

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2024-4-1385>

Выявление основных показателей эффективности функционирования электроцеха металлургического предприятия с целью снижения затрат на электроснабжение технологического оборудования

А.Ф. Плеханова¹, Д.Ю. Сухарев²✉

¹ Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603022, Нижний Новгород, просп. Гагарина, д. 23, Российская Федерация

² АО «Выксунский металлургический завод», 607060, Нижегородская обл., Выкса, ул. Бр. Баташевых, д. 45, Российская Федерация

✉ sukharev_dju@mail.ru

Аннотация. В исследовании проанализированы проблемы оценки эффективности функционирования электроцеха металлургического предприятия; показана недостаточность оценки электроцеха только финансовыми критериями; выявлены основные процессы, протекающие в ходе его функционирования; в каждом из процессов выделены ключевые измеряемые показатели; раскрыты роли, значимость и способ количественной оценки каждого отдельного показателя. В ходе исследования разработана система, дающая оценку всем ключевым процессам, протекающим в подразделении, с учетом приоритетов, присущим промышленному предприятию, которая включает в себя показатели, описывающие финансовый и клиентский элемент, элемент внутренних процессов и элемент, направленный на совершенствование персонала. В статье приведены примеры расчета этих показателей. Совокупность перечисленных элементов представляет собой систему сбалансированных показателей, предложенную Р.С. Капланом, адаптированную для оценки подразделения электроэнергетики. Разработанная в исследовании система показателей может применяться для долгосрочной оценки эффективности функционирования электроцеха металлургического предприятия и использоваться для определения точки максимальной отдачи затрат при стратегическом планировании деятельности подразделения электроэнергетики промышленного предприятия.

Ключевые слова: промышленное предприятие, металлургическая отрасль, повышение эффективности эксплуатации, эксплуатация электрооборудования, техническое обслуживание и ремонт, снижение затрат, распределение бюджета ремонтов

Для цитирования: Плеханова А.Ф., Сухарев Д.Ю. Выявление основных показателей эффективности функционирования электроцеха металлургического предприятия с целью снижения затрат на электроснабжение технологического оборудования. *Экономика промышленности*. 2025;18(1):137–148. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-1-1385>

Identification of the main performance indicators of the electrical shop of a metallurgical enterprise in order to reduce the costs of power supply of process equipment

A.F. Plekhanova¹, D.Yu. Sykharev²✉

¹ National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation

² JSC “Vyksa Metallurgical Plant”, 45 Brat'yev Batashevych Str., Vyksa, Nizhny Novgorod Region 607060, Russian Federation

✉ sukharev_dju@mail.ru

Abstract. The study analyzes the problems of assessing the efficiency of the electrical shop of a metallurgical enterprise; shows the insufficiency of assessing the electrical shop using only financial criteria; identifies the main processes occurring during its operation; highlights

key measurable indicators in each process; reveals the roles, significance and method of quantitative assessment of each individual indicator. In the course of the study, a system was developed that assesses all the key processes occurring in the division, taking into account the priorities inherent in an industrial enterprise, which includes indicators describing the financial and client element, an element of internal processes and an element aimed at improving the personnel. The article provides examples of calculating these indicators. The set of these elements is a balanced scorecard proposed by R.S. Kaplan, adapted for assessing the electric power division. The system of indicators developed in the study can be used for long-term assessment of the efficiency of the electrical shop of a metallurgical enterprise and used to determine the point of maximum return on costs in strategic planning of the electric power division of an industrial enterprise.

Keywords: industrial enterprise, metallurgical industry, increasing operational efficiency, operation of electrical equipment, maintenance and repair, reducing costs, distribution of repair budget

For citation: Plekhanova A.F., Sykharev D.Yu. Identification of the main performance indicators of the electrical shop of a metallurgical enterprise in order to reduce the costs of power supply of process equipment. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2025;18(1):137–148. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-1-1385>

确定冶金企业电气车间运行效率的主要指标以降低技术设备的供电成本

A.F. 普列汉诺娃¹, D.Yu. 苏哈列夫² ✉

¹下诺夫哥罗德罗巴切夫斯基研究型国立大学、603022, 俄罗斯联邦下诺夫哥罗德加加林大街 23 号

²维克萨冶金厂股份公司、607060, 俄罗斯联邦下诺夫哥罗德州维克萨巴塔舍夫兄弟大街 45 号

✉ sukharev_dju@mail.ru

摘要: 研究分析了冶金企业电气车间运行效率的评估问题; 说明了仅以财务指标评估电气车间的不足; 确定了电气车间运行过程中的主要流程; 确定了每个流程中的主要可衡量指标; 指出了每个指标的作用、意义和量化评估方法。在研究过程中, 考虑到工业企业固有的优先事项, 开发了一个系统, 用于评估部门内发生的所有关键流程, 其中包括描述财务和客户要素、内部流程要素以及旨在提高人员素质的要素的指标。文章举例说明了这些指标的计算方法。所列要素的组合代表了 R.S. Kaplan 提出的平衡计分卡系统, 该系统适用于电力行业部门的评估。研究中开发的指标体系可用于长期评估冶金企业电气车间的效率, 并可用于确定工业企业电力部门战略规划中的最大成本回报点。

关键词: 工业企业; 冶金行业; 提高设备运行效率; 电气设备运行; 维护和修理; 降低成本; 修理费预算分配

Введение

Современное промышленное предприятие имеет в составе основного технологического оборудования большое количество оборудования электрического. К нему относятся как разветвленная сеть линий электропередач, так и комплекс различных электрических преобразователей. Обеспечение надежной, безопасной и экономичной работы этих преобразователей и поддержание их в состоянии технической готовности на протяжении всего срока эксплуатации зависят, в том числе, от способа организации их технического обслуживания [1]. На промышленных предприятиях, традиционно, для эксплуатации обслуживания магистральных (межцеховых) сетей электроснабжения, трансформаторных и рас-

пределительных подстанций в структуре организации предусмотрено узкоспециализированное вспомогательное подразделение – электроцех. Основной функцией электроцеха промышленного предприятия является передача, трансформация и распределение электроэнергии от точки покупки (узла коммерческого учета) до технологических электроприемников, непосредственно участвующих в выпуске продукции (реже – до трансформаторных подстанций технологических подразделений предприятия).

В состав электроцеха, как правило, входят несколько узконаправленных участков или групп. К ним относятся: оперативно-диспетчерский участок, участок по ремонту высоковольтного электрооборудования, участок по ремонту линий

электропередач, электромонтажный участок и электротехническая лаборатория. В зависимости от способа организации электрохозяйства на предприятии и особенностей эксплуатируемого оборудования, электроцех может включать в себя и другие узкоспециализированные участки. Традиционная структура электроцеха предприятия представлена на **рис. 1**.

Зона эксплуатационной ответственности электроцеха в структуре промышленного предприятия представлена на **рис. 2**. Функционирование электроцеха промышленного предприятия предполагает финансовые затраты по следующим основным статьям: «Фонд оплаты труда», «Налоговые и страховые отчисления», «Затраты на материалы и запасные части», «Затраты на ремонты», «Затраты на содержание зданий и сооружений электроцеха (ЗИС)», «Амортизационные затраты», «Затраты на внешние услуги (оказываемые электроцеху предприятия)» и др.

Поскольку в структуре промышленного предприятия у электроцеха есть строго определенный функционал, на реализацию которого затрачиваются финансовые ресурсы, возникает закономерная практическая задача оценки эффективности использования этих ресурсов и эффективности функционирования данного подразделения [2; 3].

Для решения данной задачи существует необходимость применения набора ключевых показателей эффективности – системы показателей, которая поможет организации определить достижение стратегических и тактических (операционных) целей подразделения электроэнергетики – электроцеха.

В текущих условиях развития экономики промышленных отраслей, внешней геополитической обстановкой, тенденцией деглобализации и возросшего уровня практически всех видов рисков, связанных с техническим обслуживанием импортного оборудования, получение объективной и всесторонней картины функционирования и экономической эффективности подразделения электроэнергетики промышленного предприятия является актуальной проблемой.

Наборы показателей для оценки работы предприятий и подразделений электроэнергетического сектора (по большей части из области контроллинга или бухгалтерского учета), представленные в публикациях различных авторов, не обладают достаточной индикативностью в отражении эффективности функционирования, поскольку в их основе лежат практические приемы применения контроллинга [4], кластерного и компонентного подхода оценки его эффективности [5], финансовые и бухгалтерские показатели [6], кроме

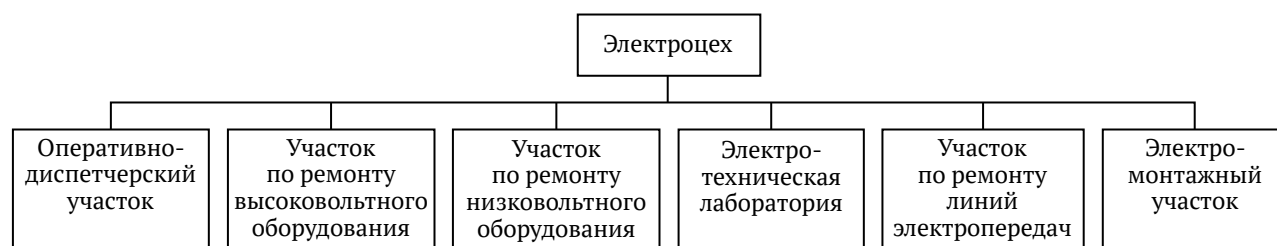


Рис. 1. Структура электроцеха промышленного предприятия

Fig. 1. Structure of the electrical shop of an industrial enterprise

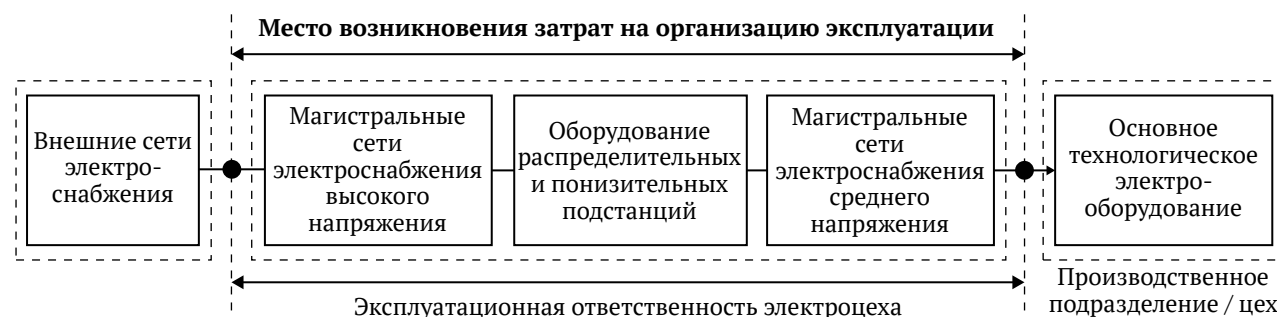


Рис. 2. Место возникновения затрат на реализацию функционала электроцеха в структуре промышленного предприятия

Fig. 2. Place of occurrence of costs for the implementation of the functionality of the electrical workshop in the structure of an industrial enterprise

которых существуют дополнительные объективные факторы [7–9], поддающиеся количественной оценке и прямо или косвенно влияющие на эффективность работы подразделения.

Односторонняя оценка, учитывающая только финансовые показатели, не позволяет должным образом фокусировать ограниченный объем операционных и инвестиционных ресурсов подразделения электроэнергетики наиболее эффективным способом.

Охарактеризуем проведенное исследование.

Объектом исследования является организационно-техническая система высоковольтного электроснабжения промышленного предприятия металлургической отрасли. Предметом исследования – экономико-организационные и хозяйственные процессы и взаимосвязи, возникающие в процессе функционирования электроцеха промышленного предприятия.

Гипотеза исследования заключается в предположении, что экономико-организационные и хозяйственные процессы и взаимосвязи, возникающие в процессе функционирования электроцеха промышленного предприятия, могут быть рассмотрены как сбалансированная система показателей, предложенная Р.С. Капланом и Д. Нортоном (R.S. Kaplan, D.P. Norton) [4], и включать в себя показатели, описывающие финансовый и клиентский элемент, элемент внутренних процессов и элемент, направленный на совершенствование персонала.

Целью данного исследования является выявление и формулировка системы основных показателей эффективности функционирования электроцеха промышленного предприятия, дающей комплексную оценку всем ключевым процессам, протекающим в подразделении.

Задачами исследования являются: идентификация ключевых процессов, протекающих в электроцехе промышленного предприятия в ходе выполнения функционала; определение числовых показателей для осуществления объективной количественной оценки идентифицированных процессов; формирование системы показателей, дающей оценку всем ключевым процессам, протекающим в подразделении с учетом приоритетов, присущих производственным предприятиям.

Материалы и методы

Методологической базой проведенного исследования является анализ материалов, сравнение и обобщение, а также опрос персонала исследуемого подразделения в части организации его функционирования.

В качестве материалов исследования были рассмотрены регламентирующие и отчетные документы, стандарты, регламенты, положения, операционные процедуры и другая регламентирующая документация, регулирующая функционирование электроцеха промышленного предприятия и его взаимодействие с производственными подразделениями предприятия во всех возможных аспектах.

Дополнительно, в качестве материалов исследования, были рассмотрены ранее опубликованные результаты научных работ в области формирования систем сбалансированных показателей организаций и ключевых показателей эффективности предприятий электроэнергетики, применяемых в настоящее время в отрасли.

Например, в [7] авторами раскрываются вопросы формулировки критериев, для оценки деятельности предприятий электроэнергетики, в [8; 9] обосновывается необходимость многофакторной оценки, в том числе с учетом причинно-следственных связей. Описаны роли систем сбалансированных показателей в управлении промышленными предприятием [10], адаптации таких систем к действующей среде предприятий, подходы к интерпретации полученных данных [11; 12].

Результаты

Обобщив собранные и изученные материалы, с учетом имеющихся данных действующих на предприятии корпоративных информационных систем, можно выявить основные взаимосвязанные процессы, протекающие в электроцехе промышленного предприятия. К ним относятся процессы: обеспечения безопасности персонала; обеспечения надежности электроснабжения; подбора, обучения и повышения квалификации персонала; возникновения финансовых затрат на поддержание процессов функционирования подразделения (экономические показатели) (рис. 3). Каждый отдельно взятый процесс может быть охарактеризован несколькими показателями.

Процесс обеспечения безопасности персонала характеризуется коэффициентами происшествий, производственного и бытового травматизма и антропогенной нагрузки. Количество происшествий, характеризующее соответствующим коэффициентом, зависит от качества и достаточности проведенного технического обслуживания (связано с процессом обеспечения надежности электроснабжения и затратами на ремонт), неправильной эксплуатацией из-за недостаточной квалификации или трудовой дисциплины работников (зависит от работы с персоналом, его обучением), оба

коэффициента травматизма также характеризуют отношение персонала к безопасности, его безопасное и осознанное поведение на производстве и в быту (связано с вовлеченностью). Коэффициент антропогенной нагрузки, характеризующий влияние деятельности электроцеха на окружающую среду, также тесно связан с экономическими показателями (затраты на утилизацию трансформаторного масла и других отходов, выбросы в атмосферу и пр.)

Таким образом, на примере одного процесса – процесса обеспечения безопасности персонала – показано, что все показатели тесно

связаны между собой, причем основным «связующим» элементом этих показателей является экономическая составляющая. Отдельная оценка каждого показателя обладает слабой индикативностью, поэтому следует рассматривать их в составе одного из процессов. Такой подход позволяет максимально точно измерять степень выполнения стратегических задач подразделения и сравнивать результаты с ранее поставленными целями для обеспечения максимальной эффективности функционирования, и концентрации ресурсов подразделения в точке их максимальной отдачи.

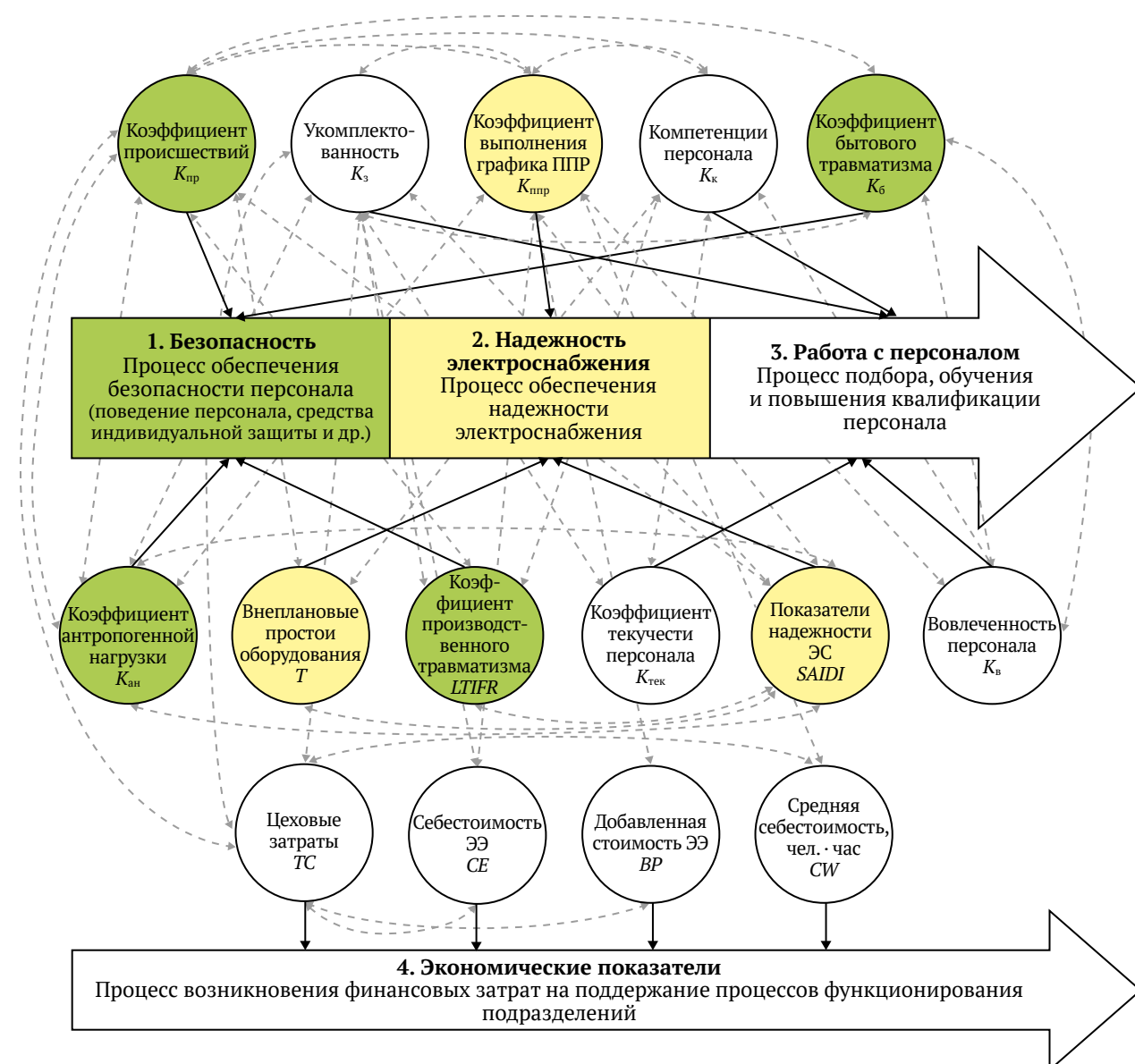


Рис. 3. Основные процессы, протекающие в электроцехе промышленного предприятия

Fig. 3. The main processes occurring in the electrical shop of an industrial enterprise

Рассмотрим факторы, определяющие надежность электроэнергетических систем и локальных систем электроснабжения.

1. Процесс обеспечения безопасности персонала. Последствия сбойных ситуаций в системе электроснабжения промышленного предприятия по своей природе могут быть достаточно разнообразны и иметь экономическую составляющую [13; 14]. Причиной сбойных ситуаций в системе электроснабжения, в основном, является человеческий фактор, а именно – результат небезопасного поведения персонала или невыполнение требований инструкций. Таким образом, показатели, относящиеся к данному процессу, имеют наиболее высокое стратегическое значение для промышленного предприятия. Кроме того, в данной группе рассматриваются факторы антропогенного влияния на окружающую среду, источники потенциальных финансовых рисков [15]. Безопасность на предприятии, в целом, заключается в создании условий, в которых предприятие может стабильно и безопасно развиваться, обеспечивая непрерывность и эффективность бизнес-процессов. В качестве индикаторов безопасности производственного подразделения предлагается рассматривать следующие показатели:

1.1. Коэффициент происшествий – это отношение количества происшествий, произошедших в подразделении, к общему количеству отработанных человеко-часов персоналом подразделения (фонд рабочего времени). Коэффициент происшествий ($K_{пр}$) может быть определен по формуле

$$K_{пр} = \frac{N_{пр} \cdot 1000000}{T_{ФРВ}}, \quad (1)$$

где $N_{пр}$ – количество происшествий, произошедших в подразделении за рассматриваемый период; $T_{ФРВ}$ – общее количество отработанных чел.-час. персоналом подразделения за рассматриваемый период.

В свою очередь, $T_{ФРВ}$ – общее количество отработанных чел.-час. персоналом подразделения, может быть определено по формуле

$$T_{ФРВ} = ЧЧ \cdot ДРВ \cdot (1 - ВР), \quad (2)$$

где ЧЧ – количество часов работы в день; ДРВ – количество рабочих дней в году; ВР – процент времени, затраченного на выходные и праздничные дни.

Рассмотрим пример расчета (в этом и следующих примерах расчета, числовые значения взяты для примера и не соответствуют реальным

показателям, какого-либо промышленного предприятия).

Среднесписочная численность электроцеха предприятия составляет 245 чел., с учетом специфики работы подразделения и сменности работы персонала, годовой фонд рабочего времени составит 60 515 ч. Если за календарный год в подразделении произошло два происшествия, то значение коэффициента составит

$$K_{пр} = \frac{2 \cdot 1000000}{60515} = 33,04.$$

1.2. Коэффициент производственного травматизма – это отношение количества производственных травм, произошедших в подразделении, к общему количеству отработанных чел.-час. персоналом подразделения. Коэффициент производственного травматизма ($LTIFR$) определяется по формуле

$$LTIFR = \frac{N_{травм} \cdot 1000000}{T_{ФРВ}}, \quad (3)$$

где $N_{травм}$ – количество производственных травм, произошедших в подразделении за рассматриваемый период.

Рассмотрим пример расчета.

Если за календарный год (или иной расчетный период) в подразделении произошел один случай производственного травматизма, то, с учетом ранее полученных данных, значение коэффициента составит

$$LTIFR = \frac{1 \cdot 1000000}{60515} = 16,52.$$

1.3. Коэффициент бытового травматизма – это отношение количества бытовых травм, произошедших в подразделении, к общему количеству отработанных чел.-час. персоналом подразделения. Коэффициент бытового травматизма K_6 может быть определен по формуле

$$K_6 = \frac{N_{быт}}{8016 \cdot N_{ССЧ} - T_{ФРВ}} \cdot 1000000, \quad (4)$$

где $N_{быт}$ – количество бытовых травм, произошедших в подразделении за рассматриваемый период; $N_{ССЧ}$ – среднесписочная численность рассматриваемого структурного подразделения.

Рассмотрим пример расчета:

Если за календарный год (или иной расчетный период) в подразделении произошло 9 случаев получения бытовых травм, то, с учетом ранее полученных данных, значение коэффициента составит

$$LTIFR = \frac{9 \cdot 1000000}{60515} = 148,72.$$

1.4. Коэффициент антропогенной нагрузки ($K_{АН}$) – это отношение валового выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух, водные объекты и валового размещения отходов к коэффициенту объема производства. Коэффициент может быть определен по формуле

$$K_{АН} = \frac{M_{атм} + M_{водн} + M_{отх}}{k_0 \cdot 100}, \quad (5)$$

где $M_{атм}$, $M_{водн}$, $M_{отх}$ – объем валового выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух, водные объекты, размещенных отходов соответственно; k_0 – коэффициент объема производства.

В предприятиях и подразделениях электроэнергетики, как правило, коэффициент антропогенной нагрузки равен или стремится к нулю, однако, в обязательном порядке, необходимо учитывать затраты на поддержание его значения на таком уровне.

2. Надежность электроснабжения (процесс обеспечения надежности электроснабжения). Основным стратегическим приоритетом системы электроснабжения промышленного предприятия является непрерывность производственного процесса, в том числе за счет надежного электроснабжения основного технологического оборудования. [16; 17]. Показатели, относящиеся к категории «Надежность электроснабжения», имеют важное значение, поскольку непосредственно влияют на выпуск готовой продукции надлежащего качества. Таким образом, индикатором результативности работы по обеспечению надежности электроснабжения основного технологического оборудования промышленного предприятия предлагается рассматривать следующие показатели:

2.1. Внеплановые простои основного технологического оборудования по вине общезаводской энергетической инфраструктуры – это продолжительность простоев основного технологического оборудования из-за неплановых перерывов электроснабжения, вызванных сбойными ситуациями в системе высоковольтного электроснабжения. Значение этого показателя может быть рассчитано по формуле

$$\sum_{i=1}^N T = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_N, \quad (6)$$

где T_1 , T_2 , T_3 , T_N – продолжительность неплановых простоев основного технологического оборудования, возникших из-за неплановых перерывов и нарушений электроснабжения.

Рассмотрим пример расчета.

Если на предприятии, состоящем из восьми отдельных производственных подразделений, за календарный год (или иной расчетный период) простои основного технологического оборудования по вине общезаводской энергетической инфраструктуры составили: цех № 1 – 3,7 ч.; цех № 2 – 12 ч.; цех № 3 – 0,5 ч.; цех № 4 – 1,8 ч.; цех № 5 – 0,6 ч.; цех № 6 – 9,2 ч.; цех № 7 – 3,5 ч.; цех № 8 – 0,1 ч, то расчет производится следующим образом:

$$\begin{aligned} T &= T_{\text{цех № 1}} + T_{\text{цех № 2}} + T_{\text{цех № 3}} + T_{\text{цех № 4}} + \\ &+ T_{\text{цех № 5}} + T_{\text{цех № 6}} + T_{\text{цех № 7}} + T_{\text{цех № 8}} = \\ &= 3,7 + 12 + 0,5 + 1,8 + 0,6 + 9,2 + \\ &+ 3,5 + 0,1 = 31,4 \text{ ч.} \end{aligned}$$

2.2. Коэффициент выполнения графика планово-предупредительных ремонтов (ППР) электрооборудования – это отношение объема запланированных регламентных работ, согласно графика ППР, к объему фактически выполненных работ за рассматриваемый период. Коэффициент определяется по формуле

$$K_{\text{ППР}} = \frac{R_{\text{факт}}}{R_{\text{план}}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где $R_{\text{факт}}$ – объем фактически выполненных ремонтов за рассматриваемый период; $R_{\text{план}}$ – плановый объем ремонтов оборудования за рассматриваемый период.

Рассмотрим пример расчета.

Если за календарный год (или иной расчетный период) графиком ППР предусмотрено выполнение 1482 ремонтов, включающих в себя 1259 текущих ремонтов (ТР), 158 средних ремонтов (СР), 65 капитальных ремонтов (КР) различных единиц оборудования, а в результате «смещения» осуществления части работ, например, из-за выполнения плана производства или отказа от части работ (по различным причинам), фактически было сделано 1113 – ТР, 151 – СР, 65 – КР. Таким образом, коэффициент выполнения графика будет равен

$$K_{\text{ППР}} = \frac{1329}{1482} \cdot 100 \% = 89,6 \ %.$$

2.3 Показатель надежности электроснабжения SAIDI (System Average Interruption Duration Index) – показатель средней продолжительности прекращения передачи электроэнергии, характеризующий продолжительность одного отключения в системе в год. Он может быть рассчитан по формуле

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n C_a(i) \cdot t(i)}{C_3}, \quad (8)$$

где $C_a(i)$ – количество потребителей электроэнергии в системе электроснабжения, у которых произошел перерыв; $t(i)$ – продолжительность перерыва электроснабжения; C_3 – общее количество потребителей энергии в системе электроснабжения.

Рассмотрим пример расчета.

В течение календарного года в системе электроснабжения были зафиксированы сбойные ситуации, которые привели к перерывам электроснабжения технологических электроприемников и преобразователей напряжением 6–10, 35 кВ (табл. 1). Поскольку расчет показателя производится для данной сети, в качестве электроприемников $C_a(i)$, C_3 рассматриваются высоковольтные двигатели, трансформаторы и другие преобразователи электроэнергии соответствующего класса напряжения. Таким образом, показатель надежности будет равен

$$SAIDI = \frac{140,6}{351} = 0,4.$$

Однако необходимо понимать, что с учетом долгосрочных стратегических приоритетов промышленного предприятия [18], данный индекс не является оптимальным для оценки надежности электроснабжения с точки зрения протекающего в нем бизнес-процесса.

Таблица 1 / Table 1

Данные для расчета показателя надежности электроснабжения

Data for calculating the power supply reliability indicator

№	$C_a(i)$, шт.	$t(i)$, ч	$C_a(i) \times t(i)$	C_3
1	18	0,1	1,8	351
2	18	0,1	1,8	351
3	7	2,8	19,6	351
4	15	1,6	24	351
5	7	2,9	20,3	351
6	35	0,1	3,5	351
7	2	7,8	15,6	351
8	18	0,1	1,8	351
9	12	2,5	30	351
10	1	11,6	11,6	351
11	2	4,4	8,8	351
12	18	0,1	1,8	351
$\sum_{i=1}^n C_a(i) \cdot t(i):$			140,6	

3. Работа с персоналом (процесс подбора, обучения и повышения квалификации персонала). К важному фактору, определяющему надежность электроэнергетических систем и локальных систем электроснабжения, относится обеспеченность персоналом, его профессиональная квалификация и вовлеченность в работу подразделения [19]. Очевидно, что высокая профессиональная квалификация, опыт, дисциплинированность, ответственность, материальная и моральная заинтересованность в результатах своего труда в значительной мере определяют результаты функционирования подразделений электроэнергетики промышленных предприятий [20; 21]. Для оценки текущего состояния персонала в электроцехе предложено применять следующие показатели:

3.1. Коэффициент укомплектованности персоналом (K_3) – это отношение общего количества штатных единиц в составе структурного подразделения к количеству укомплектованных штатных единиц. Данный коэффициент может быть определен по формуле

$$K_3 = \frac{N_{\text{компл}}}{N_{\text{штат}}} \cdot 100 \%, \quad (9)$$

где $N_{\text{компл}}$ – укомплектованность персоналом; $N_{\text{штат}}$ – количество укомплектованных штатных единиц.

3.2. Компетенции персонала (K_k) – определяется как отношение общего количества работников подразделения к количеству работников подразделения, имеющих целевые квалификации/компетенции. Данный показатель может быть определен по формуле

$$K_k = \frac{N_{\text{квал}}}{N_{\text{штат}}} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где $N_{\text{квал}}$ – укомплектованность персоналом, имеющим целевую квалификацию.

3.3. Коэффициент текучести ($K_{\text{тек}}$) – определяется как количество потерь персонала за определенный период или скорость, с которой сотрудники уходят из подразделения. Определяется как отношение числа ушедших сотрудников к средней списочной численности подразделения за рассматриваемый период. Данный показатель может быть определен по формуле

$$K_{\text{тек}} = \frac{N_{\text{увол}}}{N_{\text{штат}}} \cdot 100 \%, \quad (11)$$

где $N_{\text{увол}}$ – количество уволенных сотрудников за рассматриваемый период.

3.4. Вовлеченность персонала – это физическое, эмоциональное и интеллектуальное состояние, в котором сотрудники стремятся выполнять работу как можно лучше и достигать высоких результатов.

Таким образом, для всесторонней, комплексной оценки такого вспомогательного подразделения, как электроцех промышленного предприятия, предлагается комплексно оценивать представленный выше набор показателей. Представленный набор показателей при совокупном рассмотрении, с концепцией Р.С. Каплана и Д.П. Нортон (R.S. Kaplan, D.P. Norton) о формировании системы сбалансированных показателей [4] и включают в себя элементы обучения и развития персонала, клиентского, финансового и внутреннего элементов с учетом специфики промышленного предприятия.

4. Экономические показатели. Для оценки работы отдельного подразделения промышленного предприятия наибольшей индикативностью обладают значения, характеризующие структуру цеховых затрат на выполнение возложенной на него функции – магистрального электроснабжения основного технологического оборудования промышленного предприятия. К таким показателям относятся:

4.1. Цеховые затраты – это затраты, возникающие при функционировании цеха по электроснабжению: заработная плата рабочего персонала и аппарата управления ($C_{зп}$) с отчислением страховых взносов во внебюджетные фонды ($C_{отч}$), затраты на текущий ремонт ($C_{тр}$) оборудования, содержание зданий и сооружений ($C_{зис}$), капитальные ремонты ($C_{кр}$), транспорт и спецтехнику ($C_{тис}$), амортизацию основных средств ($C_{амор}$), прочие расходы на обеспечение нормальных условий труда и охрану труда, спецодежду, средства индивидуальной защиты ($C_{от}$) и прочие расходы, возникающие в процессе функционирования электроцеха ($C_{проч}$). Величина цеховых затрат (TC , руб.) определяется по формуле

$$TC = \sum C_{зп} + \sum C_{отч} + \sum C_{тр} + \sum C_{зис} + \sum C_{кр} + \sum C_{тис} + \sum C_{амор} + \sum C_{от} + \sum C_{проч}. \quad (12)$$

4.2. Добавленная стоимость электроэнергии (BP , руб/(кВт·ч)) – определяется как отношение затрат, возникающих в результате функционирования цеха, к общему объему закупаемой электроэнергии. Величина определяется по формуле

$$BP = \frac{TC}{NE}, \quad (13)$$

где NE – общий объем закупаемой электроэнергии в расчетный период.

4.3. Себестоимость электроэнергии (CE , руб.) определяется как результат сложения стоимости 1 кВт·ч закупаемой электроэнергии и добавленной стоимости, за счет функционирования электроцеха. Величина рассчитывается по формуле

$$CE = P + BP, \quad (14)$$

где P – стоимость 1 кВт·ч закупаемой электроэнергии.

4.4. Средняя себестоимость (CW , руб.) определяется как отношение затрат, возникающих в результате функционирования электроцеха, к общему объему фонда рабочего времени персонала подразделения ($T_{фрв}$). Величина определяется по формуле

$$CW = \frac{TC}{T_{фрв}}. \quad (15)$$

Рассмотрим пример расчета.

Стоимость закупаемой электроэнергии предприятия составляет 5,5 руб/(кВт·ч), предприятие закупает за расчетный период 1 800 000 кВт·ч электроэнергии, при этом за тот же расчетный период суммарные затраты электроцеха составили 35 000 000 руб., фонд рабочего времени – 60515 ч. Таким образом:

$$BP = \frac{35\,000\,000}{60\,515} = 1,94 \text{ руб.};$$

$$CE = 5,5 + 1,94 = 7,44 \text{ руб.};$$

$$CW = \frac{35\,000\,000}{60\,515} = 578,37 \text{ руб.}$$

Практические рекомендации

В ходе выполнения работы авторами для создания системы основных показателей эффективности электроцеха промышленного предприятия были сформулированы следующие практические рекомендации:

1. Работы по выявлению основных процессов, характеризующих деятельность электроцеха, необходимо начинать с определения его стратегических целей, основных контрольных метрик, единиц, способа и периодичности их измерения.

2. При выполнении анализа деятельности электроцеха, процессы необходимо формулировать таким образом, чтобы каждый из выявленных процессов, был направлен на достижение одной или нескольких стратегических целей. Если при формулировке какого-либо процесса обнаруживается, что на достижение стратегической цели он не направлен, нужно переформулировать

его название, а характеризующие его показатели, связать с другим процессом или отказаться от их использования.

3. Выявив основные процессы, протекающие в электроцехе в ходе его функционирования, необходимо определить показатели, которыми эти процессы могут быть охарактеризованы и измерены.

4. На завершающем этапе оценки, необходимо рассмотреть каждый из выявленных процессов, с точки зрения возникновения затрат на его реализацию в рассматриваемом структурном подразделении.

5. На всех этапах исследования вместе с анализом регламентируемых и отчетных документов, стандартов и процедур полезно проводить опрос среди персонала подразделения, выполняющего ту или иную функцию, в части реализации рассматриваемого процесса.

Заключение

В статье были рассмотрены основные процессы, возникающие в ходе функционирования электроцеха промышленного предприятия, сгруппированы в соответствии с предложенной Р.С. Капланом структурой и включают в себя следующие категории: «Безопасность» (элемент внутренних процессов), «Надежность электрооборудования» (клиентский элемент), «Финансовые показатели» (финансовый элемент), «Работа с персоналом» (элемент, направленный на совершенствование и развитие персонала). Для каждой перечисленной категории определен набор характеризующих эту категорию показателей.

В статье раскрыты роли, значимость и способ количественной оценки каждого показателя, которая является индикатором эффективности отдельного процесса, протекающего в подразделении. Сформирована и ранжирована система показателей, дающих оценку всем ключевым

процессам, протекающим в подразделении с учетом приоритетов, присущим промышленному предприятию.

Данная система показателей была успешно применена для оценки ключевых показателей эффективности электроцеха АО «Выксунский Металлургический завод» на основе данных 2023–2024 гг. и показала свою высокую индикативность.

На основании полученных результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. Для оценки эффективности функционирования электроцеха промышленного предприятия недостаточно оперировать только финансовыми показателями.

2. Для получения адекватной картины функционирования электроцеха промышленного предприятия необходимо проводить совокупный анализ групп показателей, дающих количественную оценку процессам, относящимся к категориям «Безопасность», «Надежность электрооборудования», «Финансовые показатели», «Работа с персоналом».

3. Каждый показатель, применяемый для оценки какого-либо процесса, должны иметь количественную характеристику.

4. При ранжировании категорий показателей, применяемых для оценки функционирования электроцеха промышленного предприятия, в первую очередь должны рассматриваться показатели категории «Безопасность», имеющие наиболее высокое стратегическое значение для функционирования промышленного предприятия.

Полученная система показателей может быть использована для долгосрочной оценки эффективности функционирования электроцеха промышленного предприятия и полезна для определения точки максимальной отдачи затрат при стратегическом планировании деятельности подразделения.

Список литературы / References

1. Аксенов А.П., Фалько С.Г. Экономика эксплуатации парка оборудования. М.: КноРус; 2011. 224 с.
2. Варфоломеев В.П., Кондратова С.В., Захарова М.В. Управление компанией по ключевым показателям эффективности. Экономический анализ: теория и практика. 2016;(8):134–146. Varfolomeev V.P., Kondratova S.V., Zakharova M.V. Company management by key performance indicators. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*. 2016;(8):134–146. (In Russ.)
3. Колибаба В.И., Морозова А.А. Стоимостные модели в контроллинге устойчивого развития электроэнергетических компаний и кластеров. *Вестник Казанского государственного энергетического университета*. 2021;14(2(54)):106–119. Kolibaba V.I., Morozova A.A. Company value models in sustainable development controlling of energy companies and clusters. *Kazan State Power Engineering University Bulletin*. 2021;14(2(54)):106–119. (In Russ.)
4. Kaplan R.S., Norton D.P. Using the balanced scorecard as a strategy management system. *Harvard Business Review*. 2007;85(7):12.
5. Ермоленко В.В., Ланская Д.В., Панченко А.Н. Исследование практики использования технологий

- и инструментов управления объектами инфраструктуры в инновационной экономике. *Вестник Академии знаний*. 2019;(34(5)):76–84.
- Ermolenko V.V., Lanskaya D.V., Panchenko A.N. Research of practice of use of technologies and instruments for managing infrastructure objects in the innovative ecosystem. *Vestnik Akademii znanii = Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2019;(34(5)):76–84. (In Russ.)
6. Морозова А.А. Модели и показатели оценки эффективности контроллинга в электроэнергетических кластерах. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2022;(1(51)):99–110. Morozova A.A. Models and indicators for assessing the controlling effectiveness in electric power clusters. *Ivecofin*. 2022;(1(51)):99–110. (In Russ.)
 7. Kolibaba V., Kukukina I., Morozova A. Sustainable energy development issues in the context of world economy deglobalization. *E3S Web of Conferences*. 2020;208:02010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020802010>
 8. Walsh C. *Key management ratios: master the management metrics that drive and control your business*. Harlow: Prentice Hall Financial Times; 2003. 380 p.
 9. Назаров Д.М., Бегичева С.В. Системы сбалансированных показателей предприятия: анализ причинно-следственных связей методом DEMATEL. *Теория и практика общественного развития*. 2023;(10(186)):122–130. <https://doi.org/10.24158/tipor.2023.10.14>
Nazarov D.M., Begicheva S.V. Enterprise balanced scorecards: cause-and-effect analysis by DEMATEL method. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya = Theory and Practice of Social Development*. 2023;(10(186)):122–130. (In Russ.). <https://doi.org/10.24158/tipor.2023.10.14>
 10. Давыденко Е.А. Эволюция концепции сбалансированной системы показателей: от истоков к цифровому предприятию. *Российское предпринимательство*. 2018;19(2):457–472. <https://doi.org/10.18334/rp.19.2.38773>
Davydenko E.A. Evolution of the concept of a balanced scorecard: from the source to the digital enterprise. *Russian Journal of Entrepreneurship*. 2018;19(2):457–472. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/rp.19.2.38773>
 11. Мурадов И.В. Обеспечение устойчивого развития промышленных предприятий на основе системы сбалансированных показателей. *Экономика промышленности*. 2017;10(4):329–334. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2017-4-329-334>
Muradov I.V. Ensuring the sustainable development of industrial enterprises on the basis of a balanced scorecard. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2017;10(4):329–334. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2017-4-329-334>
 12. Каплан Р.С., Нортон Д.П. *Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию*. Пер. с англ. М.: Олимп Бизнес; 2021. 320 с. (Russ. transl. from: Kaplan R.S., Norton D.P. *The balanced scorecard: translating strategy into action*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press; 1996. 320 p.)
 13. Хадарцев А.А., Панарин В.М., Кашинцева Л.В., Маслова А.А., Митюшкина О.А. К проблеме оценки производственного травматизма в России. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2019;(4):90–100. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16472>
Khadartsev A.A., Panarin V.M., Kashintseva L.V., Maslova A.A., Mityushkina O.A. To the problem of the assessment of industrial injury in Russia. *Journal of New Medical Technologies, eEdition*. 2019;(4):90–100. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16472>
 14. Секретарев Ю.А., Горшунов А.А., Меняйкин Д.А. Моделирование технического состояния оборудования систем электроснабжения монопотребителей с учетом схемной надежности. *Вести высших учебных заведений Черноземья*. 2022;18(3(69)):3–14. https://doi.org/10.53015/18159958_2022_18_3_3
Sekretarev Yu.A., Gorshunov A.A., Menyainkin D.A. Modeling of the technical condition of an equipment of power supply systems of mono consumers taking into account circuit reliability. *Vesti vysshikh uchebnykh zavedenii Chernozem'ya = News of Higher Educational Institutions of the Chernozem Region*. 2022;18(3(69)):3–14. (In Russ.). https://doi.org/10.53015/18159958_2022_18_3_3
 15. Ворожцова Т.Н., Майсюк Е.П., Иванова И.Ю. Система онтологий для исследования антропогенного влияния объектов энергетики на окружающую среду. *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2020;(1(17)):89–104.
Vorozhtsova T.N., Maysyuk E.P., Ivanova I.Yu. An ontology system for studying the anthropogenic impact of energy facilities on the environment. *Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii = Information and mathematical technologies in science and management*. 2020;(1(17)):89–104. (In Russ.)
 16. Левин В.М., Гужов Н.П., Боярова Д.А. К вопросу об эффективности управления ремонтами электрооборудования нефтедобычи со стратегией по техническому состоянию. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2022;24(1):39–51. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2022-24-1-39-51>
Levin V.M., Guzhov N.P., Boyarova D.A. On the issue of effectiveness of the oil production electrical equipment repairs management with a strategy for technical condition. *Power Engineering: Research, Equipment, Technology*. 2022;24(1):39–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2022-24-1-39-51>

17. *Энергобезопасность и тренажерная подготовка*. Под ред. Магиды С.И. Краснодар: М.: ТЕСТ; 2006. 115 с.
18. Сухарев Д.Ю. Оценка резервов повышения эффективности систем технического обслуживания и ремонта высоковольтного электрооборудования промышленных предприятий. *Экономика промышленности*. 2023;16(2):190–200. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-2-190-200>
Sukharev D.Yu. Assessment of efficiency improvement reserves of maintenance and repair systems of high-voltage electrical equipment of industrial enterprises. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2023;16(2):190–200. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-2-190-200>
19. Торопов В.Д., Волокитина Е.А. Проблема текучести персонала на предприятиях сферы энергетики в России. *Экономика труда*. 2018;5(4):1147–1154. <http://doi.org/10.18334/et.5.4.39619>
Toropov V.D., Volokitina E.A. The problem of staff turnover in the energy sector in Russia. *Ekonomika truda = Russian Journal of Labour Economics*. 2018;5(4):1147–1154. <https://doi.org/10.18334/et.5.4.39619>
20. Кучеров Ю.Н. О развитии системы обеспечения надежности в электроэнергетике страны. *ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность*. 2009;(6):2–14.
Kucherov Yu.N. On the development of a system to ensure reliability in the country's electric power industry. *ELEKTRO. Elektrotehnika, elektroenergetika, elektrotekhnicheskaya promyshlennost'*. 2009;(6):2–14. (In Russ.)
21. Ковалев Г.Ф., Крупенев Д.С., Лебедева Л.М. Обеспечение электроэнергетической отрасли квалифицированными кадрами как важнейшая проблема энергетической безопасности России. *Актуальные проблемы и перспективы развития электроэнергетики*. 2017;(2):90–97.
Kovalev G.F., Krupenev D.S., Lebedeva L.M. Provision of skilled staff for electric power industry as a major problem of Russian energy security. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya elektroenergetiki*. 2017;(2):90–97. (In Russ.)

Информация об авторах

Анна Феликсовна Плеханова – д-р экон. наук, профессор кафедры финансов и кредита, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603022, Нижний Новгород, просп. Гагарина, д. 23, Российская Федерация; e-mail: docplekhanova@gmail.com

Дмитрий Юрьевич Сухарев – старший мастер участка по эксплуатации сетей и подстанций, цех по электроснабжению, АО «Выксунский металлургический завод», 607060, Нижегородская обл., Выкса, ул. бр. Баташевых, д. 45, Российская Федерация; e-mail: sukharev_dju@mail.ru

Information about the authors

Anna F. Plekhanova – Dr.Sci. (Econ.), Professor of Department of Finance and Credit, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation; e-mail: docplekhanova@gmail.com

Dmitriy Yu. Sukharev – Head Master, Site for the Operation of Networks and Substations, Electrical Supply Manufactory, JSC “Vyksa Metallurgical Plant”, 45 Brat'yev Batashevyykh Str., Vyksa, Nizhny Novgorod Region 607060, Russian Federation; e-mail: sukharev_dju@mail.ru

Поступила в редакцию 09.11.2024; поступила после доработки 22.02.2025; принята к публикации 24.02.2025

Received 09.11.2024; Revised 22.02.2025; Accepted 24.02.2025