УДК 621.311 : 006.354

РОЛЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

© 2026 Р.Н. Пигилова, А.А. Зайнуллина, А.А. Ефимова

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 11.09.2025

В данной статье рассматривается ключевая роль стандартизации в сфере энергообеспечения как фундаментального фактора, влияющего на качество выпускаемой продукции. Также проанализировано влияние стандартов на стабильность энергоэффективности, безопасности электроснабжения и совместимость оборудования. Представлены примеры практической реализации стандартов в различных отраслях промышленности и их воздействие на улучшение качества продукции. Обоснована необходимость дальнейшего развития и совершенствования стандартизации в области энергообеспечения для обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития предприятий.

Ключевые слова: энергообеспечение, стандартизация, качество продукции, электроэнергия, безопасность, энергоэффективность, промышленность.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-2(2)-363-368
EDN: BUVTOX

В условиях глобализации и современной экономики при растущей конкуренции вопрос качества продукции приобретает первостепенное значение для успешного функционирования предприятий. В то же время, энергообеспечение является неотъемлемой частью любого производственного процесса, определяя стабильность, эффективность и безопасность производственных операций. Таким образом, взаимодействие между энергообеспечением и качеством продукции становится ключевым аспектом, требующим пристального внимания. Стандартизация в области энергообеспечения играет решающую роль в обеспечении высокого уровня качества продукции, выступая в качестве механизма, гарантирующего соответствие параметров электроэнергии и энергопотребления требованиям технологических процессов.

Стандартизация представляет собой процесс, с помощью которого достигается оптимальный уровень упорядоченности в конкретной сфере. Упорядочение в стандартизации устанавливается посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении потенциальных или реально существующих задач [1]. В контексте энергообеспечения, стандартизация охватывает широкий спектр аспектов, включая требования к качеству электроэнергии (напряжение, частота, гармонические искажения), энергоэффективности оборудования и производственных процессов, безопасности эксплуатации электроустановок, а также электромагнитной совместимости.

Основная цель стандартизации в данной области заключается в достижении целей, представленных в таблице 1.

Таблица 1 представляет основные цели стандартизации в области электроэнергетики. Стандартизация играет одну из ключевых ролей в обеспечении надежности и безопасности работы оборудования, а также в повышении его эффективности. Установление стандартов на допустимые колебания напряжения и частоты позволяет предотвратить возникновение брака и гарантировать стабильное функционирование чувствительных устройств.

Кроме того, внедрение норм энергопотребления способствует рациональному использованию ресурсов и снижению затрат. Разработка стандартов безопасности обеспечивает защиту персонала и оборудования, минимизируя риски аварий и несчастных случаев. Наконец, установление требований к электрическим параметрам оборудования способствует его совместимости с электросетями и другими устройствами, что упрощает процессы интеграции и эксплуатации.

Визуально оценить эффективность стандартизации в электроэнергетике позволяет представленный ниже график 1, отражающий достигнутые результаты в снижении отказов оборудования, энергопотребления, числа аварий и затрат на интеграцию.

График наглядно демонстрирует влияние стандартизации в электроэнергетике на ключевые показатели эффективности. Внедрение стандартов позволяет снизить количество отказов оборудования

Пигилова Роза Наильевна, старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда». E-mail: rozapigilova@yandex.ru
Зайнуллина Алиса Альфредовна, стдентка. E-mail: alisa.zajnullina@mail.ru
Ефимова Анастасия Андреевна, стдентка. E-mail: nastyefimova5@gmail.com

Таблица 1. Цель стандартизации

Цель стандартизации	Описание
Гарантирование нормального функционирования оборудования	Установление стандартов на допустимые колебания напряжения и частоты позволяет гарантировать нормальное функционирование чувствительного оборудования и предотвратить возникновение брака.
Оптимизация энергопотребления	Внедрение стандартов, которые определяют нормы энергопотребления
Обеспечение безопасности	Разработка стандартов безопасности в области электроэнергетики (требования к заземлению, защитным устройствам и т.д.).
Совместимость оборудования	Установление стандартов на электрические параметры оборудования обеспечивает его совместимость с электросетями и другими устройствами, упрощая интеграцию и эксплуатацию.

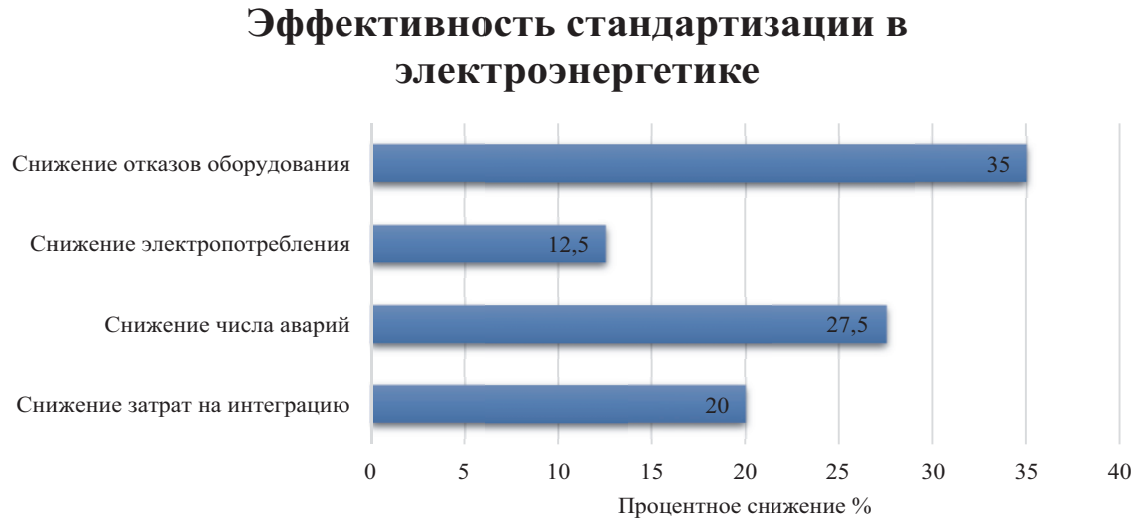

График 1. Результаты внедрения стандартов в электроэнергетике

в среднем на 35%, что способствует повышению надежности работы систем. Оптимизация энергопотребления благодаря соблюдению нормативов приводит к сокращению затрат на 12,5%. Кроме того, меры по обеспечению безопасности уменьшают число аварий на 27,5%, снижая риски для персонала и оборудования. Стандартизация также упрощает интеграцию оборудования, сокращая соответствующие затраты на 20% и ускоряя ввод в эксплуатацию. Эти результаты подтверждают значимость стандартов в обеспечении устойчивости и эффективности электроэнергетических систем.

Энергетические стандарты имеют множество классификаций, которые указаны на рис 1.

Некоторые из основных стандартов в энергообеспечении, влияющие на качество продукции:

ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества в системах электроснабжения общего назначения»: аналогичен ГОСТ Р 54149-2010, является действующим стандартом, гармонизированным с международными нормами. Соблюдение этих норм критически важно для работы электрооборудования и предотвращения его повреждения, что напрямую влияет на качество производимой продукции. Например, если производственная линия чувствительна к колебаниям напряжения, то несоответствие стандарту может привести к браку продукции или остановке производства.

Рисунок 1. Классификация энергетических стандартов

ISO 50001 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению»: данный стандарт определяет требования к системам энергетического менеджмента, позволяющим организациям систематически улучшать свою энергетическую эффективность и снижать энергопотребление. [3]

Существуют стандарты, которые регламентируют эффективность отдельных устройств, например, стандарты для электродвигателей, осветительных приборов и другого оборудования. Эти стандарты задают минимальные требования к энергоэффективности, что способствует использованию более экономичных и экологически чистых технологий.

Следует подчеркнуть, что стандарты в области энергообеспечения регулярно пересматриваются и обновляются. Для получения актуальной информации рекомендуется обращаться к официальным источникам.

1.1. Внедрение стандартов в энергообеспечение.

Шаги, которые используются на практике:

1. Проведение энергоаудита;
2. Разработка системы энергетического менеджмента и их внедрение;
3. Обучение персонала;
4. Закупка, установка энергоэффективного оборудования;
5. Мониторинг и контроль энергопотребления. [4].

Постоянное совершенствование системы энергетического менеджмента осуществляется на основе результатов мониторинга, анализа эффективности и внедрения новых технологий, что обеспечивает соответствие современным требованиям и стандартам.

1.2. Влияние стандартов на качество продукции и их практическая реализация.

В области энергообеспечения стандартизация оказывает существенное влияние на качество выпускаемой продукции в разных отраслях промышленности. Например, в микроэлектронике производство микросхем требует чрезвычайно стабильных параметров электропитания. Стандарты, определяющие допустимые уровни колебаний напряжения и гармонических искажений, позволяют минимизировать дефекты и повысить выход годной продукции [5]. Нарушение этих требований может привести к появлению микротрещин в полупроводниковых структурах, что приведет к отказу изделия.

В пищевой промышленности ля обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов, необходимо строгое соблюдение температурных режимов на всех этапах производства и хранения. Стандарты на энергообеспечение холодильного и нагревательного оборудования позволяют поддерживать заданные температурные параметры и предотвратить порчу продуктов [6].

Работа медицинского оборудования в медицинской промышленности (томографы, аппараты искусственной вентиляции легких) критически зависит от стабильного и надежного электропитания. Стандарты безопасности и качества электроэнергии для медицинского оборудования гарантируют его надежную работу и безопасность пациентов [7]. Несоблюдение стандартов может привести к сбоям в работе оборудования и поставить под угрозу жизнь пациента.

Проведем анализ влияния стандартизации на показатели энергообеспечения для обеспечения качества продукции. Результаты анализа показаны на графике 2.

График 2. Значение стандартизации для гарантии качества продукции

График 2 демонстрирует влияние стандартизации на ключевые показатели энергообеспечения для обеспечения качества продукции. Видно, что после внедрения стандартов все ключевые параметры значительно улучшились. Например, повышение энергоэффективности с 60% до 85% свидетельствует о более рациональном использовании энергоресурсов, значительный рост безопасности с 50% до 90% подчеркивает улучшение условий труда и снижение рисков для персонала, экономия ресурсов и повышение энергоэффективности привели к уменьшению затрат с 40% до 70% и т.д.

Таким образом, стандартизация способствует не только повышению качества продукции, но и укреплению устойчивости и эффективности производственных процессов.

1.3. Стандартизация энергопотребления на производственных предприятиях.

Эффективное управление энергопотреблением на производственных предприятиях – один из важных элементов повышения энергоэффективности, снижения себестоимости продукции. Стандартизация содержит факторы энергопотребления, которые представлены на рис 2.

Рисунок 2. Факторы стандартизации энергопотребления.

На рисунке 2 наглядно иллюстрирует ключевые факторы, влияющие на стандартизацию энергопотребления на предприятии. Она показывает взаимосвязь между такими аспектами, как проведение энергоаудита для выявления потерь, организацией учета, разработкой нормативов и, конечно же, внедрением энергосберегающих технологий и программ повышения энергоэффективности. Понимание этих факторов позволяет выработать комплексный подход к управлению энергопотреблением и достичь существенной экономии ресурсов.

Анализ опыта успешного внедрения стандартов в сфере энергетики на отечественных и зарубежных предприятиях показал, что стандартизация имеет успешные последствия, которые наглядно продемонстрированы на рис 3.

Рисунок 3. Результаты внедрения стандартов в сфере энергетики.

Несмотря на значительный прогресс в области стандартизации энергообеспечения, существуют и вызовы, требующие решения. К ним относятся: необходимость и важность постоянного обновления стандартов, гармонизация международных стандартов, внедрение стандартов на предприятиях, развитие стандартов в области возобновляемой энергетики [8].

Анализ вызовов в энергообеспечении выявляет необходимость дополнения действующих стандартов. Предлагается комплекс мер для повышения их практической эффективности, который представлен на рис 4.

Динамический контроль качества электроэнергии в критических точках. Дополнить ГОСТ 32144-2013 мониторингом параметров у критических нагрузок. Установить пороги отклонений для сигналов тревоги. Для чувствительных производств — алгоритмы автоматической компенсации.

Интегрированное управление энергией и качеством продукции. Регламент интеграции СЭМ (ISO 50001) и СМК. Формализация связей параметров энергообеспечения и качества продукции. Фиксированная последовательность корректирующих действий.

Рисунок 4. Предлагаемые меры для повышения практической эффективности действующих стандартов

Адаптация стандартов для ВИЭ и микросетей. Дополнения для гибридных систем. Требования: стабильность (время переключения <10 мс), стандартизация управления нагрузкой. Ужесточение норм качества на выходе инверторов ВИЭ.

Цифровой паспорт энергопотребления. Обязательный паспорт для производителей: SMART-профиль, чувствительность к качеству электроэнергии, стандартизированные интерфейсы, данные для углеродного следа.

Принципы SMART-подхода:

Конкретность - конкретные целевые показатели.

Измеримость - стандартизированные протоколы и аттестованные системы мониторинга.

Достижимость - обязательное ТЭО.

Релевантность - увязка энергоэффективности и качества продукции.

Ограниченность во времени - четкие сроки и отчетность.

Ожидаемые результаты:

1. Повышение применимости стандартов.
2. Усиление связи «Энергообеспечение - Качество Продукции», минимизацию брака.
3. Адаптацию к современным тенденциям (ВИЭ, микросети, Индустрия 4.0).
4. Повышение автоматизации и оперативности.

Предложенные регламенты и SMART-критерии — основа «интеллектуальных» стандартов, обеспечивающих стабильность, минимизацию брака, энергоэффективность и устойчивость.

В заключение следует подчеркнуть, что стандарты в области энергообеспечения играют определяющую роль в обеспечении качества продукции, стабилизируя технологические процессы, минимизируя риски поломок оборудования, повышая энергоэффективность и обеспечивая соответствие нормативным требованиям. Приверженность этим стандартам позволяет предприятиям повысить конкурентоспособность, снизить издержки и улучшить экологическую устойчивость. Инвестиции в энергоэффективность и стандартизацию энергообеспечения являются стратегически важными, принося ощутимые выгоды как предприятиям, так и обществу в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативные документы. Общие требования. – М.: Госстандарт России, 2000. – 16 с.
2. ISO 50001:2023. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Издательство стандартов, 2023. – 30 с.
3. *Башмаков, И.А.* Энергетическая эффективность экономики России / И.А. Башмаков. – М.: Энергия, 2009.
4. *Жуков, В.В.* Энергосбережение в промышленности: Учебное пособие / В.В. Жуков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012.
5. *Минин, В.А.* Энергоменеджмент на предприятии: Учебное пособие / В.А. Минин, О.В. Минин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010.
6. *Иванов, А.А.* Стандартизация и управление качеством продукции / А.А. Иванов. – М.: КноРус, 2019.
7. *Петров, П.П.* Влияние энергетической эффективности на конкурентоспособность предприятия / П.П. Петров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. Экономика. – 2015. – № 4.
8. Global Energy Efficiency Outlook 2021. International Energy Agency (IEA), Paris.

THE ROLE OF STANDARDIZATION IN ENERGY SUPPLY TO ENSURE PRODUCT QUALITY

© 2026 R.N. Pigilova, A.A. Zainullina, A.A. Efimova

Kazan State Energy University, Kazan, Russia

This article examines the key role of standardization in the field of energy supply as a fundamental factor affecting the quality of products. The impact of standards on the stability of power supply, energy efficiency, safety and compatibility of equipment is analyzed. Examples of practical implementation of standards in various industries and their impact on improving product quality are presented. The necessity of further development and improvement of standardization in the field of energy supply to ensure competitiveness and sustainable development of enterprises is substantiated.

Key words: standardization, energy supply, product quality, electricity, energy efficiency, safety, industry.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-2(2)-363-368
EDN: BUVTOX

REFERENCES

1. GOST R 51387-99. Energosberezhenie. Normativnye dokumenty. Obshchie trebovaniya. – M.: Gosstandart Rossii, 2000. – 16 s.
2. ISO 50001:2023. Sistemy energeticheskogo menedzhmenta. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu. – M.: Izdatel'stvo standartov, 2023. – 30 s.
3. *Bashmakov, I.A.* Energeticheskaya effektivnost' ekonomiki Rossii / I.A. Bashmakov. – M.: Energiya, 2009.
4. *Zhukov, V.V.* Energosberezhenie v promyshlennosti: Uchebnoe posobie / V.V. Zhukov. – M.: Izdatel'skij dom MEI, 2012.
5. *Minin, V.A.* Energomenedzhment na predpriyatii: Uchebnoe posobie / V.A. Minin, O.V. Minin. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2010.
6. Ivanov, A.A. Standartizaciya i upravlenie kachestvom produkcii / A.A. Ivanov. – M.: KnoRus, 2019.
7. *Petrov, P.P.* Vliyanie energeticheskoj effektivnosti na konkurentosposobnost' predpriyatiya / P.P. Petrov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 5. Ekonomika. – 2015. – № 4.
8. Global Energy Efficiency Outlook 2021. International Energy Agency (IEA), Paris.

Roza Pigilova, Senior Lecturer of the Department of Environmental Engineering and Occupational Safety. E-mail: rozapigilova@yandex.ru
Alisa Zainullina, Student. E-mail: alisa.zajnullina@mail.ru
Anastasia Efimova, Student. E-mail: nastyefimova5@gmail.com