергии: 51,6 тыс. ГДж;
- ▶ снижение затрат: 0,65 млн долл. США/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: 2,2 г.

### Мероприятие 2. Установка системы повышения потенциала пароводяной смеси процесса сушки пивной дробины

Решение заключается в установке станции эжектирования (паровой струйный термокомпрессор), позволяющей повышать тепловой потенциал вторичного пара в процессе сушки и направлять его обратно в технологический процесс. Отсепарированный конденсат при этом возвращается в паровую котельную предприятия.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ общие инвестиции: 180 тыс. долл. США;
- ▶ годовая экономия тепловой энергии: 15 тыс. ГДж;
- ▶ снижение затрат: 206,5 тыс. долл. США/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: около 1 г.

### Мероприятие 3. Монтаж станции удаления железа из конденсата

Установка станции позволила улучшить качество конденсата и повысить степень его использования с 65–68% до 75–80%. Кроме этого, были снижены затраты на химводоочистку в котельной, а также снижен объем выбросов в городскую канализацию.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ общие инвестиции: 430 тыс. долл. США;
- ▶ годовая экономия тепловой энергии: 152 ГДж;
- ▶ срок возврата инвестиций: 2,3 г.

### Мероприятие 4. Реконструкция и автоматизация пароводяных теплопунктов системы отопления

с установкой новых пластинчатых теплообменников, а также программных контроллеров с датчиками, позволяющими регулировать температуру в помещениях в зависимости от условий наружного воздуха.

Обозначенные мероприятия позволили в два раза снизить затраты тепловой энергии на отопление цехов.





### 3.4.5. Системы освещения

На искусственное освещение приходится значительная доля мирового потребления электроэнергии. В офисных зданиях на освещение расходуется от 20 до 50% общего энергопотребления. Еще более важно то, что для некоторых зданий до 90% затрат на освещение являются излишними, поскольку соответствующая энергия расходуется на избыточное освещение. Поэтому в настоящее время освещение является одной из важнейших составляющих энергопотребления, в особенности, для офисных зданий и других крупных объектов, нуждающихся в освещении. Имеется множество способов использования энергии для освещения, различающихся с точки зрения энергоэффективности: сегодня существуют гибкие возможности внедрения светильников с повышенными коэффициентами светоотдачи (энергосберегающие светильники: газонаполненные лампы, светодиодное освещение и др.), а также автоматизации и регулирования в системах освещения.

Относительная простота решений, доступность технологий энергосберегающего освещения, простота оценки и подтверждения экономического эффекта дают возможность применять такие системы на любых объектах.

#### Кейс 17. Модернизация систем производственного освещения в производственных подразделениях Новолипецкого металлургического комбината

Проект предусматривал установку светильников промышленного исполнения с повышенными коэффициентами светоотдачи. В результате была обеспечена нормативная освещенность на рабочих местах и достигнуто 60%-е снижение энергопотребления.



Проект на основной площадке Группы НЛМК в г. Липецк был реализован в 2011 году.



Снижение электрической мощности, потребляемой системами освещения комбината, оценивается в 12 МВт.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 10 млн долл. США;
- ▶ снижение потребления электроэнергии: более 100 млн кВт-час/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: менее двух лет.



### Кейс 18. Модернизация систем освещения на ООО «Птицефабрика «Вараксино»

Проект предусматривает установку светодиодного освещения в птичниках вместо традиционных ламп накаливания.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 8 тыс. долл. США;
- ▶ снижение потребления электроэнергии: 25 тыс. кВт-час/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: 3,5 г.

### Кейс 19. Модернизация систем производственного освещения на предприятии по производству напитков

Проект предусматривает оптимизацию производственного освещения (в базовом варианте было организовано на базе ламп накаливания со светотдачей 8-12 Лм/Вт и натриевых ламп со светотдачей 30 Лм/Вт) с заменой ламп на светодиодные со светотдачей 65 Лм/Вт и люминесцентные (45 Лм/Вт). Кроме того, предусмотрена установка дополнительных окон для увеличения доли использования естественного освещения. Срок реализации мероприятия – 6 месяцев.

Среди главных аргументами для обоснования инвестиций указываются:

- ▶ снижение энергопотребления;
- ▶ приемлемый срок окупаемости (менее 3-х лет);
- ▶ снижение углеродного следа;
- ▶ выполнение корпоративных целей по энергопотреблению.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 107 тыс. долл. США;
- ▶ снижение потребления электроэнергии: 746 тыс. кВт-час/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: менее трех лет.

В качестве дополнительного эффекта наблюдается улучшение условий труда.

## 3.4.6. Системы электроснабжения

Качество электроснабжения и условия использования энергии зависят от различных факторов, включая степень совершенства сетей и класс электроснабжения, а также влияние некоторых видов оборудования и использования энергии на характеристики энергоснабжения. В энергетических системах крайне желательны стабильность напряжения, а также отсутствие искажений формы волн.

Параметры качества электроэнергии в странах СНГ регламентированы межнациональным стандартом ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Проекты, направленные на улучшение качества электроснабжения, а также компенсацию реактивной мощности, в конечном итоге приводят также к снижению токовых нагрузок, повышению уровня энергоэффективности систем электроснабжения и снижению технологического расхода электроэнергии на транспортировку в сетях.

### Кейс 20. Установка системы компенсации реактивной мощности на подстанциях GV Gold

Проект заключается в установке батарей статических конденсаторов (БСК) с целью генерации реактивной мощности и повышения общего коэффициента мощности.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 5 млн долл. США;
- ▶ срок возврата инвестиций: около 7 лет.

В районе нахождения предприятия существует дефицит энергетической мощности, поэтому, указанное мероприятие рассматривается как необходимое для снижения токовых нагрузок в сетях и соответствующего увеличения перетока электроэнергии. Установка БСК способствовала снижению загрузки собственных дизель-генераторных установок и уменьшению затрат на электроэнергию.

### 3.4.7. Насосные системы

На насосные системы приходится около 20% мирового потребления электроэнергии. Доля насосных систем в общем энергопотреблении некоторых промышленных производств составляет 25-50% [4].

Наиболее существенными моментами, связанными с энергоэффективностью насосных систем, являются корректный подбор насосной установки (наилучший КПД в рабочей точке), оптимизация трубопроводных систем (минимизация гидравлических сопротивлений), эффективное техническое обслуживание и ремонты насосных агрегатов и сетей, применение эффективных средств управления насосными системами и их регулирование, подбор привода насосного агрегата оптимальной мощности.

#### Кейс 21. Установка турбопитательных насосов вместо насосов с электроприводом в ОАО «Группа «Илим»

Суть проекта состоит в оптимизации системы генерации пара за счет замены насосных агрегатов с электроприводом на агрегаты с турбоприводом в котлотурбинном цехе. Главными преимуществами такой модернизации является сокращение затрат электроэнергии на собственные нужды электрогенерирующего объекта и повышение регулируемости привода.

##### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 1,4 млн долл. США;
- ▶ снижение энергопотребления: 10,2 млн кВт-час;
- ▶ срок возврата инвестиций: 3 г.

Среди дополнительных преимуществ проекта показано снижение затрат на обслуживание оборудования.

#### Кейс 22. Модернизация насосных систем ООО «Птицефабрика «Вараксино»

Проект предусматривал замену изношенного низкоэффективного насосного оборудования в котельной с применением современных эффективных решений (установка насосов с более высоким коэффициентом эффективности (КПД), а также частотных регуляторов асинхронного электропривода).

##### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 98 тыс. долл. США;
- ▶ снижение энергопотребления: 0,5 млн кВт-час;
- ▶ срок возврата инвестиций: 2,2 г.

Мероприятие рассматривалось как необходимое для поддержания работоспособности системы теплоснабжения предприятия. Эффект заключался в снижении затрат на электроэнергию, что рассматривалось как дополнительное преимущество реализации проекта.



### 3.4.8. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования, производства и снабжения промышленного холода

В состав типичной системы отопления, вентиляции, кондиционирования (ОВиК) входят отопительное или холодильное оборудование, насосы и/или вентиляторы, трубопроводы, чиллеры (холодильные установки) и теплообменники, обеспечивающее подведение тепла к помещениям и технологическим процессам или отведение тепла от них.

По данным исследований, около 60% энергопотребления систем ОВиК приходится на чиллеры/тепловые насосы, а оставшиеся 40% – на вспомогательное оборудование [4].

Снижение заданного уровня температуры на 1°C в случае отопления или повышение уровня на 1°C в случае охлаждения способно снизить энергопотребление на 5-10% в зависимости от средней разницы температур помещения и наружного

воздуха. Во многих случаях повышение заданной температуры в процессах теплообмена обеспечивает больший эффект, поскольку разница температур в этом случае, как правило, выше. Однако эта закономерность носит обобщенный характер, и конкретная величина экономии зависит от климатических условий региона.

Снижение нагрузок для подогрева воздуха, отопления, охлаждения в нерабочее время для предприятия способно обеспечить снижение соответствующего потребления энергоносителей до 40%.

Кроме того, значительный эффект может принести внедрение систем регулирования и поддержания необходимых/нормируемых температур помещений или технологических процессов.

Обследования систем тепло- и холодоснабжения, а также вентиляции помещений показали, что во многих случаях имеется существенный потенциал повышения энергетической эффективности с наличием целого ряда технических мероприятий с небольшими сроками возврата инвестиций (до трех лет).

#### Кейс 23. Реконструкция системы снабжения промышленного холода ПАО «Оболонь»

Система производства и снабжения промышленного холода ПАО «Оболонь» выполнена на базе аммиачных агрегатов в соответствии с изначальными проектными решениями. Холодильные машины старого образца были значительно изношены, характеризовались повышенными показателями энергоёмкости, не имели подходящей системы автоматизации и регулирования параметров. Более того, их эксплуатация сопровождалась значительными затратами на ремонт и техническое обслуживание.

Дальнейшее развитие основного производства (строительство новых варильных порядков, расширение

производственных линий безалкогольных напитков) вызвало необходимость наращивания мощностей производства промышленного холода.

Учитывая указанные обстоятельства, было принято решение о полной замене холодильных машин на новые с повышенными показателями эффективности и с современной системой автоматического управления. Также была произведена общая оптимизация системы производства и снабжения промышленным холодом. При этом аммиак был сохранен в качестве базового хладагента (как один из наиболее энергетически выгодных в применении).

#### Показатели реализованных мероприятий:

Год	Наименование мероприятия	Ключевые показатели эффективности	Годовая экономия энергоресурсов
1998	Замена аммиачного компрессора 21A-410-7-0 на компрессор SAB-202 SM "SABRO"	Усредненный холодильный коэффициент EER (до/после модернизации): 3,25/3,90	Расчетная экономия – 217 000 кВт-час на 1 машину
1999	Замена трех аммиачных компрессоров 21A-410-7-0 на 2 компрессора SAB-202 SM "SABRO"		
2002	Замена трех аммиачных компрессоров 21A-410-7-0 на 2 компрессора SAB-202 SM "SABRO"		
2004	Замена шести аммиачных компрессоров 21A-410-7-0 на 3 компрессора SAB-202 LM "SABRO"	EER (до/после модернизации): 3,25/4,01	Расчетная экономия – 245 500 кВт-час на 1 машину
2006	Замена двух аммиачных компрессоров 21A-410-7-0 на 2 компрессора SAB-202 LM "SABRO"		
2007	Замена двух аммиачных компрессоров 21A-410-7-0 на 1 компрессор SAB-202 L "SABRO"	EER (до/после модернизации): 3,25/5,94	Расчетная экономия – 709 300 кВт-час на 1 машину

## Кейс 24. Реконструкция системы снабжения промышленного холода на Тростянецкой шоколадной фабрике «Монделис Украина» (ранее – «Крафт Фудз»)

Оптимизация системы производства и снабжения промышленного холода на предприятии была выполнена в несколько этапов.

### 1. Реконструкция аммиачной холодильной установки

Во время проведения модернизации основных производственных мощностей персоналом фабрики был выполнен детальный анализ эффективности функционирования различных систем снабжения промышленным холодом (в т.ч. сравнение с лучшими инженерными практиками). В результате было принято решение о сохранении системы производства и снабжения промышленного холода на базе аммиака с проведением мероприятий, перечисленных ниже.

Мероприятие	Годовой эффект (экономия энергоносителей)
Замена двух старых аммиачных компрессоров на один новый более эффективный.	1 млн кВт-час электроэнергии
Реконструкция масляной системы охлаждения (использование термосифонной технологии).	137 тыс. кВт-час электроэнергии
Отказ от использования фреоновых охладителей в системах кондиционирования и перевод их на теплоноситель («лед-вода» с температурой +6 – +8°C) системы центрального снабжения холодом.	600 тыс. кВт-час электроэнергии
Утилизация тепловой энергии конденсации аммиака.	237 тыс. м <sup>3</sup> природного газа



Общее время реализации проекта – 18 месяцев. При этом отдельные инициативы были реализованы в течение трех-четырех месяцев. Наиболее протяженным по времени был этап поставки оборудования (пять-шесть месяцев).

### 2. Внедрение сухих охладителей («dry-cooler») в системах охлаждения пятивалковых мельниц и темперлирующих машин

Проект предусматривает установку сухих охладителей в системе охлаждения технологических установок линии по производству шоколадных масс и глазури (пятивалковые мельницы и темперлирующие машины). Суть мероприятия состоит в использовании температур наружного воздуха в зимнее время для прямого охлаждения промежуточного теплоносителя, используемого в технологических процессах теплообмена.



Эффект от реализации мероприятия состоит в экономии электроэнергии в размере 870 тыс. кВт-час в год за счет снижения нагрузки на центральную аммиачную систему охлаждения.

Проект возник после детального изучения персоналом фабрики технологии сухого охлаждения («dry-cooling») в системах кондиционирования производственных помещений, где она была реализована в качестве дополнительной опции производителем холодильного оборудования.

Срок реализации мероприятия – 8 месяцев, из которых 4 месяца заняла поставка оборудования на предприятие.



## Кейс 25. Реконструкция систем шахтного проветривания на предприятии ОАО «Уралкалий»

Проект по реконструкции систем шахтного проветривания предусматривает оптимизацию системы подогрева приточного воздуха, а также, по установке средств энергоэффективного регулирования производительности системы.

### 1. Реконструкция систем подогрева приточного шахтного воздуха стволов №1 и №3

В базовом варианте подогрев воздуха общешахтного проветривания предусматривался от водяных калориферов, подключенных к производственной теплосети. Регулирование системы осуществлялось в ручном режиме, что приводило к излишнему нагреву приточного воздуха. Кроме того, транспортировка теплоносителя сопровождалась потерями в окружающую среду.

Проект предусматривает демонтаж водяной системы нагрева и установку нагревателей воздуха, оборудованных газовыми горелками. Кроме того, новая система оборудована термодатчиками и средствами качественного регулирования температуры нагреваемого воздуха. Следует отметить, что доля материалов и оборудования российского производства составляет 30% от величины капитальных инвестиций.

Основная цель реализации проекта – экономия энергоресурсов.

Приточный воздух в базовом варианте нагревался до +15 – +20°C. После реконструкции величина температуры приточного воздуха поддерживается на уровне расчётных +5°C. Кроме того, средства автоматизации системы позволяют отключать калориферную установку при температуре наружного воздуха выше +5°C (что в базовом варианте было недопустимо, так как в случае внезапного понижения температуры могло привести к замерзанию теплоносителя – воды).

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 6,7 млн долл. США;
- ▶ снижение энергопотребления: 251 160 ГДж/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: 7 лет.

Проектирование установок проводилось в два этапа (проектирование, рабочая документация) после предварительного обследования и технико-экономического обоснования. Строительство и ввод в эксплуатацию каждой из установок происходили на протяжении одного года с переносом основных работ на летний период, когда подогрев воздуха не требуется.

Среди дополнительных эффектов указан более равномерный прогрев колонны ствола, что положительно сказывается на сроке службы бетонной крепи.

В 2010 г. предприятие реализовало проект по вскрытию ствола №2, где при проектировании уже было применено решение по установке газовых калориферных установок с автоматическим регулированием тепловой мощности нагрева. По оценкам персонала предприятия годовой экономический эффект в сравнении с расчетным базисом составил 108 тыс. ГДж.

### 2. Частотное регулирование привода главной вентиляторной установки СКРУ-1

Главная вентиляционная установка выполнена на базе вентилятора ВРЦД-4,5 (наибольший потребитель энергоресурсов на объекте) и оснащена электроприводом среднего напряжения (6 кВт) номинальной мощностью 4 МВт. Регулирование производительности установки в базовом варианте производилось посредством изменения угла разворота лопаток направляющего аппарата вентилятора (типовое решение).

Суть проекта состоит в установке частотного преобразователя соответствующего класса напряжения, позволяющего производить регулирование производительности установки (в диапазоне 0-100%) посредством изменения частоты вращения вала вентилятора, что сопровождается значительной экономией электроэнергии во всем диапазоне регулирования.

Техническое решение осуществлено по каскадной схеме (работа одного преобразователя на двухвентиляторные установки).

Время установки, наладки и ввода в эксплуатацию оборудования – четыре месяца.

#### Показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: 1,47 млн долл. США (20% оборудования и материалов отечественного производства);
- ▶ снижение энергопотребления: 9 млн кВт-час/год;
- ▶ срок возврата инвестиций: 3 г.

В силу отсутствия практического опыта для принятия решения о реализации проекта изучался иностранный опыт подобных мероприятий.



**Кейс 26. Модернизация системы микроклимата складских помещений ООО «Чипсы Люкс» компании «Монделис Украина» (ранее – «Крафт Фудз»)**

Проект предусматривает установку современных средств поддержания и регулирования основных параметров микроклимата (температура, влажность) в складах хранения сырья (картофеля).

Реализация мероприятия заняла четыре месяца.

**Показатели проекта:**

- ▶ общие инвестиции: 94 тыс. долл. США;
- ▶ срок возврата инвестиций: 2,4 г.

Установка средств регулирования температуры в помещениях способствовала повышению уровня комфорта и снижению себестоимости продукции (в т.ч. за счет снижения затрат на энергоносители и затрат на техническое обслуживание системы).

**Кейс 27. Регулирование температуры помещений на Удмуртской птицефабрике**

Проект предусматривал реконструкцию тепловых пунктов предприятия и установку автоматизированных средств управления температурой в помещениях.

**Показатели проекта:**

- ▶ общие инвестиции: 55 тыс. долл. США;
- ▶ годовое снижение энергопотребления: 15%;
- ▶ срок возврата инвестиций: 1,5 г.

## 3.5. Показатели энергоёмкости и реализованные проекты повышения энергоэффективности в отраслях промышленности

**Согласно стандарту ISO 50001 ([1], [2]), бенчмаркинг (систематическое сравнение подходов и характеристик) представляет собой процесс сравнения результативности подразделений предприятия/холдинга (внутренний бенчмаркинг) или сравнения с лучшими отраслевыми результатами (внешний бенчмаркинг) на уровне показателей установки/сооружения или энергоёмкости продукции. Ориентация на лучшие инженерные практики является полезным инструментом энергетического анализа и может применяться в качестве входящих данных для энергетического планирования.**

Наиболее актуальным при постановке корректных целей и задач в области энергосбережения является вопрос сравнения текущего энергопотребления и показателей энергетической эффективности с показателями аналогичных предприятий отрасли.

В настоящем разделе приводятся общепринятые показатели энергоэффективности производственных процессов различных отраслей промышленности и инициативы компаний, принявших участие в настоящем исследовании, в области технологической реконструкции производственных активов и повышения уровня энергетической эффективности.

Описанные в исследовании кейсы (отдельные проекты или комплексы реализованных проектов) не охватывают весь потенциал повышения энергетической эффективности компаний-респондентов и представлены с целью демонстрации отдельных инициатив в области повышения энергетической эффективности в производственных циклах. Кроме того, дана информация о реализованных проектах повышения энергетической эффективности предприятий СНГ, взятая из открытых источников.

Проекты сгруппированы по сферам деятельности предприятий (металлургия, химическая промышленность, тепловая энергетика и т.д.). Общепромышленные практики повышения энергетической эффективности (внедрение когенерационных установок, энергоэффективных источников искусственного освещения, частотно-регулируемого электропривода и др.) рассмотрены в разделе 3.4.

Энергоёмкость на уровне предприятий наиболее часто анализируют по удельным показателям энергетической эффективности, рассчитанных в натуральном выражении (например, потребление энергоносителей, отнесенное к тонне производимой продукции). Такие показатели в чистом виде, однако, не несут в себе дополнительной информации для сравнения аналогичных процессов на различных предприятиях. Для корректных оценок необходимо установление т.н. «энергетического базиса», учитывающего дополнительные факторы, которые влияют на величину показателей энергопотребления. Обычно главными производственными факторами являются текущая производительность (загруженность производства), сезонные факторы и техническое состояние оборудования. Кроме того, должна быть учтена специфика производств и качество выпускаемой продукции.

Несмотря на описанные выше расхождения в особенностях оценки энергоёмкости производственных процессов, в некоторых отраслях промышленности принято ориентироваться на лучшие отраслевые показатели. Они могут быть достигнуты как в результате применения новых технологий, так и в результате оптимизации и частичной модернизации существующих производств. Сравнительный анализ принципиально необходим компаниями для поиска возможностей совершенствования. Поэтому сравнительный анализ может использоваться в качестве одного из инструментов постоянного улучшения и поддержания мотивации для дальнейшего развития инициатив по энергосбережению [4].

Важно отметить, что сравнительный анализ в некоторых странах ЕС закреплен на законодательном уровне или производится профессиональными ассоциациями на постоянной основе<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> В Норвегии поддерживается схема сравнительного анализа для малых и средних предприятий, действующая на основе специализированного сайта в Интернете.

В Нидерландах практикуются долгосрочные соглашения между правительством и крупными компаниями (энергопотребление которых превышает 0,5 ПДж/год), предусматривающие проведение сравнительного анализа. Аналогичная схема действует во Фландрии (Бельгия). Французские крахмальные предприятия с помощью привлеченных консультантов разработали методику оценки и распределения энергозатрат при изготовлении крахмала и производных продуктов. Методика используется для распределения энергозатрат по различным этапам производственного процесса и видам продукции, распределения выбросов CO<sub>2</sub> по различным этапам производственного процесса и видам продукции, а также для оценки повышения энергоэффективности.



## 3.5.1. Metallurgia

В мировой практике используется четыре основных типа процессов производства стали:

- 1) классическое доменное производство чугуна, кислородно-конверторное производство стали;
- 2) электросталеплавильный способ производства в дуговых сталеплавильных печах (ДСП);
- 3) восстановительная плавка;
- 4) прямое восстановление стали.

Основным энергоносителями в металлургии являются кокс, электроэнергия, природный и вторичные металлургические газы (прежде всего, доменный и коксовый), уголь, а также нефтепродукты.

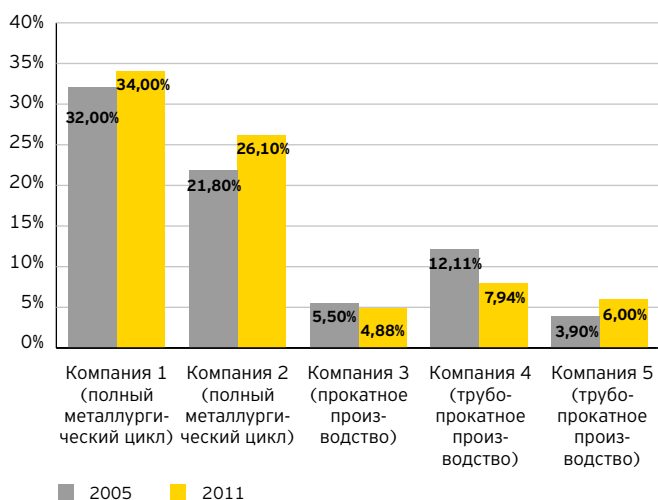
Затраты на энергоносители в металлургии составляют в среднем от 20% до 40% общих производственных затрат (затраты на энергоносители у компаний-респондентов исследования представлены ниже).

Энергетическая эффективность и соответствующие затраты на энергоносители зависят от способа производства стали на предприятии, типа руды и использования угля, продукции, систем операционного контроля и эффективности использования ресурсов.

Непрямое потребление энергоносителей в металлургии связано с добычей, подготовкой и транспортировкой ресурсов на предприятие, в т.ч.: затраты на энергоносители для добычи и обогащения угля и железной руды, обжига известняка, а также составляют порядка 8% общих энергозатрат, необходимых для производства стали.

В структуре энергетического баланса отрасли основная доля приходится на природное топливо и электроэнергию.

Рисунок 3.2. Доля затрат на энергоносители в структуре себестоимости по результатам опроса некоторых компаний-респондентов исследования



Повышение энергетической эффективности в промышленности может быть достигнуто как за счет изменений в структуре обеспечения энергоносителями, так и благодаря текущим реконструкциям/дооснащениям производств, а также за счет ввода в эксплуатацию принципиально новых процессов и технологических линий.

На глобальном уровне повышение энергоэффективности металлургических производств полного цикла связано с глубокой интеграцией процессов (например, совмещение разлива стали с дальнейшим прокатом), а также реализации альтернативных технологических процессов (например, технологий прямого восстановления железа COREX/FINEX взамен доменного производства, Рисунок 3.2). Корейский сталеплавильный концерн POSCO инвестировал более 350 млн долл. США в исследование и развитие FINEX (инновационный процесс производства чугуна на основе прямого использования рудной мелочи и некоксуемых углей) начиная с 1992 г. Демонстрационный проект (600 тыс. т. в год) был построен в 2003 г. Инвестиции, по данным компании<sup>11</sup>, составили на 8% меньше, чем в традиционное доменное производство. Более того, достигнута экономия в 17% в операционных затратах. По данным Siemens VAI потребление некоксуемого угля составило порядка 770 кг/т.

Некоторые возможности повышения энергетической эффективности в металлургии и соответствующие примеры их реализации на предприятиях рассмотрены ниже.

### 3.5.1.1. Доменное производство

Практический минимум общего энергопотребления в доменном производстве составляет 10,4 ГДж/т.

Около 35-40% энергии восстанавливающих агентов извлекается из производственного процесса в качестве доменного газа. Общие потери энергии в доменном производстве составляют менее 10% общего потребления.

Энергопотребление в доменном производстве значительным образом зависит от качества поставляемого железорудного концентрата и кокса. Изменения в качестве загружаемых ресурсов может приводить к изменению показателей энергетической эффективности до 20%.

С целью снижения затрат на природный газ металлургические предприятия внедряют технологию вдувания пылеугольного топлива (среднемировой показатель расхода угольного топлива составляет 125 кг/т). Усредненный показатель суммарного расхода кокса и пылеугольного топлива находится в диапазоне 500-600 кг/т.

В качестве современного решения, направленного на снижение потребления ископаемых энергоносителей в доменном производстве, применяется вдувание отходов пластмасс и пластика (решение разработано и адаптировано в Германии и Японии).

В качестве компонентов дутья могут также использоваться коксовый и конвертерный газы, позволяющие снижать потребление кокса и природного газа.

<sup>11</sup> Posco Commence Construction of New Steel Plant That Will Use FINEX Technology

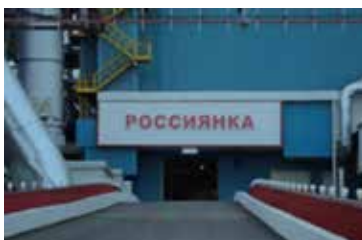


## Кейс 28. Строительство комплекса доменной печи №7 «Россиянка» на Новолипецком металлургическом комбинате

В сентябре 2011 г. НЛМК ввел в эксплуатацию комплекс доменной печи №7 «Россиянка» производительностью 9450 т/сутки (первая доменная печь, построенная в России за последние 25 лет).

Комплекс состоит из следующих объектов:

- ▶ доменная печь с полезным объемом 4290 м<sup>3</sup> (рабочий объем 3650 м<sup>3</sup>);
- ▶ литейный двор;
- ▶ блок воздухонагревателей;
- ▶ установка вдувания ПУТ;
- ▶ компрессорная станция литейного двора;
- ▶ утилизационная ТЭЦ;
- ▶ вспомогательные объекты (административно-бытовой комплекс, центр управления печью, насосная станция обратного водоснабжения, приемное устройство и др.).



### Показатели проекта:

- ▶ общий объем инвестиций в строительство комплекса: 43 млрд. руб.;
- ▶ снижение потребления кокса: на 20%;
- ▶ снижение потребления природного газа: на 50% в сравнении со среднеотраслевыми показателями (по оценке персонала НЛМК);
- ▶ выход доменного газа: 13 230 м<sup>3</sup>/сутки.

В качестве типовых решений повышения энергетической эффективности в доменном производстве также применяются газовые утилизационные бескомпрессорные турбины (ГУБТ) для выработки электроэнергии за счет избыточного давления доменного газа, а также системы очистки, сбора и распределения доменного газа.

ГУБТ используются в доменных печах, работающих на повышенном давлении для повышения производительности печи. Типовое избыточное давление в таких печах составляет 4,5 бар, под колошником – 3 бар. По оценкам МЭА номинальной электрической мощности ГУБТ может быть достаточно для покрытия 30% электроэнергии, необходимой для оборудования доменной печи, включая дутье.

В Китае 66 доменных печей (порядка половины общеотраслевого производства чугуна) оборудованы ГУБТ, которые производят электроэнергию в объемах 15-40 кВт-час/т чугуна.

## Кейс 29. ГУБТ на Череповецком металлургическом комбинате

Первая ГУБТ-8 была введена в эксплуатацию в 1968 г. за доменной печью №3. Учитывая положительный опыт ее эксплуатации, было принято решение о строительстве новой турбины радиального типа мощностью 25 МВт за доменной печью №5 объемом 5500 м<sup>3</sup>.



ГУБТ эксплуатируется с 2002 г. и вырабатывает электроэнергию, которая стоит дешевле рыночной в пять раз. Укрупненные показатели работы технологии представлены ниже.

Параметр	Показатели	
	Проектные	Фактические
Выход газа, тыс. м <sup>3</sup> /час	800	659 – 900
Давление газа, ати:		
Перед турбиной	2,00	1,85 – 1,95
После турбины	0,15	0,13
Перепад давления в турбине	1,85	1,71 – 1,82
Средняя мощность ТГ, МВт	25,0	16,18

В комплексе ГУБТ-8 и ГУБТ-25 производят 5,5% всей вырабатываемой на АО «Северсталь» электроэнергии.

В сентябре 2012 г. была произведена замена стартовых лопаток и ротора турбины, отработавших свой ресурс.

### Кейс 30. Строительство ГУБТ на Новолипецком металлургическом комбинате

Запланировано строительство газовых утилизационных бескомпрессорных турбин (ГУБТ) за доменными печами № 6 и 7 с сохранением существующей системы регулирования давления доменного газа в качестве резервной системы. (Номинальная электрическая мощность ГУБТ – 28 МВт, годовая выработка электроэнергии 194,7 млн кВт-час).

#### 3.5.1.2. Производство стали

Крайне энергоёмкое мартеновское производство стали (удельный показатель энергопотребления составляет порядка 5 ГДж/т стали), в настоящее время используется только в странах СНГ (Украина и Россия) и постепенно выводится из эксплуатации.

Для кислородно-конвертерного производства принципиальным вопросом повышения энергетической эффективности является использование конвертерного газа (теплотворная способность составляет 6–8 МДж/м<sup>3</sup>). Выход газа может меняться в зависимости от количества скрапа, загружаемого в конвертер, однако его усредненный потенциал составляет 0,84 ГДж/т.

### Кейс 31. Утилизация конвертерного газа на Новолипецком металлургическом комбинате

В качестве перспективного проекта рассматривается строительство системы сбора (газгольдер) и утилизации конвертерного газа (средний расход конвертерного газа на предприятии оценивается в 140 тыс. м<sup>3</sup>/час, утилизация которого позволит снизить потребление природного газа на 278 млн м<sup>3</sup> в год).

Ключевым аспектом качества и одной из существенных составляющих энергоёмкости чугуна и стали является кислород, производимый на кислородных станциях. Качество производимого кислорода на современных станциях низкотемпературной ректификации воздуха достигает 99,5%.

Технологии разделения воздуха, использовавшиеся до 1990-х гг., позволяли получать кислород с удельным показателем энергопотребления в 310 кВт-час/т кислорода (1,1 ГДж/т). Технологическая модернизация производственных систем и снижение аэродинамического сопротивления привели к экономии порядка 30%: современные технологии производства кислорода характеризуются удельным показателем энергопотребления 0,78 ГДж/т.

### Кейс 32. Строительство нового кислородного блока на АО «Донецксталь»

Для удовлетворения потребности предприятия в кислороде требуемого качества в необходимом объеме ведется строительство кислородного блока КДА-25/25 производительностью 25 тыс. м<sup>3</sup>/ч газообразного кислорода. Заявляемый производителем удельный расход электроэнергии для нового блока составляет 0,76 кВт-час/м<sup>3</sup> кислорода.

Комплекс будет оснащен современными высокоэффективными воздушными турбокомпрессорами.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: порядка 40 млн. долл. США;
- ▶ общее снижение энергопотребления: 91 869 ГДж/год;
- ▶ планируемое снижение затрат на энергоресурсы: около 2,6 млн. долл. США в год;

#### Дополнительный эффект от реализации мероприятия:

- ▶ сокращение затрат на обслуживание оборудования (текущие и капитальные ремонты).
- ▶ исключение потерь кислорода из-за возможности регулировки производительности в широком диапазоне.

Для повышения инвестиционной привлекательности мероприятие рассматривается в рамках развития инфраструктуры литейно-прокатного комплекса. Окупаемость инвестиций и финансовые показатели рассчитываются исходя из реализации единого комплекса мероприятий.

### 3.5.1.3. Электротеплотехника

Большинство современных электродуговых печей позволяют достигать средних показателей энергопотребления в диапазоне 350-370 кВт-час/тонну стали (в показатель включено собственно потребление электроэнергии дугой и энергии вдуваемого ископаемого топлива).

В развитых странах среднее значение этого показателя составляет 400 кВт-час/т, в то время как в исследуемых странах СНГ фактический удельный расход электроэнергии может достигать 750-800 кВт-час/тонну стали.

Советским стандартом ГОСТ 27729 «Печи дуговые сталеплавильные. Нормативы расхода энергии» были предусмотрены значительно меньшие значения указанных коэффициентов (Таблица 3.5).

Таблица 3.5. Удельные показатели потребления электроэнергии для выплавки стали в печах ДСП согласно ГОСТ 27729-88 «Печи дуговые сталеплавильные. Нормативы расхода энергии».

Номинальная ёмкость, т	Норма расхода электрической энергии, кВт-час/т
3,0	458
5,0	446
10,0	435
12,0	430
15,0	428
20,0	425
60,0	408
75,0	404
90,0	402
100,0	400
120,0	398
150,0	396
200,0	392

Главными технологическими направлениями снижения энергопотребления в электросталеплавильном производстве являются использование железа прямого восстановления (потенциал снижения энергопотребления – 25%), предварительный нагрев скрапа уходящими газами (потенциал снижения – 79 кВт-час/т).

### Кейс 33. Строительство нового литейно-прокатного комплекса на АО «Донецксталь»

На предприятии АО «Донецксталь» (Донецкий металлургический завод) происходит комплексная реконструкция производственного цикла, предполагающая замену мартеновского способа производства стали на электросталеплавильный и строительство нового литейно-прокатного комплекса.

Реализация мероприятия запланирована в два этапа. Первый этап связан со строительством современной дуговой электросталеплавильной печи, второй – со строительством объединенного комплекса машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и прокатного стана.

#### Первый этап – строительство современной дуговой сталеплавильной печи ДСП-150 европейского производителя.

В рамках выполнения данного этапа в апреле 2012 года полностью остановлено мартеновское производство. На момент проведения исследования завершается процесс строительства дуговой сталеплавильной печи ДСП-150, которая позволит сократить удельное потребление природного газа с 136 до 14 м<sup>3</sup>/т продукции и использовать более дешевую электроэнергию при выплавке стали.

Показатели ДСП-150, заявляемые производителем [16]:

- ▶ удельное потребление электроэнергии: не более 370 кВт-час/т;
- ▶ снижение выбросов пыли и вредных оксидов в 3,5 раза;
- ▶ до 30% снижения потребления электроэнергии на плавку при варианте работы с использованием жидкого чугуна.

Второй этап проекта представлен в разделе 3.5.1.5 исследования.



### 3.5.1.4. Электростанции металлургических предприятий<sup>12</sup>

Электростанции играют важную роль на металлургических предприятиях, являясь одновременно источником тепловой и электрической энергии для основных технологических процессов, а также доменного дутья (на станциях, как правило, устанавливаются воздухоподогреватели с электрическим или турбоприводом). На большинстве металлургических предприятий России используют электроэнергию собственных ТЭЦ. Так, самообеспеченность Магнитогорского металлургического комбината электроэнергией составляет 85%. Для украинских предприятий значение этого показателя находится на уровне 12-25%.

Конфигурация электростанций в зависимости от режимов и условий эксплуатации, а также наличия вторичных металлургических газов (коксового, доменного, конвертерного), может быть различной. Однако все технологические решения могут быть сгруппированы в две принципиальные категории:

- ▶ электростанции с применением паросиловых циклов;
- ▶ электростанции с применением газотурбинного цикла (в т.ч. комбинированных циклов с использованием дополнительной утилизирующей паровой турбины).

#### Кейс 34. Строительство утилизирующей когенерационной станции на Новолипецком металлургическом комбинате

В ходе проработки проекта рассматривались три варианта использования избыточного объёма доменного газа, появляющегося после ввода в эксплуатацию новой доменной печи №7 «Россиянка»: строительство классической паросиловой электростанции, строительство электростанции на базе парогазовой установки, продажа доменного газа сторонним потребителям.

По результатам детального ТЭО был принят первый вариант (утилизирующая паросиловая ТЭС – УТЭЦ).

##### Компоновка УТЭС:

- ▶ Котельное отделение: три паровых котла У-220-9,8-540 ГД отечественного производства.
- ▶ Турбинное отделение: три турбогенератора (турбина с противодавлением ПТ-40/50-8,8/1,3 и электрогенератор типа ТТК-50-2УЗ-П номинальной мощностью 50 МВт) российского производства.

##### Основные характеристики утилизирующей ТЭЦ:

- ▶ инвестиции в строительство: 7 млрд руб.;
- ▶ расчётный дисконтированный срок окупаемости: 5 лет;
- ▶ установленная электрическая мощность: 150 МВт;
- ▶ проектный объём утилизации доменного газа: 360 тыс. м<sup>3</sup>/час;
- ▶ производство продукции за 2011- 2012 гг.:
  - электроэнергия – более 1,4 млрд. кВт-час,
  - теплоэнергия – более 245 тыс. ГКал.

Системная работа по повышению энергоэффективности, в том числе за счёт реализации инвестиционных мероприятий на НЛМК в течение 2000-2013 гг. позволила достичь следующих результатов:

- ▶ производство электроэнергии из вторичных энергетических ресурсов: +197%;
- ▶ снижение удельного потребления энергоресурсов на тонну стали: 20%;
- ▶ доля использования вторичных металлургических газов: 90%.



<sup>12</sup> В силу того, что электростанции металлургических предприятий обычно вырабатывают сжатый воздух в качестве одного из продуктов, они рассматриваются отдельно от общепромышленных когенерационных установок.



### 3.5.1.5. Прокатное производство

Потребление электроэнергии в прокатном производстве существенным образом зависит от конкретного продукта. Типичные показатели энергопотребления составляют: 2-2,4 ГДж/т (горячекатаная сталь), 1-1,4 ГДж/т (холоднокатаная сталь).

Главным направлением повышения энергетической эффективности в прокатном производстве связаны с внедрением современных способов регулирования скорости прокатки и повышением эффективности процессов нагрева заготовок.



### Кейс 35. Строительство нового литейно-прокатного комплекса на АО «Донецксталь»

#### Второй этап – строительство комбинированной машины для непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и прокатного стана.

В электросталеплавильном цехе планируется строительство комбинированной МНЛЗ, которая позволяет разливать сталь в слябы и блюмы, и прокатного стана в составе нагревательной печи, участка буферных печей (термосов), реверсивной клетки и чистовой группы клетей. При производстве сортового проката будет применена загрузка блюмов в печь в горячем состоянии, что позволяет минимизировать потери тепловой энергии блюмов после разливки.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: порядка 400 млн долл. США;
- ▶ общее снижение энергопотребления: 4 404 083 ГДж/год (в т.ч. 3 030 951 ГДж/год за счет ввода в эксплуатацию ДСП-150, 1 617 360 ГДж/год за счет ввода в эксплуатацию комбинированной МНЛЗ и прокатного стана);
- ▶ планируемое снижение затрат на энергоресурсы: около 50 млн долл. США в год;

#### Дополнительный эффект от реализации мероприятия:

- ▶ увеличение объемов производства стали с 650 до 1500 тыс.т/год;
- ▶ увеличение производства сортового проката со 120 до 600 тыс.т/год;
- ▶ снижение уровня окалинообразования с 1,5% до 0,7%;
- ▶ снижение расхода металла на производство сортового проката с 1,089 до 1,076 т/т;
- ▶ повышение качества и расширение сортамента сортового проката;
- ▶ заявленный срок возврата инвестиций: порядка 5 лет.

## Кейс 36. Реконструкция нагревательных печей производства горячего проката на Новолипецком металлургическом комбинате

Нагревательные печи используются для разогрева слябов перед прокатом и работают на смеси природного и доменного газов. До реализации мероприятия на комбинате использовались низкоэффективные горелочные устройства, не позволяющие обеспечить оптимальные показатели сжигания топлива. Кроме того, печи были оборудованы котлами-утилизаторами, вырабатывающими насыщенный пар давлением 1,3 МПа, а также системой испарительного охлаждения (СИО) закрытого типа. В силу отсутствия синхронизации между потреблением пара и его производством теплогенераторами, а также из-за неравномерности загрузки печей часть генерируемого пара сбрасывалась в атмосферу.

Проектом была предусмотрена реализация следующих мероприятий:

- ▶ монтаж рекуперативных воздухоподогревателей в газовом тракте печей;
- ▶ теплоизоляция ограждающих конструкций печей, в т.ч. модернизация системы заслонок;
- ▶ модернизация системы загрузки/выгрузки слябов;
- ▶ замена горелочных устройств и установка автоматизированной системы управления технологическими процессами печи (АСУТП);
- ▶ демонтаж СИО и установка системы охлаждения печи по замкнутому циклу.

После реализации мероприятий удельный расход топлива на нагрев слябов снизился с 2,67 ГДж/т стали до 1,32 ГДж/т стали. Кроме того, величина потерь металла (угара) сократилась с 2,2% до 1%.

## Кейс 37. Повышение энергоэффективности прокатного производства крупного российского металлургического холдинга

### Модернизация роликовой печи трубопрокатного цеха мощностью 225,5 тыс. т. горячекатаных труб в год

Существующие роликовые печи термообработки характеризуются низкими показателями эффективности (общий КПД печей составляет 25–60% при различных режимах работы). Такая ситуация объясняется как повышенными тепловыми потерями через щели и стенки печи, так и неоптимальными процессами горения и управления технологическими процессами.

Для устранения указанных проблем было запланировано проведение реконструкции печи.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 3,2 млн. дол. США;
- ▶ общее снижение потребления природного газа: 162 ГДж (0,57 млн. дол. США);
- ▶ окупаемость инвестиций: 5,7 лет.

Среди дополнительных преимуществ проекта заявлены увеличение производительности печи и повышение качества выпускаемой продукции.

### Установка полупроводниковых преобразователей частоты на прокатном стане

Регулирование скоростей электропривода клетки прокатного стана предприятия организовано на базе машинных преобразователей промышленной частоты ППЧВ-500 (генератор и приводной двигатель, расположенные на одном валу) – всего 32 единицы.

Указанные преобразователи характеризуются как относительно низкими эксплуатационными характеристиками, так и значительными потерями энергии в процессе преобразования (паспортный КПД установки при номинальном режиме эксплуатации составляет 87,5%).

Для повышения эффективности и маневренности привода было принято решение о модернизации системы регулирования привода с установкой современных полупроводниковых преобразователей частоты, позволяющих регулировать скорость вращения в широком диапазоне и с высокой точностью.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 4,0 млн. долл. США;
- ▶ годовой эффект: 126 ГДж (1,4 млн. долл. США);
- ▶ срок возврата инвестиций: 2,9 г.

В качестве дополнительных преимуществ проекта заявлены снижение операционных затрат предприятия на обслуживание и повышение качества выпускаемой продукции.

## 3.5.2. Генерация электроэнергии из ископаемого топлива

Более половины всей электроэнергии, вырабатываемой в мире, производится с использованием ископаемого топлива, в структуре которого на долю угля приходится 30% [9]. Доля электроэнергии, вырабатываемой на тепловых электростанциях, будет наиболее значительной в мировом балансе в ближайшие 20 лет [13].

Среди главных факторов, определяющих эффективность функционирования объекта тепловой генерации можно выделить следующие:

- ▶ тип электростанции (тепловая схема) и величина установленной мощности;
- ▶ вид топлива;
- ▶ расположение электростанции (условия функционирования);
- ▶ тип системы охлаждения (отвод тепловой энергии в конденсаторах).

Существует несколько способов описания эффективности в тепловой энергетике. Наиболее часто в исследуемых странах эффективность описывается удельным показателем расхода тепловой энергии на единицу вырабатываемой электроэнергии (г.у.т./кВт-час, кКал/кВт-час или кДж/кВт-час). Обычно такие показатели определяются по результатам испытаний на основании утвержденной методологии для определенного периода времени и условий функционирования. Это делается с целью подтверждения гарантийных показателей эффективности или качества производимых ремонтов и технического обслуживания.

В настоящем исследовании производится общая оценка **относительной эффективности** утилизации общей энергии ископаемого топлива (как наглядного и доступного показателя) без привязки к конкретным условиям и особенностям функционирования объектов:

$$\eta_{\text{эл.ст.}} = \frac{N_{\text{эл.}} + Q_{\text{T}}}{m_{\text{T}} \cdot q_{\text{T}}}$$

Где:

$N_{\text{эл.}}$  – количество выработанной электроэнергии за период, ГДж.

$Q_{\text{T}}$  – количество отпущенной тепловой энергии, ГДж.

$m_{\text{T}}$  – количество сожженного топлива, т.

$q_{\text{T}}$  – низшая теплотворная способность топлива, ГДж/т.





Общая эффективность современных когенерационных станций, оцененная описанным способом, достигает значений 70–90%. Однако, достижение указанных значений возможно только при наличии соответствующего спроса на тепловую энергию (например, отпуск тепловой энергии на производственные нужды или теплофикационная нагрузка).

Эффективность выработки электроэнергии определяется аналогичным образом (с учетом электрических собственных нужд станций и без учета тепловых собственных нужд).

Среднемировое значение эффективности выработки электроэнергии конденсационными угольными электростанциями составляет порядка 30%. На европейских станциях значение этого показателя достигает 38%. Новейшие технологии генерации, рассчитанные на сверхкритические и ультрасверхкритические параметры пара, позволяют получить электрическую эффективность на уровне 45% и выше.

Примерами лучших доступных технологий в сфере тепловой генерации электроэнергии угольными конденсационными станциями могут служить [10]:

- ▶ 47,4% – энергоблок №3 (номинальная мощность 700 МВт) тепловой станции Хекинан, Япония. Параметры острого пара (давление/температура): 244,7 ат/593°C;
- ▶ 47,6% – тепловая станция Хесслер (номинальная мощность 720 МВт), Германия. Параметры острого пара: 280,5 ат/600°C;
- ▶ 48,4% – тепловая станция Кавагоэ (номинальная мощность 700 МВт), Япония. Параметры острого пара: 316 ат/567°C.

Эффективность выработки электроэнергии газотурбинными генераторами находится в диапазоне 27–38% для существующих станций и в диапазоне 30–40% для новых станций [9].

Большинство электростанций с комбинированным циклом (парогазовые станции) работают в диапазоне электрической эффективности 55–59%, однако значение этого показателя для отдельных современных станций может достигать значений, больших, чем 60% [11].

## Кейс 38. Строительство парогазового блока ПГУ-410 на тепловой электростанции

Строительство новой высокоэффективной парогазовой установки мощностью 410 МВт (ПГУ-410) было начато в сентябре 2008 г, в соответствии с Распоряжением Правительства РФ «О Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.».

Пуск новой ПГУ-410 позволит не только повысить надежность электростанции, но и увеличить установленную мощность тепловой электростанции с угольными базовыми блоками на 380 МВт (с учетом вывода из эксплуатации старого блока №5 мощностью 30 МВт).

Строительство ПГУ-410 на станции было начато в ноябре 2008 г. Проект был реализован консорциумом ведущих российских и зарубежных компаний.

В состав ПГУ входят газовая турбина с генератором установленной электрической мощностью 277,2 МВт, паровая турбина с генератором установленной электрической мощностью 134,55 МВт и котел-утилизатор. Все применяемое оборудование – от европейских производителей.

### Показатели реализованного проекта:

- ▶ общие инвестиции: около 400 млн евро;
- ▶ суммарный электрический КПД блока: 58%.

Дополнительным эффектом от строительства энергоблока является создание благоприятных условий для проведения дальнейшей модернизации генерирующих мощностей в регионе.



## Кейс 39. Строительство парогазовых станций в ОАО «Мосэнерго» (ПГУ-420 на ТЭЦ-26, ПГУ-450 на ТЭЦ-27, ПГУ-450 на ТЭЦ-21)

Решение о строительстве современных парогазовых блоков на ТЭЦ-21, ТЭЦ-26 и ТЭЦ-27 было принято в 2005 г.

Общие данные о мощности станций и эффективности установленных блоков представлены ниже.

	ТЭЦ-21	ТЭЦ-26	ТЭЦ-27
Электрическая мощность станции (до/после строительства ПГУ), МВт	1340 / 1800	1420 / 1840	160 / 1060
Тепловая мощность станции (до/после строительства ПГУ), ГКал/ч	4618 / 4958	4006 / 4214	1100 / 1876
Построенный(е) блок(и)	ПГУ-450	ПГУ-420	ПГУ-450 x 2
Заявленный показатель электрической эффективности новых блоков	51,5%	59%	52%

Основное оборудование ПГУ-450 ТЭЦ-21:

- ▶ две газотурбинные установки ГТЭ-160 с электрогенераторами ТЗФГ-160-2МУЗ российского производства;
- ▶ два вертикальных котла-утилизатора типа П-107;
- ▶ теплофикационная паровая турбина Т-125/150-7,4 с электрогенератором ТЗФАУ-160-2УЗ российского производства;
- ▶ двухступенчатая теплофикационная установка ПСГ-4000.



Основное оборудование ПГУ-420 ТЭЦ-26:

- ▶ газовая турбина GT-26 с синхронным генератором (европейский производитель);
- ▶ котел-утилизатор для работы в блоке с GT-26 (европейский производитель);
- ▶ паровая турбина (европейский производитель).



Основное оборудование блока ПГУ-450 ТЭЦ-27 аналогично оборудованию ПГУ-450 ТЭЦ-21.

Заявленные технико-экономические показатели проекта представлены в таблице ниже.

№	Наименование	Инвестиции, млн долл. США*	Годовая выработка электроэнергии, млн кВт-час/год	Годовая выработка тепловой энергии, тыс. ГКал/год	Годовой расход топлива, тыс. т.у.т.	Эффективность использования топлива (общий КПД), %	ТЭЦ-26	ТЭЦ-27
1	ПГУ-450 ТЭЦ-21	405,87	3173,90	1579,7	849,1	72,6%	1420 / 1840	160 / 1060
2	ПГУ-420 ТЭЦ-26	361,00	3068,70	1146,6	735,4	73,6%	4006 / 4214	1100 / 1876
3	ПГУ-450 (2 блока) ТЭЦ-27	866,13	5744,20	4105,3	1791,2	72,2%	ПГУ-420	ПГУ-450 x 2

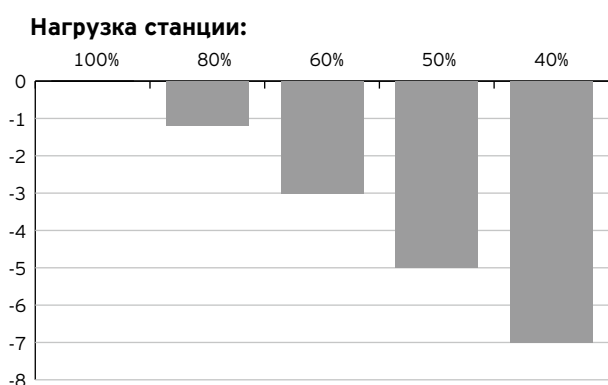
(\*) – в ценах 2005 г.

Существенным аспектом экономичности тепловых станций является операционная эффективность, которая зависит от многих факторов, в т.ч.:

- ▶ возраст станции и уровень износа оборудования;
- ▶ наличие автоматизированных систем и средств контроля показателей эффективности основного оборудования в режиме реального времени;
- ▶ режим функционирования (базовая нагрузка, средняя нагрузка, пиковая нагрузка).

Зависимость электрической эффективности тепловой конденсационной станции от нагрузки генератора приведена на рисунке 3.3 ниже.

Рисунок 3.3. Относительное снижение эффективности угольной конденсационной станции в зависимости от нагрузки



Источник данных: Лучшие инженерные практики (BREFF) для тепловых электростанций. Документ Объединенного исследовательского центра Европейской комиссии.

Ключевым фактором, определяющим режим функционирования станции, на практике может быть ее возраст и соответствующие ограничения, накладываемые на режимы эксплуатации оборудования. В связи с этим такие объекты могут нести только сниженную нагрузку и работать с высокими удельными расходами тепловой энергии (Рисунок 3.3). Именно поэтому для многих объектов тепловой генерации реконструкция основных мощностей рассматривается не только в разрезе продления ресурса эксплуатации оборудования, но и с позиции повышения эффективности использования топлива.

## Кейс 40. Реконструкция энергоблока №13 Луганской ТЭС

Энергоблок №13 Луганской ТЭС введен в эксплуатацию в 1968 г. и до начала реконструкции отработал более 270 тыс. часов. Первоначально установленная мощность составляла 200 МВт, но в связи с износом оборудования в 1991 г. энергоблок был перемаркирован до 175 МВт.



Для продления срока эксплуатации и повышения эффективности блока был выполнен ряд мероприятий по модернизации котла, турбогенератора, силового трансформатора и электрооборудования, что, в свою очередь, позволило достичь следующих показателей:

- ▶ увеличение номинальной мощности энергоблока до 210 МВт;
- ▶ расширение диапазона маневренности с 45 до 90 МВт;
- ▶ снижение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии с 434 до 370 г.у.т./кВт-час;
- ▶ повышение электрической эффективности конденсационной станции с 29,4% до 33,2%.

В рамках повышения операционной эффективности и возможности поддержания заданных технологических режимов также был произведен монтаж автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) энергоблока.

Инвестиции в модернизацию блока: около 65,6 млн долл. США.

Мероприятие является типовым для генерирующих объектов холдинга «ДТЭК» и реализуется системно на всех энергоблоках компании.

Тепловые электростанции являются энергетическими объектами, поэтому для них применимы общие мероприятия повышения эффективности энергетических систем, представленные в разделе 3.4 исследования. Такие мероприятия могут рассматриваться в контексте текущих операционных улучшений.

Целесообразно рассматривать операционные улучшения для тепловых электростанций по двум направлениям:

- ▶ мероприятия, направленные на приведение показателей эффективности в соответствии с проектной документацией;
- ▶ мероприятия, позволяющие получить показатели эффективности, превышающие проектные (например, мероприятия, направленные на снижение потребления тепловой и электрической энергии на собственные нужды станции)<sup>13</sup>.



### Кейс 41. Текущие мероприятия повышения энергетической эффективности на одной из российских тепловых электростанций

#### Применение гидромуфта в качестве частотного регулятора оборотов привода питательных насосов ГРЭС

Паротурбинная часть ГРЭС состоит из 14 котлоагрегатов и 13 турбин различного типа (теплофикационные и конденсационные). В рамках ежегодных программ повышения энергетической эффективности на станции было запланировано мероприятие по установке гидромуфта с целью снижения потребления электроэнергии приводом питательных установок при регулировании нагрузки блоков.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 430 тыс. долл. США;
- ▶ срок реализации: 2015 год;
- ▶ планируемое снижение потребления электроэнергии: 987 тыс. кВт-час;
- ▶ планируемое снижение затрат на энергоносители: ~97 тыс. долл. США;
- ▶ ожидаемый срок возврата инвестиций: 4,4 года.

#### Реконструкция обмуровки котла на ГРЭС

С точки зрения повышения энергетической эффективности мероприятия по обмуровке котельного агрегата приводит к снижению тепловых потерь через ограждающие поверхности и соответствующему повышению эффективности использования топлива.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 950 тыс. долл. США;
- ▶ срок реализации: 2011 г.;
- ▶ плановое снижение потребления энергоносителей: 62 395 ГДж;
- ▶ плановое снижение затрат на энергоносители: ~145,4 тыс. долл. США;
- ▶ ожидаемый срок возврата инвестиций: 6,5 года.

<sup>13</sup> Целесообразно применение типовых мероприятий, успешно зарекомендовавших себя на подобных объектах (например, автоматизация отдельных узлов, частотное регулирование электропривода, теплоизоляция поверхностей и т.д.)

### 3.5.3. Химическая и нефтехимическая промышленность

В настоящем исследовании рассматриваются вопросы энергопотребления и энергоёмкости наиболее распространенных в исследуемых странах продуктов нефтехимической промышленности и отраслей неорганической химии. Также рассматривается производство аммиака, на долю которого приходится порядка 80-90% общего энергопотребления в секторе производства удобрений.

Нефтеперерабатывающие предприятия характеризуются значительным потреблением тепловой энергии (тепловая мощность единичных предприятий может достигать 200 МВт). Удельное энергопотребление оценивается в 1,75-4,0 ГДж/тону сырой нефти. Потребление воды – 0,1-4,5 т/т сырой нефти. Указанные показатели соответствуют потреблению в основных процессах нефтеперерабатывающего предприятия (дистил-

ляция, гидро- и каталитический крекинг, коксование, крекинг, реформинг, гидроочистка, изомеризация, алкилирование и др.) для нужд технологических преобразований и охлаждения продуктов.

Основным направлением технологического развития предприятий нефтеперерабатывающего сектора является повышение глубины переработки нефти, сопровождающееся инвестированием в новые технологические процессные установки. Внедрение таких технологий ведет к производству продукции лучшего качества при росте удельного энергопотребления на тонну перерабатываемого сырья.

Общие вопросы энергообеспечения, в т.ч. развитие собственных мощностей генерации на промышленных предприятиях, рассматриваются в разделе 3.4.

Укрупненные показатели энергоёмкости отдельных продуктов химической и нефтехимической отраслей промышленности представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Укрупненные показатели энергоёмкости продукции в химической и нефтехимической промышленности (конечное потребление)

Продукт	Потребление электроэнергии, ГДж/т	Потребление сырьевого топлива, ГДж/т	Потребление тепловой энергии, ГДж/т	Пар (потребление / выдача в сеть), ГДж/т
<b>Продукты органической химии</b>				
Этилен	0,3	45,0	13,1	-1,4
Пропилен (паровой крекинг)	0,3	45,0	13,1	-1,4
Пропилен (жидкостный каталитический крекинг)	0,1	45,0		2,0
Адипиновая кислота	0,5		1,0	18,5
Бензол (паровой крекинг)	0,3	0	13,1	-1,4
Бензол (ароматическая экстракция)	0,1	45,0		2,0
Бутадиен (паровой крекинг)	0,3	0	13,1	-1,4
Бутадиен (сепарация C <sub>4</sub> )	0,5	45		6,7
Бутилен	0,1	45		2,0
Капролактам	1,1		0,2	-3,2
Толуол (ароматическая экстракция)	0,1	22,5		2,0
Метанол (с использованием природного газа)		20,0		8,5
Метанол (с использованием угля)		20,0		12,8
<b>Пластмассы</b>				
Полиэтилен высокой плотности	0,9			1,0
Полиэтилен низкой плотности	3,5			-2,1
Полипропилен	0,9			0,1
Поливинилхлорид	0,6		0,5	1,2
Синтетический каучук и латекс	2,5			19,9
<b>Неорганическая химия</b>				
Аммиак (природный газ)	0,3	20,7	10,9	-3,9
Аммиак (уголь)	3,7	20,7	17,3	-1,3
Технический углерод	1,8	32,8		
Хлор	10,0			1,9
Сода кальцинированная				10
Двуокись титана	2,8		4,1	8,4

Источник данных: Лучшие инженерные практики (BREFF) для химической и нефтехимической отраслей. Документ Объединенного исследовательского центра Европейской комиссии.



Наиболее энергоёмкими производствами в химической и нефтехимической отрасли являются:

### Нефтехимия

- ▶ Паровой крекинг нефти, этана и других веществ для производства этилена, пропилена, бутадиена и ароматических углеводородов.
- ▶ Переработка ароматических углеводородов.
- ▶ Производство метанола.
- ▶ Переработка олефинов.

### Неорганическая химия и производство удобрений

- ▶ Производство аммиака.
- ▶ Производство хлора и каустической соды.
- ▶ Производство технического углерода.
- ▶ Производство промышленных газов.

Согласно публикациям МЭА, энергоёмкость в химической и нефтехимической отрасли может быть снижена как минимум на 20% за счет применения лучших доступных технологий. Указанное значение может варьироваться в зависимости от региона размещения предприятия и базовой технологической схемы.

Общими направлениями повышения энергетической эффективности на химических и нефтехимических предприятиях являются интеграция и интенсификация процессов, использование технологий комбинированного производства тепловой и электрической энергии, повторное использование сырья и рекуперация/регенерация энергетических потоков, обновление основных фондов и использование лучших доступных на сегодняшний день технологий.

Решение, связанное с инвестированием в новые технологии, определяется множеством факторов, включая текущую и планируемую сырьевые базы, цены на энергоносители, капитальные инвестиции, возраст технологии, законодательное и нормативное регулирование в области охраны окружающей среды и пр. В развивающихся странах технологическая модернизация может быть замедлена за счет таких факторов: инвестиционная нестабильность, повышенные риски снабжения сырьем, инфраструктурные проблемы и отсутствие квалифицированных кадров.

Отдельные направления повышения энергетической эффективности процессов для наиболее общих продуктов химической и нефтехимической отрасли рассмотрены ниже.

### 3.5.3.1. Нефтехимическая отрасль

Производственный цикл предприятий нефтехимической отрасли состоит в конвертации сырой нефти и природного газа в мономеры и производства этилена, пропилена, ароматических углеводородов и метанола, которые в дальнейшем преобразуются в полимеры, растворители и смолы. С точки зрения энергопотребления такие процессы характеризуются значительным потреблением тепловой энергии в дистилляционных колоннах (процессы сепарации) и в других высокотемпературных процессах, таких как паровой крекинг нефти. Электроэнергия используется в отдельных конверсионных процессах, таких как производство хлора, а также для привода нагнетателей и вспомогательных процессов.

По данным МЭА, более 39% энергопотребления нефтехимической отрасли приходится на паровой крекинг углеводородных фракций [15].

Удельные показатели энергопотребления (топливо, пар и электроэнергия) лучших доступных на сегодняшний день технологий парового крекинга представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7. Удельные показатели энергопотребления наилучших доступных технологий крекинга углеводородов.

Процесс	Выход этилена, %	Удельные показатели энергопотребления, ГДж/тону этилена
ABB Lummus	34,4	18 (с газотурбинной технологией), 21 (типовый)
Linde AG	35	21
Stone & Webster	н.д.	20-25

Источник данных: Показатели энергоёмкости в отраслях промышленности. Данные МЭА.

В производственных процессах, в зависимости от характеристик исходного сырья, в качестве технологического топлива могут быть использованы вторичные и сопутствующие продукты. Метан и водородные продукты используются в термических печах крекинга или выделяются с последующим использованием в других производственных процессах и установках. Вспомогательные продукты пиролизных процессов используются вторично в нефтепереработке. Из-за того, что углерод и большинство сырьевой энергии сосредоточено непосредственно в продуктах, мероприятия повышения энергетической эффективности не снизят значительным образом количество сырьевых углеводородов. Так, строительство высокотемпературных печей, внедрение газотурбинной технологии (с утилизацией и генерацией высокотемпературных тепловых потоков), комбинированного производства тепловой и электрической энергии, внедрение современных дистилляционных колонн и комбинированных станций охлаждения позволят получить экономию порядка 3 ГДж/т этилена. Для снижения расхода исходного сырья на энергетические потребности должны быть применены другие подходы (например, замена источников сырья).



## Кейс 42. Реконструкции этиленовой установки ЭП-300 нефтехимического завода в Кстове ОАО «СИБУР-Нефтехим»<sup>14</sup>

Нефтехимический завод (НХЗ) в Кстове работает с осени 1981 г. (в составе ОАО «СИБУР-Нефтехим» – с 1999 г.). На заводе производятся этилен, пропилен, бензол, ароматические углеводороды, тяжелая пиролизная смола. Этиленовая установка ЭП-300 базовой производительностью 240 тыс. т. в год является основным технологическим агрегатом НХЗ.

Проект состоит в повышении производительности и комплексной реконструкции, мощность ЭП-300 будет увеличена до 360 тыс. т. в год (1-й этап строительства), а в дальнейшем до 430 тыс. т. в год (2-й этап строительства). Весь дополнительно вырабатываемый этилен будет поступать на строящийся в г. Кстово комплекс по производству ПВХ компании «РусВинил».

В ходе проекта будет выполнена реконструкция или строительство пяти основных объектов (групп объектов):

- ▶ реконструкция собственно установки ЭП-300 (замена части теплообменного, насосного оборудования, установка новых агрегатов и ёмкостей – турбокомпрессора М-1, «холодного бокса», двух технологических колонн, др.);

- ▶ строительство второй очереди базы сжиженных углеводородов (ТСБ СУГ-2);
- ▶ расширение парка хранения жидких углеводородов (ТСБ ЖУВ);
- ▶ развитие железнодорожной инфраструктуры;
- ▶ модернизация автоматизированной системы управления производством (АСУТП) на блоках пиролиза и газоразделения.

### Основные показатели проекта:

- ▶ общие инвестиции: около 233,5 млн долл. США;
- ▶ ожидаемый срок возврата инвестиций: 116 месяцев;
- ▶ количество новых рабочих мест: 73.

Указанный проект признан приоритетным инвестиционным проектом Нижегородской области. 18 декабря 2008 г. принят Закон Нижегородской области об утверждении инвестиционного соглашения № 28-08/001 между Правительством Нижегородской области и ОАО «СИБУР-Нефтехим», в рамках которого ОАО «СИБУР-Нефтехим» предоставляется государственная поддержка в виде льготы по налогу на имущество.

<sup>14</sup> По материалам [17]



### 3.5.3.2. Производство хлора и каустической соды

Основной процесс производства хлора – электрохимическая реакция разложения хлорида натрия с образованием гидроксида натрия (каустическая сода) и собственно хлора. В промышленности используются три производственных метода, основанные на ртутном, диафрагменном и мембранном процессах. Энергетическая эффективность указанных процессов различна и зависит от фактических отклонений производственного процесса от проектируемых условий. Энергоэффективность в мембранных электролизерах, используемых в настоящее время, составляет 63% от теоретически необходимого минимума (обобщенные показатели представлены в Таблица 3.8).

Таблица 3.8. Удельное энергопотребление в производстве хлора.

Тип процесса	Удельное потребление электроэнергии, кВт-час (ГДж)/т хлора	Удельное потребление тепловой энергии (пара), ГДж/т хлора
Ртутный процесс	3050 (10,98)	0
Диафрагменный процесс	2780 (10,01)	2,2
Мембранный процесс	2390 (8,60)	0,6

Источник данных: Показатели энергоёмкости в отраслях промышленности. Данные МЭА.

Направлением повышения энергетической эффективности, соответственно, является переход от ртутного и диафрагменного процессов к мембранному.

Новейшие технологии, такие как комбинация электролизеров с топливным элементом (электрохимический элемент генерации электроэнергии), использующие водород производства хлора, могут значительно снизить потребление энергии. Эта технология, однако, вряд ли будет коммерчески доступной в ближайшее время.

#### Кейс 43. Замена ртутных электролизеров на предприятии ОАО «Каустик»

Суть проекта состоит в замене существующих электролизеров типа Р-101М цеха №6 на модернизированные электролизеры европейского производства с целью повышения энергетической эффективности производства (снижение потребления электроэнергии).

Сроки реализации мероприятия: 2011-2014 гг.

##### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 15,8 млн долл. США;
- ▶ планируемое снижение энергопотребления: 282,6 тыс. ГДж/год;
- ▶ планируемое снижение затрат на энергоресурсы: 6,5 млн долл. США/год.

Дополнительный эффект от реализации мероприятия состоит в снижении производственных расходов на текущий ремонт и техническое обслуживание электролизеров в размере 156 тыс. долл. США/год.

### 3.5.3.3. Производство серной кислоты

Выпуск серной кислоты в мире превосходит выпуск всех остальных химических веществ [18].

С энергетической точки зрения процесс производства серной кислоты включает в себя множество экзотермических реакций и генерирует большее количество тепловой энергии (в т.ч. высокотемпературных тепловых потоков). Поэтому первоочередной задачей энерготехнологической оптимизации

и повышения энергетической эффективности является утилизация указанных тепловых потоков и использование их для замещения базовых энергоносителей. Техническое решение по автоматизации технологических процессов производства серной кислоты также может рассматриваться как базовое мероприятие повышения энергетической эффективности за счет минимизации отклонений от оптимальных производственных условий.

#### Кейс 44. Строительство современного цеха по производству серной кислоты на ЧАО «Крымский ТИТАН»

Решение о строительстве нового сернокислотного цеха на предприятии было принято в связи со значительным износом существовавшего цеха, а также его высоким уровнем энергопотребления. Кроме того, на старом оборудовании было невозможно достичь требуемой чистоты продукта (серная кислота в старой производственной схеме соответствовала техническому сорту, в новом – улучшенному).

В реализованной схеме применяется технологическое решение с использованием короткой схемы производства серной кислоты контактным способом, а именно методом двойного контактирования и двойной абсорбции (степень конверсии  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  – до 99,8%, степень абсорбции – до 99,99%).

Основные энергоэффективные решения, которые были применены в новой схеме производства серной кислоты:

- ▶ использование жаротрубного котла-утилизатора с развитой системой теплообменных поверхностей (экономайзеры и пароперегреватели) позволило удвоить количественный выход пара при идентичном производстве серной кислоты;
- ▶ использование паровой турбины с противодавлением позволило снизить удельный расход энергоносителей, снизить электрическую нагрузку в 4 раза, а также увеличить отпуск насыщенного пара в сети предприятия;
- ▶ утилизация сбросного теплового потока отделения абсорбции для подогрева химически очищенной воды, которая используется в производстве двуокиси титана.



#### Основные показатели проекта:

- ▶ объем инвестиций: 103,15 млн долл. США;
- ▶ снижение потребления природного газа: на 43,047 млн  $\text{nm}^3$ ;
- ▶ снижение потребления электроэнергии: на 24,12 млн кВт-час.

#### Технологические показатели проекта:

- ▶ базовый выпуск серной кислоты (2012 г., базовое производство): 61 257 т.
- ▶ выпуск серной кислоты за три полных квартала 2013 г. (новое производство): 98 381 т (увеличены продажи серной кислоты).

#### Технологии и оборудование:

Основная технология разработана немецкими инжиниринговыми компаниями с участием украинских проектных институтов. Доля местного оборудования, материалов и услуг составили 40% от общей стоимости проекта.

#### Идея реализации и стадии проекта:

Управляющая компания OSTCHEM стала акционером АО «Крымский ТИТАН» в 2004 г. Основным направлением развития компании стало расширение мощностей по производству двуокиси титана. Существовавший на время принятия решения цех по производству серной кислоты не позволял обеспечить требуемое увеличение объемов производства. Кроме того, среди аргументов принятия решения были технологические (улучшение качества продукта) и технические факторы (значительный физический износ базовых мощностей), необходимость повышения энергоэффективности и снижения затрат на энергоносители. Кроме того, в качестве дополнительных преимуществ отмечены снижение экологической нагрузки в регионе и создание дополнительных рабочих мест.

Строительство объекта (от начала разбивки строительной площадки до выпуска первой продукции) заняло четыре года.



### 3.5.3.4. Производство кальцинированной соды

Кальцинированная сода (Карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) в мире производится двумя способами: переработка природного сырья и синтетический процесс кальцинации гидрокарбоната натрия (способ Сольве).

Типовые показатели энергоёмкости производства кальцинированной соды:

- ▶ Топливо (обжиг извести): 2,2-2,8 ГДж/т соды
- ▶ Энергоносители процесса производства кальцинированной соды: 7,5-10,8 ГДж/т соды

#### Кейс 45. Реконструкция производства кальцинации соды на ПАО «Крымский содовый завод»

Модернизация и реконструкция станции фильтрации рассматривалась, главным образом, с точки зрения уменьшения содержания хлор-иона в продукции и повышения экологических стандартов продукции. Суть мероприятия состояла в установке четырех быстроходных вакуум-фильтров европейского производства.

Проведенная модернизация позволит снизить влагу в бикарбонате натрия с 18% до 14%, что приведет к снижению расхода пара на кальцинацию в количестве 0,07 ГКал на тонну производимой соды.

#### Основные показатели проекта:

- ▶ объем инвестиций: 3,42 млн долл. США;
- ▶ снижение потребления тепловой энергии: на 260 588 ГДж/год;
- ▶ годовой экономический эффект: 1,9 млн долл. США.

#### Идея реализации и стадии проекта:

Проект был одобрен после детального изучения персоналом предприятия опыта использования аналогичной технологии на схожих европейских предприятиях. Реализация проекта началась в январе 2008 г. (разработка собственного ТЭО). Ввод в эксплуатацию произведен в третьем квартале того же года.

### 3.5.3.5. Производство аммиака

Безводный аммиак является источником почти всех синтетических азотных удобрений, производимых в мире. Аммиак получают путем прямого взаимодействия азота с водородом. Источником азота служит атмосферный воздух, в то время как водород получают из природного газа (77% мирового производства аммиака). В других случаях сырьем для получения водорода служат нефть, коксовый газ или газы нефтепереработки.

Стоимость природного газа в себестоимости аммиака, как правило, составляет 70–90% (удельные показатели энергопотребления показаны выше – Таблица 3.6).

Теоретический минимум потребления энергоносителей в процессе производства аммиака составляет 21,2 ГДж/т. Большинство промышленных предприятий, использующих природный газ в качестве водородного сырья, производят аммиак с удельными показателями потребления энергоресурсов 35–38 ГДж/т (таким образом, фактическая эффективность оценивается в 55–60%). Сегодня наиболее эффективная технология – автотермический риформинг – позволяет получать аммиак при удельном расходе энергоресурсов 28 ГДж/т. Однако, предприятия с такой технологией производства на сегодняшний день единичны или находятся на этапе опытной эксплуатации. Кроме того, энергоёмкость производства аммиака зависит от величины и возраста предприятия. Заводы, находящиеся в эксплуатации более 20 лет на 8–10% менее эффективны по сравнению с аналогичными новыми производствами.

Технологии, позволяющие повысить эффективность производства аммиака, в основном направлены на улучшение секции риформинга, в т.ч. газонагреваемых риформеров (GHR), которые представляют собой трубчатые теплообменные поверхности «газ» – «газ». В такой системе теплота выходящих газов используется (рекуперирована) непосредственно в технологическом процессе. Газонагреваемые риформеры характеризуются меньшими площадями нагрева и потерями тепловой энергии.

Палладиевые мембраны позволяют получить дополнительный эффект повышения энергетической эффективности в размере 2 ГДж/т. Кроме того, технологии удаления  $\text{CO}_2$ , сепарации продукта (аммиака) и оптимизация процессов синтеза позволяют снижать показатель удельного энергопотребления.

Большинство технологий удаления  $\text{CO}_2$  основаны на процессах абсорбции жидким растворителем. Применение передовых растворителей позволяет получить дополнительную экономию в размере 1,4 ГДж/т.

## Кейс 46. Комплексная модернизация аммиачного производства на ПАО «АЗОТ»

### Реконструкция цеха по производству аммиака А-5



Агрегат по производству аммиака цеха А-5 был построен по проекту Тоуо Eng Corp (ТЕС, Япония) и введен в эксплуатацию в 1979 году. В 2010 году агрегат был выведен на рабочую мощность 1700 тонн продукции в сутки. Реконструкция выполнена по базовому проекту фирмы «Haldor Topsoe».

Комплекс мероприятий по реконструкции включал в себя ряд направлений, в том числе замена насадки колонны синтеза, установка дополнительных змеевиков в конвекционной зоне печи риформинга, установка бака вскипания с эжекторами, котла высокого давления, а также дополнительных насосов питательной воды и теплообменного оборудования. Проектом также предусмотрена реконструкция компрессора синтез-газа и других мероприятий.

Увеличение мощности данного цеха позволило не только обеспечить сбалансированное производство и потребление аммиака на предприятии, но и снизить удельный расход природного газа на его выпуск.

#### Основные показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: ~ 30 млн долл. США;
- ▶ базовый расходный коэффициент природного газа: 1244,6 м<sup>3</sup>/тонну аммиака (41,96 ГДж/т);
- ▶ расходный коэффициент природного газа после реализации мероприятия: 1105 м<sup>3</sup>/тонну аммиака (37,25 ГДж/т).

### Реконструкция цеха по производству аммиака А-3



Цех А-3 по производству аммиака был построен по технологии фирмы ЭНСА и введен в эксплуатацию в 1969 году. Реконструкция цеха представляла собой реализацию комплекса мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности работы узла подготовки синтез-газа:

1. Замена регенератора поз. Т-102-1;
2. Замена раствора моноэтаноламина (МЭА) на раствор метилдиэтанолamina (аМДЭА);
3. Установка подогревателя топливного газа в печи риформинга;
4. Производство работ, направленных на повышение эффективности печи первичного риформинга, в том числе ее ремонт с заменой футеровки.

Общие затраты на реализацию комплекса мероприятий составили более 68 млн. грн.

При этом, расход природного газа на тонну аммиака в цехе А-3, снизился на 4,0 м<sup>3</sup>/тонну товарного аммиака, что эквивалентно годовой экономии природного газа в объеме 800 тыс. м<sup>3</sup>.

#### Основные показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: ~ 8,5 млн долл. США;
- ▶ базовый расходный коэффициент природного газа: 1069 м<sup>3</sup>/т аммиака (36,04 ГДж/т);
- ▶ расходный коэффициент природного газа после реализации мероприятия: 1000 м<sup>3</sup>/т аммиака (33,71 ГДж/т).

Среди дополнительных эффектов отмечается сокращение нормы расхода сорбента с 0,25 кг/т до 0,2 кг/т аммиака в пересчете на МЭА. Помимо того, достигнуто увеличение производства пара на 0,02 ГКал/т аммиака.

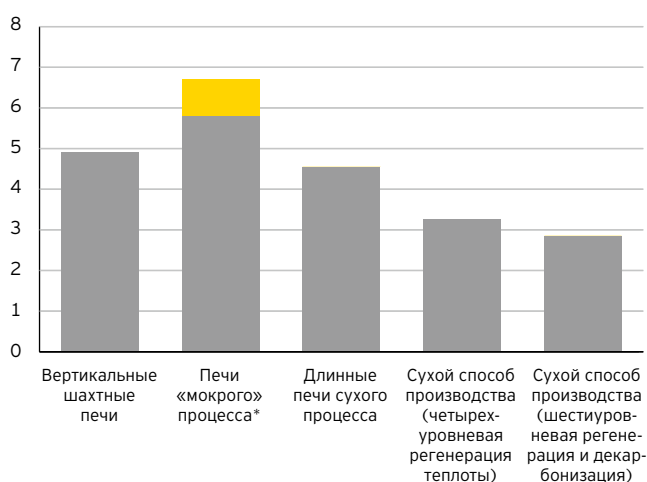
### 3.5.4. Производство материалов

Под производством материалов обычно принято подразумевать производство цемента, известняка, стекла и керамики (в т.ч. промышленной). В мире на производство цемента приходится порядка 70-80% общего энергопотребления сферой производства материалов. Затраты на энергоресурсы обычно занимают 20-50% в себестоимости цемента.

Цемент, как правило, производится из известняка, глины и песка. Смешивание этих элементов и последующая обработка высокой температурой вызывают химические реакции, приводящие к преобразованию частично расплавленных материалов в гранулы (клинкер). После этого добавляется гипс и смесь измельчается, образуя «Портландцемент».

В цементной промышленности применяется два основных типа производства цемента: «мокрый» и «сухой» (в зависимости от содержания влаги в материалах). «Мокрый» способ позволяет легче контролировать химический состав, однако сопровождается повышенными (примерно на 30%) затратами энергоносителей, необходимых для выпаривания влаги и получения условий, необходимых для кальцинации. При этом термодинамический минимум, необходимый для проведения эндотермических реакций составляет 1,8 ГДж/т клинкера (для сухой сырьевой базы).

Рисунок 3.4. Удельное потребление тепловой энергии при различных способах производства цемента (\* диапазон соответствует различиям в показателях энергопотребления различных печей «мокрого» процесса)



Источник данных: Показатели энергоёмкости в отраслях промышленности. Данные МЭА.

Стандартный процесс сухого производства цемента требует порядка 4,6 ГДж/т клинкера, тогда как дополнительные средства регенерации теплоты и декарбонизации снижают это значение до 2,0-3,0 ГДж/т (Рисунок 3.4).

Основные показатели производства цемента в ведущих мировых странах представлены в Таблица 3.9.

Среди дополнительных направлений повышения энергетической эффективности производства цемента выделяют использование металлургического шлака (а также других продуктов) как заместителя известняка.

Потребление электроэнергии в цементной промышленности в основном происходит в процессах, связанных с дроблением масс. Современные предприятия потребляют порядка 100 кВт-час/т цемента электроэнергии для размельчения сырьевых материалов и цемента. Наилучшие доступные технологии, включающие роликовые прессы и высокоэффективные классификаторы, позволяют получить удельные показатели потребления электроэнергии на уровне 80-90 кВт-час/т.

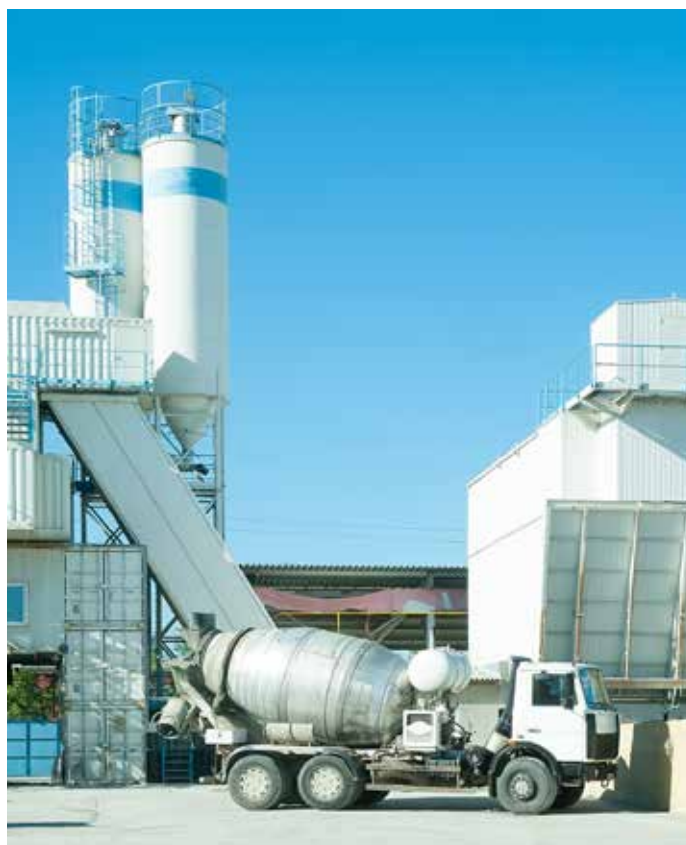


Таблица 3.9. Технологии производства цемента и доля используемого топлива в различных странах

Страна	Тип процесса и доля производимого цемента, %			Доля используемого топлива, %			
	Сухой	Полу-сухой	Влажный	Уголь	Мазут	Газ	Другие*
США	82	0	18	66	1	3	30
ЕС	92	4,5	3,5	29	4	1	66
Япония	100			79	2	0	18
Южная Корея	93	0	7	87	4	0	9

(\* ) к другим видам топлива относят нефтяной кокс, биомассу и альтернативные виды топлива.

Источник данных: Показатели энергоёмкости в отраслях промышленности. Данные МЭА.

## Кейс 47. Реализация проектов повышения энергетической эффективности на предприятиях ООО «ГАЗМЕТАЛЛПРОЕКТ» (ОАО «Новоросцемент» и ОАО «Верхнебаканский цементный завод»)

Решение о реализации проектов по модернизации производств было принято в 2007 г. до официального утверждения программ энергосбережения на предприятиях (реализовано после 2009 г.). Главными стимулами для реализации проектов послужили необходимость снижения затрат на энергоносители и потребность обновления основных производственных фондов предприятия, отработавших свой ресурс. По оценкам специалистов компании реконструкция и ремонт действующего оборудования являлись бы более затратными мероприятиями в сравнении со строительством новых производственных линий. Еще одним аргументом в пользу модернизации послужил тот факт, что большинство зарубежных производителей используют только сухой способ производства цемента.



Проект	Объем инвестиций, млн долл. США
Строительство технологической линии по производству цемента по «сухому» способу производительностью 6000 тонн клинкера в сутки на территории производство «Цементный завод «Первомайский» ОАО «Новоросцемент»	553,2
«Реконструкция вращающейся печи № 10 производства «Цементный завод «Пролетарий» ОАО «Новоросцемент», с переводом на сухой способ производительностью 6000 тонн клинкера в сутки»	187,3
Строительство технологической линии по производству цемента по «сухому» способу производительностью 2000 тонн клинкера в сутки на территории производство «Цементный завод «Первомайский» ОАО «Новоросцемент»	51,6
Строительство технологической линии по производству цемента по «сухому» способу производительностью 6200 тонн клинкера в сутки на территории производства ОАО «Верхнебаканский цементный завод» ОАО «Новоросцемент»	600,0

Усредненные данные компании об удельном энергопотреблении при различных способах производства цемента:

Показатель	Значение при сухом способе производства	Значение при полусухом способе производства	Значение при мокром способе производства
Удельный расход топлива, кг у.т./т клинкера (ГДж/т клинкера)	134,3 (3,936)	131,6 (3,857)	210,5 (6,170)
Удельный расход электроэнергии, кВт-час/т цемента	142	121	112



### 3.5.5. Производство бумаги

Отрасль целлюлозно-бумажного производства является одной из наиболее энергоёмких. Общее удельное энергопотребление составляет 6,5-15 ГДж/т в зависимости от типа производства и вида продукции<sup>15</sup> [14].

В отличие от других секторов, целлюлозно-бумажное производство является источником вторичного сырья (биомассы), способного покрывать до 50% собственных потребностей в энергоносителях. По существующим прогнозам, отрасль может стать поставщиком «чистых» энергоносителей в случае эффективного использования всех материальных потоков [15].

Наиболее энергоёмкими переделами бумажного производства являются механический размол и сушка. Существенное потребление как тепловой (преимущественно в виде пара), так и электрической энергии, обеспечивают возможность применения когенерационной технологии на целлюлозно-бумажных предприятиях. Химические целлюлозные предприя-

тия производят большое количество черного щелока, который используется для выработки электроэнергии при относительно низкой эффективности. Средний энергетический потенциал щелока оценивается в 22 ГДж/т целлюлозы. Таким образом, предприятия с химическим циклом производства целлюлозы могут отпускать энергоносители на сторону.

Большие современные предприятия по производству химической целлюлозы являются самодостаточными в плане обеспечения энергоресурсами и поставляют излишки электроэнергии в сеть. Такие предприятия обычно характеризуются удельным потреблением пара на уровне 10 ГДж/т сухой целлюлозы и избытком производства электроэнергии на уровне 2 ГДж/т.

Еще одним направлением кардинального снижения энергоёмкости является вторичное использование бумаги (потенциал замещения энергоносителей оценивается в 10,9 ГДж/т). Среди лидеров по переработке бумаги можно выделить страны ЕС (доля переработки ~52%) и Японию (~60%).

#### Кейс 48. Мероприятия повышения энерго- и ресурсоэффективности на предприятиях группы International paper



##### Модернизация содорегенерационного котла

Содорегенерационный котел используется в процессе регенерации черной щелочи из отработанных черных щелоков. Котел служит для сжигания сгущенного щелока с получением минерального продукта в виде плава. Этот процесс сопровождается генерацией тепловой энергии в виде пара.

Суть проведенной модернизации состоит в установке датчиков веса теплообменных поверхностей с целью отслеживания образования сажи и регулирования подачи пара на продувку, а также установки датчиков состава и свойств уходящих газов с целью автоматизации подачи дутьевого воздуха и повышения эффективности процессов горения.

##### Показатели мероприятия:

- ▶ инвестиции: 1,2 млн долл. США
- ▶ годовое снижение потребления тепловой энергии: 184 230 ГДж (Эквивалент 6,1 млн м<sup>3</sup> природного газа)
- ▶ период возврата инвестиций: 2,2 г.

В качестве дополнительного эффекта определено повышение надежности основного оборудования.

##### Увеличение доли использования биомассы для генерации тепловой энергии

Для снижения зависимости от потребляемого природного газа был реализован проект по улучшению качества биотоплива, подаваемого в многотопливный котел-утилизатор совместного сжигания осадков сточных вод и кородревесных отходов.

Суть мероприятия заключается в модернизации системы подготовки (прессования) твердого топлива (шламы, кора).

##### Показатели мероприятия:

- ▶ инвестиции: 0,9 млн долл. США;
- ▶ годовое снижение потребления тепловой энергии: 267 968 ГДж (эквивалент 8,8 млн м<sup>3</sup> природного газа);
- ▶ период возврата инвестиций: 1 год.

В качестве дополнительных эффектов определены повышение надежности оборудования и стабилизация системы пароснабжения.

<sup>15</sup> Для отдельных видов бездревесной бумаги удельное энергопотребление достигает 27 ГДж/т

## Кейс 49. Мероприятия по повышению энерго- и ресурсоэффективности в ОАО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат»



### Реконструкция утилизационных котлов с переводом на сжигание кородревесных отходов и осадка биологических очистков сточных вод

Проект предусматривает реконструкцию существующих паровых котлов №1 и №3 с переводом на сжигание твердого биотоплива с технологией кипящего слоя.

При этом использование ископаемого топлива в качестве резервного не предусматривается.

Мероприятия, выполненные в рамках реализации проекта, предусматривают строительство узла подготовки коры (рубка, прессование), а также узла приёмки, хранения и подачи на сжигание кородревесных отходов и осадка, завозимых автомобильным транспортом.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 20,2 млн долл. США;
- ▶ срок реализации: февраль-декабрь 2000 (1-й этап), ноябрь 2003 – август 2005 (второй этап);
- ▶ снижение потребления базовых топлив: эквивалент 80 000 т.у.т./год;
- ▶ период возврата инвестиций: 9 лет.

### Строительство нового многотопливного котла-утилизатора для сжигания осадков сточных вод и кородревесных отходов.

Мероприятие подразумевает собой строительство нового многотопливного котла с кипящим слоем. В состав объекта входит: паровой котел со вспомогательным оборудованием, установка очистки газов (электрофильтр), котельное помещение, трансформаторная подстанция, система автоматизации, автоматизированная система управления технологическими процессами.

Применяемая технология «пузырькового кипящего слоя» является наилучшей на сегодняшний день технологией сжигания различных видов биотоплива. Уникальная воздухораспределительная решетка в сочетании с конструктивными особенностями котла позволяют добиться высоких показателей эффективности и обеспечивать качественное сжигание биотоплива.

Главная цель реализации этого проекта для комбината – повышение энергетической независимости комбината за счет замещения базовых топлив (уголь и мазут) биотопливом.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ объем инвестиций: 47 млн долл. США;
- ▶ срок реализации: 2011-2014 гг.;
- ▶ снижение потребления базовых топлив: уголь – 49 тыс. т. в год, мазут – 8,7 тыс. т. в год;
- ▶ дисконтированный период возврата инвестиций: 18 лет.

Среди дополнительных эффектов от реализации проектов указано использование дополнительных древесных отходов и осадка сточных вод с предотвращением их размещения на полигоне твердых бытовых отходов, а также снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

## 3.6. Стимулы и приоритетные направления внедрения мер по повышению энергетической эффективности в промышленности

**Промышленные предприятия стран СНГ в подавляющем большинстве своем планировались, проектировались и строились в 1960-1980-х гг., и только небольшая их часть на данный момент прошла коренную модернизацию. Поэтому проблемы развития промышленных активов в четырех исследуемых странах схожи между собой.**

Главным приоритетом инвестирования в развитие предприятий рассматриваемых отраслей промышленности является усиление позиции компании на рынке. Акценты таких инвестиций делаются на поддержании в рабочем состоянии оборудования, которое отработало допустимый срок эксплуатации, а также на выпуске новых видов продукции или улучшении качества существующей. Повышение энергетической эффективности (как составляющей оптимизации производственных затрат) в таких процессах рассматривается как один из факторов реализации проекта, дополняющих и улучшающих основные финансовые показатели.

Важно отметить, что постоянное повышение тарифов на энергию и энергоносители стимулирует руководство компаний оптимизировать структуру энергопотребления, переходить на гибкие механизмы тарифообразования и взаимодействия с рынками энергетических ресурсов, а также рассматривать возможность наращивания собственных генерирующих мощностей. При этом производственные компании также считают важным и реализацию непрерывных производственных улучшений, направленных на текущую оптимизацию и повышение энергетической эффективности. Для повышения уровня значимости проектов, связанных с энергоэффективностью, рекомендуется рассматривать получаемый эффект не только в рамках сокращения затрат на основную производственную деятельность, но и в рамках создания дополнительных статей дохода компании. Это позволит повысить приоритетность таких проектов и управлять показателями энергоёмкости продукции как инструментом реагирования на текущие и планируемые рыночные условия.

Инвестиционные проекты, связанные с оптимизацией использования различных энергоносителей, развитие собственных энергогенерирующих мощностей, внедрение современных технологий регулирования и управления процессами энергетического оборудования, зависят от условий функционирования предприятия. Потому они должны реализовываться с учетом планов развития основного производства, прогнозов цен на энергию и характеристик спроса на продукцию предприятий. Неопределенность рыночных условий или отсутствие стратегии развития производства зачастую препятствуют принятию решений относительно реализации мероприятий по повышению энергоэффективности, даже несмотря на прогнозируемые малые сроки окупаемости.



Анализируя информацию, полученную от респондентов исследования, мы пришли к выводу, что при планировании технологической реконструкции производства экономия энергоносителей рассматривается как составная часть комплексного эффекта от модернизации производства. Проекты технологической реконструкции, показанные компаниями-респондентами данного исследования, продемонстрировали готовность инвестировать в отдельные инициативы. Для систематизации таких процессов необходимо проведение глубокого анализа хозяйственной деятельности, а также текущих и потенциальных рынков. Целями здесь являются развитие производств и усиление позиции компании на рынке при гарантировании приемлемых уровней рисков. Снижение затрат на энергоносители при этом становится одним из факторов достижения указанных целей.

Важнейшим компонентом стратегии снижения затрат на энергоносители является обеспечение условий для того, чтобы оборудование могло работать на проектных режимах с наилучшими возможными показателями текущей (операционной) эффективности. Инвестиционная стратегия должна содержать соответствующий раздел для проектов нового строительства или реконструкции. Система энергетического менеджмента на предприятиях должна обеспечивать возможность отслеживания таких операционных показателей и принятия необходимых корректирующих мероприятий в случае наличия отклонений.

Реализацию прочих мероприятий повышения энергетической эффективности необходимо проводить на постоянной основе посредством обеспечения работоспособности процессов внутреннего анализа и энергетического планирования. Для создания концепции такого планирования целесообразно консолидировать указанную деятельность, возложив полномочия на соответствующее подразделение, наделенное соответствующим уровнем полномочий внутри компании. Таким подразделением может стать Дирекция по энерго- и ресурсоэффективности (Chief Resource Officer department).

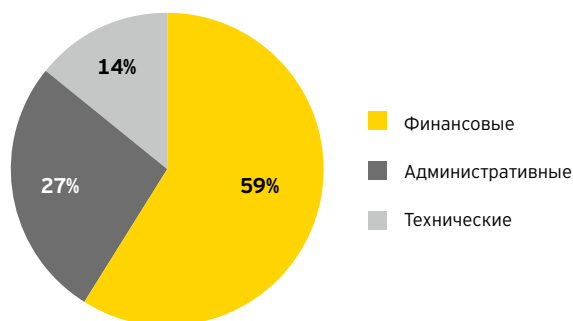


# 4. Источники и инструменты финансирования

Результаты исследования показали, что среди факторов, сдерживающих реализацию энергоэффективных проектов, трудности получения финансирования (59% всех ответов) являются наиболее серьезным барьером на пути к повышению энергоэффективности (Рисунок 4.1).



Рисунок 4.1. Основные факторы, сдерживающие реализацию проектов в области энергоэффективности

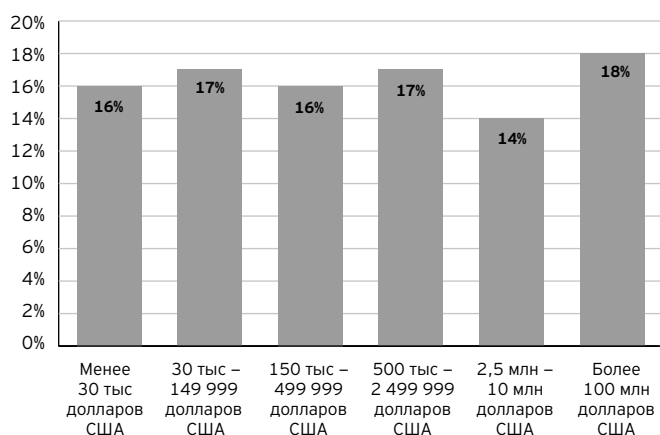


Источник данных: Результаты опроса EY компаний-респондентов исследования



Значительность объема необходимых инвестиций также подтверждается результатами исследования: несмотря на достаточно большое количество относительно недорогих проектов в области повышения энергоэффективности (более 40% всех проектов реализованы в пределах 150 тыс. долл. США), каждый четвертый из всех реализуемых проектов стоит не менее 2,5 млн долл. США.

**Рисунок 4.2. Количество проектов в области повышения энергоэффективности по стоимости их реализации (по результатам опроса респондентов данного исследования)**



В ходе подробных интервью с представителями компаний-респондентов мы выяснили, что зачастую менеджмент хорошо представляет все преимущества, которые приносит реализация подобных проектов, но сталкивается с проблемами, связанными с обеспечением их финансирования, особенно в условиях, когда малобюджетные и быстро окупаемые проекты по повышению энергоэффективности уже были реализованы ранее, а новые проекты требуют более значительных капитальных вложений.

Многие подобные проекты замораживаются на стадии их утверждения и планирования, в то время как приоритет отдается другим срочным производственным вопросам, в частности – ремонту оборудования. Основная проблема заключается не столько в осознании важности и преимуществ реализации энергоэффективных проектов, сколько в понимании спектра доступных инструментов и возможностей по выбору наиболее оптимального источника финансирования для того или иного проекта.

## 4.1. Выбор источников финансирования

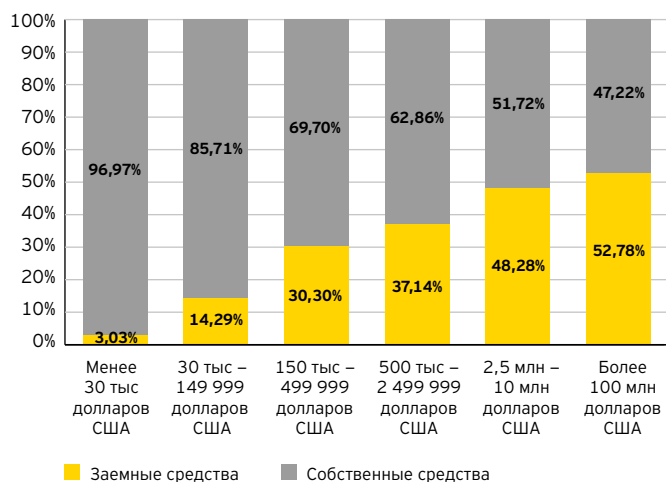
Исследование показало, что принятие решения о выборе источников финансирования на предприятиях, как правило, происходит в рамках общего процесса принятия корпоративных инвестиционных программ и строится исходя из текущей платежеспособности и ликвидности предприятия, а также условий предоставления заемных средств. Выбираются варианты с наилучшим экономическим эффектом в рамках разработанного бизнес-плана и финансовой модели проекта, учитываются различные схемы финансирования, возможности и потребности предприятия.

Результаты исследования показывают, что около 70% респондентов используют собственные средства в качестве источника финансирования как для небольших, так и для крупных энергоэффективных проектов. В качестве причин отказа от внешнего финансирования указываются, среди прочих, достаточность собственных средств, сложность экономической оценки проектов, высокие процентные ставки при привлечении заемных средств, бюрократические издержки в случае работы с международными финансовыми организациями (МФО).

При более детальном рассмотрении зависимости использования собственных и заемных средств от их стоимости выявляется достаточно очевидная тенденция: при относительно небольшой стоимости проектов (до 2,5 млн долл. США) компании преимущественно используют собственные финансовые средства на реализацию программ по повышению энергетической эффективности (до 62,86% в общем объеме финансирования). Некоторые респонденты отмечают, что малобюджетные проекты выполняются за счет средств капитальных ремонтов отдельных предприятий с отнесением затрат на себестоимость. Привлечение заемных источников финансирования (от 48 до 53% ответов респондентов), в основном, происходит, когда стоимость проектов составляет более 2,5 млн долл. США, в том числе, для проектов стоимостью более 10 млн долл. США (Рисунок 4.3.)



**Рисунок 4.3. Источники финансирования проектов по повышению энергоэффективности в зависимости от бюджета проекта (по результатам опроса респондентов данного исследования)**



Однако, финансирование проектов исключительно из собственных средств, в том числе из нераспределенной прибыли, амортизационных отчислений, путем изымания средств из оборота, привлечения частных инвестиций акционеров, хотя и является наиболее простым и дешевым решением с точки зрения планирования, но и содержит ряд угроз для финансовой устойчивости предприятий.

В частности, «заморозка» оборотных средств ограничивает развитие предприятия и, в конечном счете, приводит к снижению его конкурентной способности на рынке и ухудшению финансового состояния. В отдельных случаях в зависимости от размера проекта предприятия могут осуществлять его поэтапно, накапливая собственные средства. Такая схема приемлема для отдельных предприятий малого и среднего бизнеса, когда размер проекта и требуемая сумма небольшие (до 500 тыс. долл. США). В случаях, когда проект достаточно крупный и требует значительных денежных вливаний, предприятию необходим длительный период для накопления собственных средств, а поэтапная реализация может усложнить процесс и повысить стоимость проекта.

В связи с этим мы рекомендуем предприятиям обратить внимание на ряд других гибких источников и схем финансирования, которые успешно зарекомендовали себя на протяжении последних нескольких лет.

В данном разделе мы представили обзор возможных инструментов финансирования энергоэффективных проектов в исследуемых странах, их преимущества и недостатки, механизм и типовые условия предоставления средств. Мы надеемся, что эта информация поможет представителям промышленных предприятий выбирать наиболее оптимальные условия финансирования для каждого конкретного проекта.

В частности, мы рассмотрим более подробно:

- ▶ заемное финансирование, в том числе кредиты МФО и коммерческих банков, лизинг и выпуск облигаций;
- ▶ энергосервисный контракт;
- ▶ возможности привлечения дополнительных средств, в том числе через гранты.



## 4.2. Заемное (долговое) финансирование

Заемное финансирование является наиболее распространенным способом привлечения средств для реализации энергоэффективных проектов. При использовании данного механизма денежные средства предоставляются на условиях обеспеченности займа, платности, срочности и возвратности.

Очевидно, что важнейшим преимуществом заемного финансирования является возможность привлечения средств для реализации как небольших, так и крупных проектов, требующих значительных затрат при значительном многообразии форм и источников предоставления финансирования. Однако этот фактор может представлять собой и ограничение, так как выбор оптимального источника финансирования для реализации проекта предполагает учет большого количества факторов, как внешних (условия и преимущества/недостатки финансирования), так и внутренних (финансовое состояние предприятия и технические характеристики проекта). К тому же, значительные требования, выдвигаемые некоторыми финансовыми организациями к подаче заявки на привлечение средств, предполагают проведение значительной подготовительной работы как в организационном плане на уровне внедрения политик и практик ведения бизнеса, так и с точки зрения оформления самого проекта.

В целом к заемному финансированию относятся кредитные средства, выпуск облигаций и финансовый лизинг.

В зависимости от особенностей проекта и положения предприятия на рынке субъектами предоставления заемных средств могут выступать:

- ▶ международные финансовые организации (МФО);
- ▶ локальные институты развития;
- ▶ коммерческие банки;
- ▶ лизинговые компании;
- ▶ экспортно-кредитные агентства (ЭКА);
- ▶ различные финансовые организации и частные инвесторы в случае выпуска облигаций.

Ниже рассматриваются специфические особенности финансирования каждого источника.

### 4.2.1. Международные финансовые организации

Важнейшими преимуществами финансирования проектов с помощью МФО является, во-первых, получение более низких процентных ставок, чем при финансировании коммерческим банком, и во-вторых, возможность получения финансирования при длительных сроках окупаемости.

Однако при этом требования, выдвигаемые МФО к получению кредита, учитывают не только тщательный расчет экономической окупаемости проекта, но и репутацию заемщика, этические вопросы ведения бизнеса, в том числе прозрачность закупочных процедур, а также эффективность управления заемщиком воздействия на окружающую среду и общество в регионах присутствия.

Поэтому лишь немногие компании из числа респондентов (менее 10%) обращались к данному источнику финансирования. Компании, которые имели опыт реализации совместных проектов с МФО, отметили, что для получения кредитных средств организациям необходимо предоставить большой пакет документов, а процесс согласования занимает от полугода до двух лет.

МФО могут финансировать проекты самостоятельно или с помощью банков-партнеров.

При непосредственном участии МФО предполагается, что это крупный проект с общей стоимостью свыше 10 млн долл. США.

## Примеры программ международных финансовых институтов по финансированию энергоэффективных проектов с участием банков-партнеров в исследуемых странах:

- ▶ Группа компаний Всемирного банка и Международная финансовая корпорация – Программа по стимулированию инвестиций в ресурсосбережение (Россия);
- ▶ Евразийский банк развития – Программа повышения энергоэффективности (Россия, Казахстан, Беларусь);
- ▶ Европейский банк реконструкции и развития – Программа технической поддержки малых и средних предприятий России (RUSEFF);
- ▶ Европейский банк реконструкции и развития – Украинская программа повышения энергоэффективности (UKEER);
- ▶ Европейский банк реконструкции и развития – Казахстанский фонд устойчивой энергетики (KAZSEFF);
- ▶ Европейский банк реконструкции и развития – Программа финансирования устойчивой энергетики в Беларуси (BelSEFF);
- ▶ Северный инвестиционный банк и Северная экологическая финансовая корпорация (НЕФКО) – Чистое производство;
- ▶ Северный инвестиционный банк – Программа энергоэффективности в России;
- ▶ Банк KfW – Программа по повышению энергоэффективности (Россия, Украина, Беларусь, Казахстан).

Помимо непосредственного финансирования проектов, МФО могут предоставить экспертную поддержку проектов, в частности:

- ▶ расчет эффекта энергосбережения;
- ▶ выявление возможностей для энергосбережения и сокращения затрат на энергоресурсы;
- ▶ поддержку в выборе технического решения;
- ▶ оценку технических рисков.

МФО также выделяют целевые кредитные линии локальным коммерческим банкам, которые, в свою очередь, предоставляют кредитные средства малым и средним предприятиям в качестве субкредита на мероприятия по повышению энергоэффективности производства. Такие субкредиты являются целевыми и обычно предоставляются по ставкам меньшим, чем рыночные.

Различные финансовые организации устанавливают ряд общих и индивидуальных требований к финансируемым проектам по энергоэффективности.

Детальное описание особенностей финансирования МФО представлено в Приложении 1. Типовые условия финансирования различных МФО представлены в Приложении 2.

### Кейс 50. Долгосрочный кредит Всемирного банка на реализацию проекта по повышению энергетической эффективности ОАО «Архангельский ЦБК»

ОАО «Архангельский ЦБК» получил долгосрочный кредит от Всемирного Банка для реализации проекта по реконструкции утилизационных котлов с переводом на сжигание кородревесных отходов и осадка биологической очистки сточных вод по технологии кипящего слоя. Общая стоимость проекта составляла 20.2 млн долл. США, срок окупаемости – 9 лет. При этом рассматриваемые компанией кредиты коммерческих банков не позволяли реализовать проект, так как подлежали возврату в течение трех лет.



### Кейс 51. Кредит ЕАБР на строительство тепломагистральной от Апатитской ТЭЦ до ЦТП г. Кировска ОАО «Хибинская тепловая компания» [29]

Средства ЕАБР в размере двух млрд руб. были направлены на строительство тепломагистральной от Апатитской теплоэлектроцентрали (АТЭЦ) до центрального теплового пункта (ЦТП) г. Кировск с целью транспортировки тепловой энергии до конечных потребителей г. Кировск. Срок финансирования Банком 6 лет.

Проект способствует снижению удельных затрат на производства тепловой энергии за счет донгрузки АТЭЦ, где затраты на производство энергии значительно ниже, и транспортировки энергии конечным потребителям, что способствует снижению тарифа на тепловую энергию жителям г. Кировск. Реализация проекта позволит ОАО «Апатит» отказаться от непрофильного вида деятельности – производства тепловой энергии, повысить надежность и качество теплоснабжения предприятий и населения Кировска, уменьшить их платежи за потребление тепловой энергии, улучшить экологическую обстановку в городе за счет закрытия устаревших котельных.

### Кейс 52. Кредитные средства по программе УКЕЕР на модернизацию оборудования АО «Сталь» [20]

АО «Сталь» (г. Луганск) – предприятие, производящее литые стальные заготовки для железнодорожного транспорта и машиностроительной и металлургической промышленности Украины. За счет кредитных средств, полученных по программе УКЕЕР, на предприятии было установлено новое оборудование для дуговых электропечей, заменены старые компрессоры, модернизирована одна из термальных печей.

Сумма кредитных средств от УКЕЕР составила 1,1 млн долл. США. Реализация проекта позволит значительно сократить потребление энергоносителей: природного газа – на 670 тыс. м<sup>3</sup> в год, электроэнергии – на 9,3 млн кВт-час в год, а также сократить выбросы оксида углерода на 8,9 тыс. т. в год. Ежегодная экономия средств в результате этого составит более 900 тыс. долл. США (при действующих ценах), внутренняя норма рентабельности – 95%, срок окупаемости – менее двух лет.

### Кейс 53. Кредит ЕАБР на строительство Полоцкой ГЭС на реке Западная Двина РУП «Витебскэнерго» [30]

Целью проекта является строительство Полоцкой ГЭС на реке Западная Двина установленной электрической мощностью 21,75 МВт РУП «Витебскэнерго». ЕАБР выделил средства в размере 99,8 млн долл. США сроком на 10 лет, срок окупаемости проекта – 7 лет.

Реализация проекта будет способствовать снижению себестоимости производства электроэнергии в целом по РУП «Витебскэнерго» (предполагается достигнуть экономии органического топлива до 35,1 тыс. т.у.т. в год). Также строительство ГЭС приведет к снижению отрицательного воздействия предприятия на окружающую среду. Полоцкая ГЭС может рассматриваться как альтернативный источник электроэнергии, заменяющий ископаемое топливо.





## 4.2.2. Национальные институты развития

Национальные институты развития могут также предоставлять долгосрочное финансирование для реализации крупных инвестиционных проектов по повышению энергоэффективности.

Преимуществом этого источника заемного финансирования является тот факт, что условия получения инвестиций могут быть мягче, чем у МФО, однако стоимость финансирования, то есть процентная ставка по кредиту, как правило, несколько выше и находится в зависимости от ставки привлечения финансирования, которая в свою очередь зависит от рейтинга страны.

Несмотря на то, что в каждой из рассматриваемых стран есть национальные институты развития, специализированные программы финансирования проектов по повышению энергоэффективности предприятий промышленности и сельского хозяйства реализуются Внешэкономбанком в России и Укрэксимбанком в Украине.

Так, Внешэкономбанк осуществляет поддержку инициатив по повышению энергоэффективности посредством проектного финансирования, прямого инвестирования в акционерный капитал, а также за счет предоставления гарантий.

### Кейс 54. Финансирование энергоэффективных проектов компаний цементной отрасли Внешэкономбанком [21]


Внешэкономбанк профинансировал строительство цементного завода ОАО «Группа ЛСР» в г. Сланцы Ленинградской области в размере 237,1 млн евро (что составляет около 54% общей стоимости проекта). Также Внешэкономбанк профинансировал строительство цементного завода ООО «Азия Цемент» в Пензенской области в размере 201,1 млн долл. США (около 72% общей стоимости проекта).

Оба проекта предполагают организацию «сухого» способа производства цементной продукции. Благодаря использованию энергосберегающей технологии заводов, планируется достичь снижения объемов потребления электроэнергии и газа

Внешэкономбанк также оказывает финансовую поддержку субъектам малого и среднего бизнеса для реализации инновационных проектов, направленных на модернизацию производства и повышение энергоэффективности. Кредитные ресурсы предоставляются через дочернюю структуру, ОАО «МСП Банк». Партнерами ОАО «МСП Банк» в регионах Российской Федерации являются коммерческие банки, микрофинансовые организации, лизинговые компании, а также региональные центры поддержки предприятий малого и среднего бизнеса.

«Укрэксимбанк», в свою очередь, в сотрудничестве с ЕБРР и Всемирным Банком осуществляет кредитование средне- и долгосрочных проектов промышленной энергоэффективности, направленных на сокращение потребления электроэнергии в Украине. С 2013 г. банк совместно с Европейским инвестиционным банком предоставляет субкредиты для реализации инвестиционных проектов по повышению энергоэффективности предприятий малого и среднего бизнеса.

*Типовые условия финансирования национальных институтов развития представлены в Приложении 2.*



Несмотря на то, что Банк развития Казахстана не реализует специализированную программу финансирования энергоэффективных проектов, тем не менее, отдельные проекты кредитуются в рамках осуществления банком своей основной деятельности. Например, в рамках госпрограммы «Дорожная карта бизнеса – 2020» по развитию малого и среднего бизнеса и созданию современных производств Банк развития Казахстана финансирует различные проекты промышленных предприятий. В их числе и финансирование модернизации энергоблока №6 АО «Евразийская энергетическая корпорация» общей стоимостью 265 млн долл. США с целью снижения расхода топлива на производство электроэнергии.

### 4.2.3. Коммерческие банки

Коммерческие банки также предлагают кредитные продукты для финансирования проектов, направленных на повышение энергоэффективности предприятий.

Преимуществами получения кредитов в коммерческих локальных банках являются относительно короткие сроки рассмотрения кредитных заявок и менее жесткие условия финансирования (в том числе в части оценки экологического и социального воздействия проекта, прозрачности системы закупок и т.д.).

При этом объем предоставляемых средств и допускаемые сроки окупаемости зачастую значительно ниже, чем в случае с международными и локальными институтами развития, а процентные ставки – выше.

В целом коммерческие банки редко реализуют специализированные программы кредитования проектов по повышению энергоэффективности. Объясняется отсутствием общепринятой методологии определения энергетического эффекта энергосберегающих мероприятий, а также рисками значительного изменения тарифов, что создает сложности в обосновании экономической эффективности проекта и повышает риск невозврата средств.

Как правило, кредитные продукты для реализации энергоэффективных проектов предлагаются в рамках специальных программ, реализуемых совместно с МФО и имеющих целью обеспечить доступ к финансированию предприятиям малого и среднего бизнеса.

Некоторые коммерческие банки (в частности, ОАО «Сбербанк России» и ОАО «Газпромбанк») также реализуют собственные программы финансирования энергоэффективных проектов.

*Типовые условия кредитования коммерческих банков подробнее рассмотрены в Приложении 2.*

#### Кейс 55. Модернизация оборудования ООО «ОМЗ-Спецсталь» [22]

ОАО «Газпромбанк» профинансировал проект на базе ООО «ОМЗ-Спецсталь» по закупке менее энергоёмкого оборудования (нагревательных печей, сталеплавильной печи, станции водоподготовки) и теплоизоляции промышленных зданий и помещений. Общий объем инвестиций составил 8,5 млн долл. США. В результате внедрения программы повышения энергоэффективности ожидается существенное снижение потребления электроэнергии (3,434 т.у.т.) и сокращение выбросов CO<sub>2</sub> (5,585 т. CO<sub>2</sub> экв.)

#### Кейс 56. Реализация энергоэффективного проекта ОАО «ТГК-5» за счет предоставленного кредита ОАО «Газпромбанк» [22]

В 2012 г. ОАО «Газпромбанк» предоставил кредит на сумму более 8 млрд руб. ОАО «ТГК-5» на финансирование приоритетного инвестиционного проекта «Реконструкция Кировской ТЭЦ-3 с применением ПГУ». После его завершения затраты топлива Кировской ТЭЦ-3 на производство 1 кВт-час электрической энергии снизятся более чем на 30%.



Также в целях получения кредитных средств на реализацию энергоэффективных проектов предприятия могут обратиться в любой коммерческий банк, не имеющий специальных программ в области энергоэффективности, и получить кредит на общих условиях. Ключевыми требованиями, которые выдвигают банки в этом случае, становятся:

- ▶ технико-экономическое обоснование, проектно-сметная документация и четкий график платежей;
- ▶ безубыточная деятельность заемщика в последние 2-3 г.;
- ▶ банки в основном ориентируются на срок кредитования до 5 лет;

Некоторые структуры готовы кредитовать только конечного получателя инвестиций (организацию, в интересах которой проводится энергосбережение), а не, например, энергосервисную компанию.

#### 4.2.4. Лизинг

Механизм финансирования проектов с помощью лизинговой компании, в основном, такой же, как и в случае кредитного финансирования. Различия следующие:

- ▶ как правило, вместо залогового обеспечения предприятие должно оплатить первый взнос, составляющий как минимум 20% от стоимости приобретаемого оборудования;
- ▶ оборудование является собственностью лизинговой компании до полного погашения предприятием задолженности.

Особых программ или условий для финансирования проектов по повышению энергоэффективности с помощью лизинга на рынке нет, однако, стоит рассмотреть и учесть основные преимущества и недостатки лизинга при выборе оптимального источника финансирования.

Преимущества лизинга:

- ▶ как правило, оборудование является собственностью финансовой организации до полного погашения предприятием задолженности, следовательно, налог на имущество выплачивается лизинговой компанией;
- ▶ в случаях, когда объект лизинга находится на балансе лизингополучателя, предприятие получает возможность применить ускоренную амортизацию;
- ▶ подтверждение заявления на получение лизинга рассматривается быстрее, чем на получении кредита, а также в целом предъявляется меньше требований; в частности финансовое состояние компании оценивается по упрощенной схеме;
- ▶ нет необходимости иметь залоговое имущество (залог, поручительство по залого, гарантии);
- ▶ имущество переходит в собственность лизингополучателя.

Механизм лизинга имеет некоторые недостатки:

- ▶ энергоэффективное оборудование находится в собственности лизинговой компании, которая несет ответственность за использование и гарантийное обслуживание, что может повлечь дополнительные технические риски;

- ▶ лизинг зачастую дороже, чем кредит. Это связано с тем, что в случае финансирования крупных проектов лизинговые компании не располагают достаточными собственными средствами, а берут кредит в банках. Поэтому итоговая ставка лизинговой компании включает в себя процентную ставку по кредиту, а также маржу лизинговой компании.

#### Кейс 57. Энергоэффективное оборудование в лизинг для кондитерского комбината [31]

ОАО «Кондитерский комбинат Кубань» (г. Тимашевск) второй год работает на приобретенном в лизинг энергоэффективном оборудовании (шоколадоотливочный, заверточный автоматы, энергосберегающий компрессор). Экономия предприятия за год составила 6,5 млн руб. Согласно расчетам, вложения в энергосберегающие технологии уже окупились на 50%.

#### 4.2.5. ЭКА: долгосрочное кредитование импорта энергоэффективного оборудования с участием экспортно-кредитных агентств

Экспортно-кредитное агентство (ЭКА) – государственное или частное учреждение, осуществляющее поддержку национального экспорта. ЭКА оказывают поддержку в кредитовании иностранных покупателей национального оборудования, в том числе энергоэффективного, и, следовательно, их услуги также можно рассматривать как один из инструментов финансирования проектов по повышению энергетической эффективности.

То есть, в случае с ЭКА предприятие в одной из рассматриваемых стран может получить значительную поддержку со стороны ЭКА той страны, оборудование из которой оно приобретает.

ЭКА предоставляют широкий набор услуг, к которым относятся кредитование внешнеторговых операций, предоставление государственных гарантий по экспортным кредитам, страхование таких кредитов и сделок от политических и других видов рисков, организационная и информационно-аналитическая поддержка экспортных сделок.

Основные преимущества данного источника финансирования:

- ▶ защита экспортных и импортных контрактов с отсрочкой платежа;
- ▶ договор страхования может выступать обеспечением по кредиту;
- ▶ отнесение стоимости страховой премии ЭКА на расходы, не облагаемые НДС;
- ▶ снижение затрат на приобретение оборудования за счет более низкой стоимости иностранного фондирования по сравнению со ставками внутреннего кредитования.



Среди недостатков – значительная единовременная страховая премия/комиссия ЭКА (от 7 до 9%), а также длительный характер оформления сделок из-за необходимости согласования условий фондирования с зарубежными финансовыми институтами.

Типовые условия финансирования проектов под гарантии ЭКА [24]:

- ▶ срок погашения – от 3 до 7-10 лет;
- ▶ предоплата в размере 15-30% общей стоимости сделки (возможно привлечение заемных средств с целью финансирования предоплаты);
- ▶ максимальная сумма кредита – 85% суммы контракта;
- ▶ начало периода погашения – в зависимости от условий контракта (средневзвешенная дата поставки, дата последней поставки, дата пуска оборудования в эксплуатацию);
- ▶ ставка по кредиту – плавающая на базе ставок LIBOR/EURIBOR /фиксированная (аналогично структуре ставок при аккредитиве с пост финансированием);
- ▶ сопутствующие расходы – страховая премия ЭКА, комиссия за организацию финансирования от 7-9%, комиссия за обязательство предоставить кредит, юридические расходы.

Самыми известными частными экспортно-кредитными агентствами являются Euler Hermes (Германия), COFACE (Франция), Atradius (Голландия). Частные экспортно-кредитные агентства работают также в Португалии, Литве, Греции, Австрии и Аргентине. В то же время, не менее известными государственными экспортно-кредитными агентствами являются SACE S.p.A. (Италия), NEXI (Япония), ECGD (Великобритания). Смешанную форму собственности имеют SBCE (Бразилия), CESCE (Испания), SEK (Швеция), ECGE (Египет).

## 4.2.6. Выпуск облигаций

Выпуск облигаций может стать еще одним источником долгового финансирования проектов. Данный инструмент рассматривается, как правило, только крупными предприятиями, поскольку публичный выпуск облигаций сопряжен со значительными расходами, которые помимо фиксированной части включают в себя и 2-3% от объема выпуска. Выпуск облигаций целесообразен для привлечения финансирования крупных проектов в целях реализации инвестиционных программ на срок до трех-пяти лет, сопряженных с низким или умеренным уровнем риска.

Основным преимуществом данного инструмента финансирования является возможность получения доступа к более дешевым инвестициям без залога имущества и без потери контроля над предприятием (по сравнению с прямым вхождением в капитал).

Предприятия, планирующие размещение облигационных займов на финансовом рынке, как правило, должны соответствовать следующим критериям:

- ▶ известность предприятия, PR- и IR-поддержка;
- ▶ показатели прибыльности за предыдущие несколько лет;
- ▶ наличие инвестиционной программы, на реализацию которой привлекаются средства.

### Кейс 58. Выпуск облигаций для финансирования инвестиционной программы ОАО «ТГК 5» [23]

ОАО «Территориальная Генерирующая Компания №5» разместила выпуск облигаций общей номинальной стоимостью 5 млрд руб. Облигации выпускались одной серией сроком на 7 лет с выплатой купона на полугодовой основе. Структурой выпуска предусмотрена оферта через 3 г. Ставка купона по итогам размещения была установлена на уровне 8,75% годовых.

Средства получены в целях финансирования инвестиционной программы по строительству новых генерирующих мощностей в регионах присутствия ТГК-5, что позволит модернизировать уже существующие станции с использованием самых современных, энергоэффективных технологий и оборудования.

### Кейс 59. Выкуп еврооблигаций «РусГидро» ЕБРР [25]

ЕБРР подписался на 22,5 процентную долю пятилетних рублевых облигаций «РусГидро», размещенных на рынке еврооблигаций, что стало первым примером использования такого инструмента российской электроэнергетической компанией. Данная сделка позволила Саратовской гидроэлектростанции намного повысить показатели энергоэффективности.

На западных рынках получили распространение «зеленые» облигации – вид ценных бумаг, предназначенный специально для финансирования «зеленых» проектов (направленных на борьбу с изменением климата, сокращение парниковых газов и повышение энергоэффективности). Как правило, такие бумаги привлекают дополнительное внимание социально ответственных инвесторов, что иногда приводит к более низким ставкам при размещении. Данный финансовый инструмент пока не получил широкого распространения на территории рассматриваемых государств.

## 4.3. Энергосервисный контракт

Энергосервисный контракт (энергетический перфоманс-контракт) является еще одним средством привлечения внешнего финансирования для реализации проектов по повышению энергоэффективности. В рамках этого договора энергосервисная компания (ЭСКО) выполняет полный комплекс работ по внедрению энергосберегающих технологий на предприятии заказчика за счет собственных или привлеченных кредитных средств.

Комплекс услуг, оказываемых в рамках энергосервисного контракта, включает в себя:

- ▶ прединвестиционный энергоаудит (определение базовых параметров энергопотребления);
- ▶ разработку модели финансирования и технических решений для внедрения энергосберегающих мероприятий;
- ▶ привлечение необходимых объемов финансирования;
- ▶ разработку механизмов отчетности и верификации полученного эффекта;
- ▶ поставку оборудования, строительно-монтажные, пусконаладочные работы;
- ▶ вывод оборудования на рабочий режим, сдача его в эксплуатацию;
- ▶ эксплуатацию, обслуживание оборудования;
- ▶ мониторинг энергоэффективности.

Преимущества работы в рамках энергосервисных контрактов:

- ▶ сохранение ликвидности: предприятие не изымает средства из денежного оборота, а оплачивает предоставляемые услуги за счет сэкономленных на приобретении энергоресурсов и обслуживании энергоёмкого оборудования средств;
- ▶ сокращение операционных расходов вследствие трансфера персонала в ЭСКО;
- ▶ сокращение расходов на ремонт устаревшего оборудования;
- ▶ качественное управление строительными и монтажными работами;
- ▶ техническая подготовка и компетенции операционного персонала.

В среднем, энергосервисные контракты заключаются на срок от пяти до 15 лет. Максимальный срок ограничен возможностями банков кредитовать ЭСКО на длительные сроки.

### Кейс 60. Бизнес-модель энергосервисной компании ООО «ФЕНИЧЕ РУС»

**Винсент де Рюль, Генеральный директор:** «Многие промышленные предприятия зачастую не совсем правильно понимают нашу бизнес-модель: иногда они воспринимают нас как банк, поставщика оборудования на условиях лизинга или инжиниринговую компанию. Однако спектр и качество оказываемых ЭСКО услуг отличается. Несмотря на то, что их стоимость может оказаться выше, чем на условиях лизинга, надо понимать, что мы предоставляем услуги «под ключ», которые включают в себя аудит, проектные работы, инжиниринг, строительство, финансирование, а также эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования в течение всего срока действия договора. Мы также гарантируем достижение заявленных целей по экономии потребления энергии.

Как правило, перфоманс-контракты заключаются сроком на 8–10 лет. Услуги ЭСКО оплачиваются из средств, сэкономленных в результате реализации проектов по энергоэффективности, поскольку генерируемая экономия распределяется между клиентом и ЭСКО.

Заказчикам выгодно работать с нами, потому что им не нужно отвлекать на модернизацию своей энергетики средства, которые могут быть вложены в основную деятельность. Мы сами инвестируем в эти проекты. Клиент начинает оплачивать наши услуги только после того, как новое оборудование введено в промышленную эксплуатацию».

Различают три основных типа финансирования энергосберегающих мероприятий с использованием так называемых «перфоманс-контрактов»:

- ▶ энергосервисный контракт заключается только между заказчиком и ЭСКО, кредитная организация не участвует в этой сделке;
- ▶ заключается трехсторонний кредитный договор, по которому заемщиком является ЭСКО, указывается целевое назначение кредита – реализация энергоэффективного проекта на объекте заказчика;
- ▶ по условиям энергосервисного контракта и кредитного договора заказчик обязан открыть расчетный счет в кредитной организации, которая финансирует реализацию энергоэффективного проекта, и все расчеты за потребляемые энергоресурсы заказчик вправе производить только с этого расчетного счета.

Рисунок 4.4. Схемы финансирования проектов по повышению энергоэффективности в рамках перформанс-контрактов [26]



Применение первой схемы на современном этапе в странах ЕЭП и Украины практически невозможно, т.к. у сравнительно новых ЭСКО нет достаточных средств для проведения всего комплекса энергосберегающих мероприятий. В большинстве случаев, если заказчик – частная компания, применяется вторая схема [28].

На практике использование данного инструмента финансирования проектов по повышению энергоэффективности ограничивается недостаточной проработанностью нормативной базы в части налогового регулирования и схем возврата средств, затраченных на покупку и установку энергосберегающего оборудования, отсутствием мер государственной поддержки, а также неосведомленностью представителей бизнеса об особенностях функционирования энергосервисных контрактов. Тем не менее, постепенно появляются примеры успешно реализованных проектов в рамках энергосервисных контрактов, и это позволяет надеяться на дальнейшее распространение практики.





### Кейс 61. Проект по реконструкции системы отопления крупного производителя автомобилей в рамках перфоманс-контракта с ООО «ФЕНИЧЕ РУС»

Проект реконструкции системы теплоснабжения автомобильного завода предусматривал выполнение следующих мероприятий:

- ▶ оптимизация потокораспределения системы – перекладка труб;
- ▶ установка высокоэффективного насосного оборудования;
- ▶ установка современных средств регулирования потока в зависимости от требуемых температур в помещениях;
- ▶ установка средств гидравлической балансировки;
- ▶ установка средств автоматизации, в том числе погодозависимой автоматики.

Верификационная модель построена на базе измеренного фактического эффекта от реализации пилотного проекта (реконструкция одного из тепловых пунктов предприятия по фактическим данным теплосчетчиков привела к экономии потребления тепловой энергии в среднем на 17%). В дальнейшем этот измеренный эффект был зафиксирован в качестве базиса и интерполирован на все последующие объекты реконструкции.

В дополнение к указанному механизму персоналом ООО «ФЕНИЧЕ РУС» производятся дополнительные измерения (2-3 раза за отопительный сезон) с целью подтверждения фактических показателей экономии. Такие измерения производятся совместно с клиентом по согласованной программе с использованием высокоточного поверенного оборудования.

#### Показатели мероприятия:

- ▶ инвестиции: ООО «ФЕНИЧЕ РУС» – 5 млн евро, Предприятие – 0
- ▶ срок реализации: 6 месяцев
- ▶ срок, на который заключен перфоманс-контракт: 10 лет с момента ввода в эксплуатацию (включает техническое обслуживание)
- ▶ достигнутое снижение энергопотребления в 2012 г.: 125 000 ГКал, экономия тепловой энергии – 17%
- ▶ достигнутое снижение затрат на энергоресурсы в 2012 г.: 111 млн руб.

В качестве дополнительного эффекта от реализации мероприятия указано отсутствие затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание установленного оборудования со стороны предприятия, улучшение условий труда работников завода, снижение выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу благодаря сокращению потребления тепловой энергии.





## 4.4. Долевое финансирование

Финансирование проектов с помощью целевого вхождения в акционерный капитал (долевое финансирование) осуществляется, как правило, для крупных проектов стоимостью свыше 25 млн долл. США с низким или средним уровнем риска.

Данный вид финансирования предоставляется как международными финансовыми организациями, фондами прямых инвестиций, так и крупными государственными и частными банками, на период 7-10 лет.

Преимущества данного инструмента финансирования:

- ▶ получение беспроцентных денежных средств на неограниченное время (срок может быть оговорен заранее при подписании акционерного соглашения, в случае ограниченного числа акционеров);
- ▶ выход из сделки обычно реализуется в виде первичного размещения (IPO), вторичного размещения ценных бумаг (SPO), доразмещения или продажи стратегическому инвестору;
- ▶ после проведения IPO компания становится публичной, отчетность – ясной и прозрачной, что оказывает благоприятное влияние на процесс получения финансирования в дальнейшем (после листинга компании на мировых фондовых рынках процесс получения долгового финансирования может быть значительно облегчен ввиду узнаваемости и публичности компании).

При использовании данного финансового механизма необходимо принимать во внимание риск потери контроля над предприятием, так как предполагается привлечение инвесторов непосредственно в акционеры.

Реализация проектов происходит по следующим схемам:

- ▶ участниками проекта являются две и более стороны: собственник проекта и один и более инвесторов;
- ▶ собственник проекта принимает участие в различной форме (финансы, земля, оборудование, и т.д.) и финансирует как минимум 20-30% от стоимости проекта;
- ▶ инвесторы принимают участие в проекте, предоставляя финансовые средства, в соответствии с согласованными долями в проекте.

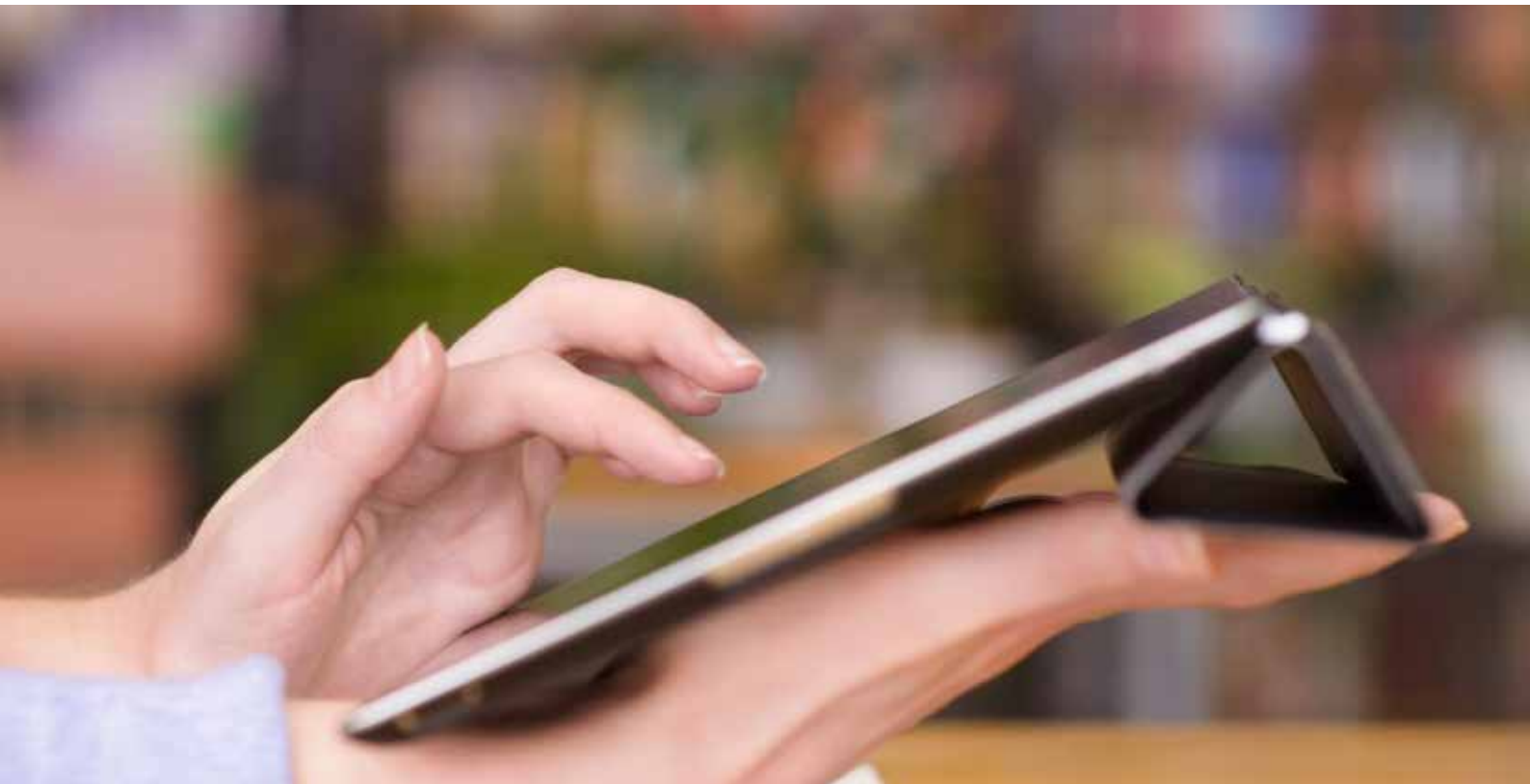
На практике компании не часто используют данный источник финансирования для реализации конкретных проектов по повышению энергоэффективности. Денежные средства могут привлекаться на реализацию крупных инвестиционных программ (например, на модернизацию оборудования, строительство новых производственных мощностей).

## 4.5. Гранты

Гранты различных организаций и правительств – дополнительный источник финансовых средств для консультационной поддержки проектов по повышению энергоэффективности. В частности, такие международные организации, как ПРООН, Глобальный экологический фонд (ГЭФ) и прочие, выделяют значительные средства на борьбу против изменения климата.

Как правило, грантовые средства узко направлены и не превышают одного млн долл. Они могут направляться на разработку технической документации для последующей реализации проекта и получения кредитов в МФО. Некоторые нефинансовые организации (такие как ПРООН) в дальнейшем способствуют получению дополнительного финансирования уже на условиях возвратности, платности и обеспеченности и могут предоставить свою гарантию [27].

# 5. Список использованных источников информации



1. ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use». International standard.
2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА – Требования и руководство по применению». Издание официальное. Москва, Стандартинформ, 2012.
3. United Nations Industrial Development Organization and Energy Efficiency. A low-carbon path for industry. UNIDO Information brochure. Vienna, 2009.
4. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности / Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency. 2009 (Перевод в 2012 г.). Отраслевой справочник наилучших существующих технологий (BREFF) Бюро по комплексному предупреждению и контролю загрязнений (IPPC).
5. Global Tracking Framework. World Bank Sustainable energy for all report. V3. 77889. [www.worldbank.org/se4all](http://www.worldbank.org/se4all)
6. Worldsteel association factsheet. [http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/factsheets/Fact-sheet\\_Energy/document/Fact%20sheet\\_Energy.pdf](http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/factsheets/Fact-sheet_Energy/document/Fact%20sheet_Energy.pdf)
7. BEST Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. 2013.
8. Магнитогорский металлургический комбинат – Новый лидер в российской металлургии. Презентация ([http://www.mmk.ru/upload/iblock/a78/Presentation\\_Oct2010RUS.pdf](http://www.mmk.ru/upload/iblock/a78/Presentation_Oct2010RUS.pdf)). Октябрь 2010.
9. BEST Available Techniques (BAT) Reference Document for the Large Combustion Plants. Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau. Draft 1 (June 2013).
10. New Benchmarks for Steam Turbine Efficiency – Power Engineering article by Dr. Alexander S. Leyzerovich. 2002. (<http://www.power-eng.com/articles/print/volume-106/issue-8/features/new-benchmarks-for-steam-turbine-efficiency.html>)

11. San Gabriel combined cycle power plant press-release by Siemens. Erlangen, December 2013.
12. Implementation of steam-gas turbine units at the CHP of JSC "Mosenergo", Russia – PDD (Project Design Documentation) of JI (Joint Implementation) project (<http://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/P7TJAB3HQ1OSZ6G5LVWINE8YKCF2M>).
13. World Energy Outlook 2013 by International Energy Agency.
14. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. Joint RESEARCH CENTRE Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau/ Final draft. July 2013.
15. Tracking industrial energy efficiency and CO<sub>2</sub> emissions by International Energy Agency. Energy indicators. Paris. 2007.
16. Simetal EAF – solutions for electric arc furnaces (<http://www.industry.siemens.com/datapool/industry/industrysolutions/metals/simetal/en/SIMETAL-EAF-en.pdf>)
17. Инвестиционные проекты в промышленном строительстве РФ. Мониторинг реализации – InfoLine. Отраслевая версия. Февраль 2012 г.
18. Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others industry. IPPC reference document on best available techniques. August 2007.
19. Гутов М.А., Тендряков Д.Л. Опыт компании СИБУР в организации процесса энергосбережения. Инженерный центр энергосбережения ООО «СИБУР». 2013.
20. UKEEP финансирует энергоэффективное сталелитейё. АО «Сталь» будет ежегодно экономить почти \$1 000 000 благодаря внедрению современных технологий. Брошюра проекта UKEEP. [http://www.ukeep.org/images/dl/Case\\_Stal\\_rus.pdf](http://www.ukeep.org/images/dl/Case_Stal_rus.pdf)
21. География проектов Внешэкономбанк по направлениям. Информационный материал. <http://veb.prognoz.ru/>
22. О реализации в Газпромбанке Программы финансирования энергоэффективных проектов в России. Презентационный материал Газпромбанка, Апрель 2012. <http://www.karat-forum.ru/doc/2012/Plenar/Katz.pdf>
23. Финансирование проекта «Реконструкция Кировской ТЭЦ-3 с применением ПГУ». Новость Газпромбанка. [http://www.gazprombank.ru/press/news/166117/?phrase\\_id=9175450](http://www.gazprombank.ru/press/news/166117/?phrase_id=9175450)
24. Инструменты международного финансирования проектов по модернизации производственных мощностей металлургических предприятий Украины. Материалы конференции «Передовые европейские технологии для предприятий горно-металлургического комплекса Украины». <http://group-premium.com/RU/doklad6.php>
25. Инициатива развития устойчивой энергетики в России. Информационная брошюра ЕБРР. Апрель 2011 г. <http://www.ebrd.com/downloads/research/factsheets/seirusR.pdf>
26. Механизмы финансирования мероприятий по повышению энергетической эффективности в России: энергосервисные контракты. Информационная статья. <http://aenergy.ru/2571>
27. Повышение энергоэффективности в государствах ЕЭП и Украине. Отраслевой обзор №17. – Евразийский банк развития. 2013. [http://www.eabr.org/general//upload/docs/AU/%D0%90%D0%A3%20-%20%D0%98%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20-%202013/OBZOR\\_17\\_rus\\_1.pdf](http://www.eabr.org/general//upload/docs/AU/%D0%90%D0%A3%20-%20%D0%98%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20-%202013/OBZOR_17_rus_1.pdf)
28. Консолидированный обзор «Финансирование энергоэффективности». - Тематическое сообщество «Энергоэффективность и Энергосбережение», 2012. [http://solex-un.ru/sites/solex-un/files/energo\\_review/konsolidirovanny\\_obzor\\_finansirovanie\\_energoeffektivnosti\\_0.pdf](http://solex-un.ru/sites/solex-un/files/energo_review/konsolidirovanny_obzor_finansirovanie_energoeffektivnosti_0.pdf)
29. Проекты ЕАБР в России. <http://www.eabr.org/r/about/members/russia/projects/>
30. Строительство Полоцкой ГЭС на реке Западная Двина. Информационная статья. [http://www.eabr.org/r/projects/example-projects/?id\\_4=287](http://www.eabr.org/r/projects/example-projects/?id_4=287)
31. Беречь энергию можно в лизинг. Информационная статья. [http://www.dg-yug.ru/a/2008/06/26/Berech\\_jenergiju\\_mozhno\\_v\\_li](http://www.dg-yug.ru/a/2008/06/26/Berech_jenergiju_mozhno_v_li)

# 6. Глоссарий

**Валовой внутренний продукт (ВВП)** – макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг (то есть предназначенных для непосредственного употребления), произведённых за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления, вне зависимости от национальной принадлежности использованных факторов производства.

**Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)** – источники непрерывно возобновляемых в биосфере Земли видов энергии: солнечной, ветровой, океанической, гидроэнергии рек.

**Газотурбинная установка (ГТУ)** – агрегат для выработки электроэнергии, состоящий из газотурбинного двигателя, редуктора, генератора и вспомогательных систем. Поток газа, образованный в результате сгорания топлива, воздействуя на лопатки турбины, создает крутящий момент и вращает ротор, который в свою очередь соединен с генератором. Генератор вырабатывает электроэнергию.

**Добавленная стоимость** – часть стоимости продукта, которая создается в данной организации. Рассчитывается как разность между стоимостью товаров и услуг, произведенных компанией (то есть выручка от продаж), и стоимостью товаров и услуг, приобретенных компанией у внешних организаций.

**Ключевые показатели эффективности (КПЭ)** – показатели деятельности подразделения (предприятия), которые помогают организации в достижении стратегических и операционных целей. Использование ключевых показателей эффективности даёт организации возможность оценить своё состояние и помочь в оценке реализации стратегии.

**Когенерация** – процесс производства электрической и тепловой энергии внутри одного устройства, когенерационной установки (например, тепловой электростанции). Механическим источником выработки электрической энергии является первичный привод, который вращает ротор электрогенератора: газопоршневой двигатель, газовая или паровая турбина. Тепловая энергия получается за счёт утилизации тепловых потерь (утилизация тепла охлаждающей жидкости, смазочного масла, сжатой газовой смеси и уходящих газов) первичного приводного двигателя – газопоршневого, газовой турбины, дизеля.

**Компрессор/компрессорная установка** – агрегат, предназначенный для увеличения уровня давления и производства сжатого воздуха и других газов. В качестве привода компрессоров могут использоваться электродвигатели, газовые турбины и двигатели внутреннего сгорания. В целом системы сжатого воздуха используются практически во всех отраслях промышленности для пневматических механизмов, пневматических цилиндров на регулирующих клапанах, пневматическом транспорте, для очистки и т.д.

**Котел-утилизатор** – предназначенный для генерации насыщенного или перегретого пара агрегат, не имеющий собственной топки и использующий тепло отходящих газов каких-либо промышленной или энергетической установки.

**Коэффициент полезного действия (КПД)** – величина, характеризующая совершенство процессов превращения, преобразования или передачи энергии, являющаяся отношением полезной энергии к подведенной.

**Международная финансовая организация (МФО)** – организация, создаваемая на основе межгосударственных (международных) соглашений в сфере международных финансов путем объединения финансовых ресурсов странами-участниками для решения определенных задач в области развития мировой экономики и международных экономических отношений. Участниками соглашений могут выступать государства и негосударственные институты.

**Международное энергетическое агентство (МЭА)** – автономный международный орган в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Насчитывает 29 стран-участниц. Основная заявленная цель организации – содействие международному сотрудничеству в сферах совершенствования мировой структуры спроса и предложения энергоресурсов и энергетических услуг. Агентство фокусируется на энергетической безопасности, экономическом развитии и на защите окружающей среды (в том числе на борьбе с изменениями климата). МЭА также продвигает использование альтернативной энергетики, особенно возобновляемых источников, рациональных энергетических политик, международной кооперации в энергетике.

**Паритет покупательной способности (PPP)** – количество одной валюты, выраженное в единицах другой валюты, необходимое для приобретения одинакового товара или услуги на рынках обеих стран.

**Парогазовая установка (ПГУ)** – агрегат для выработки электроэнергии, представляющий собой газотурбинную установку с надстройкой из котла-утилизатора и паровой турбины. Отличается от паросиловых и газотурбинных установок повышенным КПД.

**Паротурбинная установка** – тепловой агрегат, рабочим телом которого является вода и водяной пар. Паротурбинная установка является механизмом для преобразования потенциальной энергии сжатого и нагретого до высокой температуры пара в кинетическую энергию вращения ротора турбины. Включает в себя паровую турбину и вспомогательное оборудование.

**Постоянное улучшение** – процесс последовательного повышения результативности менеджмента энергоэффективности, включая повышение энергоэффективности и исключение непроизводительных затрат энергии.



**Потеря энергии** – разность между количеством подведенной (первичной) и потребляемой (полезной) энергии.

**Редукционная установка** – система для снижения уровня давления пара и дальнейшего поддержания данного показателя на определенном уровне вне зависимости от изменений в работе источника.

**Стандарт ISO 50001:2011 «Системы энергетического менеджмента – Требования и руководство по использованию» (ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use»)** – международный стандарт, созданный Международной организацией по стандартизации для управления энергосистемами; стандарт определяет требования для установки, внедрения, сопровождения и улучшения системы энергоменеджмента, цель которой – позволить организации следовать системному подходу в достижении последовательного улучшения энергосистемы, включая энергоэффективность, энергобезопасность и энергопотребление.

**Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)** – совокупность различных видов топлива и энергии (продукция нефтеперерабатывающей, газовой, угольной, торфяной и сланцевой промышленности, электроэнергия атомных и гидроэлектростанций, а также местные виды топлива), которыми располагает государство для обеспечения производственных, бытовых и экспортных потребностей.

**Устойчивое развитие** – процесс изменений, при котором удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

**Учет энергии коммерческий** – учет вырабатываемой, передаваемой, распределяемой, отпускаемой или потребляемой энергии для оплаты субъектами рынка.

**Учет энергии технический** – учет вырабатываемой, передаваемой, распределяемой, отпускаемой или потребляемой энергии субъектами энергосистемы и потребителями для контроля и технических целей.

**Экспортно-кредитное агентство (ЭКА)** – государственное или частное учреждение, осуществляющее поддержку национального экспорта.

**Электропривод** – электромеханическая система для приведения в движение исполнительных механизмов рабочих машин и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса.

**Энергетическое обследование/энергетический аудит** – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в отчете о проведенном энергетическом аудите и энергетическом паспорте.

**Энергоёмкость** – величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы. Численным выражением энергоёмкости системы является показатель, представляющий собой отношение энергии, потребляемой системой, к величине, характеризующей результат функционирования данной системы.

**Энергоносители** – общее название различных видов топлива, природных или искусственных источников какого-либо вида энергии (нефтяная продукция, разнообразные типы газа, угля, ядерное топливо и т.п.)

**Энергосбережение** – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на экономное расходование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

**Энергосервисная компания (ЭСКО)** – компания, оказывающая услуги по повышению энергоэффективности объекта в рамках энергосервисного контракта, направленного на экономию эксплуатационных расходов за счет повышения энергоэффективности и внедрения технологий, обеспечивающих энергосбережение.

**Энергоэффективность** – достижение экономически оправданной эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды. Использование меньшего количества энергии, чтобы обеспечить тот же уровень энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве.

# 7. Приложения

## 7.1. Приложение 1.

### Особенности финансирования проектов международными финансовыми организациями

Время рассмотрения кредитной заявки зависит в первую очередь от сложности и масштабности проекта, технической обоснованности (здесь может потребоваться независимое экспертное заключение инжиниринговой компании), а также от общих требований к финансовому состоянию заемщика конкретной финансовой организации, в которую обратилось предприятие. Период принятия решения о финансировании небольших типовых проектов значительно меньше (от нескольких недель), чем при рассмотрении более крупных и специфических проектов. «Зависание» проекта на стадии рассмотрения на длительное время чаще всего говорит о неготовности потенциального заемщика предоставить необходимые документы. А также об отсутствии или неполной готовности технической документации, недостаточно качественной подготовке технико-экономических обоснований

На рисунке 7.1 представлены шаги, предпринимаемые кредитной организацией для выделения кредита. Необходимо отметить, что качественная подготовка документов и готовность полного пакета поможет значительно сократить время рассмотрения проекта финансовой организацией.

Рисунок 7.1. Этапы принятия решения о финансировании проектов в финансовой организации



Процесс принятия решения о начале финансирования проекта может быть замедлен, или финансовая организация может отказаться от инвестиций в проект по следующим причинам:

- ▶ неверное целевое назначение кредитных средств;
- ▶ недостаточная капитализация компании, отвечающей за разработку и реализацию проекта, слабое финансовое состояние;
- ▶ нехватка у компании ресурсов (в том числе технических специалистов) для подготовки и реализации проекта в соответствии с современными требованиями (качественные измерения, оценка достаточности сырья, пр.);
- ▶ недостаточная детализация финансовой модели проекта, переоценка доходов и недооценка расходов;
- ▶ наличие высоких репутационных рисков;
- ▶ отсутствие прочей необходимой информации, разрешений и лицензий (например, отсутствие оценки влияния деятельности предприятия на экологическую среду, периодическое нарушение экологических норм).

Различные финансовые организации устанавливают индивидуальные требования к проектам по энергоэффективности, однако можно выделять ряд общих требований:

1. Реализация проекта должна обеспечить существенное повышение эффективности использования энергоресурсов, которое должно быть доказано документально, с представлением расчетных данных и заключений технической экспертизы предлагаемых инноваций. Предприятия могут запрашивать финансирование в рамках программы повышения энергоэффективности на следующие цели:
  - ▶ модернизация энергетического оборудования;
  - ▶ модернизация технологического оборудования, обеспечивающая снижение потребления энергии на единицу произведенной продукции;
  - ▶ использование возобновляемых источников энергии (только в случае коммерческой рентабельности);
  - ▶ применение альтернативных источников энергии для собственных нужд: рациональное использование отходов собственного производства, снижение зависимости от роста цен на традиционные виды топлива.

2. МФО и локальные банки-партнеры финансируют только проверенные технологии, уже используемые на других предприятиях. За финансированием новейших, не апробированных технологий рекомендуется обращаться в венчурные компании или к стратегическим инвесторам, действующим в вашей отрасли.
3. Срок кредитования не может быть меньше срока окупаемости проекта.
4. Необходимо собственное участие инициатора проекта. Минимальным требованием банков является собственный вклад не менее 20% от стоимости всего проекта. Многие банки требуют более высокой доли собственных средств заемщика. Такое участие подтверждает и заинтересованность инвестора в реализации проекта.
5. Необходимо предоставить обеспечение в залог. Требования к обеспечению также варьируются от банка к банку. Это может быть, например, приобретаемое оборудование, имеющиеся активы, гарантии акционеров или государства. Необходимо помнить, что качественное обеспечение позволит получить кредит быстрее и дешевле.
6. В случае реализации крупного, технологически сложного проекта финансовые организации могут потребовать проведение энергоаудита независимой компанией. Если такой аудит был проведен, а его итоги легли в основу проекта, это значительно ускорит рассмотрение проекта и будет способствовать принятию положительного решения МФО.

При этом положительную роль может сыграть собственная оценка возможных рисков реализации проекта и предполагаемые действия предприятия, направленные на их минимизацию. Низкие или средние риски реализации проекта также способствуют принятию положительного решения финансовыми организациями.

Помимо технических требований к документации по проекту, к заемщику предъявляются и другие требования:

- ▶ Соблюдение законодательства страны регистрации и/или реализации проекта, включая экологическое, налоговое, социальное. Отсутствие штрафов и подтверждение заботы компании о своих сотрудниках в виде выплаты зарплат в соответствии с законодательством, социальные и пенсионные программы говорит о планах долгосрочного развития и положительно расценивается банками.
- ▶ Отсутствие судебных и/или административных преследований, негативных публикаций в прессе, связанных с компанией (предприятием) и его акционерами. Если такие случаи были, необходимо представить банку всю информацию, подтверждающую решение проблем к моменту обращения за кредитом.
- ▶ Стабильное финансовое состояние заемщика, которое подтверждается аудированной отчетностью (как правило, за последние три года). Кроме того, при необходимости банком может быть запрошена отчетность материнской компании (например, в случае предоставления гарантии с ее стороны).
- ▶ Наличие обоснованного и детализированного прогноза денежных потоков, подтверждающего окупаемость проекта и возможность расплаты по кредиту в указанные сроки (капитальные инвестиции, операционные доходы и расходы). Финансовая организация и компания, реализующая проект, заинтересованы в том, чтобы проект имел положительный денежный поток и приносил ожидаемый доход (в том числе, за счет сокращения энергетических расходов). При этом используемые подходы для анализа проекта могут быть разные. Финансовая организация должна быть уверена, что при реализации проекта доходы компании будут достаточными для покрытия расходов по обслуживанию кредита (оплата процентных ставок и основного долга, возможны дополнительные расходы в виде ежегодного страхования, содержание технического консультанта, комиссии за выдачу кредита и пр.).
- ▶ Положительная кредитная история, особенно при обращении в те же банки.

Финансирование может выделяться в разных валютах. Имеет смысл осуществлять кредитование в той же валюте, в которой идет основной поток доходов.

## 7.2. Приложение 2.

### Типовые условия финансирования проектов

Организация, осуществляющая финансирование и название программы (при наличии)	Страны-участницы	Примеры локальных банков-партнеров	Типовые условия финансирования проектов и требования к заемщикам
<p>Группа компаний Всемирного банка и Международная финансовая корпорация</p> <p>Программа по стимулированию инвестиций в энергосбережение<sup>15</sup></p>	Россия	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Абсолют Банк;</li> <li>▶ АгроПромКредит;</li> <li>▶ Локо Банк;</li> <li>▶ МДМ Банк;</li> <li>▶ Московский Кредитный Банк;</li> <li>▶ НБД Банк;</li> <li>▶ Банк Прайм Финанс;</li> <li>▶ Татфондбанк;</li> <li>▶ Транскапиталбанк;</li> <li>▶ УРСА Банк;</li> <li>▶ Банк Центр-Инвест</li> </ul>	<p>Заемщиком или лизингополучателем может выступать частное предприятие (с прямым или косвенным участием государства в акционерном капитале не более 49%), при этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ размер кредита – до 2 млн долл. США;</li> <li>▶ срок окупаемости проекта – не более 5 лет.</li> </ul>
<p>Евразийский банк развития</p> <p>Программа повышения энергоэффективности экономик государств-участников посредством предоставления целевых кредитных линий финансовым институтам<sup>16</sup></p>	Россия, Казахстан, Беларусь	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Банк Центр-Инвест</li> </ul>	<p>Субзаемщиком в рамках Программы по повышению энергоэффективности может выступать юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, зарегистрированный в соответствии с национальным законодательством на территории государства-участника ЕАБР, обладающий стабильным финансовым состоянием, положительной репутацией и кредитной историей. Субкредиты выделяются от 100 тыс. долл. США Банками-партнерами.</p> <p>Для реализации крупных проектов в реальном секторе, Клиенты могут обратиться непосредственно в Банк. Стандартные условия кредитования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ объем кредитования – от 30 млн долл. США;</li> <li>▶ срок кредитования – от 3 лет до 15 лет;</li> <li>▶ процентная ставка – может быть фиксированной и плавающей, ее размер зависит от степени соответствия миссии Банка и уровня рисков финансирования;</li> <li>▶ льготный период – возможен по выплате основного долга на инвестиционной фазе;</li> <li>▶ обеспечение – в форме активов или финансовых поручительств (гарантий).</li> </ul>
<p>Европейский Банк Реконструкции и Развития</p> <p>Программа технической поддержки малых и средних предприятий России (RUSEFF)</p>	Россия	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Росбанк</li> <li>▶ НБД Банк</li> <li>▶ Банк Центр-Инвест</li> <li>▶ Быстро-Банк</li> <li>▶ Восточный экспресс банк</li> <li>▶ АТБ Банк</li> <li>▶ Промсвязьбанк</li> </ul>	<p>Заемщиками могут выступать частные компании с долей собственности не менее 51% и индивидуальные предприниматели, не вовлеченные в производство, маркетинг и распространение табачной продукции, крепких алкогольных напитков, игорный и бизнес оружия.</p> <p>Минимальный объем энергосбережения в результате реализации этих проектов должен быть не ниже 10%.</p> <p>Кредит предоставляется в сочетании с выбранным оборудованием и основывается выбранной модернизацией, энергоэффективность которой проверяется экспертами RUSEFF.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ размер кредита – от 500 тыс. до 10 млн долл. США;</li> <li>▶ процентная ставка – 10% годовых, дополнительно взимается комиссия за организацию финансирования 0,5-1,5%;</li> <li>▶ срок финансирования – до 7 лет;</li> <li>▶ график погашения – равными полугодовыми платежами;</li> <li>▶ отсрочка погашения (льготный период) – до 2-х лет;</li> <li>▶ обеспечение – приобретаемое/действующее оборудование, залог строящегося объекта, поручительства компаний группы, собственников бизнеса;</li> <li>▶ собственное участие заемщика – от 30% от стоимости проекта.</li> </ul>

<sup>15</sup> [http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/RegProjects\\_Ext\\_Content/IFC\\_External\\_Corporate\\_Site/RSEFP\\_HomeRU/ProjectsRussian/](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/RegProjects_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/RSEFP_HomeRU/ProjectsRussian/)

<sup>16</sup> [http://www.journal.esco.co.ua/esco/2013\\_2/art33.html](http://www.journal.esco.co.ua/esco/2013_2/art33.html)



Организация, осуществляющая финансирование и название программы (при наличии)	Страны-участницы	Примеры локальных банков-партнеров	Типовые условия финансирования проектов и требования к заемщикам
<p>Европейский банк реконструкции и развития</p> <p>Украинская программа повышения энергоэффективности (UKEEP)</p>	Украина	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Укрэксимбанк;</li> <li>▶ Банк Форум;</li> <li>▶ ОTR Банк</li> </ul>	<p>Заемщиками могут выступать только частные компании (51%+ в частной собственности). При этом инвестиции должны быть рентабельными, т.е. достигнутое снижение потребление энергии и объем сэкономленных средств должно быть достаточно объемными по отношению к размеру инвестиций.</p> <p>Инвестиции должны осуществляться:</p> <p>а) в энергосберегательные меры, которые приведут к снижению энергопотребления на уже существующем предприятии</p> <p>б) в производство энергии из возобновляемых источников энергии.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ размер кредита – 2.5-3 млн долл. США;</li> <li>▶ срок рассмотрения заявки – до пяти дней.</li> </ul>
<p>Европейский банк реконструкции и развития</p> <p>Казахстанский фонд устойчивой энергетики (KAZSEFF)<sup>17</sup></p>	Казахстан	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Банк ЦентрКредит;</li> <li>▶ АТФБанк</li> </ul>	<p>Программа направлена на поддержку казахстанских частных промышленных компаний в области повышения энергетической эффективности и освоения возобновляемых источников энергии. Заемщиками могут выступать только частные компании с долей собственности не менее 51% и индивидуальные предприниматели, не вовлеченные в производство, маркетинг, распространение табачной продукции, крепких алкогольных напитков, игровой и бизнес оружия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ размер кредита от 200 тыс. до 7 млн долл. США;</li> <li>▶ срок погашения – до 5 лет;</li> <li>▶ срок рассмотрения заявки – от 2 до 6 недель.</li> </ul>
<p>Европейский банк реконструкции и развития</p> <p>Программа финансирования устойчивой энергетики в Беларуси (BelSEFF)<sup>18</sup></p>	Беларусь	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ МТБанк</li> <li>▶ Белгазпромбанк</li> </ul>	<p>Заемщиками могут выступать компании производственного сектора и сектора коммерческой недвижимости; минимальный уровень сбережения энергии в результате реализации проекта в физическом объеме на единицу выпуска должен быть не менее 20% к исходному уровню.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ сумма кредита – до 100% инвестиционного бюджета;</li> <li>▶ срок погашения – до 5 лет;</li> <li>▶ процентная ставка – 8,5-9,5%;</li> <li>▶ отсрочка погашения кредита – до 2-х лет;</li> <li>▶ целевое назначение кредита – не менее 75% от суммы кредита.</li> </ul>
<p>Северный инвестиционный банк и Северная экологическая финансовая корпорация (НЕФКО)</p> <p>Программа кредитования «Чистое производство»<sup>19</sup></p>	Россия, Украина	Кредитные средства предоставляются напрямую НЕФКО	<p>Заемщиком может выступать только частное или муниципальное предприятия, выпускающее экологически чистую продукцию</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ максимальный размер займа – 350 тыс. евро;</li> <li>▶ размер кредита – до 90% от общих затрат на проект;</li> <li>▶ срок окупаемости – до 4 лет (в отдельных случаях до 8 лет);</li> <li>▶ твердая процентная ставка – 6% (евро) или 9% (руб.);</li> <li>▶ обеспечение – мин. 125% суммы займа, гарантия (напр. банка, материнской компании, муниципальная) или залог оборудования</li> </ul>

<sup>17</sup> <http://bcc.kz/smallbiz/credit/kazseff/>

<sup>18</sup> [http://www.belra.by/ru/all\\_news/economics/Kreditnoe-soglasenie-EBRR-i-Belgazprombanka-budet-podpisano-v-Minske-13-fevralja\\_i\\_623878.html](http://www.belra.by/ru/all_news/economics/Kreditnoe-soglasenie-EBRR-i-Belgazprombanka-budet-podpisano-v-Minske-13-fevralja_i_623878.html)

<sup>19</sup> [http://www.nefco.org/ru/financing/kredity\\_po\\_programme\\_chistoe\\_proizvodstvo](http://www.nefco.org/ru/financing/kredity_po_programme_chistoe_proizvodstvo)

Организация, осуществляющая финансирование и название программы (при наличии)	Страны-участницы	Примеры локальных банков-партнеров	Типовые условия финансирования проектов и требования к заемщикам
Северный инвестиционный банк  Программа энергоэффективности в России (Russia Energy Efficiency Programme, REEP) <sup>20</sup>	Россия	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Газпромбанк</li> <li>▶ ВТБ</li> </ul>	<p>Предусмотрено финансирование 2-х типов проектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ проекты, которые приведут к повышению энергоэффективности на существующих промышленных объектах (не менее 30%);</li> <li>▶ проекты замены тепловых установок в системах централизованного теплоснабжения на теплоэлектроцентрали общей мощностью менее 300 MW, использующие исключительно природный газ.</li> </ul> <p>Условия финансирования обсуждаются детально при обращении в банк-партнер<sup>21</sup></p>
Банк KfW  Программа по повышению энергоэффективности	Россия, Украина, Беларусь, Казахстан	▶ Спурт Банк	<p>Инвестиции в обновление производственных баз должно привести к энергосбережению в размере не менее 20% от среднего потребления за предыдущих 3 г.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ размер кредита – до 25 млн евро;</li> <li>▶ отсрочка погашения (льготный период) – до 3-х лет.</li> </ul>
Внешэкономбанк	Россия	▶ ОАО «МСП Банк»	<p>Внешэкономбанк участвует в реализации инвестиционных проектов, направленных на повышение энергоэффективности, если они не могут быть профинансированы коммерческими финансовыми институтами на условиях, сопоставимых с условиями финансирования, осуществляемого Внешэкономбанком.</p> <p>Инвестиционный бюджет проекта должен составлять от 10 до 200 млн долл. США.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ внутренняя ставка доходности проектов – не менее 12%;</li> <li>▶ период окупаемости проектов – не более 5 лет;</li> <li>▶ собственные средства – не менее 15% инвестиционного бюджета;</li> <li>▶ срок погашения – 3–22 г.;</li> <li>▶ льготный период – до 30% от срока погашения кредита;</li> <li>▶ обеспечение – обязательно.</li> </ul>
Укрэксимбанк	Украина	–	<p>Основными категориями приемлемых инвестиций являются такие, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ модернизация неэффективного и устаревшего оборудования и мощностей;</li> <li>▶ внедрение оборудования и процессов с высокой энергоэффективностью на новых производственных мощностях, на которых текущее потребление энергии существенно превышает объем, соответствующий существующей передовой практике;</li> <li>▶ использование отработанных газов, сбросного тепла и избыточного давления;</li> <li>▶ совершенствование систем, которое предусматривает проведение комплекса мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности;</li> <li>▶ уменьшение потерь энергии на предприятиях муниципальной собственности;</li> <li>▶ подготовка исследований по энергоэффективности и техническая помощь, уменьшение потерь энергии в зданиях.</li> </ul> <p>Инвестиционный бюджет – до 25 млн евро.</p> <p>Объем кредита – до 12,5 млн евро.</p> <p>Внутренняя ставка доходности проектов – более 10%.</p> <p>Срок погашения – до 15 лет<sup>22</sup></p>

<sup>20</sup> <http://www.reepnib.org/ru/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F>

<sup>21</sup> <http://www.reepnib.org/ru/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F>

<sup>22</sup> <http://www.eximb.com/rus/corporate/loans/energo>

Организация, осуществляющая финансирование и название программы (при наличии)	Страны-участницы	Примеры локальных банков-партнеров	Типовые условия финансирования проектов и требования к заемщикам
Сбербанк	Россия	–	<p>Осуществляется финансирование энергосберегающих проектов, в основном, посредством кредитования энергосервисных компаний. Однако в зависимости от особенностей реализации энергосберегающего проекта возможно также предоставление средств и лизинговой компании (в случае приобретения оборудования для реализации энергоэффективного проекта в лизинг), и непосредственно предприятию<sup>23</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ срок погашения – до 7 лет;</li> <li>▶ возврат кредита компанией-исполнителем осуществляется преимущественно за счет средств, генерируемых проектом;</li> <li>▶ собственные средства – не менее 30% инвестиционного бюджета</li> <li>▶ валюта кредитования – российский рубль<sup>24</sup></li> </ul>
ОАО «Газпромбанк»	Россия	–	<p>Помимо участия в специализированных программах Всемирного банка и Глобального экологического фонда, финансирует энергоэффективные проекты на базе энергосервисных контрактов в основном через собственную энергосервисную компанию (ООО «ГПБ – Энергоэффект»). Также ведется разработка других инструментов финансирования, в том числе создание специального кредитного продукта для этих целей.</p>

<sup>23</sup> Консолидированный обзор ([http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo\\_ru\\_konsolidirovanniy\\_obzor.pdf](http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo_ru_konsolidirovanniy_obzor.pdf))

<sup>24</sup> [https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsolex-un.ru%2Fsites%2Fsolex-un%2Ffiles%2Ffiles%2Fsberbank.pps&ei=OfqJUsLMFKmG4ATLolHAAw&usg=AFQjCNE-2Yd8DuQUR68Ab168XjZHGvC4wg&sig2=A3nWnRt2N--5BckMCJ\\_nOg&bvm=bv.56643336,d.bGE&cad=rjt](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsolex-un.ru%2Fsites%2Fsolex-un%2Ffiles%2Ffiles%2Fsberbank.pps&ei=OfqJUsLMFKmG4ATLolHAAw&usg=AFQjCNE-2Yd8DuQUR68Ab168XjZHGvC4wg&sig2=A3nWnRt2N--5BckMCJ_nOg&bvm=bv.56643336,d.bGE&cad=rjt)

Blank page with horizontal dotted lines for writing.



Blank page with horizontal dotted lines for writing.

Blank page with horizontal dotted lines for writing.



## Информация о Евразийском Банке Развития

Евразийский банк развития (ЕАБР) – международная финансовая организация, созданная в 2006 году. В состав участников Банка входят Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Российская Федерация, Республика Таджикистан.

ЕАБР призван содействовать развитию рыночной экономики государств-участников, их устойчивому экономическому росту и расширению торгово-экономических связей за счет осуществления инвестиционной деятельности. В своей деятельности Банк выделяет приоритеты в каждом государстве-участнике с учетом потребностей его экономики и развития конкурентоспособности, а также ресурсов Банка. В качестве общих приоритетов выделены следующие направления инвестиций:

- ▶ Финансирование проектов по развитию энергетической, транспортной и муниципальной инфраструктуры в государствах-участниках.
- ▶ Финансирование проектов, способствующих развитию торгово-экономических связей и привлечению взаимных инвестиций.
- ▶ Финансирование проектов по снижению энергоёмкости предприятий и улучшению показателей ресурсосбережения.

Банк осуществляет информационно-аналитическое сопровождение интеграционных процессов, проводит исследования и консультации с правительствами и международными организациями публикует результаты исследований по актуальным проблемам региональной интеграции и устойчивого развития в виде серии отраслевых обзоров, докладов, периодических информационных отчетов. Данная работа является логическим продолжением предыдущих исследований ЕАБР по вопросам энергоэффективности в государствах ЕЭП.

Все исследования доступны на официальном сайте ЕАБР:  
<http://www.eabr.org/rus/publications/AnalyticalReports/>

## Контактная информация

### Элла Байбикова

Начальник аналитического управления  
 Евразийский Банк Развития  
 Тел.: +7 (727) 244-40-44  
[baybikova\\_er@eabr.org](mailto:baybikova_er@eabr.org)

### Айгуль Абсаметова

Эксперт аналитического управления  
 Евразийский Банк Развития  
 Тел.: +7 (727) 244-40-44  
[absametova\\_am@eabr.org](mailto:absametova_am@eabr.org)

### Краткая информация о компании EY

EY является международным лидером в области аудита, налогообложения, сопровождения сделок и консультирования. Наши знания и качество услуг помогают укреплять доверие общественности к рынкам капитала и экономике в разных странах мира. Мы формируем выдающихся лидеров, под руководством которых наш коллектив всегда выполняет взятые на себя обязательства. Тем самым мы вносим значимый вклад в улучшение деловой среды на благо наших сотрудников, клиентов и общества в целом.

Мы взаимодействуем с компаниями из стран СНГ, помогая им в достижении бизнес-целей. В 21 офисе нашей фирмы (в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Екатеринбурге, Казани, Краснодаре, Ростове-на-Дону, Владивостоке, Южно-Сахалинске, Тольятти, Алматы, Астане, Атырау, Бишкеке, Баку, Киеве, Донецке, Ташкенте, Тбилиси, Ереване и Минске) работают 4800 специалистов.

Название EY относится к глобальной организации и может относиться к одной или нескольким компаниям, входящим в состав Ernst & Young Global Limited, каждая из которых является отдельным юридическим лицом. Ernst & Young Global Limited – юридическое лицо, созданное в соответствии с законодательством Великобритании, – является компанией, ограниченной гарантиями ее участников, и не оказывает услуг клиентам. Более подробная информация представлена на нашем сайте: [ey.com](http://ey.com).

© 2014 «Эрнст энд Янг (СНГ) Б.В.»

Все права защищены.

Информация, содержащаяся в настоящей публикации, представлена в сокращенной форме и предназначена лишь для общего ознакомления, в связи с чем она не может рассматриваться в качестве полноценной замены подробного отчета о проведенном исследовании и других упомянутых материалов и служить основанием для вынесения профессионального суждения. Компания EY не несет ответственности за ущерб, причиненный каким-либо лицом в результате действия или отказа от действия на основании сведений, содержащихся в данной публикации. По всем конкретным вопросам следует обращаться к специалисту по соответствующему направлению.

### Ксения Лещинская

Партнер, руководитель отдела услуг в области чистых технологий и устойчивого развития в СНГ, EY  
 Тел.: +7 (495) 641 2938  
[Ksenia.Leschinskaya@ru.ey.com](mailto:Ksenia.Leschinskaya@ru.ey.com)

### Константин Таранец

Ведущий консультант по энергоэффективности отдела услуг в области чистых технологий и устойчивого развития в СНГ, EY  
 Тел.: +38 044 490 3000  
[Kostiantyn.Taranets@ua.ey.com](mailto:Kostiantyn.Taranets@ua.ey.com)