

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ — ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2018 Лозенко Валерий Константинович

доктор технических наук,

профессор кафедры экономики в энергетике и промышленности

© 2018 Михеев Дмитрий Владимирович

кандидат экономических наук,

ассистент кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий

© 2018 Сухарева Евгения Викторовна

кандидат экономических наук,

доцент кафедры экономики в энергетике и промышленности

© 2018 Шиндина Татьяна Александровна

доктор экономических наук, доцент,

директор Института дополнительного дистанционного образования

Национальный исследовательский университет «Московский Энергетический Институт»

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

E-mail: lozenkovk@yandex.ru, arctic-fox17@yandex.ru,

SukharevaYevV@mpei.ru, ShindinaTA@mpei.ru

В работе сформулирована гипотеза о том, что энергоэффективность функционирования промышленных предприятий с высоким уровнем энергопотребления и энергоемкими производственными процессами является одной из основных характеристик их устойчивого развития. Доказательство гипотезы позволит организациям сконцентрировать вектор управленческой деятельности на решении ключевых проблем в сфере обеспечения устойчивого развития.

*Ключевые слова: энергоэффективность, устойчивое развитие, промышленность, энергетический менеджмент, индикатор энергоэффективности, индикатор устойчивого развития.*

Представители научного сообщества и бизнес-среды постоянно и активно подчеркивают значимость и необходимость рационального, эффективного и безопасного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в контексте реализации концепции устойчивого развития (УР), от которого зависят экологическая, социальная и экономическая устойчивости общества (так более 30% объема социального инвестирования в странах Евросоюза направлено на развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и на повышение энергоэффективности). Особое внимание в этом направлении уделяется промышленным предприятиям, имеющим высокий уровень потребления ТЭР в структуре конечного энергопотребления (в Российской Федерации (РФ) 50% ТЭР потребляется промышленностью), вносящим значительный вклад в формирование ВВП государств (доля промышленности в ВВП РФ — 22–24%), существенно влияющим на состояние окружающей среды (промышленные предприятия РФ создают более 98%

отходов и более 83% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу) и определяющим качество социально-экономической жизни социума (на промышленных предприятиях РФ создается около 20% новых рабочих мест, 20% трудоспособного населения РФ задействовано в промышленности).

С переходом экономики РФ на рыночные механизмы энергоэффективность основных производственных и обеспечивающих процессов промышленных предприятий стала одним из ключевых показателей, определяющих издержки, цену выпуска конечного продукта и их конкурентоспособность. В этой связи фактор энергоиспользования в значительной степени определяет устойчивость функционирования отдельных организаций, отраслей, регионов и страны в целом. В условиях же жесткой рыночной конкуренции низкий уровень энергоэффективности российской промышленности и экономики (энергоемкость ВВП РФ в 2,5–3 раза выше, чем в развитых странах) в совокупности

с высоким уровнем износа инфраструктуры, морально устаревшим энергоемким и экологически неэффективным оборудованием, низкой инновационной активностью, дефицитом инвестиционных средств, а также отсутствием традиций и практик системного управления энергоэффективностью (менее 0,1% промышленных предприятий имеет сертификаты соответствия требованиям международного стандарта (МС) ISO 50001:2011), препятствует обеспечению УР.

Данные обстоятельства определяет потребность в более глубоком и тщательном исследовании взаимосвязанности процессов управления энергоэффективностью организаций промышленного сектора и их УР, а также в повышении эффективности организационно-экономического механизма управления энергоэффективностью промышленных предприятий с учетом ведущей мировой практики и актуальных практических рекомендаций.

Показатели «Энергопотребление» и «Энергоэффективность» выделяются рядом исследователей как фундаментальные показатели, определяющие степень развития не только отдельных бизнес-структур, отраслей экономик, государств и общества, но и человеческой или другой внеземной цивилизации в целом [13]. Среди работ, посвященных данному вопросу, стоит отметить труды академика РАН Н.С. Кардашева, разработавшего «шкалу Кардашева» [13], и Карла Сагана, развившего идеи и подход Н.С. Кардашева [13]. С.Ю. Глазьев при исследовании технологических укладов выделяет показатель «Энергоэффективность» и доминирующий тип энергоносителя в качестве важнейших характеристик технологического уклада (ТУ) [5].

Влияние энергетической эффективности на эволюционное совершенствование технических систем (ТС) достаточно подробно было исследовано Ю.Ю. Зуевым в [7]. Ю.Ю. Зуевым было продемонстрировано, что именно повышение эффективности обмена ТС энергией с жизненной средой (ЖС) является одной из основных причин ее интегрального совершенствования. В.К. Лозенко и Д.В. Михеевым в [13, 14] на примере высокомошных парогазовых электростанций (ПГЭС) было показано, что «эволюционное совершенствование технологической инфраструктуры организации, основанное на улучшении ключевых показателей технологии приводит к»:

- «улучшению некоторых менее важных показателей эффективности, что повышает ин-

тегральную эффективность технологии/ТС» [13, 14];

- «постепенному переходу организации от более низкого уровня ТУ к более высокому уровню ТУ в результате взаимосвязанности процессов улучшения ключевых показателей эффективности технологии/ТС/инфраструктуры, обеспечения эффективности системы управления и эффективности управлением человеческими ресурсами» [13, 14].

При этом «решение такой серьезной задачи как эволюционное совершенствование ТС и создание технологических и технических инноваций требует от организации» [13, 14]:

- «эффективной системы управления и, соответственно, оптимизации внутриорганизационного взаимодействия и взаимодействия с внешней средой (как на организационно-экономическом, так и на вещественном, энергетическом и информационном уровнях)» [11,12];

- «наличия высококвалифицированного персонала, способного решать сложные инновационные задачи» [13, 14].

В [13] автором было показано, что «любая организация (по аналогии с термином Ю.Ю. Зуева — Инновационный бизнес-объект (ИБО)) на протяжении своего жизненного цикла (ЖЦ) функционирует в составе ЖС, осуществляя информационное, вещественное, энергетическое взаимодействие и оказывая экологическое, экономическое, социальное влияние на элементы, подсистемы и системы внешней и внутренней ЖС» [13]. Таким образом, показатель «Энергоэффективность» является важнейшей характеристикой как ТС, так и биосоциотехнических систем, во многом определяя их интегральную эффективность и конкурентоспособность.

Ряд специалистов подчеркивают важность энергетического фактора (иногда как ключевого) в вопросе обеспечения УР экономических систем [3, 13], в том числе и с точки зрения количественного определения и прогнозирования индикаторов УР [4]. Например, Е.В. Чумаковым отмечается, что показатель «Энергоэффективность» имеет «синергетический эффект в обеспечении эффективного и конкурентоспособного функционирования экономических систем микроуровня и должен учитываться менеджментом при управлении организацией в первую очередь» [24]. Это обстоятельство также отмечено и в работе В.Г. Селищева [23].

Характеризуя взаимосвязь показателя

«Энергоэффективность» с социальной составляющей УР, отметим, что деятельность общества и развитие человеческой цивилизации на протяжении всего своего существования характеризовались острой конкурентной борьбой за ограниченные энергетические ресурсы [13]. Важное социальное значение энергетики и топливно-энергетического комплекса (ТЭК) как структурной отрасли промышленности, неравномерное распределение, дефицит, высокая стоимость энергетических ресурсов при постоянно и быстро растущих потребностях общества, неблагоприятное влияние на экосистему определяют необходимость рационального подхода к их использованию.

А.Э. Конторович [9], Т.П. Хьюз [1], Е.В. Аметистов, А.Д. Трухний, В.В. Клименко [17], А.Л. Андреев, П.А. Бутырин [2], Д.С. Курочкин [22], Г.Э. Попов [21] в своих работах делали акцент на социальную и демографическую значимость энергетики, рациональное и эффективное использование ТЭР в хозяйственно-производственной деятельности человека на протяжении всей его истории. В трудах вышеперечисленных авторов доказывалась и демонстрировалась необходимость эффективного использования энергии как фактора, определяющего уровень развития человеческого общества и жизни населения, экономики государств, территорий, отраслей промышленности и организаций, в том числе и на основе объективных количественных показателей. Так, например, в публикациях В.В. Клименко была продемонстрирована зависимость интегрального демографического показателя (годовой естественный прирост населения  $AGR$ ) [17] от оптимального энергопотребления на душу населения ( $e^*$ ), дающая наглядное представление об энергодемографическом состоянии мира. В исследованиях Г.Э. Попова [21, 22], посвященных процессам развития энергообеспечения удаленных населенных пунктов (УНП) РФ (вне Единой Энергетической Системы (ЕЭС) России), были выявлены следующие положения:

- «устойчивость УНП должна достигаться за счет внедрения организационно-экономических механизмов управления энергоэффективностью, построенных в соответствии с требованиями МС ISO 50001:2011» [21, 22];

- «ключевым принципом управления, обеспечивающим УР УНП, является обобщенный принцип энергоменеджмента — интегральная

социально-экономическая энергоэффективность УНП» [21, 22];

- «на основе интеграции в практику управления механизма менеджмента «Социальный энергетический пакет» продемонстрировано, что принятие этой социальной нормы способствует УР УНП» [21, 22].

Функционирование энергетики и промышленности оказывает сильнейшее негативное воздействие на окружающую среду, биосферу и климатическую систему планеты Земля, что отмечалось в большом количестве научных и практических работ технического и экономического характера, например, в [3, 13, 17].

Одним из количественных подтверждений вышеприведенного утверждения является сопоставление динамики общепланетных выбросов  $CO_2$  от мирового энергопотребления с 2000 г. (рисунок 1) [16]. Стоит отметить, что особое внимание на государственном уровне проблематика экологии энергетики уделяется в странах ЕС и в нормативных документах ООН [13]. С другой стороны, неудовлетворительные значения индикаторов энергоэффективности (ИЭЭ) [4, 12, 13] промышленности являются одной из причин усугубления экологической обстановки, как за счет непосредственного воздействия загрязняющих веществ на экосистему, возникающих в результате использования ТЭР и воды, так и за счет отвлечения потенциальных инвестиционных вложений в природоохранные мероприятия на нерациональные процессы энергоиспользования. На рисунке 1 также продемонстрированы динамики изменения мирового ВВП и мирового энергопотребления согласно [16], на основе анализа которых можно сделать вывод, подтверждаемый результатами исследований Б.И. Нигматулина и А.И. Кузовкина [10]: динамика энергопотребления и эффективность использования ТЭР находятся в тесной взаимосвязанности с макроэкономическими показателями (ВВП и инвестициями в основной капитал).

С точки зрения Мирового Энергетического Совета (МИРЭС) для обеспечения УР государствам и бизнес-структурам необходимо стремиться к достижению баланса в решении энергетической трилеммы: энергетическая безопасность, энергетическое равенство и экологическая устойчивость [20]. Это должно достигаться за счет реализации следующих направлений: «осуществление нормативно-правовых преоб-

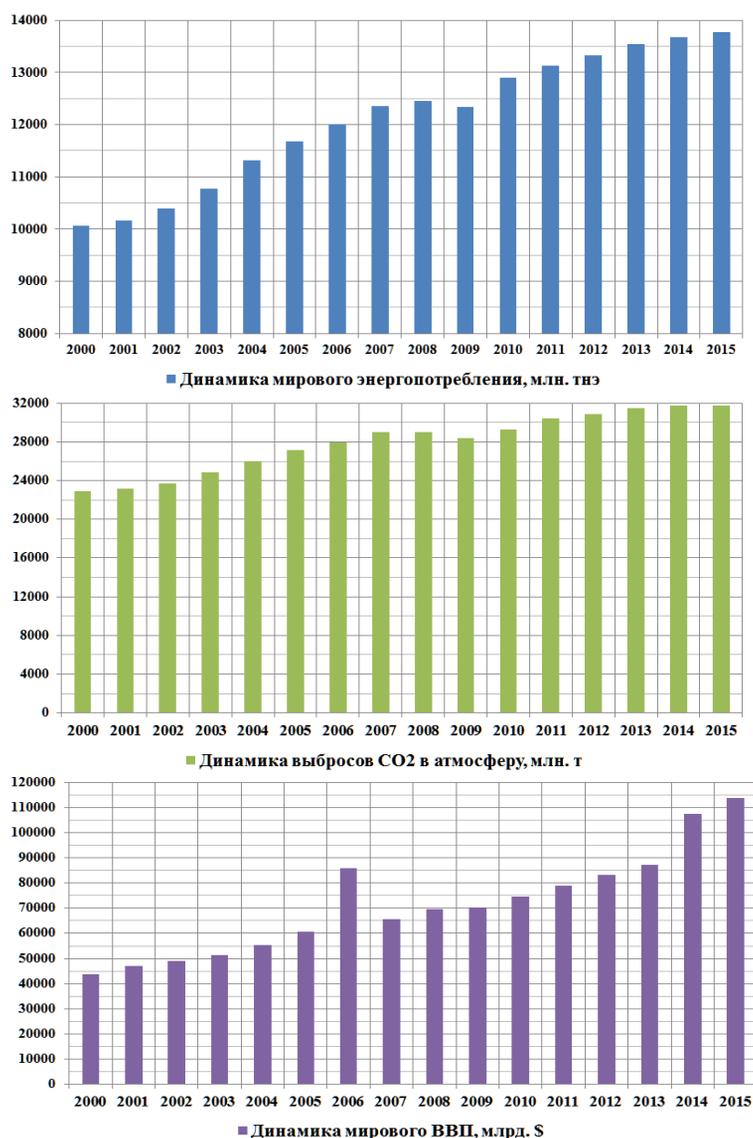


Рис. 1. Динамика мирового энергопотребления, ВВП и выбросов CO2

Источник: составлено авторами на основе данных Enerdata [16]

разований в области энергосбережения, обеспечение всеобщего равного доступа к ТЭР, оптимизация инвестиционных решений, повышение энергоэффективности и управление спросом на ТЭР, декарбонизация энергетики за счет применения ВИЭ» [20].

Рассмотрев важность энергетического фактора при реализации концепции УР и проанализировав труды исследователей в данной области, перейдем к подтверждению сформулированной гипотезы о возможности обеспечения УР промышленного предприятия за счет повышения энергоэффективности его функционирования. Для этого применим процессный подход к управлению энергоиспользованием. На рисунке 2 представлена модель, в общем виде описывающая процессы энергоиспользования органи-

зации и трансформации энергетических потерь организации в потери устойчивости (экологические, экономические и социальные) в соответствии с методологией IDEFO [11]. Атрибутами процесса П1 являются энергетические ресурсы (вход), рационально используемые энергоресурсы (выход), энергетические потери (потери), управляющие воздействия и неперерабатываемые ресурсы (механизмы). Атрибутами процесса П2 являются энергетические потери (вход), потери экологической, экономической и социальной устойчивости (выход), формирующие итоговые потери устойчивости организации потери, управляющие воздействия и неперерабатываемые ресурсы. Атрибуты рассматриваемых процессов определяются в зависимости от конкретного рассматриваемого случая.

Очевидно, что разные показатели экологической (экономической, социальной) устойчивости могут иметь различные единицы измерения. Следовательно, сначала необходимо определить каждый вид потерь экологической ( $\Delta ECO$ ), экономической ( $\Delta ECON$ ) и социальной ( $\Delta SOC$ ) устойчивости, обусловленных возникновением энергопотерь, по отдельности:

$$\Delta ECO_k = \Delta eco_k \cdot \Delta W_k$$

$$\Delta ECON_i = \Delta econ_i \cdot \Delta W_i$$

$$\Delta SOC_m = \Delta soc_m \cdot \Delta W_m$$

где  $k, 1, m$  — порядковый номер каждого вида экологических, экономических и социальных потерь устойчивости, обусловленных энергопотерями;

$\Delta eco_k, \Delta econ_i, \Delta soc_m$  — удельные показатели каждого вида экологических, экономических и социальных потерь устойчивости, обусловленных энергопотерями;

$\Delta W_k, \Delta W_i, \Delta W_m$  — энергетические потери, приходящиеся на каждый класс (экологический, экономический, социальный) потерь устойчивости организации.

Таким образом, определение интегральных потерь устойчивости может быть осуществлено нахождением всех видов экологических, экономических и социальных потерь, обусловленных возникновением потерь энергоресурсов.

В качестве примера сравним фактические показатели деятельности алюминиевых заводов (Саяногорский алюминиевый завод (САЗ) и (Красноярский алюминиевый завод)) Объединенной Компании «РУСАЛ» (ОК «РУСАЛ») и АО «Казахстанский электролизный завод» (АО «КЭЗ») в производственной сфере (предприятия занимаются выплавкой товарного алюминия) и в сфере энергоиспользования. Удельный

расход электроэнергии САЗ на выплавку 1 т алюминия составляет 14627 кВт·ч/т [18], КраЗ — 15492 кВт·ч/т [18], АО «КЭЗ» — 13460 кВт·ч/т (проектное значение), 13100 кВт·ч/т (текущее значение, соответствующее лучшим мировым аналогам) [8].

Таким образом, нерациональные потери электроэнергии для САЗ и КраЗ будут складываться из перерасхода электроэнергии на выработку алюминия из-за больших значений удельного расхода (кВт·ч/т). Производительность САЗ составляет 542000 т алюминия в год, а КраЗ — 1024000 алюминия в год [18]. Для создания одинаковых условий примем, что тариф на электроэнергию будет равен среднему тарифу Оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ) России за 2016 г. в соответствии с данными Минэнерго РФ (вторая ценовая зона «Сибирь», рынок на сутки вперед — 0,80958 руб./кВт·ч).

Атрибутами процесса трансформации нерационального расхода электроэнергии (рисунок 2) являются: перерасход электроэнергии  $\Delta W$  (вход), нормативная документация, документация организации, технологические инструкции и т.д. (управляющие воздействия), система менеджмента, инфраструктура и человеческие ресурсы (неперерабатываемые ресурсы), экологические, экономические и социальные потери устойчивости (выходы).

Далее определим потери устойчивости САЗ и КраЗ, обусловленные перерасходом электроэнергии на выполнение технологического процесса.

Заводы ОК «РУСАЛ» получают «чистую» электроэнергию от гидроэлектростанций (ГЭС), поэтому для наглядности произведем расчет для двух случаев: электроснабжение осуществляется от ГЭС (в этом случае экопотери будут равны 0)



Рис. 2. Процессная модель трансформации энергетических потерь в потери устойчивости организации  
 Источник: разработано авторами

и от ТЭС (смоделированная ситуация). Во втором случае экологические потери  $\Delta ECO_1$  (кг),  $\Delta ECO_2$  (тыс. м<sup>3</sup>),  $\Delta ECO_3$  (кг) будут определяться как произведение удельного выброса загрязняющих веществ в атмосферу  $\Delta eco_1$  (2,250 кг/МВт·ч), удельного сброса сточных вод  $\Delta eco_2$  (0,042 тыс. м<sup>3</sup>/МВт·ч) и удельного образования отходов производства  $\Delta eco_3$  (30,593 кг/МВт·ч) на количество перерасходованной в год электроэнергии ( $\Delta W$ ):

$$\Delta ECO_1 = \Delta eco_1 \cdot \Delta W / 1000, \text{ т.}$$

$$\Delta ECO_2 = \Delta eco_2 \cdot \Delta W, \text{ тыс. м}^3.$$

$$\Delta ECO_3 = \Delta eco_3 \cdot \Delta W / 1000, \text{ т.}$$

Оценивая экономические и социальные потери устойчивости, можно сделать допущение, что экономические потери ( $\Delta ECON_1$ ) составят 99% перерасходованной в год электроэнергии в денежном выражении, а экологические ( $\Delta SOC_1$  — расходы на благотворительность и социальное инвестирование) — 1%:

$$\Delta ECON_1 = \Delta econ_1 \cdot \Delta W / 106 \cdot 0,99, \text{ млн. руб.},$$

$$\Delta SOC_1 = \Delta soc_1 \cdot \Delta W / 106 \cdot 0,01, \text{ млн. руб.},$$

где  $\Delta econ_1 = \Delta soc_1$  — средневзвешенный тариф на электроэнергию на рынке на сутки вперед ОРЭМ (руб./кВт·ч).

Результаты расчета для каждого завода сведены в табл. 1. Таким образом, низкий показатель энергоэффективности основного производственно-технологического процесса САЗ и КрАЗ

ОК «РУСАЛ» приводит к существенным экономическим и социальным потерям устойчивости функционирования. При этом применение ВИЭ (в данном случае ГЭС) является эффективной мерой по повышению экологической устойчивости организации и экономики в целом, что и отражено в энергетической политике ОК «РУСАЛ» [18].

Предложенная процессная модель трансформации энергетических потерь промышленного предприятия в потери устойчивости (экологические, экономические и социальные) и расчеты, проведенные на примере алюминиевых заводов РФ, свидетельствуют о том, что повышение энергоэффективности (в данном случае снижение энергопотерь) приводит к повышению устойчивости функционирования организации. Это достигается за счет снижения негативных экологических, экономических и социальных воздействий, вызванных нерациональным процессом энергоиспользования на предприятии.

При этом повышение энергоэффективности промышленного предприятия создает положительный эффект не только для самого предприятия, но и для внешней среды, в рамках которой оно функционирует. В макроэкономическом разрезе это очевидно при анализе структуры выбросов парниковых газов в РФ. Так в соответствии с данными Росстата (табл. 2) свыше 90%

Таблица 1. Результаты оценки потерь устойчивости алюминиевых заводов ОК «РУСАЛ»

Показатель	Электроснабжение от ГЭС		Электроснабжение от ТЭС	
	САЗ	КрАЗ	САЗ	КрАЗ
$\Delta W$ , кВт·ч	827634000	2449408000	827634000	2449408000
$\Delta ECO_1$ , т	0	0	1862,177	5511,168
$\Delta ECO_2$ , тыс. м <sup>3</sup>	0	0	34760,628	102875,136
$\Delta ECO_3$ , т	0	0	25319,807	74934,739
$\Delta ECON_1$ , млн. руб.	663,336	1963,162	663,336	1963,162
$\Delta SOC_1$ , млн. руб.	6,700	19,830	6,700	19,830

Источник: составлено автором

Таблица 2. Структура выбросов парниковых газов в РФ в 2014 г. [19]

Источник выбросов парниковых газов	2014 г.	
	млн. т	%
Энергетика	2191,15	82,72%
Обрабатывающие производства	212,72	8,03%
Сельское хозяйство	132,43	5,00%
Отходы	112,57	4,25%
Всего без учета землепользования и лесного хозяйства	2648,87	100,00%
Сокращение выбросов за счет землепользования и лесного хозяйства	-513,03	-
Всего с учетом землепользования и лесного хозяйства	2135,84	-

Источник: обработано авторами по статистическим данным Росстата [19]

выбросов создаются в результате функционирования ТЭК и обрабатывающих производств, при этом около 19% от суммарных выбросов нейтрализуются за счет землепользования и лесного хозяйства. В этой связи обеспечение рационального энергоиспользования в промышленности и энергетике должно привести к непосредственному сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу и дополнительному инвестированию высвободившихся финансовых средств на природоохранную деятельность и на развитие землепользования и лесного хозяйства, что в итоге позволит достичь двойного эффекта в обеспечении экологической устойчивости.

Для наглядной демонстрации вышесказанного произведем оценку положительного эффекта для экологической и экономической составляющих УР экономики РФ от повышения энергоэффективности. Ввиду недостаточности статистических данных за 2015–2016 гг. расчет будет производиться для 2014 г. в предположении того, что экономия первичного топлива в ТЭК составляет 20 млн. т у.т. при одинаковом значении ВВП. Первоначально определим удельный показатель «Образование парниковых газов на 1 т у.т.» (т CO<sub>2</sub>/т у.т.) как отношение выбросов парниковых газов без учета землепользования и лесного хозяйства, обусловленных энергетикой (таблица 2), к общему энергопотреблению в РФ:  $2191,15/2584,90=0,8477$  т CO<sub>2</sub>/т у.т. Далее определим новые значения энергопотребления в РФ, экспорта энергоресурсов и выбросов парников газов (табл. 3).

Таким образом, с учетом проведенного критического обзора научной литературы, анализа российской промышленности и расчетов на

примере алюминиевых заводов ОК «РУСАЛ» можно сделать обоснованный вывод о том, что ИЭЭ являются трансдисциплинарными и отображают воздействие процессов использования энергии на все три общепринятые составляющие устойчивого развития [233, 13], а показатель хозяйственно-производственной деятельности «Энергоэффективность» является одной из основных характеристик устойчивого развития экономики и промышленных предприятий, в особенности с высоким уровнем энергопотребления и энергоемкими производственными процессами, что концептуально представлено на рисунке 3.

### Выводы.

1. Критический анализ современных научных работ, анализ статистических данных, расчет потерь устойчивости функционирования промышленных предприятий с применением модели трансформации потерь энергии в потери устойчивости, оценка влияния энергоэффективности на экологическую и экономическую устойчивость экономики РФ подтвердили гипотезу о том, что показатель «Энергоэффективность» является одной из ключевых характеристик УР. Обеспечение УР промышленных предприятий РФ должно достигаться за счет повышения их интегрального уровня энергоэффективности, не приводящего к негативным последствиям для экономической, экологической и социальной составляющих УР и для интегрального индикатора УР.

2. Основным направлением по обеспечению энергетической устойчивости промышленных предприятий РФ является внедрение в прак-

Таблица 3. Положительные экологический и экономический эффекты от повышения энергоэффективности российской экономики [19]

Показатели	Без экономии ТЭР	С экономией ТЭР
Общее энергопотребление, млн. т у.т.	2584,90	2564,90
Экспорт энергоресурсов, млн. т у.т.	1293,70	1313,70
Экономия энергоресурсов, млн. т у.т.	20	-
Итого энергоресурсов, млн. т у.т.	3878,60	3878,60
Образование парниковых газов на 1 т у.т., т CO <sub>2</sub> /т у.т.	0,8477	
Выбросы парниковых газов без учета землепользования и лесного хозяйства, млн. т	2648,87	2631,92
Сокращение выбросов за счет землепользования и лесного хозяйства, млн. т	-513,03	-513,03
Выбросы парниковых газов с учетом землепользования и лесного хозяйства, млн. т	2135,84	2118,89
Снижение выбросов парниковых газов за счет повышения энергоэффективности, млн. т	-	16,95

Источник: рассчитано автором по статистическим данным Росстата [19]

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ					
СОЦИАЛЬНЫЕ		ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ		ЭКОНОМИЧЕСКИЕ	
↑ Доступность энергетических ресурсов		↑ Инвестиции в природоохранную деятельность		↓ Издержки	
↑ Удовлетворенность стейкхолдеров		↓ Уровень загрязнения экосферы		↑ Прибыль	
↑ Кооперация с образовательными и научными учреждениями		↑ Экологическая обстановка		↑ Эффективность производственного процесса и качество продукции	
↑ Социальное инвестирование		↑ Сохранность флоры и фауны, биоразнообразия		↑ Конкурентоспособность	
↑ Уровень образованности		↑ Здоровье людей		↑ Экономия первичного топлива и его экспорт	
↑ Уровень дохода		↑ Глобальные цели в области экологии		↑ Налоговые отчисления в бюджет	
↑ Социальная защищенность персонала				↑ Инвестиции в инновационное развитие	
↑ Создание новых рабочих мест				↑ Развитие рынка консалтинговых услуг	
↑ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ↑					
Энергия является важнейшей фундаментальной физической величиной	Энергоэффективность является характеристикой развития общества и цивилизации на всех исторических этапах существования человечества	Энергоэффективность является характеристикой технологических укладов и одним из основных показателей эволюционного совершенствования технических систем	Энергоэффективность является характеристикой, определяющей эффективность функционирования промышленности и развития бизнеса	Эффективность и рациональность использования энергетических ресурсов являются детерминантами высокого качества жизни, гармоничного развития населения и бережного отношения человечества к природе	Повышение энергоэффективности оказывает благоприятное воздействие на экологическую, социальную и финансово-экономическую составляющие устойчивого развития
	ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ				

Рис. 3. Энергоэффективность как важнейшая характеристика УР

Источник: разработано авторами

тику управления результативного организационно-экономического механизма управления энергоэффективностью на основе системного подхода и лучшей мировой практики в области управления энергоиспользованием (на базе международного стандарта ISO 50001:2011

«Energy management systems — Requirements with guidance for use») [13].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00883 А.

### Библиографический список

1. Hughes T.P. Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880–1930 // Baltimore: John Hopkins University Press, 1983.
2. Андреев А.Л., Бутырин П.А., Горохов В.Г. Социология техники // Москва. 2009. 286 с.
3. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие // Москва. Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2010. 148 с.
4. Бобылев С.Н., Зубаревич Н.В., Соловьева С.В., Власов Ю.С. Устойчивое развитие: Методология и методики измерения // М.: Экономика, 2011. 358 с.
5. Глазьев С.Ю. Современная теория длинных волн в развитии экономики [Электронный ресурс] / Сергей Глазьев. Официальный сайт. URL: <http://www.glazev.ru/upload/iblock/77b/77b8141cdfc1038b78520f79fc9acd40.pdf> (дата обращения: 04.08.2016).
6. Демирчян К.С., Демирчян К.К., Данилевич Я.Б., Кондратьев К.Я. Глобальное потепление, энергетика и геополитика // Известия РАН. Энергетика. 2002. № 3. С. 18–46.
7. Зуев Ю.Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений // Москва. 2006. 408 с.
8. Ибрагимов А.Т., Пак Р.В. Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод // Павлодар: 2009. 276 с.
9. Конторович А.Э., Коржубаев А.Г. Энергия рождает энергию. Энергетика в устойчивом развитии мирового сообщества // ЭКО: экономика и организация промышленного производства. 2002. № 8. С. 54–66.
10. Кузовкин А.И. О прогнозировании спроса на электроэнергию в зависимости от темпов роста ВВП и цен // Микроэкономика. 2014. № 1. С. 27–30.
11. Курочкин Д.С. Инновационный механизм повышения эффективности внедрения процессного подхода к управлению предприятием: дис. канд. экон. наук: 08.00.05. Москва, 2009. 174 с.
12. Лозенко В.К., Михеев Д.В. Построение системы индикаторов энергоэффективности организации и практика их расчета по критериям Постановлений Правительства РФ // Транспортное дело России. 2015. № 3. С. 124–129.

13. Лозенко В.К., Михеев Д.В. Управление энергоэффективностью и устойчивое развитие организаций // Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. 284 с.
14. Лозенко В.К., Михеев Д.В., Оклей П.И., Роголев А.Н. Эволюция ключевого показателя эффективности мощных парогазовых установок // Микроэкономика. 2015. № 4. С. 58–61.
15. Любушин Н.П., Бабичева Н.Э., Усачев Д.Г., Шустова М.Н. Энергоэффективность и энергосбережение как факторы ресурсоориентированного подхода, характеризующие устойчивое развитие экономических систем // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. № 48 (282). С. 13–23.
16. Мировая энергетическая статистика. Ежегодник 2016 [Электронный ресурс] / Enerdata. URL: <https://yearbook.enerdata.ru> (дата обращения: 16.02.2017).
17. Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 1. Современная теплоэнергетика / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 472 с.
18. Отчет об устойчивом развитии ОК РУСАЛ за 2015 год [Электронный ресурс] / РУСАЛ. URL: [http://sr.rusal.ru/upload/iblock/0e9/SR-2015\\_rus\\_final.pdf](http://sr.rusal.ru/upload/iblock/0e9/SR-2015_rus_final.pdf) (дата обращения: 13.06.2017).
19. Официальная статистика [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/) (дата обращения: 21.03.2018).
20. Павлов А.С. Переход к новой энергетической политике // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение. 2016. № 4(37). С. 136–140.
21. Попов Г.Э. Разработка механизмов управления процессом развития энергоснабжения удаленных населенных пунктов России на основе принципов энергетического менеджмента: автореферат дис. канд. экон. наук: 08.00.05. Москва, 2016. 19 с.
22. Попов Г.Э., Тульчинская Я.И., Курочкин Д.С. Энергодемографические показатели регионов России как фактор развития энергообеспечивающих инфраструктур // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Серия «Социально-экономические науки». 2015. № 1. С. 11–26.
23. Селищев В.Г. Энергоэффективность как фактор устойчивого развития: опыт, тенденции и перспективы (на примере стран «Большой восьмерки»): автореферат дис. канд. экон. наук: 08.00.14. Москва, 2014. 24 с.
24. Чумаков Е.В. Стратегическое управление энергоэффективностью промышленных предприятий: автореферат дис. канд. экон. наук: 08.00.05. Белгород, 2013. 26 с.

Поступила в редакцию 30.05.2018 г