

УДК 620.92

UDC 620.92

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

STANDARDIZATION AND CERTIFICATION IN THE FIELD OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Богданова Наталия Владимировна
Канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Bogdanova Natalia Vladimirovna
Cand.Tech.Sci., associate professor
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Милицкая Варвара Михайловна
Студент
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Militskaya Varvara Mikhailovna
Student
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Статья посвящена вопросам стандартизации и сертификации в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с акцентом на их применение в агропромышленном комплексе и децентрализованных энергосистемах. В условиях, когда более 60% территории Российской Федерации не охвачено централизованным энергоснабжением, обеспечение надёжного энергообеспечения аграрных регионов становится приоритетной задачей. В работе подчёркивается значимость разработки и внедрения технических стандартов, регулирующих проектирование, производство, эксплуатацию и испытания оборудования на базе ВИЭ. Анализируются действующие нормативные документы, включая ГОСТ Р и международные стандарты IEC/ISO, охватывающие ветровые и солнечные энергетические установки, фотоэлектрические насосные системы, а также методы оценки их надёжности, экологичности и эффективности. На основе аналитического обзора нормативно-технической документации и статистических данных за 2014-2024 гг. обоснована актуальность гармонизации российских стандартов с международными требованиями. Представлены количественные показатели роста установленной мощности ВИЭ в России: за десять лет она увеличилась почти в четыре раза, достигнув 6,1 ГВт, при доминирующем вкладе солнечных и ветровых электростанций. Обосновано, что стандартизация и сертификация позволяют повысить качество и безопасность ВИЭ, способствуют выходу на международный рынок и интеграции в глобальную энергетическую систему. Сделан вывод о необходимости развития опережающих стандартов, включая сферы накопления энергии и управления микросетями, что особенно важно для устойчивого развития агропромышленных и удалённых территорий.

The article is devoted to the issues of standardization and certification in the field of renewable energy sources (RES), with a focus on their application in the agro-industrial complex and decentralized power systems. In a situation where more than 60% of the territory of the Russian Federation is not covered by centralized power supply, ensuring reliable energy access for agricultural regions becomes a priority task. The study emphasizes the importance of developing and implementing technical standards that regulate the design, production, operation, and testing of RES-based equipment. The paper analyzes existing regulatory documents, including Russian GOST R and international IEC/ISO standards, covering wind and solar power installations, photovoltaic pumping systems, as well as methods for assessing their reliability, environmental safety, and efficiency. Based on an analytical review of regulatory and technical documentation and statistical data from 2014 to 2024, the relevance of harmonizing Russian standards with international requirements is substantiated. The paper presents quantitative indicators of RES capacity growth in Russia: over ten years, it has increased nearly fourfold, reaching 6.1 GW, with solar and wind power plants contributing the most. It is substantiated that standardization and certification improve the quality and safety of RES, facilitate access to international markets, and promote integration into the global energy system. The article concludes with the need to develop advanced standards, including those related to energy storage and microgrid management, which is particularly important for the sustainable development of agro-industrial and remote areas. The study may be useful for specialists in energy, agriculture, standardization, and public policy.

Статья может быть полезна специалистам в области энергетики, сельского хозяйства, стандартизации и государственного регулирования

Ключевые слова: ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Keywords: RENEWABLE ENERGY SOURCES, STANDARDIZATION, CERTIFICATION, DECENTRALIZED POWER SUPPLY, AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX, ENERGY EFFICIENCY, INTERNATIONAL STANDARDS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-006>

Введение. Энергообеспечение удалённых и сельскохозяйственных регионов является важной технической задачей в России. В настоящее время лишь около 30-40 % территории страны охвачено централизованным электроснабжением, тогда как остальные 60-70 % питаются от автономных энергосистем. К таким децентрализованным зонам относятся, в частности, районы Крайнего Севера и Дальнего Востока, где сосредоточены значительные природные ресурсы. Для агропромышленного комплекса, имеющего множество удалённых хозяйств и перерабатывающих предприятий, надёжное энергоснабжение критически важно. Масштабное внедрение ВИЭ выдвигает на первый план проблему обеспечения качества и надёжности соответствующих технологий. Разработка, внедрение и соблюдение современных стандартов в области возобновляемой энергетики являются ключевыми инструментами обеспечения требуемого уровня качества оборудования и процессов. Стандартизация задаёт единые технические требования к проектированию, производству, установке и эксплуатации устройств на базе ВИЭ. Благодаря стандартам достигаются совместимость и взаимозаменяемость компонентов от разных производителей, унификация методов испытаний и измерения параметров, повышение безопасности и эффективности работы энергосистем.

Международные организации (IEC, ISO и др.) совместно с отраслевыми экспертами постоянно разрабатывают нормативы, охватывающие все аспекты производства и эксплуатации

<http://ej.kubagro.ru/2025/08/pdf/06.pdf>

ветроэнергетических установок, солнечных панелей, аккумуляторных систем и др. В данной статье представлен обзор текущего состояния стандартизации и сертификации в сфере возобновляемых источников энергии. Актуальность темы обусловлена как необходимостью энергообеспечения аграрных и удалённых территорий России за счёт автономных ВИЭ-установок, так и общемировым трендом быстрого роста доли «зелёной» энергетики.

Состояние исследований и актуальность проблемы. Вопросы обеспечения качества техники и инфраструктуры для возобновляемой энергетики активно изучаются международными организациями и научным сообществом. Международная электротехническая комиссия (IEC) совместно с ISO создали ряд технических комитетов, разрабатывающих стандарты по направлениям: солнечная энергетика (фотоэлектрические системы), ветроэнергетика, морская (приливная и волновая) энергетика и др. Эти стандарты охватывают широкий спектр параметров – от требований к безопасности конструкций и методик испытаний до критериев долговечности, эффективности и воздействия на окружающую среду. К примеру, серия стандартов IEC 61400 регламентирует практически все аспекты ветроэнергетических установок (ВЭУ): аэродинамические нагрузки, прочность и ресурс основных узлов, процедуры типовых испытаний, акустический шум, устойчивость к внешним воздействиям (включая молнии), а также требования по интеграции ветропарков в электрические сети. В солнечной энергетике аналогичную роль играют стандарты IEC 61215, IEC 61730 и др., устанавливающие методы испытаний фотоэлектрических модулей (климатических, электрических, механических), критерии их качества и безопасности. Приведение национальных нормативов в соответствие с международными – необходимое условие для глобальной интеграции возобновляемой энергетики. В результате в ряде стран, включая Россию,

происходит гармонизация: национальные стандарты разрабатываются на базе международных аналогов или путем прямого внедрения их требований. В России проблематика стандартизации ВИЭ получила развитие в последнее десятилетие. Принята серия государственных стандартов (ГОСТ Р) в области ветровой и солнечной энергетики, призванных обеспечить единую методологию испытаний и оценки параметров оборудования. Так, действуют стандарты по измерению акустического шума ветроустановок (ГОСТ Р 54418.11–2017, методы определения шумовых характеристик при работе ВЭУ) и по оценке шумовых параметров партии ветроустановок (ГОСТ Р 54418.14–2017). Эти документы регламентируют процедуру измерения уровней звуковой мощности и звукового давления от ВЭУ с использованием стандартизированных приборов, учитывают фоновые шумы и погодные условия, а также содержат методы статистической обработки полученных данных. Указанные стандарты гармонизированы с международными ИЕС 61400-11 и ИЕС 61400-14, что обеспечивает сопоставимость результатов испытаний российских ВЭУ с мировыми нормами. В солнечной энергетике разработан ГОСТ Р 57902–2017, устанавливающий методику испытаний кремниевых фотоэлектрических модулей на деградацию под воздействием электрического потенциала (так называемая потенциал-индуцированная деградация, PID). Стандарт описывает подготовку образцов, режимы приложения высокого напряжения, контроль изменения выходных характеристик (мощности, КПД) до и после испытания, а также критерии оценки потери производительности модуля. Его требования согласованы с ключевыми международными стандартами на фотомодули (ИЕС 61215, ИЕС 61730). Ещё один важный документ – ГОСТ Р 57903–2017 – касается автономных фотоэлектрических насосных систем водоснабжения (солнечных насосных установок). Он регламентирует методы определения выходных характеристик таких систем

(электрических параметров модулей, производительности насосов – расход, напор), а также критерии выбора и оценки насосных фотосистем. Наличие данного стандарта особенно значимо для аграрного сектора, так как солнечные насосы широко применимы для орошения и водоснабжения ферм вне зон централизованного энергообеспечения. Стандартизация технологий ВИЭ находится в развитии: появляются новые типы установок и компонентов (например, накопители энергии, системы управления микросетями), которые требуют обновления нормативной базы. Актуальность проблемы подтверждается тем, что даже на международном уровне отмечаются пробелы в стандартах для некоторых перспективных технологий и необходимость ускорения их разработки, чтобы не отставать от быстрого прогресса отрасли. Таким образом, постоянное совершенствование стандартов – насущная задача, напрямую влияющая на успешность энергетического перехода.

Цель исследований. Целью работы является проведение обзорного анализа существующих стандартов и процедур сертификации в области возобновляемых источников энергии, с акцентом на их применение в агропромышленном комплексе, выявление степени гармонизации российских нормативов с международными требованиями, а также оценка их влияния на качество, безопасность и эффективность внедрения ВИЭ в условиях децентрализованного энергоснабжения.

Материалы и методы исследований. Исследование выполнено методом аналитического обзора нормативно-технических документов, статистических отчетов и научно-технических публикаций в области возобновляемой энергетики. В качестве материалов использованы государственные стандарты Российской Федерации (серия ГОСТ Р по ветро- и солнечной энергетике) и данные международных стандартов IEC/ISO, регулирующих требования к оборудованию ВИЭ. Проведен сравнительный анализ содержания отечественных и зарубежных

стандартов на предмет их эквивалентности и взаимосвязи. Также рассмотрены материалы ежегодных отчетов и исследований (IRENA, Ember и др.), содержащие количественные показатели развития возобновляемой энергетики в России и мире за период 2014–2024 гг. При обработке статистических данных применены методы анализа динамики (выявление тенденций роста установленной мощности, структуры генерации и пр.). Качественный анализ выполнен в части обобщения результатов внедрения системы стандартизации и сертификации – рассмотрены эффекты от их применения (повышение качества, надёжности оборудования, облегчение интеграции ВИЭ в энергосистемы).

Результаты исследований. Анализ действующих стандартов показал, что в России сформирована базовая нормативная база для ветроэнергетических и солнечных установок, в основном гармонизированная с международными требованиями. Стандарты охватывают ключевые аспекты: обеспечение экологической безопасности (например, ограничения по шумовым эмиссиям ветротурбин), поддержание производительности оборудования на протяжении жизненного цикла (тестирование фотоэлектрических модулей на деградацию), а также эффективное использование ВИЭ в прикладных целях (солнечные насосы для автономного водоснабжения). Приведение отечественных стандартов в соответствие с IEC/ISO способствует устранению технических барьеров при экспорте и импорте оборудования и технологий. В том числе, соблюдение российскими производителями стандартов IEC 61400, IEC 61215 и др. позволяет им подтвердить конкурентоспособность продукции на мировом рынке. В области сертификации возобновляемой энергетики прослеживается тенденция к усилению требований и расширению сферы охвата [1].

В России механизмы обязательной и добровольной сертификации также применяются к ветроустановкам, солнечным модулям, инверторам,

комплектующим и т.д., что снижает риск поступления на объекты энергетики некачественных изделий. Ключевыми достижениями, которые даёт внедрение системы стандартизации и сертификации ВИЭ, являются: (1) обеспечение надлежащего уровня качества и надёжности оборудования через подтверждение соответствия и регулярный контроль; (2) гарантия безопасной эксплуатации установок для персонала и окружающей среды; (3) снижение технических и инвестиционных рисков, повышение доверия потребителей и инвесторов к «зелёной» энергетике; (4) возможность выхода продукции на международные рынки и рост конкурентоспособности отечественных технологий за счёт соблюдения единых требований. Кроме того, разработка новых опережающих стандартов (в том числе межотраслевых, затрагивающих смежные области применения ВИЭ) создаёт задел для дальнейшего развития отрасли. Так, стандартизация методов хранения энергии, водородных технологий и интеллектуальных энергосистем станет логичным продолжением интеграции ВИЭ во все сектора экономики.

Количественные результаты. Динамика развития возобновляемой энергетики в Российской Федерации за последнее десятилетие подтверждает эффективность мер государственной поддержки и актуальность рассматриваемой проблемы. По результатам проведённой оценки, совокупная установленная мощность генерации на основе ВИЭ в России существенно выросла: если в 2014 г. её величина составляла около 0,9 ГВт, то к 2024 г. она достигла примерно 6,1 ГВт (увеличившись почти в 4 раза). Наибольший вклад в прирост обеспечили солнечные и ветровые электростанции. Мощность солнечной генерации к 2024 г. составила порядка 2,6 ГВт, а ветровой – около 2,2 ГВт, тогда как сегмент малых ГЭС (до 50 МВт) застыл на уровне ~1,3 ГВт без существенного роста за указанный период. Другие виды возобновляемой энергии (биомасса, биогаз, геотермальная и др.) остаются нишевыми – их суммарная доля не

превысила нескольких процентов. Стремительный рост солнечных и ветровых станций был достигнут благодаря механизму договоров о предоставлении мощности (ДПМ ВИЭ) на оптовом рынке, действующему с 2013 года. В рамках этой программы инвесторам гарантируется возврат вложений при условии локализации производства оборудования, что стимулировало строительство множества новых объектов. В результате более 70% всех «зелёных» мощностей, введённых за последнее десятилетие, реализованы именно по этой программе [2].

Выводы. 1. Стандартизация возобновляемых источников энергии является необходимым условием обеспечения качества и надёжности энергосистем. 2. Сертификация оборудования и технологий на базе ВИЭ обеспечивает независимое подтверждение их соответствия установленным стандартам. 3. Гармонизация российских стандартов с международными (IEC, ISO) способствует интеграции отечественной возобновляемой энергетики в мировой рынок.

Библиографический список

1. Antoinette Price. Standards and certification ensure reliability of renewable energy equipment and systems. IEC e-tech Magazine, 17.09.2021.
2. International Renewable Energy Agency (IRENA). Supporting Quality Control for Renewable Energy Technologies. IRENA News, 01.12.2015.

References

1. Antoinette Price. Standards and certification ensure reliability of renewable energy equipment and systems. IEC e-tech Magazine, 17.09.2021.
2. International Renewable Energy Agency (IRENA). Supporting Quality Control for Renewable Energy Technologies. IRENA News, 01.12.2015.