

УДК 629.735

Н.А. Самосюк, Е.П. ЧижБелорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь**ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Рассмотрено современное состояние экономики Республики Беларусь. В Республике Беларусь в силу недостаточности собственных источников энергии особое значение придается эффективному использованию имеющихся энергоресурсов. В работе рассмотрено одно из важнейших направлений повышения энергоэффективности экономики страны – создание системы энергетического менеджмента. Были изучены особенности внедрения энергетического менеджмента на промышленных предприятиях. Вспомогательным фактором в деле по рациональному потреблению энергии на промышленных предприятиях должен стать энергетический аудит. В статье рассмотрены цели и виды энергетического аудита. Был проведен энергетический аудит на примере промышленного предприятия. По итогам энергетического аудита были предложены следующие мероприятия, способствующие снижению энергоемкости продукции на предприятии: внедрение системы АСКУЭ, применение частотно-регулируемого электропривода, модернизация системы освещения, модернизация участков трубопроводов водяных тепловых сетей и конденсаторов, термомодернизация зданий методом «Термошуба». Проведен анализ экономической эффективности предложенных мероприятий. По результатам расчетов сделаны выводы об экономической эффективности внедрения всех мероприятий на промышленном предприятии. Реализация запланированных мер позволит в значительной степени модернизировать и обеспечить высокую надежность основных производственных средств. Снижение энергозатрат предприятия также будет способствовать повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции, увеличению прибыльности предприятия и высвобождению дополнительных финансовых средств. Для Республики Беларусь в целом внедрение энергетического менеджмента будет способствовать повышению эффективности использования энергоресурсов, позволит снизить издержки при добыче, транспортировке и потреблении топливно-энергетических ресурсов. И, как следствие, позволит повысить энергетическую безопасность страны.

Ключевые слова: энергосбережение, топливно-энергетический ресурс, предприятие, энергетический менеджмент, энергетический аудит.

N.A. Samasiuk, E.P. Chyzh

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

INTRODUCTION TO ENERGY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

The article deals with the current state of the Belarusian economy. In the Republic of Belarus, due to lack of own sources of energy, particular importance is attached to the efficient use of available energy resources. The paper deals with one of the most important ways to increase the energy efficiency of the economy - the creation of an energy management system. We studied the peculiarities of the implementation of energy management in industrial plants. Subsidiary factor in the rational energy consumption in industrial plants should become an energy audit. The article describes the purpose and types of energy audits. Energy audit as an example of industrial enterprises was conducted. As a result of the energy audit was proposed the following measures help to reduce the energy intensity of production in the enterprise: the introduction of metering systems, the use of variable frequency drive, upgrading lighting systems, the modernization of sections of pipelines water heating systems and condensate, Thermohnovation buildings by "Termoshuba". The analysis of the economic efficiency of the proposed measures. According to the results of calculations made conclusions about the cost-effectiveness of the implementation of all the activities in an industrial plant. Implementation of the planned measures will significantly modernize and ensure high reliability of the fixed production assets. Reducing the energy consumption of the enterprise will also enhance the competitiveness of products, increase enterprise profitability and the release of additional funds. For the Republic of Belarus in the overall implementation of energy management will help improve energy efficiency will reduce the costs of production, transportation and consumption of energy resources. And as a consequence will increase the energy security of the country.

Keywords: energy saving, fuel & energy resource, factory, energy management, energy audit.

Введение. Экономика Республики Беларусь очень зависима от импорта энергоносителей. В условиях постоянного роста цен на углеводороды для страны это серьезное испытание. Беларусь импортирует более 90 % нефти, 100 % природного и четверть сжиженного газа, весь потребляемый каменный уголь, а энергоемкость продукции наших предприятий значительно выше, чем в индустриально развитых странах. Поэтому для Беларуси деятельность по повышению энергоэффективности носит принципиальный характер.

Основой энергосбережения на предприятии является создание системы энергетического менеджмента – системы управления энергоресурсами.

Основные этапы внедрения энергетического менеджмента. Энергетический менеджмент представляет собой совокупность технических и организационных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования энергоресурсов, и является частью общей структуры управления предприятием. Он играет значительную

роль в повышении экономической эффективности и экологической безопасности. В нашей стране энергетический менеджмент начал внедряться в практику хозяйствования после провозглашения республики самостоятельным государством. Это сложная структура идеалов, научных знаний, политических приоритетов, практической стратегии и механизмов планирования, регулирования и реализации всех видов деятельности людей в целях обеспечения эколого-экономической стабилизации. Цели энергетического менеджмента должны быть достижимыми, реальными и соответствующими условиям эколого-экономической безопасности. Основная задача его состоит в проведении комплексного анализа энергопотребления и на его основе – проведение энергосберегающих мероприятий на предприятии [1, 2].

Без энергоменеджмента невозможно говорить о системном снижении расходов на энергоресурсы и о внедрении каких-либо энергосберегающих технологий на предприятии. Введение на предприятии системы энергетического менеджмента позволяет найти и соблюсти баланс оптимального потребления энергетических ресурсов при заданном графике производства.

Поскольку энергоменеджмент является процессом комплексным, определить момент его непосредственного внедрения на предприятии можно по-разному. Моментом начала внедрения можно назвать момент, когда руководство организации принимает решение о необходимости экономии энергоресурсов не в частном порядке, а системно по всему предприятию. Затем необходимо реализовать ряд этапов, которые в целом одинаковы для всех отраслей хозяйства.

Основными этапами внедрения энергоменеджмента являются:

- принятие решения о внедрении системы энергоменеджмента (СЭнМ);
- диагностический энергоаудит;
- организация и проведение обучения и курсов по энергоменеджменту для высшего руководства, представителей служб и отделов, участников проекта по внедрению системы, внутренних аудиторов;
- проведение комплексного анализа данных, полученных в результате проведения энергоаудита;
- разработка планов действий в области энергоменеджмента;
- проведение совместно с высшим руководством текущего анализа функционирования системы энергоменеджмента (мониторинг);

- разработка программы мероприятий по энергосбережению;
- реализация запланированных мероприятий, постоянный контроль за их выполнением, анализ полученных результатов, повторный аудит;
- подготовка рекомендаций по доработке системы в целом или отдельных ее элементов.

Энергоменеджмент не должен заканчиваться после реализации последнего этапа, а повторяться из раза в раз. Выполнение данной программы поможет сократить издержки, а внедрение СЭнМ способствует выходу на новый уровень в энергосбережении [3].

В общем виде принципиальные аспекты деятельности предприятия до и после внедрения системы энергоменеджмента можно представить в табл. 1.

Таблица 1

Принципиальные аспекты деятельности предприятия

До внедрения СЭнМ	После внедрения СЭнМ
Решение вопросов энергосбережения на основе технических мероприятий и документов узконаправленного действия	Введение широкого управленческого подхода на основе, кроме прочего, и организационных мероприятий
Отсутствие четкого документирования наилучших практик и обмена опытом	Возможность тиражирования документированных «наилучших практик» внутри и вне организации
Избирательный (несистемный) подход, основанный лишь на собственном опыте и учете отдельных аспектов	Системный и комплексный подход ко всем аспектам и факторам, влияющим на энергосбережение
Ответственность за энергосбережение сосредоточена лишь на уровне руководителей линейных подразделений	Вовлечение персонала и высшего руководства (энергополитика + периодический анализ с его стороны)
Труднопроверяемый (неаудируемый) процесс энергосбережения не всегда с объективными результатами проверки	Аудируемый и сертифицируемый процесс с объективными и непредвзятыми результатами проверки, которые могут быть продемонстрированы любой стороне

По итогам исследования результатов внедрения стандарта менеджмента ISO 50001 получается примерно следующая картина вклада отдельных элементов системы в общую результативность стандарта с оценкой значимости отдельных элементов системы для ее успешного функционирования (рис. 1).

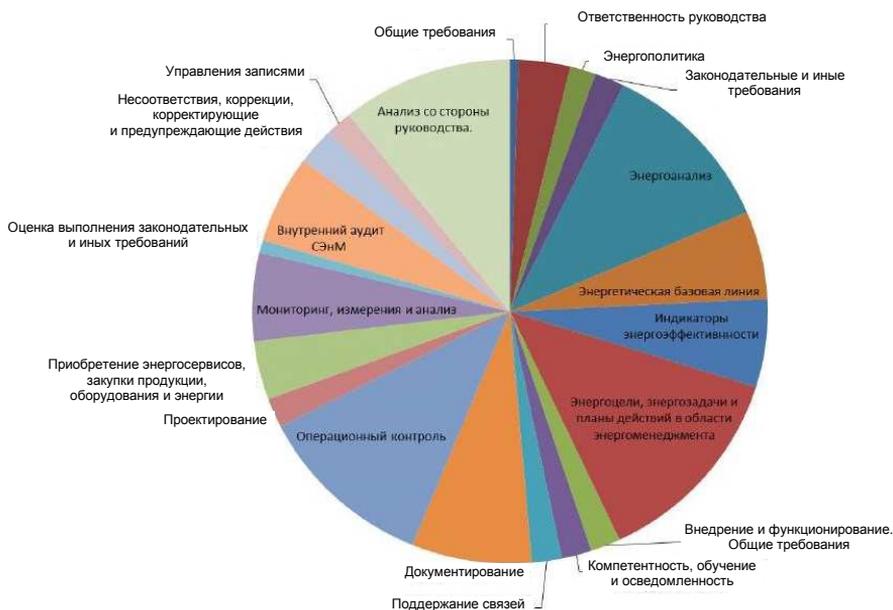


Рис. 1. Структура СЭМ

В целом процесс внедрения энергоменеджмента на предприятиях не сильно разнится на начальных этапах. В любой организации все сотрудники, начиная от рядовых служащих и заканчивая руководством, должны быть заинтересованы в снижении потребления энергоресурсов, экономном их расходовании. Поэтому обязательным является проведение информационных бесед с персоналом о пользе энергосбережения, а также его обучение по специальным программам. Также обязательным этапом для всех является энергоаудит.

Цели энергетического аудита. Главной целью энергоаудита является комплексный анализ всех систем ЭС объекта для определения потенциала ЭС и выявления основных направлений его реализации, а также для разработки мероприятий и технических решений, позволяющих снизить энергопотребление и, как следствие, финансовые затраты на оплату топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Цели энергоаудита можно представить в виде схемы (рис. 2) [4, 5].

Как показывает практический опыт, потенциал энергосбережения для предприятий различных отраслей отличается существенно и составляет, как минимум:

- по тепловой энергии – 15–25 %;
- по электрической энергии – 10–20 %.



Рис. 2. Цели энергоаудита

Многие руководители предприятий ошибочно считают результатом энергоаудита снижение энергозатрат. В действительности с энергоаудита энергосбережение только начинается. Но, как показывает опыт, эффективность энергетических обследований очень высока. На один рубль затрат, выделенных на обследование, разработанные предложения после их внедрения могут дать эффект в 30–40 рублей и более.

Виды энергетического аудита. При проведении энергетического обследования решается ряд основных задач, алгоритм которых складывается в устоявшуюся методику проведения энергоаудита. Кроме того, в соответствии с требованиями действующего законодательства в области энергосбережения решаются некоторые формальные задачи энергетического обследования. И, наконец, у заказчика энергоаудита могут быть дополнительные пожелания к составу работ. Решение всех этих задач возможно только при совместной работе высококвалифицированных инженеров и экспертов энергоаудита с эксплуатационным персоналом и специалистами заказчика непосредственно на объектах предприятия.

Привлечение специалистов высокой квалификации, их работа с выездом на объекты, а также необходимость использования специализированных приборов предполагают определённые затраты на выполнение этих работ. Такие затраты имеют две основные составляющие, учитывая их неразрывность: время и деньги.

Предложения энергоаудиторов, как правило, носят рекомендательный характер. Поэтому любая работа энергоаудиторов может так и остаться только на бумаге, поскольку реализация мероприятий зависит от специалистов и руководства предприятия заказчика.

По виду энергии различают:

- энергоаудит систем электроснабжения и электропотребления;
- энергоаудит систем теплоснабжения и теплопотребления;
- общий энергоаудит (для обоих видов энергии).

Величина снижения затрат:

- зависит от состава предприятия, потребляемых объемов и видов энергоносителей, организации;
- энергообеспечения и состояния энергосистем;
- обеспечивается внедрением комплекса энергосберегающих мероприятий.

Заказчику предоставляется отчёт, который содержит в себе следующую информацию:

- краткое описание действующего энергетического хозяйства предприятия;
- перечень и технические характеристики энергооборудования;
- методику проведения испытаний и измерений;
- характеристику действующих систем производства с указанием энергозатратных узлов;
- рекомендации по устранению энергозатрат;
- результаты расчётов по экономии энергоресурсов.

Срок проведения энергоаудита определяет структура предприятия: для небольшого – 2–3 месяца, для среднего – 3–6 месяца; для крупного – до 12 месяцев. Стоимость энергоаудита зависит от структурной сложности предприятия и, следовательно, объёма обследования. Окончательная стоимость и срок выполнения энергоаудита определяются по составлению программы обследования предприятия [6, 7].

Технико-экономическое обоснование мероприятий программы по энергосбережению. Установка регуляторов расхода тепловой энергии в тепловых пунктах ДДУ 112, 337, ГО, отопление объектов ДДУ 112, 337, ГО осуществляются от «Минских тепловых сетей».

В целях определения экономии от внедрения мероприятия при сложившемся постоянстве норм расхода, работы на обогрев и, как следствие, расходов тепловой энергии руководствуемся годовым потреблением тепловой энергии на отопление на данных объектах.

В 2015 г. годовое потребление тепловой энергии составило: ДДУ 112 – 355 Гкал; ДДУ 337 – 341 Гкал; ГО – 210 Гкал. Итого 906 Гкал.

Экономия тепловой энергии на отопление от внедрения автоматики регулирования принимаем равной 6 %.

Годовой экономический эффект определяем по формуле

$$\Delta Q = Q \cdot k_{\text{ЭК}}, \quad (1)$$

где $\Delta Q = 906 \cdot 0,06 = 54,4$ Гкал.

В пересчете на условное топливо $\Delta Q_{\text{усл}} = 54,4 \cdot 0,175 = 9,5$ т у.т.

Капитальные вложения в мероприятие: $K = 18$ млн руб.

Тогда простой срок окупаемости составит:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{Q \cdot \text{Ц}_{\text{топл}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ок}} = \frac{18000}{9,5 \cdot 190 \cdot 2,145} = 4,6$ года.

Децентрализация снабжения сжатым воздухом.

В настоящее время потребность в сжатом воздухе промплощадки № 2 обеспечивается тремя компрессорами ComPAir, одним компрессором 4ВМ10-100/8 и одним компрессором ВК100М-8. Планируется установка 2 винтовых компрессоров ComPAir ($P_{\text{уст}} = 250$ кВт, производительность $42 \text{ м}^3/\text{мин}$) вместо компрессора 4ВМ10-100/8.

Исходные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные

Показатели	Ед. изм.	До внедрения (4ВМ10-100/8)	После внедрения (L132-250) 2 шт.
Установленная мощность			
Электродвигатель компрессора	кВт	630	250
Насос системы смазки	кВт	3	–
Насос подачи воды	кВт	35	–
Насос возврата воды	кВт	35	–
Насос подачи хладоносителя	кВт	37	–
Насос возврата хладоносителя	кВт	40	–
Установка УОВ-100 или УОВ-30	кВт	75	–
ИТОГО	кВт	855	500

Количество рабочих дней принимаем равным 253.

Режим работы – 3 смены. $K_{\text{и}} = 0,8$.

Потребление рассчитываем по формуле

$$Q = P_{\text{уст}} \cdot K_{\text{и}} \cdot T \cdot \text{Д}, \quad (3)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность; $K_{и}$ – коэффициент использования; T – отработанное время за день; D – число дней работы.

Годовое потребление электроэнергии до внедрения:

$$Q_1 = 855 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 253 = 4153,2 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч.}$$

Годовое потребление электроэнергии после внедрения:

$$Q_2 = 500 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 253 = 2428,8 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч.}$$

Годовой экономический эффект составит:

$$\Delta Q = 4153,2 - 2428,8 = 1724,4 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч.}$$

В пересчете на условное топливо:

$$1724,4 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,28 = 482,8 \text{ т у.т.}$$

Капитальные вложения в мероприятие $K = 703\,000$ тыс. руб.

Тогда простой срок окупаемости составит:

$$T_{п} = 703\,000 / (482,8 \cdot 190 \cdot 2,145) = 3,57 \text{ года.}$$

Внедрение новой установки покраски корпусных деталей холодильников взамен существующей окраски (табл. 3). Планом повышения эффективности производства предусмотрено техническое перевооружение технологического оборудования покрытия корпусных деталей холодильников. Для определения экономии от внедрения мероприятия руководствуемся данными из отчета о проведении энергетического обследования.

Таблица 3

Расчет потребления энергоресурсов существующей и планируемой к внедрению линии окраски панелей холодильников

Наименование	Всего		В том числе				
	т у.т.	%	Топливо	Теплоэнергия		Электроэнергия	
			т у.т.	Гкал	т у.т.	тыс. кВт·ч	т у.т.
1	2	3	4	5	6	7	8
Существующая линия окраски панелей холодильников							
Расход ТЭР, всего:	2820	100	648	7938	1389	2794	782
Доля энергоресурса в общем потреблении, %			23,0		49,3		27,7
На основное производство, всего:	2235	79,3	648	6224	1089	1776	497

Продолжение табл. 3

	1	2	3	4	5	6	7	8
	В том числе							
	Агрегат бондеризации цеха и приготовления растворов	1215	43,1		4906	858	1274	357
	Камеры увядания и окраски основного конвейера	342	12,1		1318	231	396,6	111
	Сушила агрегатов бондеризации и окраски	678	24,0	648			105,1	29
	На вспомогательные нужды, всего:	468	16,6		1046	183	1019	285
	В том числе: освещение	50	1,8				178,6	50
	Работа общеобменной вентиляции на возмещение выброса воздуха							
	От камер окраски и увядания	356	12,6		691	121	839,9	235
	От сушил основного конвейера и бондеризации	62			355	62		
	Теплопотери паро- и конденсатопроводов	117	4,1		667	117		
	Магистральных	107	3,8		612	107		
	Внутрицеховых	10	0,3		56	10		
	Линия КТФ грунтования и порошкового напыления панелей холодильников							
	Расход ТЭР, всего:	1466	100	762	127	22	2434	681
	Доля энергоресурса в общем потреблении, %			52,0		1,5		46,5
	На основное производство, всего:	1279	87,2	762	0	0	1845	517
	В том числе							
	Линия подготовки поверхности	116	7,9			0	415,4	116
	Пусковой термогенератор и дожигатель паров	347		329			65,4	18
	Линия нанесения КТФ грунта	251	17,1				897,6	251

Окончание табл. 3

	1	2	3	4	5	6	7	8
Сушила КТФ грунта, отверждение порошка	522	35,6	433				315,7	88
Установка очистных сооружений	42	2,9					151,0	42
На вспомогательные нужды, всего:	187	12,8			127	22	589	165
В том числе: освещение	7	0,5					25,2	7
Работа общеобменной вентиляции на возмещение выброса воздуха								
От сушил КТФ, порошка, агрегата дожига	180	12,3			127	22	563,3	158
Теплопотери паро- и конденсатопроводов	0	0,0			0	0		
Сокращение расхода энергоресурсов в результате внедрения новой линии окраски								
Сокращение расхода ТЭР, всего:	-1354	-48,0	114		-7810	-1367	-360	-101
Доля сокращения потребления энергоресурса, %			18			-98		-13
В том числе								
Сокращение расхода ТЭР на основное производство	-956	-33,9	114		-6224	-1089	70	19
Доля сокращения потребления энергоресурса, %			18			-100		3,9
Сокращение расхода ТЭР на вспомогательные нужды (освещение, вентиляция)	-281	-10,0	0		-919	-161	-430	-120
Доля сокращения потребления энергоресурса, %			0			-12		-15
Сокращение расхода ТЭР на транспортировку энергоносителя	-117	-4,1	0		-667	-117	0	0
Доля сокращения потребления энергоресурса, %			0			-8		0

Капитальные вложения в мероприятие К = 15 240 млн рублей.

Общее сокращение расхода ТЭР составит 1354 т у.т., из них 360 тыс. кВт·ч или 101 т у.т. – электроэнергия, 7810 Гкал/год или 1367 т у.т. – теплоэнергия при приросте на 114 т у.т. расхода топлива на технологию. Расход топлива в новой установке повышается на 18 % по сравнению с расходом в существующем отделении окраски, технологическое потребление электроэнергии повышается на 3,9 %. Это обусловлено появлением в составе линии новых агрегатов, обеспечивающих высокие экологические показатели установки: агрегата дожигания паров КТФ грунта и установки очистных сооружений.

Вместе с тем выработка тепла в агрегате дожигания паров КТФ грунта полностью покрывает потребности в технологическом тепле установки. Сокращение технологических затрат теплоэнергии на 6224 Гкал/год или 1089 т у.т. (100 %) от котельной сопровождается ростом на 114 т у.т. (18 %) технологического расхода топлива. Замещение теплоэнергии топливом прямого сжигания сопровождается не только прямой экономией теплоэнергии, но и снижением затрат электроэнергии в котельной на выработку тепла. Сокращение затрат ТЭР на технологию составляет 956 т у.т./год, снижение расхода тепла – на 1089 т у.т./год при приросте потребления топлива на 114 т у.т., а электроэнергии – на 19 т у.т./год.

Сокращение затрат на вспомогательные нужды – освещение и вентиляцию составит: тепловая энергия 919 Гкал/год или 161 т у.т., электроэнергия 430 тыс. кВт·ч (120 т у.т.).

Значительное сокращение затрат теплоэнергии на вентиляцию обусловлено ликвидацией необходимости прогрева большого объема свежего воздуха, поступающего в цех на возмещение выбросов воздуха из сушил, камер увядания и окраски. Сокращение затрат теплоэнергии при транспортировке теплоносителя составит 667 Гкал/год (117 т у.т.).

Внедрение мероприятия обусловлено необходимостью замены экологически и энергетически несовершенной, морально и физически устаревшей технологии окраски панелей на современную. Экономический эффект будет выражаться не только в энергетической составляющей, но и в повышении качества окраски, в исключении выбросов паров растворителя, для чего вводится новое по сравнению с существующими линиями топливопотребляющее оборудование – термический дожигатель паров, станция очистки сточных вод.

Экономический эффект от экономии энергоресурсов для предприятия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = \Delta B \cdot C_{\text{топл}} + \Delta Q \cdot C_{\text{тепл}} + \Delta \mathcal{E} \cdot C_{\text{эл}}, \quad (4)$$

где ΔQ – экономия теплоэнергии от внедрения мероприятия, Гкал; ΔB – экономия топлива от внедрения мероприятия, тыс. н. м³; $\Delta \mathcal{E}$ – экономия электрической энергии от внедрения мероприятия, тыс. кВт·ч; ΔB – общая экономия энергоресурсов от внедрения мероприятия, т у.т.; $C_{\text{топл}}$ – стоимость 1 тыс. м³ природного газа (163,550 тыс. руб.); $C_{\text{эл}}$ – стоимость 1 тыс. кВт·ч (197,06 тыс. руб.); $C_{\text{тепл}}$ – себестоимость тепловой энергии на котельной (30,27 тыс. руб.),

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = -114 \cdot 163,55 + 7810 \cdot 30,27 + 360 \cdot 197,06 = 288\,700 \text{ тыс. руб./год.}$$

Экономическая эффективность отражает результаты внедрения энергосберегающих мероприятий и определяется разностью между денежными доходами и расходами от реализации мероприятий, а также отражает изменение величины спроса на топливно-энергетические ресурсы в результате замещения более дорогих видов топлива на менее дорогие. Оценку эффективности энергосберегающих мероприятий можно осуществить с использованием следующих показателей [8, 9]:

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД), определяемый как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному году, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами:

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=1}^t \frac{D_t}{(1+E)^t} - K, \quad (5)$$

где D_t – результаты (доход, выручка от реализации продукции) в t -м году; K – затраты, осуществляемые в t -м году.

Если $\text{ЧДД} < 0$, то проект не эффективен. Чем больше значение ЧДД, тем эффективнее проект.

2. Индекс доходности

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K} + 1, \quad (6)$$

где K – дисконтированные инвестиции.

Если $\text{ИД} < 1$ – проект не эффективен. Если $\text{ИД} \geq 1$, то проект рентабелен.

3. Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта E , при которой величина ЧДД равна 0. Иными словами, ВНД является решением уравнения:

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1). \quad (7)$$

Рассчитанная величина нормы доходности сравнивается с требуемой инвестором величиной нормы доходности на капитал.

Если ВНД равна или больше требуемой нормы доходности ($\text{ВНД} \geq E$), то проект считается эффективным.

ВНД – наиболее популярный показатель оценки инвестиционных проектов, так как он не зависит от ставки дисконта, выбираемой для расчетов в известной степени произвольно.

4. Срок окупаемости инвестиций ($T_{\text{ок}}$) – это срок, за который можно возратить инвестированные в проект средства, т.е. это период времени, начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами от его осуществления [8–15].

Внедрение автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Рассчитаем эффект от внедрения системы АСКУЭ (табл. 4):

$$\alpha_m = \frac{1 - (1 + 0,25)^{-5}}{0,25} = 2,689,$$

$$\text{ЧДД} = 407,64 \cdot 2,689 - 975,2 = 120,94 \text{ млн. руб.}$$

Таблица 4

Расчет дисконтированного значения

Год	Денежный поток, млн руб.	Чистый доход нарастающим итогом, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25\%$	Дисконтированное значение нарастающим итогом, млн руб.
0	-975,2	-975,20	1	-975,20
1	407,64	-567,56	0,8	-649,09
2	407,64	-159,92	0,64	-388,20
3	407,64	247,72	0,512	-179,49
4	407,64	655,36	0,41	-12,35
5	407,64	1063,00	0,328	121,35

$$\begin{aligned} \text{ИД} &= \frac{407,64(1+0,25)^{-1} + 407,64(1+0,25)^{-2} + 407,64(1+0,25)^{-3}}{975,2} + \\ &+ \frac{407,64(1+0,25)^{-4} + 407,64(1+0,25)^{-5}}{975,2} = 1,124, \\ T_0 &= 4 + \frac{975,2 - 407,64(1+0,25)^{-1} + 407,64(1+0,25)^{-2}}{407,64(1+0,25)^{-5}} + \\ &+ \frac{407,64(1+0,25)^{-3} + 407,64(1+0,25)^{-4}}{407,64(1+0,25)^{-5}} = 4,09 \text{ года.} \end{aligned}$$

Рассчитаем внутреннюю норму доходности. Для этого примем $E = 35\%$ (табл. 5, рис. 3).

Таблица 5

Расчет дисконтированного значения

Год	Денежный поток, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25\%$	Дисконтированное значение, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 35\%$	Дисконтированное значение, млн руб.
0	-975,2	1	-975,20	1	-975,20
1	407,64	0,8	326,11	0,741	302,06
2	407,64	0,64	260,89	0,549	223,79
3	407,64	0,512	208,71	0,406	165,50
4	407,64	0,41	167,13	0,301	122,70
5	407,64	0,328	133,71	0,223	90,90
Итого	-	-	121,35	-	-70,24

$$\text{ВНД} = 0,25 + \frac{121,35}{121,35 + 161,96} (0,35 - 0,25) = 0,293 (29,3\%).$$



Рис. 3. Зависимость ЧДД от ставки дисконтирования

Применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов и аспирационных систем. Рассчитаем эффект от внедрения частотно-регулируемого электропривода (табл. 6, 7, рис. 4).

$$\alpha_m = \frac{1 - (1 + 0,25)^{-3}}{0,25} = 1,952,$$

$$\text{ЧДД} = 672,87 \cdot 1,952 - 1125,11 = 188,332 \text{ млн руб.}$$

Таблица 6

Расчет внутренней нормы доходности

Год	Денежный поток, млн руб.	Чистый доход нарастающим итогом, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25 \%$	Дисконтированное значение нарастающим итогом, млн руб.
0	-1125,11	-1125,11	1	-1125,11
1	672,87	-452,25	0,8	-586,82
2	672,87	220,62	0,64	-156,18
3	672,87	893,49	0,512	188,32

$$\text{ИД} = \frac{188,32}{1125,11} + 1 = 1,167,$$

$$T_0 = 2 + \frac{1125,11 - 672,87(1 + 0,25)^{-1} + 672,87(1 + 0,25)^{-2} + 672,87(1 + 0,25)^{-3}}{407,64(1 + 0,25)^{-5}} =$$

$$= 1,45 \text{ года.}$$

Таблица 7

Расчет внутренней нормы доходности

Год	Денежный поток, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25 \%$	Дисконтированное значение, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 40 \%$	Дисконтированное значение, млн руб.
0	-1125,11	1	-1125,11	1	-1125,11
1	672,87	0,8	538,29	0,714	480,62
2	672,87	0,64	430,63	0,510	343,30
3	672,87	0,512	344,51	0,364	245,21
Итого			188,32		-55,98

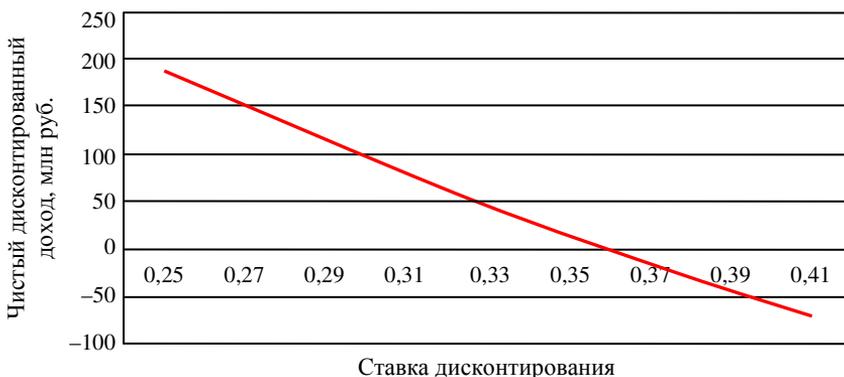


Рис. 4. Зависимость ЧДД от ставки дисконтирования

$$\text{ВНД} = 0,25 + \frac{188,32}{188,32 + 55,98} \cdot (0,40 - 0,25) = 0,366 \text{ (36,6 \%)}.$$

Модернизация системы освещения (табл. 8, 9, рис. 5).

$$\alpha_m = \frac{1 - (1 + 0,25)^{-4}}{0,25} = 2,362,$$

$$\text{ЧДД} = 270,15 \cdot 2,362 - 575,8 = 62,294 \text{ млн руб.}$$

Таблица 8

Расчет дисконтированного значения

Год	Денежный поток, млн руб.	Чистый доход нарастающим итогом, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25 \%$	Дисконтированное значение нарастающим итогом, млн руб.
0	-575,80	-575,80	1	-575,80
1	270,15	-305,65	0,8	-359,68
2	270,15	-35,50	0,64	-186,78
3	270,15	234,65	0,512	-48,47
4	270,15	504,80	0,41	62,29

$$\text{ИД} = \frac{62,294}{575,80} + 1 = 1,108,$$

$$T_0 = 3 + \frac{575,80 - 270,15(1 + 0,25)^{-1} - 270,15(1 + 0,25)^{-2}}{270,15(1 + 0,25)^{-4}} - \frac{270,15(1 + 0,25)^{-4}}{270,15(1 + 0,25)^{-4}} = 2,43 \text{ года.}$$

Таблица 9

Расчет внутренней нормы доходности

Год	Денежный поток, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25\%$	Дисконтированное значение, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 35\%$	Дисконтированное значение, млн руб.
0	-575,80	1	-575,80	1	-575,80
1	270,15	0,8	216,12	0,741	200,11
2	270,15	0,64	172,90	0,549	148,23
3	270,15	0,512	138,32	0,406	109,80
4	270,15	0,41	110,76	0,301	81,33
5		0,328	0,00	0,223	0,00
Итого			62,29		-36,32



Рис. 5. Зависимость ЧДД от ставки дисконтирования

$$\text{ВНД} = 0,25 + \frac{62,29}{62,29 + 36,32} \cdot (0,35 - 0,25) = 0,313 \text{ (31,3 \%)}.$$

Замена участков трубопроводов водяных тепловых сетей и конденсаторопроводов на предизолированные (ПИ) трубы и реконструкция паропроводов с применением высокоэффективных изоляционных материалов (табл. 10, 11, рис. 6).

$$\alpha_m = \frac{1 - (1 + 0,25)^{-10}}{0,25} = 3,571,$$

$$\text{ЧДД} = 525,3 \cdot 3,571 - 1820,6 = 55,264 \text{ млн руб.}$$

Таблица 10

Расчет сроков окупаемости предлагаемого мероприятия

Год	Денежный поток, млн руб.	Чистый доход нарастающим итогом, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25\%$	Дисконтированное значение нарастающим итогом, млн руб.
0	-1820,60	-1820,60	1	-1820,60
1	525,30	-1295,30	0,8	-1400,36
2	525,30	-770,00	0,64	-1064,17
3	525,30	-244,70	0,512	-795,21
4	525,30	280,60	0,41	-579,84
5	525,30	805,90	0,328	-407,54
6	525,30	1331,20	0,262	-269,91
7	525,30	1856,50	0,21	-159,60
8	525,30	2381,80	0,168	-71,35
9	525,30	2907,10	0,134	-0,96
10	525,30	3432,40	0,107	55,25

$$\text{ИД} = \frac{55,246}{1820,6} + 1 = 1,03,$$

$$T_0 = 9 + \frac{1820 - 525,3(1 + 0,25)^{-1} - \dots - 525,3(1 + 0,25)^{-10}}{525,3(1 + 0,25)^{-10}} = 8,025 \text{ года.}$$

Таблица 11

Расчет внутренней нормы доходности

Год	Денежный поток, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25\%$	Дисконтированное значение, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 30\%$	Дисконтированное значение, млн руб.
0	-1820,6	1	-1820,60	1,000	-1820,60
1	525,3	0,8	420,24	0,769	404,08
2	525,3	0,64	336,19	0,592	310,83
3	525,3	0,512	268,95	0,455	239,10
4	525,3	0,41	215,37	0,350	183,92
5	525,3	0,328	172,30	0,269	141,48
6	525,3	0,262	137,63	0,207	108,83
7	525,3	0,21	110,31	0,159	83,72
8	525,3	0,168	88,25	0,123	64,40
9	525,3	0,134	70,39	0,094	49,54
10	525,3	0,107	56,21	0,073	38,10
Итого			55,25		-196,61

$$\text{ВНД} = 0,25 + \frac{55,25}{55,25 + 196,61} \cdot (0,30 - 0,25) = 0,261 \text{ (26,1 \%)}.$$

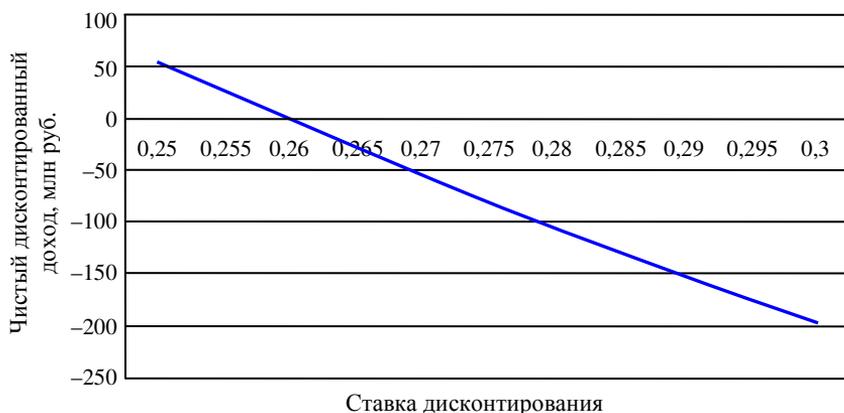


Рис. 6. Зависимость ЧДД от ставки дисконтирования

Термореновация зданий методом «Термошуба» (табл. 12, 13, рис. 7).

$$\alpha_m = \frac{1 - (1 + 0,25)^{-10}}{0,25} = 3,571,$$

$$\text{ЧДД} = 362,9 \cdot 3,571 - 1280,7 = 15,216 \text{ млн руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{15,216}{1280,7} + 1 = 1,01,$$

$$T_0 = 9 + \frac{1280,7 - 362,9(1 + 0,25)^{-1} - \dots - 362,9(1 + 0,25)^{-10}}{362,9(1 + 0,25)^{-10}} = 8,98 \text{ года.}$$

Таблица 12

Расчет сроков окупаемости предлагаемого мероприятия

Год	Денежный поток, млн руб.	Чистый доход нарастающим итогом, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, E = 25 %	Дисконтированное значение нарастающим итогом, млн руб.
1	2	3	4	5
0	-1280,70	-1280,70	1	-1280,70
1	362,90	-917,80	0,8	-990,38
2	362,90	-554,90	0,64	-758,12
3	362,90	-192,00	0,512	-572,32
4	362,90	170,90	0,41	-423,53

Окончание табл. 12

1	2	3	4	5
5	362,90	533,80	0,328	-304,50
6	362,90	896,70	0,262	-209,42
7	362,90	1259,60	0,21	-133,21
8	362,90	1622,50	0,168	-72,24
9	362,90	1985,40	0,134	-23,61
10	362,90	2348,30	0,107	15,22

Таблица 13

Расчет внутренней нормы доходности

Год	Денежный поток, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 25\%$	Дисконтированное значение, млн руб.	Коэффициент дисконтирования, $E = 30\%$	Дисконтированное значение, млн руб.
0	-1280,70	1	-1280,70	1,000	-1280,70
1	362,90	0,8	290,32	0,769	279,15
2	362,90	0,64	232,26	0,592	214,73
3	362,90	0,512	185,80	0,455	165,18
4	362,90	0,41	148,79	0,350	127,06
5	362,90	0,328	119,03	0,269	97,74
6	362,90	0,262	95,08	0,207	75,18
7	362,90	0,21	76,21	0,159	57,83
8	362,90	0,168	60,97	0,123	44,49
9	362,90	0,134	48,63	0,094	34,22
10	362,90	0,107	38,83	0,073	26,32
Итого			15,22		-158,78



Рис. 7. Зависимость ЧДД от ставки дисконтирования

$$\text{ВНД} = 0,25 + \frac{15,22}{15,22 + 158,78} (0,30 - 0,25) = 0,254 (25,4 \%).$$

Для наглядности сведем значения показателей энергоэффективности в табл. 14.

Таблица 14

Показатели оценки эффективности внедряемых мероприятий

Наименование мероприятия	ЧДД, млн руб.	Срок окупаемости, лет	Индекс доходности	ВНД, %
Внедрение системы АСКУЭ	120,94	4,09	1,124	29,3
Применение частотно-регулируемого электропривода	188,332	1,45	1,167	36,6
Модернизация системы освещения	62,294	2,43	1,108	31,3
Модернизация участков трубопроводов водяных тепловых сетей и конденсаторов	55,264	8,03	1,030	26,1
Термореновация зданий методом «Термошуба»	15,216	8,98	1,010	25,4

Все предложенные мероприятия можно считать эффективными, так как ЧДД каждого мероприятия является величиной положительной, а индекс доходности превышает единицу.

Выводы. В работе был проведен анализ деятельности ЗАО «Атлант». В целях уменьшения энергоемкости продукции и повышения эффективности использования энергетических ресурсов при производстве продукции были разработаны и предложены мероприятия на текущий год.

Согласно программе к внедрению предложены следующие мероприятия по направлениям:

– оснащение приборами группового и индивидуального учета электрической, тепловой энергии, газа и воды:

- замена морально устаревших и снятых с государственного реестра средств измерений приборов учета ТЭР и воды;

– оснащение групповыми регуляторами потребления тепловой энергии ЦТП, тепловых узлов зданий:

- установка автоматики регулирования на приточно-вытяжных системах корпусов на базе РТС и «Струмень»;

- внедрение регулируемых электроприводов:

- установка ЧРП на привод основного энергетического и технологического оборудования, имеющего переменный характер нагрузки;

- использование тепловых вторичных энергоресурсов;

- разработка и внедрение новых энергосберегающих технологий, материалов, оборудования:

- внедрение новых технологических линий большей производительности, модернизация существующего технологического оборудования с уменьшением потребления ТЭР;

- внедрение автоматизированной системы управления энергохозяйством и экономичных осветительных устройств:

- установка современных систем АСКУЭ и программного обеспечения;

- замена ламп накаливания на металло-галогенные лампы, модернизация ламп с дроссельным ПРА на ЭПРА с возможностью дальнейшего использования в системах автоматического регулирования освещения;

- тепловая модернизация существующих производственных зданий и сооружений:

- терморенновация несущих конструкций зданий и сооружений;

- уменьшение площади остекления;

- децентрализация снабжения сжатым воздухом:

- установка компрессорного оборудования ближе к потребителю для уменьшения потерь при транспортировке.

Другие энергосберегающие мероприятия:

- замена приводов насосов с меньшей мощностью одинаковых по производительности;

- другие энергосберегающие мероприятия являются выходящие из энергетического обследования предприятия.

Источниками финансирования мероприятий являются собственные средства предприятия, инновационные фонды Минэнерго и Министерства промышленности Республики Беларусь.

Внедрение регуляторов расхода тепловой энергии в тепловых пунктах позволит сэкономить 9,5 т у.т./год. Срок окупаемости совсем невелик и составляет 1,88 года.

При децентрализации снабжения сжатым воздухом годовая экономия условного топлива составит 482,8 т у.т. Окупится данное мероприятие уже через 3,04 года.

В свою очередь, внедрение новой установки покраски корпусных деталей холодильников взамен существующей окраски обеспечит общее сокращение расхода топливно-энергетических ресурсов на 1354 т у.т., из них 360 тыс. кВт·ч или 101 т у.т. – электроэнергия, 7810 Гкал/год или 1367 т у.т.– теплоэнергия.

В рамках модернизации технологического оборудования было предложено проведение еще ряда энергосберегающих мероприятий:

- 1) внедрение системы АСКУЭ;
- 2) применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов и аспирационных систем;
- 3) модернизация системы освещения;
- 4) модернизация участков трубопроводов водяных тепловых сетей и конденсаторопроводов;
- 5) термореновация зданий методом «Термошуба».

Внедрение вышеперечисленных мероприятий является эффективным. Это доказывает положительное значение чистого дисконтированного дохода при проведении каждого из мероприятий:

ЧДД1 = 120,94 млн руб., ЧДД2 = 188,332 млн руб., ЧДД3 = 62,294 млн руб.,
ЧДД4 = 55,264 млн руб., ЧДД5 = 15,216 млн руб.

Положительное значение ЧДД свидетельствует о том, что за расчетный период предприятие возвращает вложенный капитал, получает нормативный доход от уровня базовой ставки и сумму, эквивалентную размеру ЧДД.

В работе были рассчитаны статические сроки окупаемости проектов, которые составили 4,91 года для внедрения системы АСКУЭ; 2,54 года для применения частотно-регулируемого электропривода; 3,56 года – окупаемость модернизации системы освещения. Самые длительные сроки окупаемости имеют модернизация участков трубопроводов водяных тепловых сетей и конденсаторопроводов и термореновация зданий методом «Термошуба». Они окупятся за 9,98 и 9,38 года соответственно.

Реализация запланированных мер позволит в значительной степени модернизировать и обеспечить высокую надежность основных производственных средств, снизить себестоимость и повысить конкурентоспособность продукции.

В целом для республики внедрение энергетического менеджмента будет способствовать повышению эффективности использования энергоресурсов, позволит снизить издержки при добыче, транспортировке и потреблении топливно-энергетических ресурсов. И, как следствие, позволит повысить энергетическую безопасность страны.

Библиографический список

1. Варнавский Б.П. Колесников А.И. Федоров М.Н. Учебное пособие по энергоаудиту коммунального хозяйства и промышленных предприятий / Главэнергонадзор Минтопэнерго РФ, Рос.-Датский ин-т энергоэффективности, Москов. ин-т коммунал. хозяйства и строительства. – М., 1998. – 47 с.
2. Наумов А.Л. Энергоаудит – инструмент энергосбережения // Энергосбережение. – 2000. – № 4. – С. 12.
3. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов: сб. метод. материалов / НГТУ, НИЦЭ. – Н. Новгород, 1998. – 260 с.
4. Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций / А. Афонин, А. Сторожков, В. Шароухова, Н. Коваль // Энергосбережение. – 1999. – № 1. – С. 6–18.
5. Гафуров А.М. Перспективные области применения энергетических установок на низкокипящих рабочих телах // Вестник Казан. гос. энергет. ун-та. – 2015. – № 1(25). – С. 93–98.
6. Программная среда для проведения энергоаудита газотурбинных установок / А.М. Гафуров, Б.М. Осипов, А.В. Титов, Н.М. Гафуров // Энергетика Татарстана. – 2015. – № 3(39). – С. 20–25.
7. Гафуров А.М., Калимуллина Р.М. Проведение энергоаудита газотурбинных установок с помощью автоматизированной программной среды // Инновационная наука. – 2015. – № 12–2. – С. 40–42.
8. Коршунова Л.А., Кузьмина Н.Г., Кузьмина Е.В. Эффективность использования электрической энергии // Вестник науки Сибири. – 2011. – № 1(1). – С. 481–485.
9. World Bank Open Data: free and open access to data about development in countries around the globe. – 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <http://data.worldbank.org>. (дата обращения: 20.01.2017).
10. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2012. – 666 с.

11. Principles of Business Management / J.J. Strydom, K.A. de Beer, M. Holtzhausen, R. Steenkamp, S. RudanskyKloppers, C. Nieuwenhuizen, M. Kara. – 2 ed. – Oxford: OUP Southern Africa, 2011. – 368 p.

12. Energy Management Handbook. – 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bsr.org/reports/bsrenergymanagementhandbook.pdf> (дата обращения: 10.11.2016).

13. Экономический механизм развития предприятия: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1: Экономические методы, рычаги и стимулы / С.А. Пелих, Е.С. Русак, Р.И. Внучко [и др.]; под общ. ред. С.А. Пелиха, Е.С. Русак. – Минск: Изд-во Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2006. – 311 с.

14. Ермасов С.В., Ермасова Н.Б. Инновационный менеджмент: учеб. для вузов. – М.: Высшее образование, 2007. – 505 с.

15. Скляренко В.К. Слепнева Т.А., Яркин Е.В. Экономика предприятия: учебник для вузов. – М.: Инфра, 2006. – 458 с.

References

1. Varnavskii B.P. Kolesnikov A.I. Fedorov M.N. Uchebnoe posobie po Energoauditu kommunal'nogo khoziaistva i promyshlennykh predpriatii [Training manual on energy audit of municipal services and industrial enterprises]. Moscow: Glavenergonadzor Mintopenergo RF, Rossiisko-Datskii institut energoeffektivnosti, Moskovskii institut kommunal'nogo khoziaistva i stroitel'stva, 1998. 47 p.

2. Naumov A.L. Energoaudit – instrument energosberezheniia [Energy audit – energy saving tool]. *Energosberezhenie*, 2000, no. 4, 12 p.

3. Energoaudit i normirovanie raskhodov energoresursov [Energy audit and energy recourse consumption rating]. *Sbornik metodicheskikh materialov*. Nizhegorodskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni R.E. Alekseeva, 1998. 260 p.

4. Afonin A., Storozhkov A., Sharoukhova V., Koval' N. Metodika provedeniia energeticheskikh obsledovanii predpriatii i organizatsii [Method for energy inspection carrying out at enterprises and organizations]. *Energosberezhenie*, 1999, no. 1, pp. 6-18.

5. Gafurov A.M. Perspektivnye oblasti primeneniia energeticheskikh ustanovok na nizkokipiashchikh rabochikh telakh [Perspective areas of power installations application on low-boiling working medium]. *Vestnik*

Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta, 2015, no. 1(25), pp. 93-98.

6. Gafurov A.M., Osipov B.M., Titov A.V., Gafurov N.M. Programmnaiia sreda dlia provedeniia energoaudita gazoturbinykh ustanovok [Software envelope for conducting the energy audit of gas-turbine power units]. *Energetika Tatarstana*, 2015, no. 3(39), pp. 20-25.

7. Gafurov A.M., Kalimullina R.M. Provedenie energoaudita gazoturbinykh ustanovok s pomoshch'iu avtomatizirovannoi programmnoi sredy [Conducting the energy audit of gas turbine power units with the help of automated software envelope]. *Innovatsionnaia nauka*, 2015, no. 12-2, pp. 40-42.

8. Korshunova L.A., Kuz'mina N.G., Kuz'mina E.V. Effektivnost' ispol'zovaniia elektricheskoi energii [The efficiency of electric energy usage]. *Vestnik nauki Sibiri*, 2011, no. 1(1), pp. 481-485.

World Bank Open Data: free and open access to data about development in countries around the globe. 2017, available at: <http://data.worldbank.org> (accessed 20 January 2017).

9. Meskon M.Kh., Al'bert M., Khedouri F. Osnovy menedzhmenta [The management basis]. Moscow: Vil'iams, 2012. 666 p.

10. Strydom J.J., de Beer K.A., Holtzhausen M., Steenkamp R., Rudan skyKloppers S., Nieuwenhuizen C., Kara M. *Principles of Business Management*. 2nd ed. Oxford, OUP Southern Africa, 2011. 368 p.

11. Energy Management Handbook, 2012, available at: <http://www.bsr.org/reports/bsrenergymanagementhandbook.pdf> (accessed 10 November 2016).

12. Pelikh S.A., Rusak E.S., Vnuchko R.I. [et al.]. Ekonomicheskii mekhanizm razvitiia predpriatiia. Chast' 1. Ekonomicheskie metody, rychnagi i stimuly [Commercial mechanism of enterprise development. Part 1. Commercial methods links and challenges]. Minsk: Akademiia upravleniia pri Prezidente Respubliki Belarus', 2006. 311 p.

13. Ermasov S.V., Ermasova N.B. Innovatsionnyi menedzhment [Innovation management]. Moscow: Vysshee obrazovanie, 2007. 505 p.

14. Skliarenko V.K. Slepneva T.A., Iarkin E.V. Ekonomika predpriatiia [Business economics]. Moscow: Infra, 2006. 458 p.

Сведения об авторах

Самосюк Наталья Александровна (Минск, Республика Беларусь) – магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики и организации энергетики Белорусского национального технического университета (220000, Минск, пр-т Независимости, 65, e-mail: Tasha712@tut.by)

Чиж Екатерина Павловна (Минск, Республика Беларусь) – магистрант кафедры экономики и организации энергетики Белорусского национального технического университета (220000, Минск, пр-т Независимости, 65, e-mail: kotyal@yandex.ru).

About the authors

Samasiuk Natallia Aleksandrovna (Minsk, Republic of Belarus) is a Master of Economics, Senior Lecturer Department of Economics and organization of power Belarusian National Technical University (220000, Minsk, 65, Niezaleznsaci pr., e-mail: Tasha712@tut.by).

Chyzh Katsyaryna Pavlovna (Minsk, Republic of Belarus) is a Master Student of Economics Department of Economics and organization of power Belarusian National Technical University (220000, Minsk, 65, Niezaleznsaci pr., e-mail: kotyal@yandex.ru).

Получено 16.02.2017