

Энергоаудит как фактор обеспечения безопасности промышленных предприятий

© В. Ю. Конюхов, Т. А. Опарина

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. Эффективное развитие промышленности зависит от энергоэффективности предприятий. В свою очередь, энергоаудит позволяет снизить потери энергоресурсов. Для качественного энергетического обследования составляется программа, для которой собираются сведения о предприятии, такие как организационная структура, потребители энергоресурсов, мощность оборудования, виды выпускаемой продукции, цены на энергоресурсы. Результатом энергоаудита является оценка эффективности энергетических ресурсов, а также рекомендации, которые позволят повысить эффективность их использования и устранить нарушения на предприятии. Рекомендованные мероприятия должны положительно сказаться на экологических показателях оборудования, на технологическом процессе, а также должны поддерживать уровень безопасности и комфортной работы. В статье рассмотрены объекты и виды энергоаудита. Описаны особенности энергетического обследования на промышленных предприятиях. Также раскрыта тема энергетической безопасности на промышленных предприятиях и риски при отсутствии энергоаудита. Для более точного представления о данной теме рассмотрены индикаторы для вычисления уровня энергетической безопасности на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: энергоаудит, энергетическое обследование, промышленные предприятия, энергетическая безопасность

Energy Audit as a Factor in Ensuring the Safety of Industrial Enterprises

© Vladimir Yu. Konyukhov, Tatiana A. Oparina

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The efficient development of industry depends on the energy efficiency of enterprises. In turn, the energy audit allows you to reduce the loss of energy resources. For a high-quality energy survey, a program is drawn up for which information about the enterprise is collected, such as organizational structure, energy consumers, equipment capacity, types of products, energy prices. The result of an energy audit is an assessment of the efficiency of energy resources, as well as recommendations that will improve the efficiency of their use and eliminate violations at the enterprise. The recommended measures should have a positive effect on the environmental performance of the equipment, on the technological process, and should also maintain the level of safety and comfortable work. The article discusses the objects and types of energy audit and describes the features of energy inspection at industrial enterprises. It also discloses the topic of energy security at industrial enterprises and the risks in the absence of energy audit. For a more accurate understanding of this topic, the article discusses indicators for calculating the level of energy security at industrial enterprises.

Keywords: energy audit, energy inspection, industrial enterprises, energy security

Энергоаудит – это энергетическое обследование, направленное на анализ деятельности предприятий и организаций. Данное обследование проводится с целью получения информации об объемах и показателях использования энергоресурсов для повышения энергоэффективности промышленных предприятий [1].

Так как энергоресурсы являются высокозатратными расходами, методика энергоаудита проводится во всех отраслях экономики.

Тип проводимого промышленного энергоаудита зависит от функции, размера и типа отрасли, глубины, до которой необходим аудит, а также от потенциала и желаемой величины экономии энергии и снижения затрат. На основании этих критериев промышленный энергоаудит можно разделить на два типа: предварительный аудит (сквозной аудит) и подробный аудит (диагностический аудит).

В предварительном энергетическом аудите легкодоступные данные в основном

используются для простого анализа энергопотребления и производительности установки. Этот тип аудита не требует большого объёма измерений и сбора данных. Такого рода аудиты занимают относительно короткое время, а результаты носят более общий характер, они предоставляют общие возможности для повышения энергоэффективности. Экономический анализ, как правило, ограничивается расчётом простого периода окупаемости или времени, необходимого для возврата первоначальных капиталовложений за счёт реализованной экономии энергии.

Для детального (или диагностического) энергетического аудита требуются более подробные данные и информация.

Обычно проводятся измерения и инвентаризация данных, подробно оцениваются различные энергетические системы (насос, вентилятор, сжатый воздух, пар, технологическое отопление и т. д.). Следовательно, для этого вида аудита необходимо больше времени, чем для предварительных аудитов. Результаты этих аудитов являются более полными и полезными, поскольку они дают более точную картину энергетических показателей завода и более конкретные рекомендации по улучшению.

Экономический анализ, проводимый для рекомендуемых мер по повышению эффективности, как правило, выходит за рамки простого срока окупаемости и обычно включает расчёт внутренней нормы прибыли (IRR), чистой приведённой стоимости (NPV), а часто также стоимости жизненного цикла (LCC).

Обязательный энергоаудит проходят государственные организации, коммерческие организации, у которых затраты на энергию превышают 50 млн рублей в год, также энергоаудит обязаны проводить коммерческие организации, которые связаны с производством, транспортировкой, добычей или переработкой энергоресурсов.

Методика проведения энергоаудита единая для всех объектов, но при проверке учитываются особенности объектов. К таким объектам относятся нежилые и жилые здания, системы теплоснабжения, котельные и промышленные предприятия [2].

Энергоаудит промышленных предприятий помогает определить рациональность использования энергетических ресурсов, определяет их потоки и распределения.

Целями проведения энергоаудита промышленных предприятий являются дости-

жение оптимальных показателей энергосбережения, а также сокращение затрат на использование энергетических ресурсов.

Виды обследования предприятий делят на:

1) экспресс-энергоаудит. Данное обследование проводится оперативно с минимальным использованием оборудования, оно позволяет определить класс энергоэффективности предприятия и перечень мероприятий по его улучшению;

2) инструментальный энергоаудит. Позволяет провести обследование по всем видам энергоресурсов с использованием замеров;

3) комплексный энергоаудит. Включает в себя несколько целей обследования с разными видами аудита (энергетический, экологический и т. д.);

4) аудит технологического процесса. Позволяет произвести энергетическое обследование технологического процесса предприятия.

Помимо вышеперечисленных целей энергоаудита, на промышленных предприятиях стоит также выделить энергетическую безопасность.

Под термином «энергетическая безопасность» принято понимать своевременное и бесперебойное обеспечение топливом и энергией производство, непродовольственную сферу, население и других потребителей, чтобы избежать негативного влияния на окружающую среду.

Энергетическая безопасность страны опирается на ряд принципов, которые определяют энергетическую политику государства, они подходят для стран экспортёров и импортёров энергоресурсов. К таким принципам можно отнести:

- 1) расширение источников сырья;
- 2) единый рынок топлива;
- 3) запас резервных мощностей, наличие дополнительных основных инфраструктурных объектов;
- 4) сотрудничество между производителями и потребителями, которое базируется на понимании и взаимозависимости;
- 5) гибкость рыночных механизмов и отсутствие контроля над ними, что в дальнейшем будет способствовать быстрой адаптации и минимизации долгосрочных потерь;
- 6) обеспечение безопасности защиты как поставщиков, так и потребителей;
- 7) открытая информация;

- 8) финансирование отрасли, которое нацелено на разработку и внедрение новых технологий;
- 9) проведение исследований, разработок и внедрение новых технологий для поддержания энергетического баланса.

Энергетическая безопасность содержит несколько исследовательских этапов:

- исследование состояния отрасли;
- определение системы показателей, характеризующих отрасль, а также её изменения, происходящие под воздействием внутренней и внешней среды;
- определение, анализ и классификация

по признакам и степени угроз энергетической безопасности;

- определение максимальных величин показателей, повышение которых приводит к возникновению негативных последствий в рассматриваемой отрасли;

- вычисление фактических показателей энергетической безопасности и сравнение их с максимальными значениями;

- составление рекомендаций и мероприятий, которые позволят избежать угроз и улучшить показатели.

В таблице представлены некоторые индикаторы, показывающие уровень энергетической безопасности [4].

Показатели энергетической безопасности

Показатель	Формула	Данные
Показатель определения энергетического баланса региона. Показывает степень обеспеченности региона местной регенерацией	$I_1 = \frac{V_{пр}}{V_{потр}} * 100\%$	$\frac{V_{пр}}{V_{потр}}$ – объём производимой электроэнергии в районе, тыс. кВт/ч; $V_{потр}$ – объём потреблённой электроэнергии в районе, кВт/ч
Степень износа основных фондов энергетических предприятий	$I_2 = 100\% - K_n$	K_n – коэффициент износа основных фондов энергетических предприятий, %
Степень баланса цен на рынке	$I_3 = \frac{I_{ц}^{прод}}{I_{ц}^{эл.эн}} * 100\%$	$I_{ц}^{прод}$ – индекс цен на продукцию предприятия; $I_{ц}^{эл.эн}$ – индекс цен на электроэнергию
Степень надёжности работ энергосистемы в регионе	$I_4 = (1 - \frac{V_{огр}}{V_{потр}}) * 100\%$	$V_{огр}$ – объём ограничений электроснабжения; $V_{потр}$ – средний объём потребления электроэнергии в районе
Степень использования собственной генерации и вторичных энергетических ресурсов	$I_5 = \frac{V_{ген} + V_{вэр}}{V_{потр}^{год}}$	$V_{ген}$ – объём собственной генерации электроэнергии за год, тыс. кВт/ч; $V_{вэр}$ – объём вторичных энергетических ресурсов за год, тыс. кВт/ч; $V_{потр}^{год}$ – суммарный объём потреблённой за год электроэнергии, тыс. кВт/ч
Показатель влияния доли энергетической составляющей в себестоимости продукции на энергетическую безопасность	$I_6 = (1 - \frac{З_{эн}}{З_{общ}}) * 100\%$	$З_{эн}$ – затраты предприятия на электроэнергию, тыс. р.; $З_{общ}$ – затраты на производство продукции в год, тыс. р.
Показатель влияния удельной энергоёмкости продукции предприятия на его энергетическую безопасность	$I_7 = \frac{Э_{баз}}{Э} * 100\%$	$Э_{баз}$ – базовый показатель удельной энергоёмкости продукции, кВт·ч/шт.; $Э$ – показатель удельной энергоёмкости продукции анализируемого предприятия за год, кВт·ч/шт
Отражение влияния энергетической производительности	$I_8 = \frac{ЭП}{ЭП_{баз}} * 100\%$	$ЭП$ – показатель энергетической производительности на предприятии; $ЭП_{баз}$ – базовый показатель энергетической производительности
Показатель, характеризующий структуру потребления энергии	$I_9 = (1 - \frac{N^{max}}{N}) * 100\%$	N^{max} – максимальная нагрузка энергосистемы, МВт; N – суммарная нагрузка предприятия за период

Когда показатели находятся в допустимых границах, достигается необходимый уровень безопасности.

Необходимый уровень безопасности достигается при условии, что все показатели находятся в пределах установленных границ.

К угрозам энергетической безопасности на промышленных предприятиях, а именно энергетических технологиях и технических системах, относятся:

- 1) недоброкачественное оборудование, моральный и физический износ оборудования;
- 2) низкое качество строительно-монтажных, ремонтных работ;
- 3) неправильная эксплуатация оборудования;
- 4) неправильное размещение оборудования, которое может негативно сказаться на населении и окружающей среде;
- 5) несоблюдение техники безопасности и противопожарных мероприятий [3].

Оценка энергетической безопасности определяется выбором показателей, которые характеризуют свойства энергетического комплекса и выполнение им основных

функций, а также предотвращение энергетических угроз.

Необходимо также отметить, что уменьшение значения показателя является ухудшением состояния энергетической безопасности. Каждый индикатор энергетической безопасности представляет величину, которая характеризует показатель в момент обследования или на прогнозируемый период. Максимальное значение показателя выражает переход энергетического состояния из оптимального в кризисное.

В энергоаудите промышленных предприятий проведение расчётов показателей энергетической безопасности необходимо производить после анализа результатов, полученные данные группируются в несколько разделов, к примеру, их можно разделить следующим образом: система холодного и горячего водоснабжения, система электроснабжения предприятия, система газоснабжения и т. д. После этого разрабатываются энергоэффективные мероприятия, заполняется энергетический паспорт, а также формируется отчёт по энергетическому обследованию.

Список источников

1. Энергоаудит промышленных предприятий // Промэкспертиза: экспертиза промышленной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://prompb.ru/konsalting/energoaudit-promyshlennyh-predpriyatij/> (22.09.2021).

2. Энергетическое обследование промышленных предприятий // Expertizo.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://expertizo.ru/obsledovaniya/energeticheskoe-obsledovanie-promyshlennyh-predpriyatij.html> (22.09.2021).

3. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире // Энергетика: история, настоящее, будущее [Электронный ресурс]. URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-4/section-1> (22.09.2021).

4. Баев И. А., Каримова Т. Г. Индикативный анализ энергетической безопасности предприятия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2009. Вып. 9. С. 53–58.

5. Суслов К. В., Конюхов В. Ю., Субанова Н. В. Экономика и электроэнергетика – две вершины развития России // Информатизация и

виртуализация экономической и социальной жизни: материалы III Межвузовской студенческой науч.-практ. конф. с международным участием. Иркутск, 2017. С. 76–81.

6. Федчишин В. В., Стефановская О. М. Экономика энергетики // Экономический альманах. Иркутск: ИРНТУ, 2017. С. 81–85.

7. Демидова Е. В. Место и роль энергетической безопасности в современном мире: теоретические аспекты // European Social Science Journal. 2017. № 11. С. 177–186.

8. Wingert J-L., Laherrère J. La vie après le pétrole: De la pénurie aux énergies nouvelles. Paris, 2005. 238 p.

9. BP Statistical Review of World Energy-2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=98&contentId=7062807> (22.09.2021).

10. Энергоэффективная автономная энергоустановка нового поколения [Электронный ресурс]. URL: http://ekoteh.narod.ru/rbe_new/power_plant/page01.html (22.09.2021).

Сведения об авторах / Information about the Authors

Конюхов Владимир Юрьевич,
кандидат технических наук,
профессор кафедры автоматизации и управ-

Vladimir Yu. Konyukhov,
Cand. Sci. (Technics),
Professor, Department of Automation and Con-

ления,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Рос-
сийская Федерация,
e-mail: c12@ex.istu.edu

Опарина Татьяна Александровна,
магистрант группы ЭУм-20-1,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Рос-
сийская Федерация,
e-mail: martusina2@yandex.ru

trol,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian
Federation,
e-mail: c12@ex.istu.edu

Tatiana A. Oparina,
Postgraduate,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian
Federation,
e-mail: martusina2@yandex.ru