

УДК 620.97

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Трушаков Р.В., Бобков В.И.

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Смоленск,
e-mail: vovabobkoff@mail.ru

В статье исследуются особенности оценки энергетической эффективности на примере промышленного предприятия. Получены объективные данные по энергетическому обследованию предприятия промышленности об объемах потребляемых энергетических ресурсов. Выявлены факторы энергетической эффективности, предусмотренные программой энергосбережения в 2020–2021 гг. На 2022–2025 гг. представлена программа энергосбережения и увеличения энергетической эффективности объектов энергопотребления. Представлены объективные научно обоснованные показатели объемов потребляемых энергоресурсов. Выявлен потенциал в энергосбережении и увеличении энергетической эффективности, с учётом потребления электрической энергии и природного газа. По реализации энергосберегающих мероприятий, согласованных с оценкой повышения энергоресурсоэффективности, рассчитана максимальная годовая экономия, в том числе экономия за счет снижения объемов ремонтных работ и уменьшения затрат на заработную плату. Разработан и научно обоснован список процедур, направленных на повышение энергетической эффективности и энергосбережение, представлена оценка стоимости предложенных процедур. По итогам энергообследования выявлен энергосберегающий потенциал при внедрении предложенных мероприятий, в том числе по электрической энергии, по природному газу, а также в части потребления воды. Научно обоснована максимальная годовая экономия, в том числе экономия за счет снижения объемов ремонтных работ и уменьшения затрат на заработную плату. Предложены энергосберегающие мероприятия, повышающие энергетическую эффективность, представлена оценка стоимости предлагаемых мероприятий.

Ключевые слова: энергия, энергоэффективность, энергосбережение, рабочее место, организация производства, мониторинг, топливно-энергетические ресурсы

FEATURES OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING ENERGY EFFICIENCY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Trushakov R.V., Bobkov V.I.

Smolensk Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute, Smolensk,
e-mail: vovabobkoff@mail.ru

The article explores the peculiarities of energy efficiency assessment using the example of an industrial enterprise. Objective data were obtained on the energy survey of the industrial enterprise on the volumes of consumed energy resources. Energy efficiency factors stipulated by the energy saving program in 2020-2021 were identified. As of 2022-2025, a program of energy saving and increasing the energy efficiency of energy consumption facilities was presented. Objective scientifically based indicators of the volume of consumed energy resources are presented. The potential in energy saving and increasing energy efficiency was identified, taking into account the consumption of electric energy and natural gas. According to the implementation of energy-saving measures agreed with the assessment of the increase in energy efficiency, the maximum annual savings are calculated, including savings due to a decrease in the volume of repair work and a decrease in salary costs. A list of procedures aimed at improving energy efficiency and energy saving has been developed and scientifically justified, and an estimate of the cost of the proposed procedures has been presented. According to the results of the energy survey, energy-saving potential was identified when introducing the proposed measures, including: on electric energy, on natural gas, as well as on water consumption. The maximum annual savings are scientifically justified, including savings due to a decrease in the volume of repair work and a decrease in salary costs. Proposed energy-saving measures that increase energy efficiency, presented an estimate of the cost of the proposed measures.

Keywords: energy, energy efficiency, energy conservation, workplace, organization of production, monitoring, fuel and energy resources

Важнейшим фактором, влияющим на эффективность финансовых затрат по энергосберегающим процедурам, будет являться прогнозируемый наибольший период окупаемости энергосберегающих процедур, учитывающий весь объём капитальных затрат, включающий полный комплекс работ, таких как разработка, проектирование, монтаж, пуско-наладку и т.п. [1, 2].

Экономический успех при проведении энергосберегающих процедур максимально зависит от прогнозной цены энергетиче-

ских ресурсов. С увеличением стоимости энергоресурсов повышается и денежная экономия [3, 4].

Прогнозируемый период окупаемости вычисляется из уравнения связывающего одновременно сделанные капитальные затраты и суммарную ожидаемую доходность, учитывающую возрастание её по времени:

$$T = C_{\text{КАП}} / \Delta \mathcal{E},$$

где $C_{\text{КАП}}$ – суммарные затраты на внедрение мероприятия; $\Delta \mathcal{E}$ – суммарная эффектив-

ность мероприятия, учитывающая экономию энергетических ресурсов, обновление технологии, совершенствование производства, уменьшение ремонтных затрат и другие положительные факторы за первый год, руб.

Цель настоящего исследования – получить научно обоснованные данные об объеме используемых энергоресурсов, по результатам энергетического обследования промышленного предприятия. Определить показатели энергетической эффективности, наметить подходы к энергосберегающим мероприятиям. В срок 2022–2025 гг. представить энергосберегающую программу по повышению энергетической эффективности энергопотребляющих объектов на промышленном предприятии. Выявить и обосновать потенциал энергосбережения и повысить энергетическую эффективность [5, 6].

При определении эффективности финансовых затрат принимались следующие усредненные тарифы: электроэнергия – 7,17 руб./кВт·ч; природный газ – 6,09578 тыс. руб./тыс.м³; водоснабжение – 23,05 руб./м³; водоотведение – 16,93 руб./м³.

Наладка системы отопления. Важнейшим фактором стратегического развития в теплоснабжении России на период до 2030 г. является «Обновление тепловых сетей».

В тепловых сетях большинства промышленных предприятий наблюдается неправильная регулировка тепловых и ги-

дравлических режимов, некоторые объекты инфраструктуры отапливаются некачественно, нет объективной комплексной картины перераспределения тепловой энергии в системе энергообеспечения (системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения). По объектам инфраструктуры промышленных предприятий предлагается провести энергосберегающие мероприятия в рамках режимно-наладочных работ в системах теплоснабжения: во-первых, гидравлический расчет; во-вторых, выполнение наладочных работ по результатам гидравлического расчета; в-третьих, переоборудование сетей систем теплоснабжения (тепловая изоляция, оптимизация диаметров) по результатам гидравлического расчета [7, 8]. Проведение предлагаемых мероприятий позволит равномерно перераспределить тепловую нагрузку между объектами инфраструктуры и повысит энергоэффективность теплоснабжения [9, 10].

Организационные мероприятия по устранению протечек воды в кранах и унитазах. Мероприятие является эксплуатационным, ежегодным. Расчет технико-экономических показателей мероприятия по устранению протечек воды в кранах и унитазах представлен в табл. 1.

Регулярное мытье окон в помещениях позволяет снизить потребление электроэнергии на нужды освещения до 15 %. Затраты на данное мероприятие включают в себя премиальные отчисления клининговому персоналу [11, 12].

Таблица 1

Технико-экономические показатели мероприятия по устранению протечек воды в кранах и унитазах

№ пп.	Наименование	Значение	Единица измерения
1.	Приблизительная утечка воды из одного капающего крана в год	3,942	м ³
2.	Количество кранов	69	шт.
3.	Принятый процент текущих	10	%
4.	Годовые потери воды	27	м ³
5.	Приблизительная утечка воды из текущего унитаза в год	39,42	м ³
6.	Количество унитазов	55	шт.
7.	Принятый процент текущих	10	%
8.	Годовые потери воды	216,81	м ³
9.	Итого снижение потерь воды при своевременном устранении протечек	244	м ³
		9,756	тыс. руб.
10.	Затраты на устранение протечек ежегодные	3,4	тыс. руб.
11.	Простой срок окупаемости	0,35	года

Таблица 2

Технико-экономические показатели мероприятия
по замене ламп накаливания на светодиодные

№ пп.	Наименование	Значение	Единица измерения
1	Количество заменяемых ламп	51	шт.
2	Годовая экономия электроэнергии	3,373	тыс. кВт·ч
		24,188	тыс. руб.
3	Затраты	3,315	тыс. руб.
4	Простой срок окупаемости	0,14	год

Из опыта эксплуатации установлено, что загрязненная лампа имеет гораздо более низкий коэффициент излучения (по разным оценкам от 15 до 50%). Этот показатель сильно зависит от толщины и рода пыли. Особенно быстро происходит загрязнение уличных и внутрицеховых осветительных установок [13].

Поэтому рекомендуется проводить регулярную чистку ламп и отражателей с помощью мыльного раствора с добавлением нашатыря.

Данное мероприятие характеризуется, как организационное беззатратное и реализуется службой энергохозяйства предприятия по согласованию с руководством. К установке предлагается лампа СД мощностью 9 Вт с характеристиками: мощность (W) – 9 Вт; напряжение, V220 (240 В); срок службы – 30 000 ч; аналог ламп накаливания (W) – 60 Вт; индекс цветопередачи – Ra > 80; освещённость, 700–750 Лм.

Учитывая среднегодовое время работы системы освещения в сутки 1297 ч, срок службы лампы составит 23 года. Расчет технико-экономических показателей и срока окупаемости мероприятия по замене ламп накаливания напряжением 220 В на светодиодные представлен в табл. 2.

Внедрение системы технического учета электроэнергии по направлениям в рамках установленной системы АС ТУЭ – данное мероприятие также позволит оперативно отслеживать использование электроэнергии по направлениям и выявлять нерациональное использование.

Цель внедрения АС ТУЭ определяется режимом рационального расходования энергоресурсов, уменьшением удельных затрат энергетических ресурсов на единицу произведённой продукции и обеспечением бесперебойного качественного энергоснабжения за счет оперативной подачи объективной информации для расчёта и анализа данных по эффективности использования энергоресурсов технологическими и струк-

турными объектами промышленных предприятий; ведения контроля за режимом функционирования энергоснабжения.

АС ТУЭ помогает ответить на «вечные» вопросы: почему? сколько? когда? где? – производство потребило энергоресурсов; где? как? когда? за счет чего? – потребление энергии можно снизить и сколько это будет стоить. Отсутствие точного ответа на эти вопросы приводит к необоснованным завышенным показателям потребляемой промышленным предприятием электроэнергии, а значит, к возрастанию себестоимости выпускаемой продукции, а это уменьшает конкурентоспособность предприятия [14].

В настоящее время из-за тенденции увеличения стоимости энергетических ресурсов их составляющая в себестоимости продукции для промышленных предприятий существенно увеличилась и иногда достигает 25–30%, а для энергоемких производств – 35% и более. Показатель высокой цены и тренд удорожания энергоресурсов обеспечивают существенные преобразования к подходам учёта энергоресурсов в энергоемких инфраструктурных субъектах и на предприятиях промышленности в целом [15]. Таким образом, весьма эффективным способом уменьшения расхода электроэнергии будет разработка и запуск АС ТУЭ на промышленных предприятиях.

АС ТУЭ предназначена для своевременного учета потребляемых энергетических ресурсов объектами инфраструктуры промышленных предприятий: цехами, участками и отдельными потребителями энергии; расчёта объёмов энергоресурсов на основные производственные и второстепенные вспомогательные нужды; вычисления удельных расходов энергии на единицу произведённой продукции; анализ эффективности расходования энергетических ресурсов; информационная и цифровизированная поддержка принятия решений по мероприятиям энергосбережения.

Главный функционал АС ТУЭ – аккумулярование, надёжное хранение и обработка данных учёта; представление объективной информации по всем подразделениям об объёмах потреблённых энергоресурсов в реальном времени; полный анализ эффективного использования энергетических ресурсов; контроль режимных параметров преобразования сырьевых ресурсов в энергетические; диспетчеризация состояний энергообъектов и энергоёмких потребителей; анализ освоения энергоресурсов, обеспечивающий контроль количества и качества производимой продукции; учёт рабочего времени и эффективности использования энергетического оборудования; контроль ресурса и режимов функционирования энергетического оборудования.

Информация технического учета энергоресурсов обеспечивает: разработку и усовершенствование норм потребления энергоресурсов; контроль соблюдения норм потребления; долговременное и оперативное планирование потребления энергоресурсов; оценку рационального использования технологического, энергетического и вспомогательного оборудования; разработку и внедрение режимных карт, оптимизирующих режимы потребления энергоресурсов с учётом технологических особенностей производства; контроль исполнения режимных карт; контроль моторесурса технологического и энергетического оборудования, обеспечивающий своевременное проведение его обслуживания; выявление случаев неэффективного использования энергоресурсов и причин их возникновения; разработку организационно-технических мероприятий по энергосбережению.

Принципы рациональной организации измерений в системе технического учёта: методы и средства учета энергоресурсов должны обеспечивать заданную точность и достоверность измерений; измерения проводятся только в тех точках, информация по которым используется в целевых задачах учета; по возможности должно обеспечи-

ваться совмещение функций учета и функций технологических и (или) режимных измерений и управления; учет по равномерным нагрузкам производится по продолжительности работы и характерному уровню мощности нагрузки, с периодическим контролем точности учета.

Стоимость системы с установкой и наладкой составляет 900 тыс. руб. По экспертным оценкам экономия электроэнергии от внедрения АИС ТУЭ составляет 2–10% в зависимости от структуры потребления. Так, например, экономия (7%) электроэнергии на предприятии достигает 98,597 тыс. кВт·ч. При тарифе 7,17 руб./кВт·ч годовая экономия составит 706,943 тыс. руб. Срок окупаемости: $T = 900 / 706,943 = 1,27$ г.

Изоляция трубопровода горячей воды в помещении подвала. Потери тепловой энергии с неизолированного трубопровода в пять раз превышают потери с изолированного по всем правилам. Для изоляции предлагается материал K-FLEX с покровным слоем.

Характеристики материала: теплоизоляция K-FLEX в зависимости от марки может применяться для тепловой изоляции внешних поверхностей в диапазоне температур от -200 до +150 °С. Период службы, с учётом теплового износа составляет около 20 лет. Эти материалы не способствуют самовозгоранию и не позволяют пламени распространяться по поверхности, а также отличаются пониженной токсичностью продуктов горения и очень уменьшенным образованием дыма. Теплоизоляционные материалы K-FLEX обладают повышенным диффузионным сопротивлением и высоким нейтральным показателем кислотности. Они в процессе эксплуатации мало подвержены увлажнению, то есть исключают процесс коррозии. Теплопроводность материала 0,041–0,045 Вт/м·°С.

Расчет технико-экономических показателей и срока окупаемости мероприятия по изоляции трубопровода горячей воды в помещении подвала представлен в табл. 3.

Таблица 3

Технико-экономические показатели срока окупаемости мероприятия по изоляции трубопровода горячей воды в помещении подвала

№ пп.	Наименование	Значение	Единица измерения
1.	Экономия тепловой энергии	30,3809	Гкал
2.	В газовом эквиваленте	4,29	тыс. м ³
		26,15	тыс. руб.
3.	Затраты на теплоизоляцию	45,213	тыс. руб.
4.	Срок службы	20	лет
5.	Простой срок окупаемости	1,73	лет

Покрытие ALU – это изоляционный материал, состоящий из трех слоёв алюминиевой фольги толщиной 9 мкм каждый из двух слоёв ПЭТФ пленки толщиной 23 мкм каждый. Оно используется и как теплоизоляционный материал, и как укрывной материал на внешнем слое на объектах, находящихся в открытой среде, а также в производственных помещениях и в подземных теплотрассах. Это покрытие осуществляет защиту от негативного действия ультрафиолетового излучения и случайных механических воздействий.

Внедрение дежурного отопления. Одним из способов снизить потребление тепловой энергии для отопления будет приобретение и установка регулятора отпуска тепловой энергии на нужды отопления помещений с применением автоматического регулирования. Установка регулятора позволит:

- устранить перерасход тепловой энергии в переходные периоды отопительного сезона (сентябрь, апрель), когда зачастую наблюдаются перерасходы тепловой энергии (температура внутреннего воздуха значительно выше нормативной),

- организовать дежурное отопление помещений, когда в нерабочее время и в выходные дни температура внутри помещений опускается до 5–10 °С, что позволяет сэкономить значительное количество тепловой энергии.

Расчет технико-экономических показателей и срока окупаемости мероприятия по внедрению дежурного отопления представлен в табл. 4.

Установка отражателей за отопительными приборами. После того как произведе-

на наладка системы отопления и внедрена автоматическая система регулирования, целесообразно установить теплоотражатели для радиаторов отопления.

Теплоотражатели (тепловые зеркала) для отопительных приборов представляют собой теплоизоляционные прокладки с отражающим слоем, устанавливаемые за отопительным радиатором на стене с помощью двустороннего скотча. Дополнительным мероприятием при установке отражателей возможна покраска отопительных приборов цинковыми белилами, которые увеличивают теплоотдачу на 15 %, при этом экономия тепловой энергии может составлять до 5 %. Стоимость покраски приборов, на основании экспертной оценки, составляет 250–500 руб. на 1 кВт установленной мощности отопительных приборов.

Таким образом, интегральный энергосберегающий эффект на основании экспертной оценки может составить 14,5 % от потребляемой тепловой энергии, используемой на отопление. Расчет энергосберегающего эффекта производится из того, что производится покраска и установка отражателей только за отопительными регистрами и чугунными радиаторами и стальными радиаторами.

В качестве теплоотражателя был принят материал Пенофол 2000 Тип А. Размеры листа 1,2 x 30 м, толщина – 4 мм. Средняя цена за рулон составляет 1 150,00 руб. Средняя цена монтажного скотча за рулон 50 м – 138 руб.

Общая стоимость всех рулонов теплоотражателя составляет:

$$C_{\text{отр}} = 10 \cdot 1150,00 = 11150,00 \text{ руб.}$$

Таблица 4

Технико-экономические показатели срока окупаемости мероприятия по внедрению дежурного отопления

№ пп.	Наименование	Значение	Единица измерения
1.	Средняя тепловая мощность системы отопления	0,48	Гкал/ч
2.	средняя тепловая мощность системы отопления при дежурном отоплении	0,26	Гкал/ч
3.	Время работы полноценного отопления	2010	ч
4.	Время работы дежурного отопления	2814	ч
5.	Новое потребление тепловой энергии	1681,3	Гкал
6.	Экономия тепловой энергии	626,40	Гкал
7.	Снижение потребления природного газа	88,5232	тыс. м ³
1.		539,59	тыс. руб.
8.	Затраты	749,34	тыс. руб.
9.	Простой срок окупаемости	1,39	лет

Исходя из общей длины всех теплоотражателей, и учитывая их двухстороннее крепление, количество мотков скотча принимаем равным $N = (310/50) \cdot 2 = 12,4 \sim 13$ шт.

Стоимость мотков скотча:

$$C_{\text{скот}} = 13 \cdot 138 = 1\,794,00 \text{ руб.}$$

Общие капиталовложения на установку теплоотражателей за отопительными приборами составляют:

$$C_{\text{кап}} = 1\,794,00 + 11\,150,00 = 13\,294,00 \text{ руб.}$$

Суммарная экономия природного газа составит 16,82 тыс. нм^3 . Экономический эффект при установке теплоотражателей за отопительными приборами при тарифе 6 095,78 руб. за тыс. нм^3 составит 102,531 тыс. руб. Срок окупаемости: $T = 0,13$ г.

Установка технического узла учета вырабатываемой тепловой энергии – данное мероприятие позволит оценивать эффективность использования как природного газа на котельной, так и тепловой энергии на нужды предприятия, а также многоканальный измерительный комплекс позволит оперативно выявлять утечки в системе теплоснабжения.

На предприятии установлены проточные питьевые фонтанчики. К установке предлагаются нажимные питьевые фонтанчики. Современные питьевые фонтанчики, предлагаемые к продаже, соответствуют всем нормативам СанПиН 2.4.2.2842-11. Применение нажимного питьевого фонтанчика позволит снизить непроизводительные потери воды.

Расчет технико-экономических показателей и срока окупаемости мероприятия по замене существующих проточных питьевых фонтанчиков на нажимные представлен в табл. 5.

Установка оборотной системы охлаждения на литейном участке. Применение

оборотной системы водоснабжения взамен проточной позволит сократить расходы воды, при этом появится дополнительный расход электроэнергии на электроэнергию, затрачиваемую на перекачку воды по контуру. Расчет технико-экономических показателей и периода окупаемости мероприятий, связанных с установкой оборотной системы охлаждения на одном из промышленных участков предприятия, представлен в табл. 6.

Внедрение системы технического учета потребления холодной воды по направлениям использования – данное мероприятие позволит произвести реальную оценку расходов воды на хозяйственно-бытовые нужды и технологические нужды (в том числе на оборотные системы охлаждения, моечные ванны, ванны различных покрытий), позволит выявить перерасходы воды и оперативно отследить непроизводительные утечки в перечисленных системах водопотребления.

Снижение потребления ТЭР и воды согласно предлагаемым энергосберегающим мероприятиям наглядно представлено в табл. 7–9.

Энергосберегающий потенциал в части потребления электроэнергии в результате внедрения предложенных мероприятий составит: 124,277 тыс. кВт·ч или 8,82% от потребления электроэнергии в базовом 2021 г. Финансовая экономия составит 892,88 тыс. руб.

Энергосберегающий потенциал в части потребления природного газа в результате внедрения предложенных мероприятий составит: 109,63 тыс. н.м^3 , или 20,80% от потребления природного газа в базовом 2021 г. Финансовая экономия составит 668,28 тыс. руб.

Таблица 5

Технико-экономические показатели срока окупаемости мероприятия по замене существующих проточных питьевых фонтанчиков на нажимные

№ пп.	Наименование	Значение	Единица измерения
1.	Средний расход воды в питьевом фонтанчике	0,0000277	$\text{м}^3/\text{с}$
		223,66	м^3
2.	На два фонтана	447,32	м^3
3.	Экономия воды при установке нажимного фонтанчика	268,4	м^3
		10,74	тыс. руб.
4.	Затраты	16,56	тыс. руб.
5.	Простой срок окупаемости	1,54	лет

Таблица 6

Технико-экономические показатели периода окупаемости
мероприятия по установке оборотной системы охлаждения
на одном из промышленных участков предприятия

№ пп.	Наименование	Значение	Единица измерения
1.	Экономия воды	1425,60	м ³
		41,680	тыс. руб.
2.	Дополнительный расход электроэнергии на перекачку оборотной воды	0,246	тыс. кВт·ч
		1,764	тыс. руб.
3.	Затраты на систему	105,86	тыс. руб.
4.	Простой срок окупаемости	2,58	лет

Таблица 7

Снижение потребления электрической энергии
согласно предлагаемым энергосберегающим мероприятиям

Наименование параметра	Снижение потребления электроэнергии, тыс. кВт·ч	% от потребления электрической энергии в базовом 2021 г.	Потребление электроэнергии после внедрения мероприятия, тыс. кВт·ч
Потребление электрической энергии в базовом 2020 г.	–	100	1408,534
Регулярное мытье окон	14,87	1,06	1393,664
Очистка светильников от пыли	7,69	0,55	1385,974
Замена ламп накаливания напряжением 220 Вт на светодиодные	3,37	0,24	1382,604
Внедрение системы технического учета электроэнергии по направлениям в рамках установленной системы АС ТУЭ	98,597	7,00	1284,007
Установка оборотной системы охлаждения на литейном участке	-0,25	-0,02	1284,257

Таблица 8

Снижение потребления природного газа
согласно предлагаемым энергосберегающим мероприятиям

Наименование параметра	Снижение потребления природного газа, тыс.н.м ³	% от потребления природного газа в базовом 2021 году	Потребление природного газа после внедрения мероприятия, тыс.н.м ³
Потребление природного газа в базовом 2021 г.	–	100	425,566
Изоляция трубопровода горячей воды в помещении подвала	4,29	1,01	421,276
Внедрение дежурного отопления	88,52	20,80	332,756
Установка отражателей за отопительными приборами	16,82	3,95	315,936
Установка технического узла учета вырабатываемой тепловой энергии	–	–	–

Таблица 9

Снижение потребления воды
согласно предлагаемым энергосберегающим мероприятиям

Наименование параметра	Снижение потребления воды, м ³	% от потребления воды в базовом 2021 г.	Потребление воды после внедрения мероприятия, м ³
Потребление воды в базовом 2021 г.	–	100	28 381
Организационные мероприятия по устранению протечек воды в кранах и унитазах	244	0,86	28 137
Замена существующих питьевых фонтанчиков на нажимные	268	0,94	27 869
Установка оборотной системы охлаждения на литейном участке	1042	3,67	26 827
Внедрение системы технического учета потребления холодной воды по направлениям использования	–	–	–

Энергосберегающий потенциал в части потребления воды в результате внедрения предложенных мероприятий составит: 1 554 м³, или 5,5% от потребления воды в базовом 2021 г. Финансовая экономия составит 62,172 тыс. руб.

Получены объективные научно обоснованные данные о количестве используемых энергоресурсов на промышленном предприятии. По результатам энергетического обследования объем потребления энергетических ресурсов следующий:

- электроэнергия – 1 408,534 тыс. кВт·ч (по данным коммерческого учета за 2021 г.);
- природный газ – 425,566 тыс. м³ (по данным коммерческого учета за 2021 г.);
- моторное топливо – 22,534 тыс. л (по данным товарных накладных и путевых листов водителей за 2021 г.);
- вода – 28 381 м³ (по данным коммерческого учета за 2021 г.).

Определены показатели энергетической эффективности. Энергосберегающие мероприятия, отраженные в Программе энергосбережения на период 2020–2021 гг., выполнены; установленные показатели достигнуты.

Энергослужба осуществляет мониторинг за потреблением энергетических ресурсов, выявляет места нерационального использования энергоресурсов, оперативно принимает меры по устранению выявленных неисправностей.

Служба энергоменеджмента на предприятии не создана, но энергослужба осуществляет планомерный мониторинг эффективного и рационального расходования энергетических ресурсов.

На 2022–2025 гг. разработана программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности объектов энергопотребления промышленного предприятия.

Выявлен потенциал энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

По результатам энергетического обследования суммарный энергосберегающий потенциал при внедрении предложенных мероприятий составил 141,83 т у.т., или 20,6% от общего объема потребления ТЭР в базовом 2021 г., в том числе:

- по электрической энергии 124,27 тыс. кВт·ч (15,29 т у.т.) или 9,68% от общего потребления электроэнергии после реализации энергосберегающих мероприятий;
- по природному газу 1091,63 тыс.н.м³ (126,513 т у.т.) или 34,70% от общего потребления природного газа после реализации энергосберегающих мероприятий.

Энергосберегающий потенциал в части потребления воды составил 1 554 м³ или 5,5% от потребления воды в базовом 2021 г.

После реализации энергосберегающих мероприятий максимальная годовая экономия составит 1 623,33 тыс. руб., в том числе экономия за счет снижения объемов ремонтных работ и уменьшения затрат на заработную плату. Представлен план мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, проведена экономическая (стоимостная) оценка предложенных мер.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FSWF-2020-0019.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/gosudarstvennyy_doklad_po_energoeffektivnosti_html (дата обращения: 28.02.2022).
2. Бобков В.И., Мищенко М.Н. Повышение энергоэффективности химико-энерготехнологической системы фос-

форного производства // Энергобезопасность и энергосбережение. 2019. № 2. С. 17–23.

3. Panchenko S.V., Dli M.I., Borisov V.V., Panchenko D.S. Analysis of thermalphysic processes in near-electrode zone of electrothermal reactor // Non-Ferrous Metals. 2016. № 2. P. 57-64.

4. Иванова В.Р., Иванов И.Ю., Киселев И.Н. Разработка автоматизированной системы управления с использованием языка программирования стандарта МЭК 61131-3 // Энергобезопасность и энергосбережение. 2019. № 2. С. 44–49.

5. Панченко С.В., Мешалкин В.П., Дли М.И., Борисов В.В. Компьютерно-визуальная модель теплофизических процессов в электротермическом реакторе // Цветные металлы. 2015. № 4 (868). С. 55–60.

6. Дьяков А.Ф., Исамухамедов Я.Ш., Молодюк В.В. Проблемы развития электроэнергетики // Энергоэксперт. 2015. № 4. С. 10–13.

7. Акатьев В.А., Тюрин М.П., Бородин Е.С. Повышение энергоэффективности при производстве, передаче, и потреблении электроэнергии // Энергобезопасность и энергосбережение. 2019. № 2. С. 8–17.

8. Lund H., Østergaard P.A., Connolly D., Mathiesen B.V. (2017). Smart Energy and smart Energy systems. Energy. 137. 556–565. DOI: 10.1016/j.energy.2017.05.123.

9. Elmohlawy A.E., Ochkov V.F., Kazandzhan B.I. (2019). Study and prediction the performance of an integrated solar combined cycle power plant. Energy Procedia.156. P. 72–78. DOI: 10.1016/j.egypro.2018.11.094.

10. Бобков В.И., Панченко С.В., Соколов А.М. Выявление потенциала энергоресурсосбережения в электротерми-

ческих процессах переработки продуктов пеллетирования обжиговых машин конвейерного типа в руднотермических печах // Энергобезопасность и энергосбережение. 2019. № 6 (90). С. 32–36.

11. Панченко С.В., Мешалкин В.П., Дли М.И., Борисов В.В. Компьютерно-визуальная модель теплофизических процессов в электротермическом реакторе // Цветные металлы. 2015. № 4 (868). С. 55–60.

12. Lund H., Østergaard P.A., Chang M., Werner S., Svendsen S., Sorknæs P., Möller B. (2018). The status of 4th generation district heating: Research and results. Energy. 164. P. 147–159. DOI: 10.1016/j.energy.2018.08.206

13. Бобков В.И., Дли М.И., Панченко С.В. Обобщённая структурно-функциональная модель инжиниринга и управления экологически безопасной переработкой отходов горно-обогатительных комбинатов апатит-нефелиновых руд // Успехи современного естествознания. 2019. № 9. С. 48–52.

14. Бобков В.И. Математическая модель процессов переноса в ванне руднотермической печи на основе гидродинамического подхода для анализа теплогидравлических режимов функционирования // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 9. С. 43–47.

15. Бобков В.И., Черновалова М.В., Лобанева Е.И. Математическая модель распространения локализованного фронта испарения влаги и особенности кинетики влагосоудержания в крупнопористом влажном теле окатыша из отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10. С. 21–26.