ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58092.3.1— 2020 (IEC TS 62933-3-1: 2018)

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ

Общие требования

(IEC TS 62933-3-1:2018, Electric Energy Storage (EES) Systems — Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems — General specifications, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Системы накопления энергии» (ООО «Системы накопления энергии») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 044 «Аккумуляторы и батареи»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 июня 2020 г. № 253-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному документу IEC TS 62933-3-1:2018 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 3-1. Проектирование и оценка рабочих параметров систем накопления электрической энергии. Общие требования» (IEC TS 62933-3-1:2018 «Electric Energy Storage (EES) Systems — Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems — General specifications», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе, приведены в дополнительном приложении ДА.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа приведено в дополнительном приложении ДБ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения и обозначения . . . 2
3.1 Термины и определения . . . 2
3.2 Обозначения . . . 3
4 Структура систем накопления электрической энергии . . . 3
4.1 Архитектура СНЭЭ . . . 3
4.2 Технические характеристики подсистем . . . 3
5 Проектирование . . . 5
5.1 Общие положения . . . 5
5.2 Условия эксплуатации СНЭЭ . . . 6
5.3 Определение параметров СНЭЭ . . . 7
5.4 Основные электрические параметры СНЭЭ . . . 8
5.5 Функциональные возможности СНЭЭ . . . 11
5.6 Интерфейс связи . . . 17
6 Оценка рабочих параметров СНЭЭ . . . 21
6.1 Приемо-сдаточные испытания . . . 21
6.2 Монтаж и ввод в эксплуатацию . . . 22
6.3 Испытания при вводе в эксплуатацию . . . 23
6.4 Контроль рабочих параметров . . . 23
Приложение А (справочное) Примеры приложений СНЭЭ . . . 25
Приложение В (справочное) Требования к монтажу . . . 34
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе . . . 35
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа . . . 36
Библиография . . . 37

Введение

Необходимость разработки национального стандарта Российской Федерации на системы накопления электрической энергии (СНЭЭ) обусловлена интенсивным развитием в последние десятилетия технологий накопления энергии, которая привела к созданию накопителей энергии таких мощностей, энергоемкости, КПД и быстродействия, которые заставляют переосмыслить их место и роль в современных энергосистемах. Если традиционные типы накопителей (в основном электрохимические аккумуляторы) выполняли в электроэнергетике лишь вспомогательные функции, то современные накопители энергии претендуют на место одного из важнейших элементов энергосистем.

Многие проблемы электроэнергетики, связанные с технологически обусловленной с позиций сегодняшнего дня одновременностью процессов производства и потребления электроэнергии, в ближайшем будущем могут быть решены с помощью накопителей энергии. Дополнительный импульс в развитии накопителей дает возобновляемая энергетика. Использование накопителей для согласования во времени стохастических графиков потребления и генерации значительно повышает эффективность возобновляемой энергетики.

Основные типы накопителей энергии, которые достигли наибольших и наилучших характеристик, — это накопители на базе литийионных и подобных им аккумуляторных батарей большой емкости, суперконденсаторы и электромеханические накопители.

В энергосистемах традиционного типа задачи управления активной мощностью решают исключительно с помощью генераторных агрегатов путем регулирования расхода энергоносителя. Накопители энергии в составе энергосистемы позволяют поддерживать баланс активной мощности, участвуя в энергообмене с энергосистемой, регулируя в течение суток выработку и потребление электроэнергии, причем они могут быть установлены в любой точке энергосистемы, там, где в них есть потребность. Кроме управления активной мощностью они одновременно способны выполнять функции регулирования напряжения в точке подключения, функции активного фильтра высших гармоник напряжения и тока, а также решать проблему симметрирования трехфазной электрической сети.

Стандарты на СНЭЭ должны дать разработчикам, проектировщикам и заказчикам накопителей энергии единую терминологию и требования, необходимые при их проектировании, строительстве и эксплуатации.

Из текста стандарта в разделе 1 исключено излишне детальное описание области применения стандарта; в 3.1.2 удалено примечание, т. к. текст носит справочный характер; в 5.1 удалена ссылка «приложение А», как явная техническая ошибка; исключен 5.6.1, т. к. текст носит пояснительный характер. При этом в текст внесены следующие изменения, которые выделенные курсивом:

- добавлено уточнение о том, что для СНЭЭ, предназначенных для работы в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем и относящихся к объектам диспетчеризации, на стадии технологического проектирования могут предъявляться дополнительные требования, обеспечивающие совместимость с требованиями к объектам электроэнергетики и энергопринимающим установкам потребителей электрической энергии, функционирующим в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах в соответствии с актуальными нормами и правилами, и которые должны быть согласованы с субъектом оперативно-диспетчерского управления соответствующего уровня;

- в 3.1 ссылки на интернет-ресурсы заменены ссылками на *ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000, ГОСТ 16504* и *ГОСТ IEC 60050-151*;

- в 4.2.1 (рисунок 2) добавлен блок «гравитационный накопитель энергии», а также добавлено примечание с расшифровкой принятых сокращений;

- в 5.1 добавлены перечисление «параметрам подсистемы защиты», ссылка на *ГОСТ Р 58092.1, приложение А, рисунок А.4* для иллюстрации примера диаграммы мощности;

- в 5.3.1 для уточнения перечня режимов электрической сети, которые необходимо учесть при определении рабочих характеристик СНЭЭ, для СНЭЭ, функционирующих в Единой энергетической системе России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах и подпадающих под определение объекта электроэнергетики, добавлено требование о необходимости использования руководств [*1*], [*2*];

- в 5.4.2 изменено оформление таблицы 1 для простоты восприятия информации;

- требования, изложенные в 5.5.1.2, приведены в соответствие с ГОСТ Р 58092.2.1;

- в 5.5.9.3 во втором абзаце добавлен текст, а также на рисунке и «Примечание 1» заменено поясняющим текстом на рисунке и добавлены библиографические ссылки [*3*] и [*4*];
- в 5.6.1 (рисунок 11) добавлено примечание с расшифровкой принятых сокращений;
- в 6.2.3 изменено оформление таблицы 6 для простоты восприятия информации;
- объединены пункты 6.2.3.2.1 и 6.2.3.2.2, т. к. представленная информация не требует такой детализации;
- в 6.4 изменено оформление таблицы 7 для простоты восприятия информации;
- в А.2.2, А.3.1, А.3.2 устранена явная техническая ошибка в нумерации таблиц;
- в А.1.2, А.1.3, А.1.4, А.2.2, А.2.3, А.3.1, А.3.2 примечания к рисункам заменены ссылкой [*4*], которая включена в библиографию.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ

Общие требования

Electric energy storage (EES) systems. Planning and performance assessment. General requirements

Дата введения — 2020—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы накопления электрической энергии (СНЭЭ), предназначенные для внутренней или наружной установки с присоединением к электрической сети, и устанавливает:

- требуемые функции и возможности СНЭЭ;
- виды испытаний и методы оценки рабочих параметров СНЭЭ;
- требования к мониторингу и измерению рабочих характеристик СНЭЭ;
- требования к обмену необходимой информацией о системе и возможностям управления.

Для СНЭЭ, предназначенных для работы в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем и относящихся к объектам диспетчеризации, на стадии технологического проектирования могут предъявляться дополнительные требования, обеспечивающие совместимость с требованиями к объектам электроэнергетики и энергопринимающим установкам потребителей электрической энергии, функционирующим в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах в соответствии с актуальными нормами и правилами, и которые должны быть согласованы с субъектом оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) соответствующего уровня.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15543.1—89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 23216—78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 30546.2—98 Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний

ГОСТ IEC 60050-151—2014 (IEC 60050-151:2001) Международный электротехнический словарь. Часть 151. Электрические и магнитные устройства

ГОСТ IEC 61000-6-4—2016 (IEC 61000-6-4:2011) Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных обстановок

Издание официальное

ГОСТ IEC 61000-6-5—2017 (IEC 61000-6-5:2015) Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-5. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в обстановке электростанции и подстанции

ГОСТ Р 50571.16—2007 (МЭК 60364-6:2006) Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания

ГОСТ Р 50571.5.51—2013 (МЭК 60364-5-51:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 5-51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие требования

ГОСТ Р 50571.5.54—2013 (МЭК 60364-5-54:2011) Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов

ГОСТ Р 51317.6.5—2006 (МЭК 61000-6-5:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 55194—2012 (IEC 60060-1:2010) Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 55195—2012 (IEC 60071-1:2011) Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 56257—2014 Характеристика факторов внешнего природного воздействия. Общая классификация

ГОСТ Р 58092.1—2018 (МЭК 62933-1:2018) Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Термины и определения

ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (МЭК 62933-2-1:2017) Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Параметры установок и методы испытаний. Общие требования

ГОСТ Р 58092.5.1—2018 (IEC/TS 62933-5-1:2017) Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Безопасность систем, работающих в составе сети. Общие требования

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000—2012 (ISO/IEC 27000:2009) Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101—2006 (МЭК 60870-5-101:2003) Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 101. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104—2004 Устройства и системы телемеханики Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей

ГОСТ Р МЭК 61850 (IEC 61850) (все части) Сети и системы связи на подстанциях

ГОСТ Р МЭК 62443 (IEC 62443) (все части) Сети промышленной коммуникации. Безопасность сетей и систем

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 58092.1*, *ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000*, *ГОСТ 16504* и *ГОСТ IEC 60050-151*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **простой** (idle). Период времени, в течение которого СНЭЭ не выполняет или не способна выполнять любые функции, связанные с обменом мощностью в основной точке подключения (ТПН).

3.1.2 **время восстановления** (recovery time): Период времени, необходимый для восстановления СНЭЭ после выполнения рабочего цикла до состояния, при котором параметры следующего рабочего цикла не будут выходить за установленные пределы в заданном режиме работы при непрерывных условиях эксплуатации.

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

P — активная мощность;

Q — реактивная мощность;

S — полная мощность;

U — напряжение;

I — ток;

$\cos \varphi$ — коэффициент мощности;

f — частота.

4 Структура систем накопления электрической энергии

4.1 Архитектура СНЭЭ

Типовая архитектура СНЭЭ приведена на рисунке 1. На рисунке 1a показана архитектура, в которой питание вспомогательной подсистемы подведено от основной подсистемы, а на рисунке 1b — от другого внешнего присоединения. В подразделе 4.2 дано описание каждой из подсистем СНЭЭ, а также указано их влияние на общую эффективность системы (например, эффективность заряда-разряда).

4.2 Технические характеристики подсистем

4.2.1 Подсистема накопления энергии

Энергоемкость подсистемы накопления энергии должна быть оценена в зависимости от вида используемой энергии. Нормированные входная и выходная энергоемкости в основной ТПН напрямую зависят от энергоемкости подсистемы накопления. То есть от энергоемкости подсистемы накопления зависят как значения активных входной и выходной мощностей в основной ТПН, так и длительность, в течение которой СНЭЭ может поглощать и отдавать указанную активную мощность через основную ТПН.

Широко распространенный подход к классификации СНЭЭ основан на виде энергии, используемой в подсистеме накопления. Пример такой классификации приведен на рисунке 2.



Рисунок 1, лист 1 — Типовая архитектура СНЭЭ без вспомогательной ТПН (a) и со вспомогательной ТПН (b)



b

Рисунок 1, лист 2

4.2.2 Подсистема преобразования энергии

Подсистема преобразования энергии предназначена для преобразования энергии подсистемы накопления в электрическую энергию в ТПН, обычно в отдаваемую электрическую энергию переменного тока при разряде подсистемы накопления энергии, а также энергии переменного тока, поступающей от сети в форму, подходящую для заряда подсистемы накопления. Это преобразование может быть осуществлено с помощью электрических и/или механических систем. Подсистема преобразования энергии влияет на характеристики полной мощности СНЭЭ, а также может влиять на качество электроэнергии в ТПН.

Обычно подсистема преобразования подключена к подсистеме накопления и основному стыковочному выводу. С точки зрения проектирования подсистема преобразования энергии также должна включать в себя все устройства передачи энергии между стыковочным выводом и подсистемой накопления, например силовые трансформаторы, синус-фильтры или коммутационные элементы.



Примечание — NiCd — никель-кадмиевые, NiMH — никель-металлгидридные, Li — литийионные, NaS — натрий-серные, СПГ — синтезированный природный газ

Рисунок 2 — Пример классификации СНЭЭ в зависимости от вида используемой энергии

4.2.3 Вспомогательная подсистема

Вспомогательная подсистема включает все необходимое оборудование, предназначенное для выполнения дополнительных (неосновных) функций СНЭЭ, в том числе систему вентиляции, пожаротушения и при необходимости термокондиционирования.

4.2.4 Подсистема контроля и управления

Подсистема контроля и управления может включать в себя подсистему управления, коммуникационную подсистему и подсистему защиты. На этапе проектирования должны быть определены необходимые способы дистанционного управления и режимы работы, которые система контроля и управления будет поддерживать.

СНЭЭ должна быть спроектирована таким образом, чтобы перебои в снабжении энергией не влияли на безопасность СНЭЭ и ее способность к повторному запуску. Необходимо определить максимальную продолжительность перебоев и в случае необходимости предусмотреть резервный источник питания. Между изготовителем (поставщиком) и заказчиком должны быть согласованы основные требования к безопасному отключению и безопасному останову системы.

Должны быть подробно описаны функциональные возможности подсистемы защиты СНЭЭ и параметры срабатывания защиты.

5 Проектирование

5.1 Общие положения

Проектирование СНЭЭ зависит от топологии электрической сети, а также от мощности нагрузки и генерации электроэнергии, предусмотренной в ТПН. Функциональность и назначение подключаемой СНЭЭ индивидуальны в каждом рассматриваемом варианте. В зависимости от решаемых задач к СНЭЭ могут быть предъявлены технические требования по:

- функциональности (покрытие пиковых нагрузок, обеспечение требуемой частоты, режим работы виртуальной синхронной машины и др.);
- параметрам подсистемы накопления энергии (энергоемкость, мощность и др.);
- параметрам подсистемы преобразования энергии (время отклика, контроль статизма, мощность, мощность короткого замыкания и др.);
- *параметрам подсистемы защиты*.

Для разработки оптимального решения, повышения адаптивности и эффективности функционирования системы требования к СНЭЭ должны быть четко определены. Также необходимо учитывать требования электрической сети. На этапе проектирования, на системном уровне и после уточнения приложения должны быть определены требования к СНЭЭ путем задания требований к соответствующим рабочим характеристикам СНЭЭ, включая:

- нормированную входную и выходную мощность;
- кратковременную входную и выходную мощность;
- нормированную энергоемкость;
- время отклика;
- энергопотребление вспомогательной подсистемой;
- саморазряд;
- эффективность заряда-разряда;
- эффективность заряда-разряда рабочего цикла;
- время восстановления,
- значение показателей рабочих характеристик в конце срока службы.

Настоящий раздел помогает проектировщику задать технические требования таким образом, чтобы у изготовителей СНЭЭ имелась вся необходимая информация для конструктивного исполнения системы, и содержит данные, необходимые для оценки рабочих характеристик СНЭЭ. Это гарантирует, что заказчики получат всю необходимую информацию от изготовителя (поставщика) СНЭЭ, включая требования к техническому обслуживанию и значения показателей рабочих характеристик в конце срока службы, в соответствии с задачами, которые планируется возложить на СНЭЭ.

Как правило, значения нормированных рабочих характеристик необходимы для задания технических требований, устанавливаемых для определенного набора рабочих условий компонентов, устройств, оборудования или систем. При задании нормированных значений с целью проектирования СНЭЭ необходимо учитывать критические рабочие пределы диаграммы мощности *(см. ГОСТ Р 58092.1—2018, приложение А, рисунок А.4)*, ухудшение рабочих характеристик вследствие старения, изменение условий

окружающей среды и другие ограничивающие факторы. Все нормированные значения при проектировании СНЭЭ должны соответствовать значениям в конце ее срока службы.

На этапе проектирования также должен быть определен и учтен коэффициент эксплуатационной готовности.

Для СНЭЭ необходимо оценить энергопотребление вспомогательной подсистемой. Этот параметр подвержен изменению в течение срока службы СНЭЭ и поэтому должен быть указан на весь период эксплуатации СНЭЭ с учетом условий окружающей среды, ожидаемых в месте установки. Следует также учитывать влияние на эффективность СНЭЭ экстремальных погодных условий, приведенных в 5.2.3.

Примечание — Определение энергопотребления вспомогательной подсистемой — по *ГОСТ Р 58092.2.1*.

5.2 Условия эксплуатации СНЭЭ

5.2.1 Общие положения

При проектировании СНЭЭ необходимо учитывать условия эксплуатации:

- параметры и требования электрической сети, в основном включающие электрические параметры, ограничения, рабочие диапазоны и требования электрической сети в (основной) ТПН (см. 5.2.2);
- условия эксплуатации, не связанные с электричеством (см. 5.2.3).

На этапе проектирования, установки и монтажа СНЭЭ должны быть учтены требования, соответствующие месту установки (см. приложение В) по *ГОСТ 15543.1*.

5.2.2 Требования электрической сети к подключению СНЭЭ

5.2.2.1 На этапе проектирования должны быть учтены следующие параметры электрической сети в ТПН:

- номинальное напряжение при эксплуатации;
- максимальное напряжение оборудования;
- кратковременные и длительные изменения напряжения;
- номинальная частота;
- длительные колебания частоты;
- кратковременные колебания частоты;
- ток короткого замыкания и его длительность;
- режим заземления нейтрали.

5.2.2.2 Сведения о заземлении — по *ГОСТ Р 50571.5.54*.

5.2.2.3 Изготовитель (поставщик) должен четко указать возможные нежелательные воздействия СНЭЭ в ТПН [например, влияние на гармонический состав напряжения и токовые помехи (испытания см. в *ГОСТ Р 58092.2.1)*].

5.2.2.4 СНЭЭ должна быть защищена от возможных вредных воздействий электромагнитной среды. Например, в случаях электромагнитной несовместимости при монтаже СНЭЭ на подстанциях необходимо обеспечить уровень помехоустойчивости системы в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 51317.6.5* и *ГОСТ IEC 61000-6-5*.

5.2.3 Условия эксплуатации

5.2.3.1 При проектировании учитывают все условия окружающей среды, не связанные с электричеством (например, высоту над уровнем моря, влажность и др.), а также при необходимости требования *ГОСТ Р 56257* и *ГОСТ Р 50571.5.51*.

5.2.3.2 СНЭЭ и ее опорная конструкция должны быть спроектированы в соответствии с уровнем сейсмичности площадки. Характеристики сейсмоустойчивости СНЭЭ должны быть такими же, как для остального оборудования электрической сети.

Информация об уровнях ускорения грунта, а также методы испытаний установлены в *ГОСТ 30546.2*.

СНЭЭ должна соответствовать стандарту по сейсмоустойчивости (при наличии). При вероятности значительного уровня сейсмических колебаний следует предпринимать дополнительные меры.

5.2.3.3 СНЭЭ должна быть спроектирована и сконструирована таким образом, чтобы выдерживать колебания рабочей температуры с учетом температуры окружающей среды и солнечного излучения.

5.2.3.4 При необходимости СНЭЭ должна быть защищена от пыли и агрессивных сред, характерных для условий эксплуатации. Конструкция СНЭЭ должна быть удобной для технического обслуживания.

5.2.3.5 В зависимости от местоположения, наличия рисков наводнений, выбранного принципа исполнения и габаритов СНЭЭ должны быть приняты меры против затопления.

5.2.3.6 В зависимости от местоположения, риска повышенных ветровых нагрузок, выбранного принципа исполнения и габаритов СНЭЭ должны быть приняты ветрозащитные меры в соответствии

с существующими стандартами. При вероятности значительных ветровых нагрузок, следует предпринимать меры независимо от наличия таких стандартов.

5.2.4 Стандарты, нормы и правила

5.2.4.1 На этапе проектирования должны быть проанализированы все стандарты, а также действующие нормы и правила, которые влияют на конструкцию СНЭЭ.

5.2.4.2 Для минимизации воздействия на окружающую среду работающей СНЭЭ следует учитывать явления, связанные с нормальным функционированием СНЭЭ (например, шум, выделяющийся газ или электромагнитное поле), а также последствия аварийных событий, вызванных неисправностью в работе СНЭЭ (пожар, взрыв, разрушение), а также вопросы утилизации.

Сведения о воздействии на окружающую среду, требования безопасности указаны в *ГОСТ Р 58092 (все части)*, а требования к электромагнитному излучению — в *ГОСТ IEC 61000-6-4*.

5.3 Определение параметров СНЭЭ

5.3.1 Требования в основной ТПН

Определение параметров СНЭЭ связано с выбором одного или нескольких характерных рабочих циклов, которые СНЭЭ должна выполнить в основной ТПН с тем, чтобы она соответствовала требованиям к рабочим характеристикам. Кроме того, необходимо определить минимальное и максимальное время восстановления СНЭЭ между рабочими циклами, а также требуемый срок службы СНЭЭ с учетом старения.

Технические характеристики установленных рабочих циклов должны включать:

- продолжительность и периодичность;
- требуемый график активной мощности в основной ТПН с указанием допустимых отклонений (максимальное и минимальное);
- требуемый график реактивной мощности в основной ТПН с указанием допустимых отклонений (максимальное и минимальное).

Следует учесть, что графики активной и реактивной мощности в основной ТПН могут включать периоды времени, в течение которых активная и/или реактивная мощность равны нулю. Графики должны давать представление о скорости изменения активной и реактивной мощности и их предельные значения.

Поскольку начальные значения параметров каждого рабочего цикла должны быть в определенных пределах, то может потребоваться цикл восстановления до состояния, в котором станет возможен очередной рабочий цикл. Степень свободы в циклах восстановления зависит преимущественно от условий сети. Для расчета параметров СНЭЭ необходимо задать следующие значения параметров процесса восстановления:

- минимальная продолжительность;
- максимальная продолжительность;
- диапазон допустимых значений выходной или входной активной мощности, включая максимальные и минимальные значения;
- требования или ограничения по входной и выходной реактивной мощности;
- максимально допустимые скорости изменения активной и реактивной мощности;
- допустимый диапазон значений коэффициента мощности в основной ТПН;
- требования к значению коэффициента мощности.

При определении рабочих характеристик СНЭЭ по параметрам рабочих циклов и времени восстановления необходимо учитывать наиболее вероятные сценарии развития событий в электрической системе. *Для СНЭЭ, функционирующих в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем и подпадающих под определение объекта электроэнергетики, необходимо руководствоваться [1], [2].* Следует также учитывать перспективы развития электрической системы в отношении генерации и нагрузки, а также изменения в структуре сети.

Требования определяют, исходя из набора рабочих циклов с различной продолжительностью (кратковременные и длительные) и с различными максимальными значениями мощности. В этом случае для правильного описания возможностей СНЭЭ может потребоваться совмещение рабочих циклов, характерных для различных условий эксплуатации.

Должны быть определены следующие характеристики рабочих циклов:

- время отклика;
- общая продолжительность;
- начальное содержание энергии;

- содержание энергии в конце рабочего цикла;
- максимальное значение активной выходной мощности;
- максимальное значение активной входной мощности;
- периодичность изменения активной мощности;
- периодичность переключений между активной входной или выходной мощностью;
- максимальная выходная энергия за рабочий цикл, т. е. максимальная выходная энергия в течение рабочего цикла в основной ТПН при отдаче только активной мощности (математический интеграл выходной активной мощности за период, в который выдается только активная мощность);
- максимальная входная энергия за рабочий цикл, т. е. максимальная входная энергия в течение рабочего цикла в основной ТПН при отборе только активной мощности (математический интеграл входной активной мощности за период, в который отбирается только активная мощность);
- максимальное значение реактивной выходной мощности;
- максимальное значение реактивной входной мощности;
- периодичность изменения реактивной мощности;
- периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью.

Примеры рабочих циклов для некоторых видов приложений СНЭЭ приведены в приложении А.

5.3.2 Рекомендации по определению параметров СНЭЭ

Определение параметров СНЭЭ может быть основано на требованиях к рабочим циклам, к времени восстановления и сроку службы.

После определения параметров поставщик СНЭЭ должен продемонстрировать заказчику, что при соответствующей эксплуатации и определенном обслуживании СНЭЭ будет выполнять требуемые функции в течение всего срока службы.

О возможности выполнения СНЭЭ требуемых функций в течение всего срока службы можно судить по следующим параметрам СНЭЭ: нормированная активная выходная мощность и продолжительность ее выдачи, нормированная активная входная мощность и продолжительность ее отбора. Кроме того, скорости изменения мощности, которые могут быть получены из требуемых рабочих циклов, должны удовлетворять требованиям к времени отклика СНЭЭ в течение всего срока службы.

При определении требуемых параметров СНЭЭ на протяжении всего срока службы необходимо также принимать во внимание выполнение технического обслуживания и ремонта (например, необходимость регулярного выполнения циклов калибровки).

Для описания функций СНЭЭ следует учитывать все рабочие циклы и соответствующие им параметры. Также необходимо учитывать циклы восстановления и характерные для них параметры.

5.4 Основные электрические параметры СНЭЭ

5.4.1 Общие положения

На этапе проектирования СНЭЭ должны быть учтены требования к ТПН и требования заказчика. В ходе проектирования необходимо сосредоточить внимание на рабочих характеристиках из спецификации и сопутствующей информации, обеспечивая согласованную работу всех подсистем и/или оборудования, предоставленного различными поставщиками (см. таблицу 1). При этом следует также рассмотреть вопрос об ухудшении рабочих характеристик СНЭЭ вследствие старения.

Следует учитывать ограничения по мощности, доступной энергии, внешним условиям и другим внутренним/внешним факторам.

Подключаемые к электрической сети СНЭЭ должны соответствовать техническим требованиям на протяжении всего срока их службы, с учетом условий эксплуатации, по типовому рабочему графику (см. *ГОСТ Р 58092.1*), условий окружающей среды, периодичности технического обслуживания и т. д.

Таблица 1 — Параметры, требующие особого внимания на этапе проектирования

Рабочая характеристика	*Контролируемый параметр*
Энергоемкость	Значения нормированной энергоемкости для обеспечения расчетного срока службы Требуемые значения энергоемкости для определенного приложения
Мощность	Нормированная входная и выходная мощность Нормированная мощность при наличии подключения к сети и при его отсутствии Кратковременная мощность

Окончание таблицы 1

Рабочая характеристика	*Контролируемый параметр*
Эффективность заряда-разряда	Эффективность заряда-разряда Эффективность заряда-разряда рабочего цикла для определенного приложения Энергопотребление вспомогательной подсистемой и подсистемой контроля и управления, а также внутренние потери Потери энергии вследствие собственного потребления или саморазряда
Значения показателей в конце срока службы	Конструкция системы и план технического обслуживания, обеспечивающие соответствие требуемым рабочим характеристикам на конец срока службы
Время отклика	Требуемое время отклика (для автономной работы, режима следования за нагрузкой, работы по графику и дистанционного диспетчерского управления) Требуемое время отклика для запуска из режима ожидания Время отклика для переключения из режима отбора активной мощности в режим отдачи активной мощности

5.4.2 Входная и выходная мощность

В соответствии с назначением СНЭЭ должна быть выбрана нормированная активная входная и выходная мощность, которые должны быть обеспечены до конца срока службы.

Значения нормированных активной входной и выходной мощности следует определять в основной ТПН. Они должны соответствовать значениям нормированной активной мощности при заряде и нормированной активной мощности при разряде, определение которых дано в *ГОСТ Р 58092.1*. Значения кратковременные входной и выходной мощности должны быть равны значениям кратковременной мощности при заряде и кратковременной мощности отдачи энергии, определенным в *ГОСТ Р 58092.1*.

На этапе проектирования должны быть рассмотрены вопросы выбора подсистемы преобразования энергии и подсистемы накопления СНЭЭ и их технические характеристики.

Примечание — Нормированная входная и выходная мощность СНЭЭ могут не совпадать.

5.4.3 Нормированная энергоемкость

Подсистема накопления СНЭЭ должна быть рассчитана надлежащим образом на этапе проектирования для обеспечения требуемой нормированной энергоемкости и требуемых значений активной входной и выходной мощности в основной ТПН в течение заданного периода времени.

Нормированная энергоемкость должна соответствовать значению в конце срока службы, учитывая наихудшие режимы работы [например, снижение эффективности (деградации) из-за высоких или низких рабочих температур].

Продолжительность работы при выдаче нормированной активной выходной мощности должна соответствовать минимальному времени, в течение которого СНЭЭ способна непрерывно отдавать нормированную активную выходную мощность, измеряемую в основной ТПН, начиная с состояния максимальной степени заряженности (СЗ) до состояния минимальной СЗ. Продолжительность отдачи нормированной активной мощности должна быть рассчитана на конец срока службы.

Нормированную выходную энергоемкость получают путем умножения нормированной активной выходной мощности на продолжительность выдачи нормированной активной мощности. Таким образом, нормированная выходная энергоемкость равна нормированной энергоемкости, определение которой дано в *ГОСТ Р 58092.1*. При этом СНЭЭ должна обеспечить нормированное значение выходной мощности в основной ТПН в течение определенного периода времени в конце срока службы.

Продолжительность работы при отборе нормированной активной входной мощности должна соответствовать минимальному времени, в течение которого СНЭЭ способна непрерывно поглощать нормированную активную мощность, измеряемую в основной точке подключения, начиная с состояния минимальной СЗ до состояния максимальной СЗ. Продолжительность отбора нормированной активной входной мощности должна быть рассчитана на конец срока службы.

Нормированную входную энергоемкость получают путем умножения нормированной активной входной мощности на продолжительность отбора нормированной активной мощности.

Параметры времени отклика необходимо измерять, начиная с момента получения СНЭЭ сигнала на выполнение команды или с момента обнаружения изменений в определенном параметре энергосистемы и до момента достижения в системе указанных параметров отклика.

5.4.4 Энергопотребление вспомогательной подсистемы

На этапе проектирования необходимо учитывать энергопотребление вспомогательной подсистемой СНЭЭ.

Примечание — Пояснения относительно энергопотребления вспомогательной подсистемой приведены в *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (пункт 5.2.6)*.

5.4.5 Саморазряд

Саморазряд описан в *ГОСТ Р 58092.1* и *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (пункт 5.2.7)*.

5.4.6 Эффективность заряда-разряда

При расчете эффективности цикла заряда-разряда должно быть учтено энергопотребление вспомогательной подсистемой.

Примечания

1 Пояснения относительно эффективности цикла заряда-разряда приведены в *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (пункт 5.2.3)*.

2 Термины рабочий цикл и эффективность заряда-разряда рабочего цикла определены в *ГОСТ Р 58092.1*. Изготовитель (поставщик) СНЭЭ на этапе проектирования должен указать времена простоя, необходимые для выполнения рабочего цикла, определенного пользователем, во время эксплуатации системы.

5.4.7 Эффективность заряда-разряда рабочего цикла

Сведения о рабочем цикле и эффективности заряда-разряда рабочего цикла приведены в *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (приложение А)*.

5.4.8 Время восстановления

На этапе проектирования необходимо учитывать время, необходимое для восстановления СНЭЭ до состояния, когда она будет способна выполнять следующий рабочий цикл.

5.4.9 Значения показателей в конце срока службы

На этапе проектирования должен быть указан расчетный срок службы. По истечении срока службы параметры СНЭЭ могут не соответствовать значениям показателей в конце срока службы. Признаками этого могут служить:

- фактические значения входной и выходной энергоемкости СНЭЭ ниже значений, установленных для момента окончания срока службы;
- значения входной и выходной мощности во время процесса заряда и разряда системы ниже значений, определенных для момента окончания срока службы;
- эффективность заряда-разряда ниже величин, установленных для момента окончания срока службы;
- время отклика выше значений, определенных для момента окончания срока службы.

С точки зрения срока службы рабочие характеристики можно разделить на два типа в зависимости от характера ухудшения характеристик, как показано на рисунке 3:

a) рабочие параметры, ухудшающиеся с течением времени, например фактическая энергоемкость и эффективность заряда-разряда;

b) рабочие параметры, незначительно ухудшающиеся с течением времени, например входная и выходная мощность.



a) Ухудшение рабочих параметров

b) Незначительное ухудшение рабочих параметров

Рисунок 3 — Ухудшение отдельных рабочих параметров СНЭЭ с течением времени

Ухудшение рабочих параметров СНЭЭ обычно происходит вследствие старения или выполнения циклов заряда-разряда, а также из-за некоторых типов повреждений. Если сниженные рабочие

характеристики СНЭЭ можно восстановить в результате технического обслуживания или ремонта, то считается, что срок службы СНЭЭ еще не истек.

Примечание — Если замена запасных частей системы не выполнена должным образом или интервалы технического обслуживания не соблюдены, срок службы такой системы может снизиться.

Влияние обычных факторов, которые должны быть учтены при расчете срока службы СНЭЭ, показано на рисунке 4. При определении расчетного срока службы СНЭЭ необходимо учитывать как ухудшение рабочих характеристик, так и план технического обслуживания. Срок службы должен быть согласован между заказчиком и изготовителем (поставщиком) СНЭЭ.

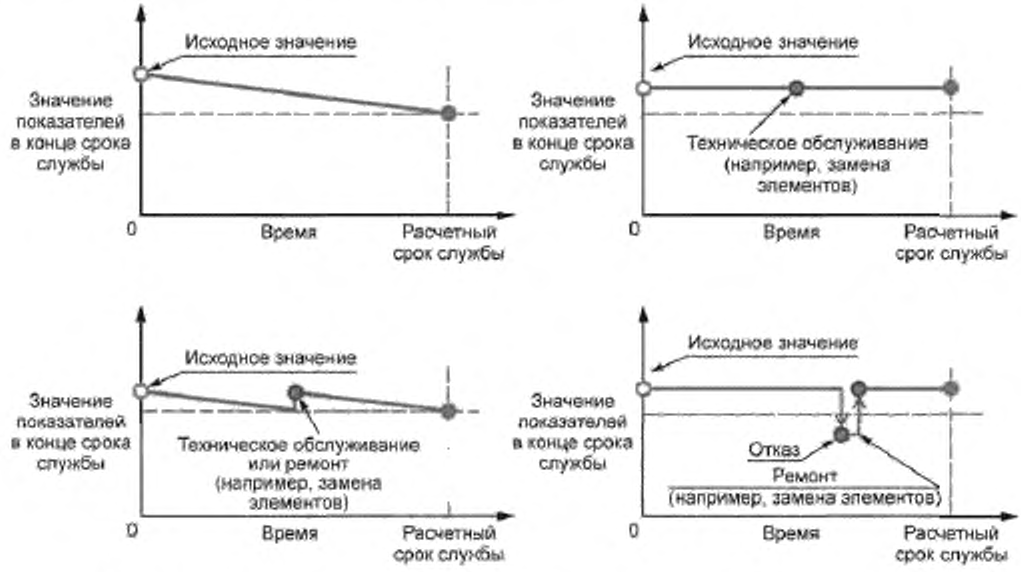


Рисунок 4 — Факторы, учитываемые при определении расчетного срока службы СНЭЭ

5.5 Функциональные возможности СНЭЭ

5.5.1 Общие положения

5.5.1.1 При проектировании рассматривают несколько вариантов настройки подсистемы контроля и управления СНЭЭ. Не все СНЭЭ имеют указанные функциональные возможности, например те, которые не рассчитаны для работы в составе сети.

5.5.1.2 Типичные приложения СНЭЭ можно разделить на три класса (*см. 4.2 ГОСТ Р 58092.2.1—2020*).

Приложения СНЭЭ класса А: *СНЭЭ обеспечивает поглощение или отдачу требуемой мощности в течение непродолжительного рабочего цикла (например, заряд и разряд СНЭЭ менее чем за 1 ч).* Такими приложениями являются:

- регулирование частоты — *СНЭЭ участвует в регулировании частоты электрического тока в энергосистеме при помощи отдачи и/или поглощения активной мощности в соответствии с заданной характеристикой регулирования;*
- компенсация колебаний мощности — *СНЭЭ стабилизирует колебания генерируемой мощности и мощности нагрузки;*
- регулирование напряжения в узлах — *СНЭЭ стабилизирует напряжение в узлах энергосистемы при помощи реактивной и активной мощностей;*
- *смягчение последствий снижения качества питания — СНЭЭ смягчает наведенные помехи в энергосистеме, такие как кратковременные прерывания, провалы напряжения, выбросы напряжения, гармоники напряжения и тока, переходные перенапряжения, быстрые изменения напряжения при помощи реактивной или активной мощности;*
- *компенсация реактивной мощности — СНЭЭ регулирует поток реактивной мощности в определенном сегменте электрической энергосистемы.*

Приложение СНЭЭ класса В: *СНЭЭ обеспечивает поглощение или отдачу требуемой мощности в течение длительного рабочего цикла (например, заряд и разряд СНЭЭ более чем за 1 ч).* Таким приложением является:

- срезание/смещение пиковых нагрузок — *СНЭЭ отдает накопленную энергию в период пикового потребления мощности нагрузкой или поглощает избыток вырабатываемой источниками энергии. СНЭЭ, выполняющая это приложение, способствует повышению эффективности электрических станций и электрических сетей.*

Приложение СНЭЭ класса С: *СНЭЭ обеспечивает отдачу электрической мощности переменного тока в энергосистему во время аварийного режима при отсутствии внешнего источника питания.* Таким приложением является:

- бесперебойное питание — *СНЭЭ отдает в электрическую сеть территории, технологически не связанной с энергосистемой или выделенную на изолированную работу часть энергосистемы, мощность переменного тока, необходимую для работы ответственных систем в течение заданного периода времени, в соответствии с технической спецификацией на систему. Таким образом, применение СНЭЭ может снизить риск массовых отключений.*

Для обеспечения требуемой функциональности в ТПН может возникнуть необходимость совмещения приложений с различной продолжительностью работы СНЭЭ.

СНЭЭ, подключенная к электрической сети, может влиять на качество электроэнергии в ТПН, на надежность и бесперебойность электроснабжения, а также может изменить ток повреждения. Поэтому следует учитывать требования к качеству электроэнергии, надежности и безопасности.

5.5.1.3 Способность СНЭЭ покрывать пиковые нагрузки, а также принимать избыток мощности от ВИЭ повышает надежность электроснабжения.

5.5.1.4 Для обеспечения устойчивости энергосистемы по запросу субъекта оперативно-диспетчерского управления заказчик СНЭЭ должен предоставить информацию о значениях следующих параметров:

- время отклика;
- скорость изменения выходной переменной;
- токи подпитки точки короткого замыкания;
- способность поддержания напряжения в случае перенапряжения, прерывания или провала напряжения в сети;
- характеристика регулирования $P(f)$;
- способность регулирования $Q(U)$.

Для всех характеристик должны быть указаны фактические значения отклика системы [см. *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (пункт 5.2.5)*]. *СНЭЭ должна удовлетворять действующим на территории Российской Федерации требованиям по обеспечению устойчивости энергосистем.*

Подсистема накопления энергии обеспечивает основную функциональность СНЭЭ, как правило, это способность накопления энергии и обмена активной входной и выходной мощностью в основной ТПН. Если подсистема накопления энергии не может обеспечить процессы заряда или разряда, СНЭЭ может продолжать предоставлять электрической сети услуги, не требующие значительной активной входной или выходной мощности в основной ТПН.

5.5.1.5 Нормальное функционирование подключенной к электрической сети СНЭЭ не должно влиять на показатели качества электроэнергии.

5.5.2 Принцип работы подсистемы контроля и управления

Существуют различные режимы работы, которые можно применить для управления СНЭЭ (см. рисунки 5—10 и таблицу 2). В подсистеме управления СНЭЭ не обязательно должны быть реализованы все указанные режимы работы. Выбор необходимых режимов работы СНЭЭ определяется ее приложением. На рисунке 5 приведен пример возможных рабочих режимов СНЭЭ.

5.5.3 Регулирование частоты энергосистемы

В режиме регулирования частоты СНЭЭ поддерживает частоту электрической сети, используя часть или всю свою активную мощность. В случае активации данного режима СНЭЭ для поддержания устойчивости энергосистемы должна быть способна в автоматическом режиме сформировать регулирующее воздействие по активной мощности в ответ на отклонение частоты.

Указанный режим регулирования частоты энергосистемы должен быть частью процесса управления энергосистемой на основании требований соответствующих стандартов. Заказчик должен задать в контроллере системы следующую информацию о режиме:

1 — доля нормированной активной мощности (в процентах), зарезервированная для поддержания требуемой частоты;

2 — алгоритм поддержания частоты, в соответствии с которым работает система.

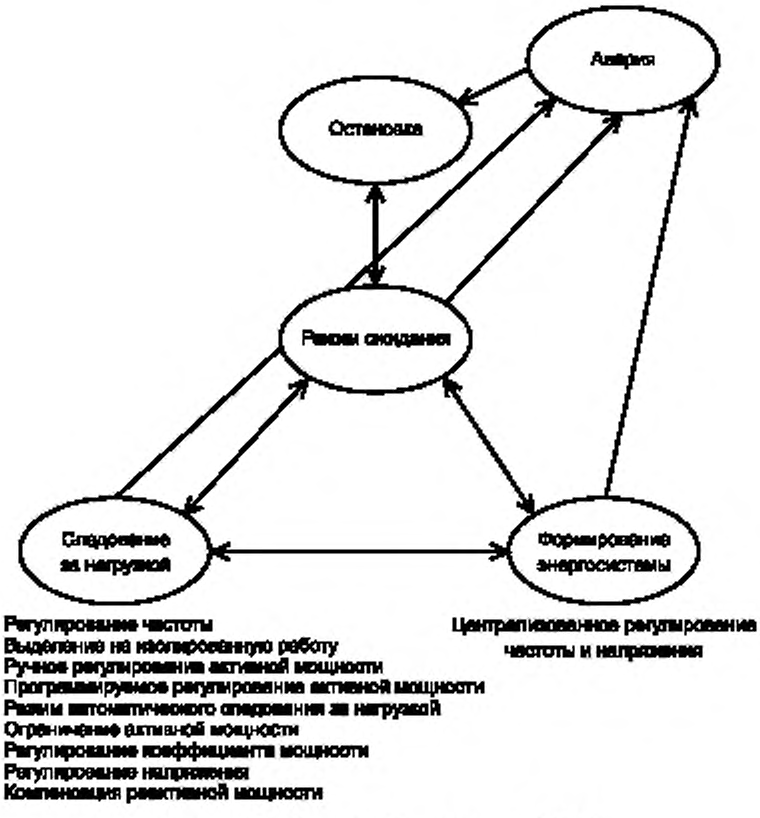


Рисунок 5 — Пример рабочих режимов СНЭЭ

Остальные режимы работы СНЭЭ может выполнять одновременно, если не достигнуты ограничения по нормированной мощности и энергии.

В случае активации данного режима СНЭЭ должна быть способна сформировать регулирующее воздействие по активной мощности в ответ на отклонение частоты с заданным статизмом, а также в случае изменения частоты выше (или ниже) заданного порога по частоте.

На рисунке 6 приведен пример характеристики автоматического регулирования активной мощности при изменении частоты в ТПН.

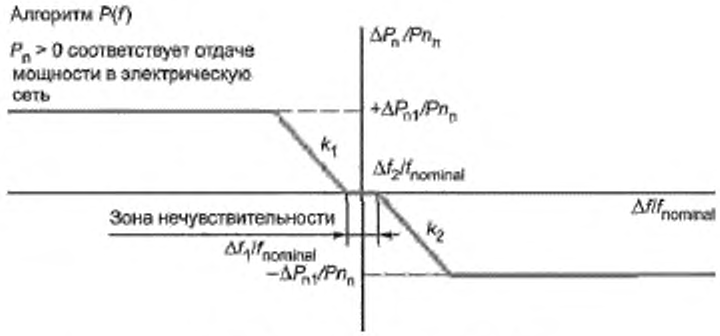


Рисунок 6 — Пример алгоритма *P(f)*

Примечание — Ширина зоны нечувствительности может быть задана равной 0 мГц.

Для предотвращения отключения из-за действия защиты от повышения частоты при разряде или от понижения частоты при заряде в СНЭЭ должен быть реализован режим регулирования, позволяющий уменьшать/увеличивать отдачу активной мощности в зависимости от отклонения частоты. Активация такого режима регулирования не должна вызывать ступенчатое или колебательное изменение выходной мощности.

5.5.4 Выделение на изолированную работу при аварии и возможность пуска из полностью обесточенного состояния

Выделение на изолированную работу при аварии относят к режимам формирования автономной энергосистемы *(см. рисунок 5)*: при активации этого режима регулирования СНЭЭ должна быть способна обеспечить постоянство напряжения и частоты локальной сети, включающей как нагрузку, так и источники электроэнергии. Режим выделения на изолированную работу может быть как процедурой восстановления после отключения сети (пуск из полностью обесточенного состояния), так и преднамеренным отключением локальной электрической сети от основной энергосистемы. Рабочие характеристики системы при пуске из полностью обесточенного состояния указаны в *ГОСТ Р 58092.2.1*.

5.5.5 Ограничение активной мощности

В режиме ограничения активной мощности СНЭЭ должна быть способна уменьшить свою активную мощность до уставки, заданной субъектом ОДУ. Уставка должна быть осуществима во всем рабочем диапазоне СНЭЭ. СНЭЭ должна выполнять требования по ограничению активной мощности настолько быстро, насколько это технически возможно.

5.5.6 Ручное регулирование активной мощности

В режиме ручного регулирования активной мощности контроллер системы должен установить и поддерживать уставку активной входной/выходной мощности в основной ТПН. При данной уставке мощности система должна функционировать до получения сигнала отмены или до завершения работы. Пример ручного режима регулирования активной выходной мощности приведен на рисунке 7.

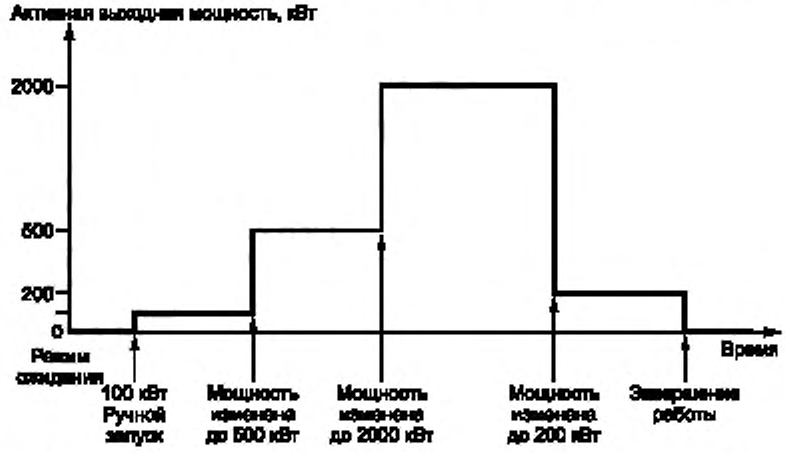


Рисунок 7 — Пример ручного регулирования активной выходной мощности в основной ТПН

5.5.7 Программируемое регулирование активной мощности

В режиме программируемого регулирования активной мощности система должна автоматически функционировать в соответствии с порядком операций, заранее определенным для этого режима работы. Пример программы предварительно определенных значений активной входной и выходной мощности и времени пуска приведен в таблице 2 и на рисунке 8.

Таблица 2 — Пример суточного рабочего графика

Время пуска	Мощность, кВт		Время пуска	Мощность, кВт	
9:00	Режим ожидания	0	13:00	Выходная	2000
10:00	Выходная	1000	16:00	Выходная	1500

Окончание таблицы 2

Время пуска	Мощность, кВт		Время пуска	Мощность, кВт	
18:00	Режим ожидания	0	7:00	Режим ожидания	0
20:00	Входная	2400			

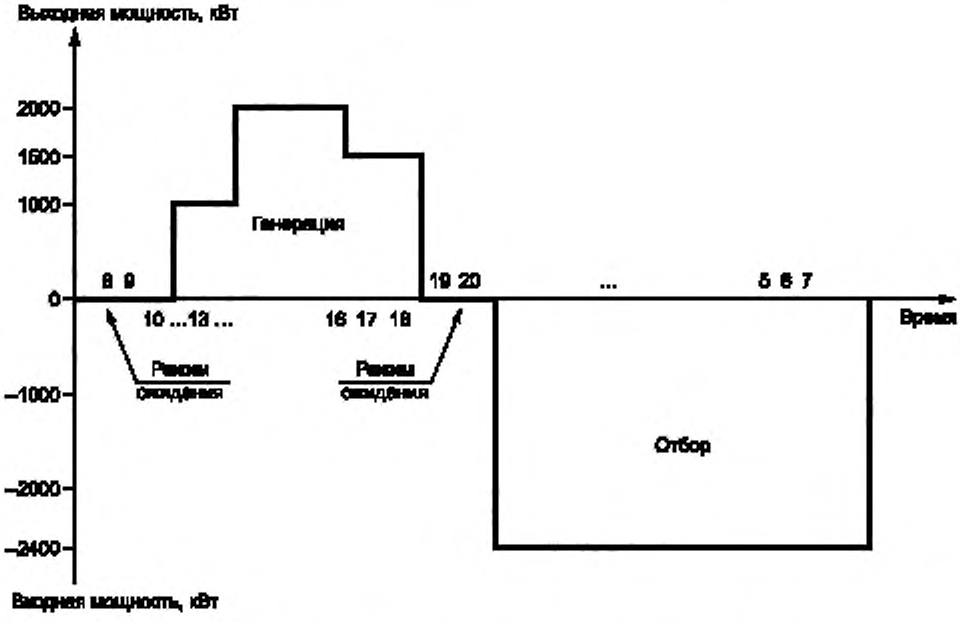


Рисунок 8 — Пример суточного рабочего графика в основной ТПН

5.5.8 Режим автоматического следования за нагрузкой

Режим автоматического следования за нагрузкой изменяет выходную мощность автоматически в зависимости от изменения нагрузки, благодаря чему СНЭЭ способна покрывать пиковые нагрузки. Пример выдачи СНЭЭ мощности 2000 кВт приведен на рисунке 9.

Примечание — Если нагрузка превышает уставку, СНЭЭ отдает мощность, соответствующую значению превышения

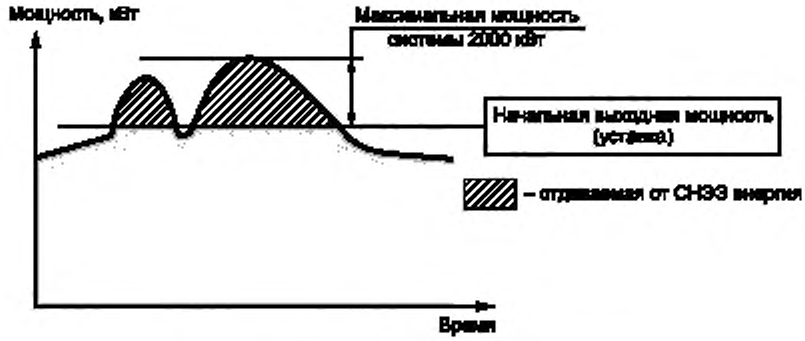


Рисунок 9 — Пример покрытия пиковых нагрузок

5.5.9 Режимы регулирования мощности для поддержания напряжения в электрической сети

5.5.9.1 При подключении к электрической сети СНЭЭ должна быть способна работать в одном из режимов компенсации реактивной мощности. Эти режимы компенсации реактивной мощности для поддержания уровня напряжения в электрической сети взаимоисключающие; единовременно может быть активирован только один режим. Возможные режимы регулирования:

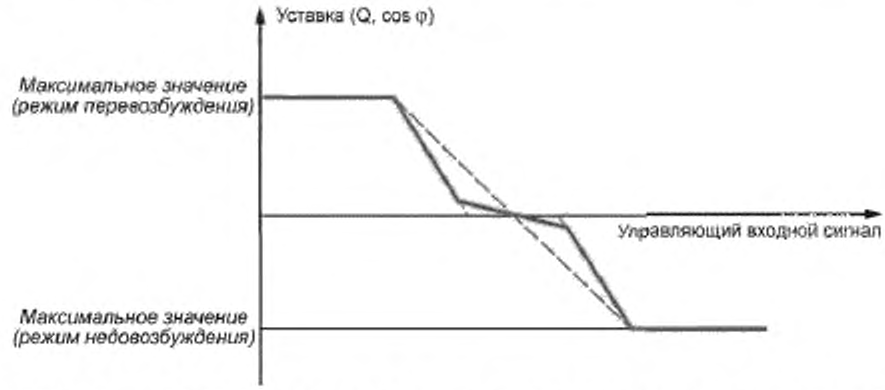
- режим поддержания заданного значения;
- режим регулирования в зависимости от уровня напряжения;
- режим регулирования в зависимости от изменения активной мощности;
- режим снижения активной мощности в зависимости от уровня напряжения.

5.5.9.2 СНЭЭ должна быть способна работать в двух режимах поддержания заданных значений: режим поддержания заданного значения реактивной мощности Q и режим поддержания заданного значения $\cos\varphi$. При активации одного из них СНЭЭ должна контролировать значение выходной реактивной мощности или $\cos\varphi$ в соответствии с уставкой, заданной в блоке управления СНЭЭ, или сигналом дистанционного управления.

5.5.9.3 СНЭЭ должна быть способна работать в двух разных режимах регулирования в зависимости от уровня напряжения: *Q (U)* и $\cos\varphi$ *(U)*. При активации одного из них СНЭЭ должна соответственно регулировать выходную реактивную мощность или $\cos\varphi$ на выходе в зависимости от уровня напряжения.

Для каждого из этих, зависящих от уровня напряжения режимов регулирования должна быть предусмотрена возможность настройки работы при минимальном и максимальном значении. *Регуляторные характеристики, как показано на рисунке 10, представлены кусочно-линейной функцией и должны иметь возможность изменения угла наклона.* Помимо этого, в систему управления СНЭЭ должны быть включены следующие опции с соответствующими параметрами:

- возможность настройки динамики управления;
- возможность выбора одного из двух режимов для ограничения реактивной мощности при низкой активной мощности (в каждый момент времени может быть использован только один режим):
- регулирование $\cos\varphi$ (*U*), с возможностью изменения верхнего и нижнего пределов $\cos\varphi$ (например, в диапазоне 0—0,95);
- регулирование *Q (U)*, с возможностью активации и деактивации в пределах рабочего диапазона активной мощности СНЭЭ.



Примечание — Красные, серые и синие линии обозначают три возможных режима регулирования

Рисунок 10 — Пример типовой характеристики регулирования [*3*], [*4*]

5.5.9.4 СНЭЭ должна быть способна работать в двух разных режимах регулирования активной мощности: *Q (P)* и $\cos\varphi$ *(P)*. При активации одного из них СНЭЭ должна быть способна регулировать выдачу реактивной мощности или $\cos\varphi$ на выходе в зависимости от изменения выходной активной мощности.

Для каждого из этих режимов регулирования должна быть предусмотрена настраиваемая кусочно-линейная функция с ограничениями по минимальному и максимальному значению, как показано на рисунке 10.

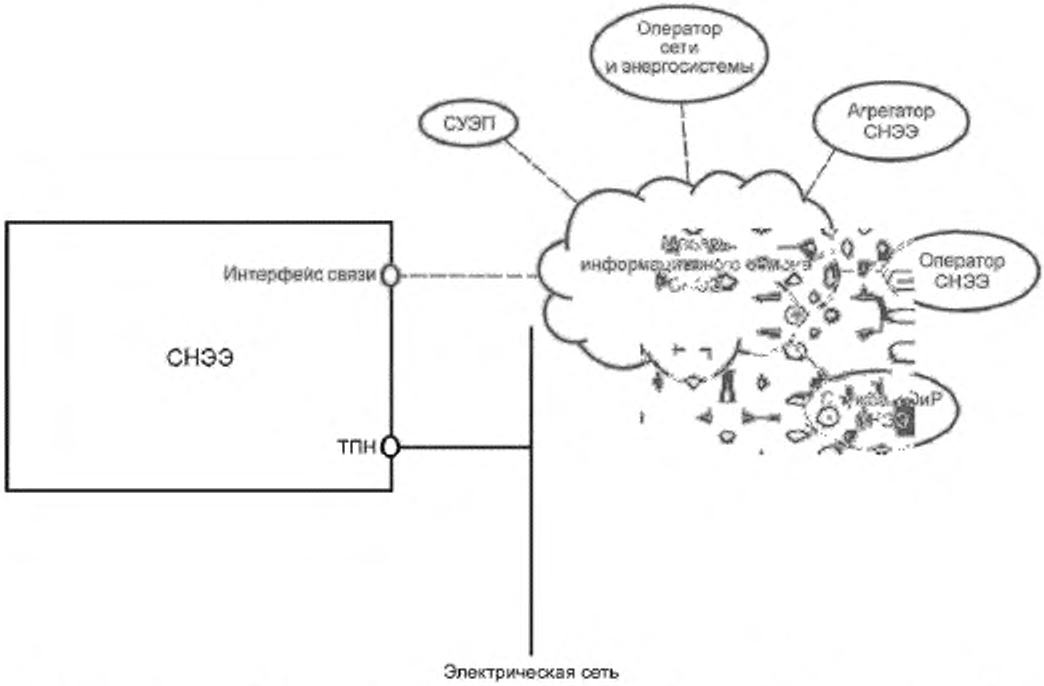
Изменение выходной активной мощности должно приводить к корректировке величин Q или $\cos\varphi$ согласно уставке. Отклик на новое значение Q или соответствующее значение $\cos\varphi$ должен быть настолько быстрым, насколько это технически возможно, чтобы изменение реактивной мощности соответствовало возможному изменению активной мощности.

5.5.9.5 Для предотвращения отключения из-за защиты от повышения напряжения при выдаче активной мощности или защиты от понижения напряжения при отборе активной мощности в СНЭЭ должен быть реализован режим регулирования, позволяющий уменьшать/увеличивать выдачу активной мощности в зависимости от отклонения напряжения. Активация такого режима регулирования не должна вызывать ступенчатое или колебательное изменение выходной мощности.

5.6 Интерфейс связи

5.6.1 Модель информационного обмена

Типовую архитектуру СНЭЭ см. рисунок 1. Формирование модели информационного обмена является обязательным требованием при подключении СНЭЭ к электроэнергетической системе. Модель информационного обмена представляет собой основу обеспечения интероперабельности СНЭЭ с другими устройствами. Типовая схема обмена информацией показана на рисунке 11.



Примечание — СУЭП — система управления энергопотреблением, ТОиР — техническое обслуживание и ремонт.

Рисунок 11 — Типовая схема информационного обмена

Также наличие модели информационного обмена между СНЭЭ дает возможность объединения нескольких СНЭЭ. За счет объединения нескольких СНЭЭ, электрически подсоединенных к одной и той же ТПН, может быть создана одна крупная СНЭЭ (см. рисунок 12). Для оценки общей эффективности объединенной СНЭЭ информационная модель каждой СНЭЭ должна предоставлять информацию о параметрах, рабочем состоянии и доступных функциях.

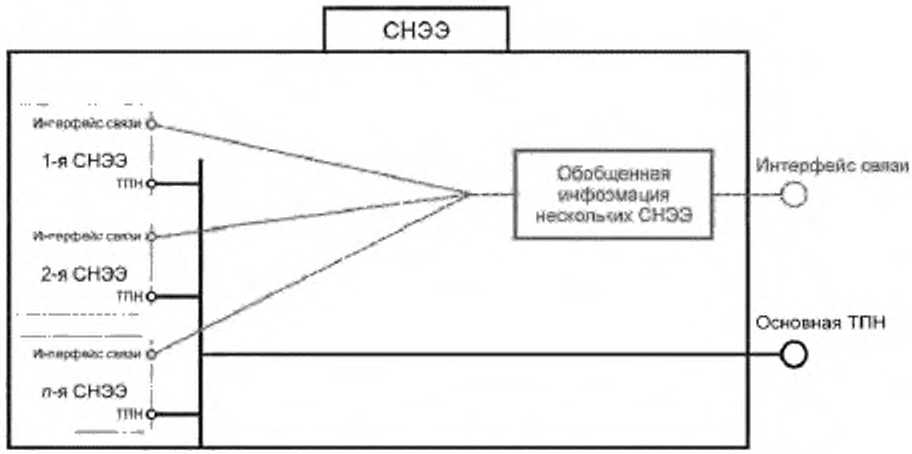


Рисунок 12 — Совокупность нескольких СНЭЭ, подсоединенных к одной ТПН

Модель информационного обмена должна позволять:

- предоставлять субъектам ОДУ все измерения, необходимые для безопасной и надежной работы СНЭЭ в составе электрической сети;
- активировать и предоставлять субъектам ОДУ вспомогательные услуги (ограничение по активной мощности, предоставление реактивной мощности, регулирование напряжения и др.);
- быстро отключать СНЭЭ от электрической сети, когда это необходимо.

В информационной модели должны быть предусмотрены по меньшей мере следующие категории сообщений:

- параметры СНЭЭ — данные, относящиеся к нормированным значениям конкретной СНЭЭ, которые однозначно идентифицируют ее в электрической сети;
- статус СНЭЭ — информация, относящаяся к ее рабочему и/или физическому состоянию; статус может быть изменен из-за возмущений во внешней сети или после получения сигналов системы дистанционного управления;
- измерения СНЭЭ — данные со значением параметров, непосредственно измеренных или рассчитанных на основе других измеряемых величин;
- функциональные возможности СНЭЭ — предельные значения для изменения рабочего диапазона, уставок или параметров в целях использования субъектами ОДУ СНЭЭ;
- прогнозные оценки СНЭЭ — прогноз значений активной и реактивной мощностей СНЭЭ для различных целей, включая возможность предоставления информации субъектам ОДУ СНЭЭ;
- состояние подключения — сигналы системы, предназначенные для получения информации о состоянии подключения СНЭЭ (подключена или отключена);
- результаты диагностики — сигналы системы, предназначенные для информирования субъектов ОДУ об исправности СНЭЭ, возможных аномальных условиях эксплуатации и/или об отказах.

На случай потери связи со СНЭЭ или ее частью должны быть заранее определены необходимые процедуры.

5.6.2 **Требования к удаленному мониторингу и управлению**

5.6.2.1 Требования к мониторингу и обмену информацией должны быть разработаны с учетом роли СНЭЭ в работе сети и внедряемых инновационных решений, разработанных в рамках инициатив «Умные сети» (Smart Grid). В соответствии с этим можно определить различные по глубине уровни требований к мониторингу и управлению СНЭЭ:

- I категория измерения и мониторинга: СНЭЭ данной категории не подходят для работы в сети. Для СНЭЭ данной категории не требуется наличие возможности для мониторинга. Способность дистанционного управления оборудованием и устройствами СНЭЭ со стороны сетевых компаний и агрегаторов СНЭЭ может присутствовать, но не является обязательной функцией;
- II категория измерения и мониторинга: СНЭЭ данной категории оказывают несущественное влияние на работу сети и обычно не включены в перечень объектов диспетчеризации субъектов ОДУ.

Однако СНЭЭ данной категории должны предоставлять возможности для мониторинга другим заинтересованным субъектам электроэнергетики, помимо субъектов ОДУ. СНЭЭ могут быть сконфигурированы таким образом, чтобы обеспечить возможность дистанционного управления оборудованием и устройствами СНЭЭ со стороны сетевых компаний и агрегатора СНЭЭ;

- III категория измерения и мониторинга: СНЭЭ данной категории оказывают/могут оказать существенное влияние на электрическую сеть, к которой они подключены, и должны обеспечивать возможности мониторинга центрам субъекта ОДУ, в зону ответственности которых они включены. Мониторинг с большой долей вероятности потребует определения рабочего состояния СНЭЭ, а также значений активной и реактивной мощностей. Для взаимодействия СНЭЭ с центрами субъекта ОДУ необходимо согласование по частоте сканирования и используемому протоколу. СНЭЭ данной категории также может быть включена в алгоритмы управления субъекта ОДУ. Для СНЭЭ этой категории должна быть обеспечена возможность получения оперативных инструкций или запросов на проведение операций со стороны субъектов ОДУ, сетевых компаний и агрегаторов СНЭЭ.

Информация, предназначенная для обмена с различными заинтересованными субъектами электроэнергетики, зависит от вида приложения, уровня напряжения в ТПН, энергоемкости СНЭЭ и критических режимов локальной энергосистемы. Заинтересованные субъекты электроэнергетики должны иметь возможность оценивать все эти параметры для определения категории принадлежности конкретной СНЭЭ. В таблице 3 приведены некоторые рекомендации по определению принадлежности к определенной категории, а также категории сообщений, которые должны быть при этом включены в обмен информацией.

Таблица 3 — Пример типов сообщений для различных категорий измерений и мониторинга

Категория сообщений	Категория измерений и мониторинга		
	I	II	III
Рабочие параметры СНЭЭ	—	X	X
Статус СНЭЭ	(X)	X	X
Измерения СНЭЭ	—	—	X
Функциональные возможности СНЭЭ	—	X	X
Прогнозные оценки СНЭЭ	—	—	X
Состояние подключения СНЭЭ	(X)	X	X
Результаты диагностики СНЭЭ	—	—	X

5.6.2.2 Интероперабельность — способность устройств к обмену информацией и совместной работе в системе. Совместное функционирование СНЭЭ и субъектов ОДУ возможно благодаря использованию заранее согласованных определений объектов и данных, стандартных управляющих сигналов и стандартных протоколов (см. *5.6.2.3*).

В общем случае интероперабильность требует от участвующих сторон синхронизации времени. Требования к синхронизации зависят от вида приложения, согласованного сторонами. Синхронизация по времени может быть осуществлена различными способами, начиная от ручного ввода времени и заканчивая постоянными обновлениями времени на основе данных глобальной системы позиционирования.

При конфигурировании внутренних систем связи вплоть до точки общего сопряжения следует учитывать вопросы кибербезопасности.

5.6.2.3 Для обеспечения связи между СНЭЭ и субъектами ОДУ следует использовать стандартные протоколы передачи данных, используемые системами управления. Требования к протоколам приведены в *ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 61850 (все части) и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104*.

5.6.2.4 В таблице 4 приведены примеры типовых сообщений, которые могут быть использованы в обмене с субъектами ОДУ. Сообщения для обмена с субъектами ОДУ зависят от уровня напряжения в ТПН, энергоемкости СНЭЭ и критических режимов локальной энергосистемы. На этапе проектирования должны быть определены уровни доступа различных субъектов ОДУ к требуемым данным. Однако модель информационного обмена должна обеспечивать возможность последующей интеграции вследствие совершенствования СНЭЭ и уточнения требований субъектов ОДУ.

Таблица 4 — Пример сообщений модели информационного обмена

Категория сообщений	Пример типовых сообщений
Сообщения, относящиеся к параметрам и характеристикам СНЭЭ	Наименование СНЭЭ Наименование основной ТПН Номинальное напряжение в основной ТПН Доступные рабочие режимы СНЭЭ: - регулирование частоты энергосистемы; - выделение на изолированную работу; - ручное регулирование активной мощности; - программируемое регулирование активной мощности; - режим автоматического следования за нагрузкой; - ограничение по активной мощности; - поддержание заданного значения Q; - $Q(U)$; - $Q(P)$; - поддержание заданного значения $\cos\varphi$; - $\cos\varphi(U)$; - $\cos\varphi(P)$; - $P(U)$. Диаграмма мощности в основной ТПН Нормированная энергоемкость СНЭЭ Номинальная частота энергосистемы

Сообщения, относящиеся к статусу СНЭЭ	Готовность СНЭЭ обозначается сообщениями о статусе подключения СНЭЭ к энергосистеме:
	- полностью подключена;
	- частично подключена (в случае объединенных СНЭЭ, часть из которых отключена);
	- отключена, но готова для подключения;
	- отключена и не готова для подключения;
	- недоступна (в случае потери связи).
	Рабочий статус СНЭЭ обозначается следующими сообщениями:
	- доступная энергия при текущей мощности;
	- доступная энергия при нормированной мощности;
	- фактически активированные в СНЭЭ возможности дистанционного управления:
	  - регулирование частоты энергосистемы;
	  - выделение на изолированную работу при аварии;
	  - ручное регулирование активной мощности;
	  - программируемое регулирование активной мощности;
	  - режим автоматического следования за нагрузкой;
	  - ограничение активной мощности;
	  - поддержание заданного значения Q;
	  - $Q(U)$;
	  - $Q(P)$;
	  - поддержание заданного значения $\cos\varphi$;
	  - $\cos\varphi(U)$;
	  - $\cos\varphi(P)$;
	  - $P(U)$.
	Статус СНЭЭ с точки зрения следующих возможностей:
	- возможности функционирования СНЭЭ с максимальным предельным значением активной мощности;
	- возможности функционирования СНЭЭ с минимальным предельным значением активной мощности;
	- возможности функционирования СНЭЭ с максимальным предельным значением реактивной мощности;
	- возможности функционирования СНЭЭ с минимальным предельным значением реактивной мощности
	СНЭЭ может обеспечивать несколько режимов работы одновременно

Сообщения, относящиеся к измерениям СНЭЭ	Измерения рабочих характеристик, выполненные в основной ТПН и доступные к обмену: - напряжение; - ток; - активная мощность; - реактивная мощность;

Окончание таблицы 4

Категория сообщений	Пример типовых сообщений
Сообщения, относящиеся к измерениям СНЭЭ	- частота; - коэффициент мощности; - суммарный коэффициент гармонических искажений; - энергопотребление вспомогательной подсистемой

Сообщения, относящиеся к функциональным возможностям СНЭЭ	Эта информация связана не с активацией/деактивацией описанных выше режимов работы СНЭЭ (см. 5.5.2), а с определением заданных значений режима:
	- регулирование частоты:
	  - зона нечувствительности по частоте;
	  - коэффициент статизма по частоте;
	  - предел регулировочного диапазона;
	- ручное регулирование активной мощности:
	  - уставка активной мощности;
	- программируемое регулирование активной мощности:
	  - график изменения уставки активной мощности;
	- автоматическое следование за нагрузкой:
	  - значение мощности нагрузки;
	- ограничение по активной мощности:
	  - уставка максимальной активной мощности;
	  - уставка минимальной активной мощности;
	- поддержание постоянства Q или $\cos\varphi$:
	  - уставка Q;
	  - уставка $\cos\varphi$;
	- регулирование в зависимости от уровня напряжения:
	  - характеристика $Q(U)$;
	  - характеристика $\cos\varphi(U)$

Сообщения, относящиеся к прогнозным оценкам СНЭЭ	Прогноз характеристик функциональных возможностей СНЭЭ для различных целей, включая возможность предоставления информации субъектам ОДУ СНЭЭ. Выделяют следующие объекты запроса: - время; - активная мощность; - конечная СЗ
Сообщения, относящиеся к состоянию подключения СНЭЭ	Сообщения, которые подлежат обмену, должны охватывать следующие аспекты: - запрос на отключение СНЭЭ от субъектов ОДУ; - сообщение от СНЭЭ о статусе подключения «отключена»/«не отключена»; - информация от субъектов ОДУ о том, что отключение более не требуется и что подключение СНЭЭ к сети может быть восстановлено
Сообщения, относящиеся к диагностике СНЭЭ	Сообщения, которые подлежат обмену, должны охватывать следующие аспекты: - предупреждение/аварийные сигналы, относящиеся к условиям окружающей среды (температура, влажность, давление и др.); - предупреждение/аварийные сигналы, относящиеся к рабочим параметрам (ток, напряжение, мощность, СЗ и др.); - предупреждение/аварийные сигналы, относящиеся к обеспечению безопасности (электрическая изоляция, обнаружение дыма, выбросов газов и др.); - состояние систем защиты (СНЭЭ и/или отдельных элементов СНЭЭ и др.); - предупреждение/аварийные сигналы, относящиеся к вспомогательному оборудованию (система кондиционирования, резервный источник питания и др.); - предупреждение/аварийные сигналы, относящиеся к срабатыванию систем защиты (целостность корпуса, обнаружение движения и др.)

6 Оценка рабочих параметров СНЭЭ

6.1 Приемо-сдаточные испытания

Некоторые подсистемы СНЭЭ могут быть собраны на заводе-изготовителе из нескольких отдельных устройств. В этом случае могут потребоваться приемо-сдаточные испытания этой подсистемы.

Методы, контролируемые параметры и критерии приемки при проведении приемо-сдаточных испытаний (ПСИ) — по *ГОСТ Р 58092.2.1*. Протокол ПСИ должен быть заранее подготовлен изготовителем (поставщиком) системы для утверждения заказчиком.

Результаты ПСИ должны быть предоставлены заказчику до транспортирования СНЭЭ на объект и учтены при проведении испытаний при вводе в эксплуатацию на объекте.

6.2 Монтаж и ввод в эксплуатацию

6.2.1 Общие положения

На этапе монтажа и ввода в эксплуатацию необходимо проверить:

- выполнение требований к условиям эксплуатации СНЭЭ (см. 5.2);
- соответствие основных электрических параметров СНЭЭ (см. 5.4);
- соответствие заявленных функциональных возможностей СНЭЭ (см. 5.5);
- наличие требуемого интерфейса связи (см. 5.6).

6.2.2 Этап монтажа

Монтаж СНЭЭ может быть разделен на два этапа: транспортирование и сборка на месте эксплуатации. Требования, которые необходимо при этом учитывать, приведены в таблице 5.

Подробное описание монтажа СНЭЭ с примерами представлено в приложении В.

Таблица 5 — Примеры требований, которые необходимо учитывать на различных стадиях монтажных работ

Класс требований	Транспортирование	Сборка на месте эксплуатации
Электрические	Требования к сухопутным, морским, воздушным перевозкам и хранению	Подтверждение соответствия требованиям заземления Измерение сопротивления изоляции
Химические		Подтверждение соответствия требованиям к системам предотвращения пожаров и пожаротушения Подтверждение соответствия требованиям к аварийной сигнализации и индикации
Механические		Требования к фундаменту Измерение габаритов и проверка внешнего вида

6.2.3 Ввод в эксплуатацию

6.2.3.1 После завершения монтажных работ и на этапе ввода в эксплуатацию изготовитель (поставщик) должен подтвердить, что СНЭЭ соответствует требованиям к рабочим характеристикам и спецификации системы. После этого должны быть проведены испытания при вводе в эксплуатацию (см. 6.3).

В общем случае в ходе ПСИ и испытаний при вводе в эксплуатацию должно быть подтверждено соответствие СНЭЭ заданным техническим требованиям.

Рабочие параметры СНЭЭ должны быть измерены в соответствии с методами и процедурами испытаний по *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (подраздел 6.2)*.

Должны быть обеспечены требования безопасности СНЭЭ, включая физическую безопасность объектов, а также кибербезопасность по *ГОСТ Р 58092.5.1, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000, ГОСТ Р МЭК 62443 (все части)*.

Контролируемые рабочие характеристики на этапе ввода в эксплуатацию приведены в таблице 6. Методы оценки должны быть выбраны в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 58092.2.1*.

Таблица 6 — Виды испытаний по определению рабочих характеристик на этапе ввода в эксплуатацию

Рабочий параметр	*Вид испытания*
Энергоемкость	Измерение входной и выходной энергоемкости (начальная, нормированная)
Диаграмма мощности	Испытания при нормированной входной и выходной мощности Испытания при нормированной выходной мощности при наличии присоединения к сети и при его отсутствии
Эффективность заряда-разряда	Измерение величины собственного потребления и саморазряда
Параметры в конце срока службы	Запись соответствующих исходных значений

Окончание таблицы 6

Рабочий параметр	*Вид испытания*
Время отклика	Измерение времени отклика (для автономной работы, режима следования за нагрузкой, работы по графику и дистанционного управления) Измерение времени отклика для запуска из режима ожидания Измерение времени отклика переключения из состояния заряда в состояние разряда

Сведения об измерениях, мониторинге, обмене информацией и управлении СНЭЭ см. в 5.6.

6.2.3.2 Измерение сопротивления изоляции СНЭЭ и проверку ее соответствия требованиям проводят по *ГОСТ Р 50571.16*.

Испытания электрической прочности изоляции СНЭЭ должны быть проведены на этапах ПСИ и испытаний при вводе в эксплуатацию в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 55194*. Требования к электрической прочности изоляции приведены в *ГОСТ Р 55195*. При этом, если рабочая температура СНЭЭ отличается от нормальной, испытания должны быть проведены при ее рабочей температуре.

6.3 Испытания при вводе в эксплуатацию

В ходе проведения испытаний должны быть подтверждены рабочие характеристики вводимой в эксплуатацию СНЭЭ, которая может представлять собой комбинацию устройств и/или готовых сборных подсистем.

Испытания при вводе в эксплуатацию должны быть выполнены в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (подраздел 6.4)*. Их можно провести в несколько этапов, но при этом должно быть подтверждено соответствие требованиям основных функций всей системы в целом. Критерии оценки результатов испытаний при вводе в эксплуатацию должны быть предварительно согласованы между поставщиком и заказчиком СНЭЭ.

Изготовитель (поставщик) системы должен указать все рабочие ограничения СНЭЭ в месте установки, в том числе условия окружающей среды.

Некоторые контролируемые параметры сложно или практически невозможно оценить на объекте из-за размера всей системы или ограничений, связанных с условиями окружающей среды в месте установки. В таких случаях оценка некоторых контролируемых параметров может быть выполнена не в ходе испытаний при вводе в эксплуатацию, а при проведении ПСИ. Испытания при вводе в эксплуатацию могут быть проведены для отдельных подсистем, а некоторые испытания при вводе в эксплуатацию могут быть совмещены с отдельными ПСИ с проведением анализа результатов испытаний. До завершения монтажа необходимо вести всю документацию в виде полных отчетов, разработать руководство по эксплуатации СНЭЭ, а также собрать все акты и протоколы, включая отчетную документацию по результатам испытаний.

6.4 Контроль рабочих параметров

Контроль рабочих параметров СНЭЭ проводят по *6.2 ГОСТ Р 58092.2.1—2020*. Также могут быть проведены альтернативные испытания, согласованные между заказчиком и изготовителем (поставщиком) СНЭЭ, если они соответствуют принятой практике. Необходимо периодически проводить контроль и оценку ухудшения рабочих характеристик, функционирования и возможностей СНЭЭ вследствие старения (см. таблицу 7).

Таблица 7 — Виды испытаний во время контроля рабочих характеристик на этапе эксплуатации

Рабочая характеристика	*Вид испытания*
Энергоемкость	Измерение фактической энергоемкости Измерение фактической входной и выходной энергоемкости (при необходимости) Измерение фактической резервной энергоемкости (при необходимости)
Диаграмма мощности	Подтверждение входной и выходной мощности (нормированной и/или кратковременной) Испытание в режиме следования за нагрузкой при наличии подключения к сети и при его отсутствии

Окончание таблицы 7

Рабочая характеристика	*Вид испытания*
Эффективность заряда-разряда	Запись значений ежедневных или еженедельных значений измерений эффективности Запись измерений энергопотребления вспомогательной подсистемой и подсистемой контроля и управления Запись значений собственного потребления СНЭЭ и/или саморазряда подсистемы накопления
Параметры в конце срока службы	Оценка рабочих характеристик СНЭЭ на предмет соответствия заданным значениям (т. е. достигнут ли конец срока службы)
Время отклика	Проверка времени отклика Проверка пуска и останова СНЭЭ (при необходимости)

Результаты измерений и мониторинга, полученные при проведении испытаний при вводе в эксплуатацию и непосредственно при вводе в эксплуатацию, могут быть использованы для сравнения с данными периодических испытаний СНЭЭ (см. таблицу 8). Для надлежащего учета потребления энергии во вспомогательной и основной ТПН могут быть также установлены устройства учета электроэнергии.

Таблица 8 — Пример измерений и контроля СНЭЭ на месте эксплуатации

Подсистема	Измеряемый параметр	Периодичность измерения	Период хранения данных
Подсистема накопления	СЗ отдельных блоков	≤ 1 мин	≥ 1 сут
	Физические или электрические параметры (температура, давление, напряжение и др.)		
Подсистема преобразования	Электрические параметры (напряжение, ток, активная мощность, реактивная мощность, частота, коэффициент мощности, суммарный коэффициент гармонических составляющих)	Зависит от вида приложения СНЭЭ	
Стыковочный вывод	Электрические характеристики (напряжение, ток, активная мощность, реактивная мощность, частота, коэффициент мощности, суммарный коэффициент гармонических составляющих, состояние разъединителей и выключателей)		
Вспомогательная подсистема	Активная мощность, коэффициент мощности	≤ 1 мин	
	Энергопотребление	15 мин (в среднем)	1 год
Подсистема контроля и управления	Параметры окружающей среды; параметры безопасности	1 мин	1 нед

Приложение А
(справочное)

Примеры приложений СНЭЭ

А.1 Управление резервом

А.1.1 Общие положения

СНЭЭ может быть предназначена для снижения потребления органического топлива, когда она выполняет приложение резервирования функции первичного регулирования частоты сети. Особо важные аспекты применения СНЭЭ для этой цели (экономические, экологические, управление ресурсами и др.) возложены на проектировщика локальной энергосистемы. Для их оценки проектировщик должен оценить затраты на инвестирование (капитальные затраты) и эксплуатационные затраты (операционные затраты), включая изменение рабочих характеристик на протяжении срока службы СНЭЭ, а также ожидаемую экономию средств, которой можно достигнуть, не инвестируя в другие объекты (передача, распределение, генерация электроэнергии) и не неся соответствующих эксплуатационных затрат.

А.1.2 Приложение резервирования функции первичного регулирования частоты сети

СНЭЭ должна выполнять приложение резервирования функции первичного регулирования частоты сети в случае внезапной потери генерации или нагрузки. Например, СНЭЭ может отдавать нормированную активную мощность в течение 30 с, бездействовать в течение 29,5 мин (см. рисунок А.1), а затем снова быть использована в том же режиме на протяжении 2 ч или до момента достижения нижнего предела СЗ СНЭЭ. Примеры значений требуемого рабочего цикла в случае внезапной потери генерирующей мощности приведены в таблице А.1, а пример значений времени восстановления для первичного регулирования частоты — в таблице А.2. Для приложения резервирования функции первичного регулирования частоты сети первоначальное значение СЗ может быть установлено на максимальном значении для внезапной потери генерации и на минимальном для внезапной потери нагрузки.

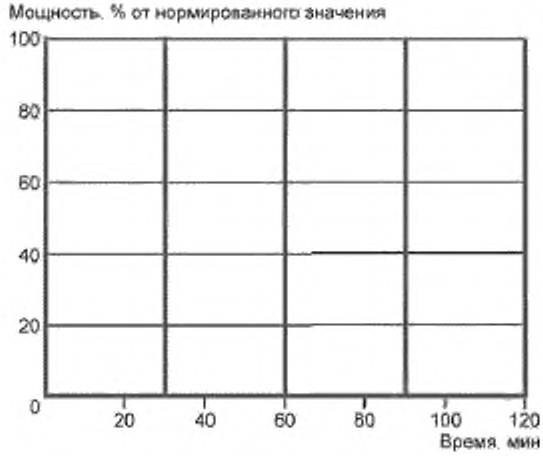


Рисунок А.1 — Пример рабочего цикла приложения резервирования функции первичного регулирования частоты сети [5]

Таблица А.1 — Пример параметров рабочего цикла при внезапной потере генерирующей мощности

Параметр рабочего цикла	Значение
Общая продолжительность, ч	2
Начальное содержание энергии, СЗ, %	100
Содержание энергии в конце рабочего цикла, СЗ, %	≥ 0
Максимальное значение активной выходной мощности, % от нормированного значения	100
Максимальное значение активной входной мощности	Не применимо (снижение мощности нагрузки не рассматривают)

Окончание таблицы А.1

Параметр рабочего цикла	Значение
Периодичность изменения значений активной мощности в час	4
Периодичность переключений между активной входной и выходной мощностью	Не применимо (снижение мощности нагрузки не рассматривают)
Максимальная выходная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	≈ 20
Максимальная входная энергия за рабочий цикл	Не применимо (снижение мощности нагрузки не рассматривают)
Максимальная реактивная выходная мощность	Не применимо
Максимальная реактивная входная мощность	Не применимо
Периодичность изменения значений реактивной мощности	Не применимо
Периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью	Не применимо

Таблица А.2 — Пример параметров времени восстановления для первичного регулирования частоты в случае внезапного снижения генерирующих мощностей

Параметр рабочего цикла	Значение
Продолжительность, ч	12
Диапазон допустимых значений активной выходной мощности	Не применимо
Диапазон допустимых значений активной входной мощности, % от нормированного значения	100 (кратковременно)
Диапазон допустимых значений реактивной выходной мощности	Не применимо
Диапазон допустимых значений реактивной входной мощности	Не применимо
Максимально допустимая скорость изменения активной и реактивной мощности, % от нормированного значения в с	50
Допустимый диапазон значений коэффициента мощности в основной ТПН	Не применимо

А.1.3 Приложение резервирования функции вторичного регулирования частоты сети

В режиме выполнения приложения резервирования функции вторичного регулирования частоты сети СНЭЭ может непрерывно отдавать мощность, например, в течение 20 мин, бездействовать в течение 40 мин, а затем снова быть использована в том же режиме на протяжении 3 ч или до момента достижения нижнего предела СЗ СНЭЭ (см. рисунок А.2 и таблицу А.3). Это применимо и к выходной мощности (при потере генерирующей мощности), и к входной мощности (при потере мощности нагрузки). Первоначальное значение СЗ может быть установлено на максимальном значении для внезапной потери генерации и на минимальном — для внезапной потери мощности нагрузки.

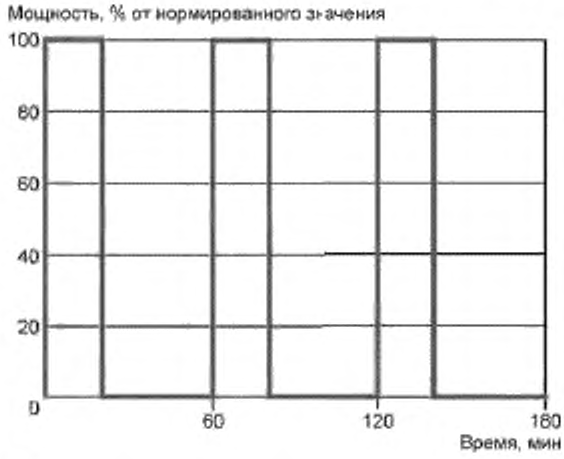


Рисунок А.2 — Пример рабочего цикла приложения резервирования функции вторичного регулирования частоты сети [4]

Таблица А.3 — Пример параметров рабочего цикла при внезапной потере генерирующей мощности

Параметр рабочего цикла	Значение
Общая продолжительность, ч	3
Начальное содержание энергии, СЗ, %	100
Содержание энергии в конце рабочего цикла, СЗ, %	≥ 0
Максимальное значение активной выходной мощности, % от нормированного значения	100
Максимальное значение активной входной мощности	Не применимо (снижение мощности нагрузки не рассматривают)
Периодичность изменения значений активной мощности в час	2
Периодичность переключений между активной входной и выходной мощностью	Не применимо (снижение мощности нагрузки не рассматривают)
Максимальная выходная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	≈ 33
Максимальная входная энергия за рабочий цикл	Не применимо (снижение мощности нагрузки не рассматривают)
Максимальная реактивная выходная мощность	Не применимо
Максимальная реактивная входная мощность	Не применимо
Периодичность изменения значений реактивной мощности	Не применимо
Периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью	Не применимо

А.1.4 Приложение непрерывного регулирования частоты сети

В качестве примера приложения непрерывного регулирования частоты сети могут быть рассмотрены данные по изменению частоты энергосистемы для четырех времен года, полученные от энергетической компании. При помощи алгоритма, подобного показанному на рисунке 6, могут быть получены графики изменения входной и выходной мощности СНЭЭ во времени (см. рисунок А.3). Мощность СНЭЭ на рисунке приведена к нормированному значению. Поскольку рабочий цикл содержит как фазу заряда, так и фазу разряда, первоначальная СЗ должна быть установлена достаточно далеко от максимального или минимального предела, чтобы они не были нарушены во время работы. Предполагается, что для приложения непрерывного регулирования частоты начальная СЗ должна быть установлена на уровне 50 %. В таблице А.4 приведен пример параметров рабочего цикла для приложения непрерывного использования регулирования частоты.

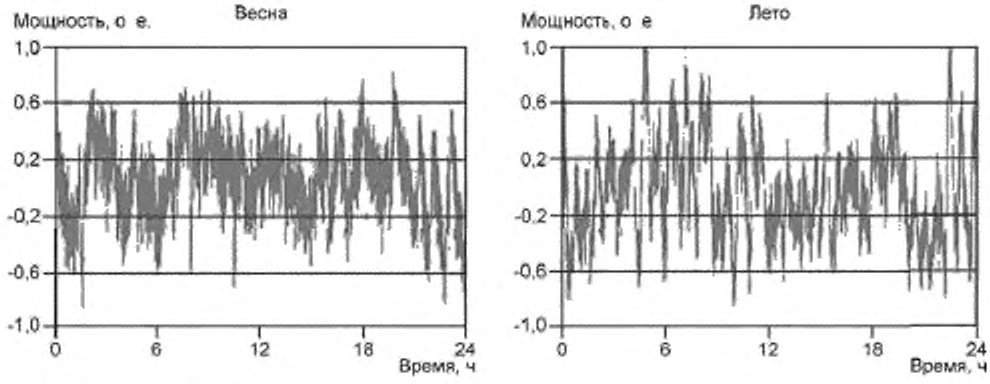


Рисунок А.3, лист 1 — Пример значений входной и выходной мощности СНЭЭ в режиме выполнения приложения непрерывного регулирования частоты сети для четырех сезонов года [5]

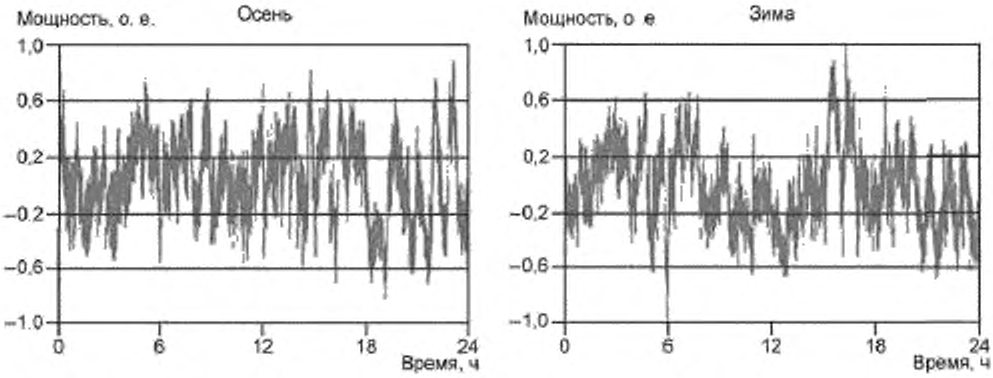


Рисунок А.3, лист 2

Таблица А.4 — Пример параметров рабочего цикла для динамического регулирования частоты

Параметр рабочего цикла	Значение
Общая продолжительность, ч	24
Начальное содержание энергии, СЗ, %	50
Содержание энергии в конце рабочего цикла, СЗ, %	≥ 20
Максимальное значение активной выходной мощности, % от нормированного значения	100
Максимальное значение активной входной мощности, % от нормированного значения	100
Периодичность изменения значений активной мощности	Непрерывное изменение
Периодичность переключений между активной входной и выходной мощностью	Максимально возможная скорость изменения мощности СНЭЭ
Максимальная выходная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	30
Максимальная входная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	30
Максимальная реактивная выходная мощность	Не применимо
Максимальная реактивная входная мощность	Не применимо
Периодичность изменения значений реактивной мощности	Не применимо
Периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью	Не применимо

А.2 Использование с возобновляемыми источниками энергии

А.2.1 Общие положения

СНЭЭ может быть использована для управления неравномерностью графика генерации ВИЭ. СНЭЭ способна выровнять график генерации и повысить устойчивость энергосистемы, а также поглотить избыток выработанной энергии для срезания пиков нагрузок.

В зависимости от вида приложений СНЭЭ (управление неравномерностью графика генерации ВИЭ, покрытие пиковых нагрузок) должны быть выбраны соответствующие значения энергоемкости и длительности рабочего цикла. В случае покрытия пиковых нагрузок время отклика будет зависеть от конкретного графика изменения мощности и времени покрытия пиковых нагрузок.

В обоих случаях мощность заряда-разряда и способность накопления и хранения энергии СНЭЭ рассчитывают в зависимости от конкретных целей применения и от типа оборудования, используемого для накопления энергии.

А.2.2 Приложение обеспечения поддержки возобновляемых источников энергии

СНЭЭ могут выполнять приложение обеспечения поддержки ВИЭ в течение определенного периода времени, например в течение 1 ч. То есть в таком режиме может быть гарантирована отдача в энергосистему установленного (находящегося в предварительно определенных пределах) количества энергии в течение каждого часа

(или средней мощности в течение 1 ч), генерируемое ВИЭ. В случае превышения генерируемой мощности от ВИЭ в течение часа СНЭЭ использует энергию для заряда. В случае снижения генерируемой мощности СНЭЭ обеспечивает компенсацию дефицита мощности путем разряда. На рисунке А.4 показан график входной и выходной мощности СНЭЭ для обеспечения надежности фотоэлектрической генерации. Разница между изменяющимся средним значением и целевым значением энергии в течение часа определяет входную или выходную мощность СНЭЭ. Мощность СНЭЭ приведена к нормированному значению, где положительный знак представляет собой входную мощность, а отрицательный знак — выходную мощность. Пример значений рабочего цикла для приложения обеспечения поддержки ВИЭ приведен в таблице А.5.

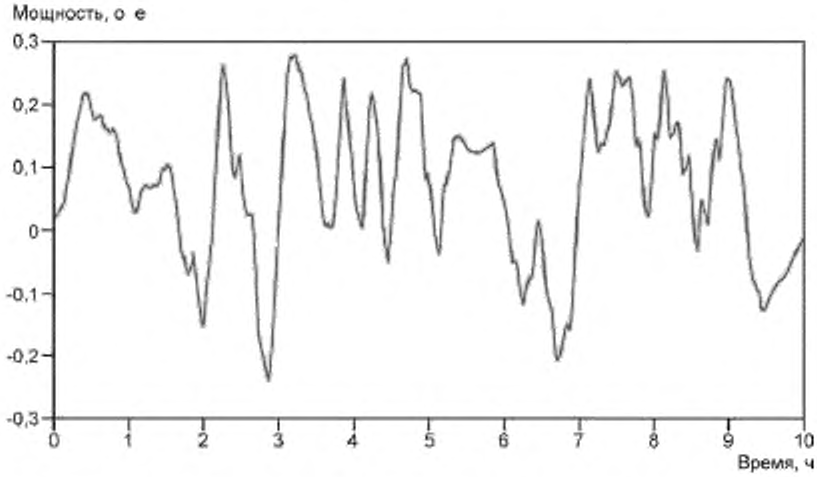


Рисунок А.4 — Пример графика входной и выходной мощности СНЭЭ для приложения обеспечения надежности работы фотоэлектрической генерации [*5*]

Таблица А.5 — Пример параметров рабочего цикла СНЭЭ для обеспечения надежности работы фотоэлектрической генерации

Параметр рабочего цикла	Значение
Общая продолжительность, ч	12
Начальное содержание энергии, СЗ, %	70
Содержание энергии в конце рабочего цикла, СЗ, %	40
Максимальное значение активной выходной мощности, % от нормированного значения	100
Максимальное значение активной входной мощности, % от нормированного значения	100
Периодичность изменения значений активной мощности	Непрерывное изменение
Периодичность переключений между активной входной и выходной мощностью в час	≤ 3
Максимальная выходная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	40
Максимальная входная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	45
Максимальная реактивная выходная мощность	Не применимо
Максимальная реактивная входная мощность	Не применимо
Периодичность изменения значений реактивной мощности	Не применимо
Периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью	Не применимо

А.2.3 Приложение сглаживания мощности возобновляемых источников энергии

СНЭЭ способна уменьшить резкие колебания мощности от ВИЭ за счет поглощения или выдачи мощности в требуемые моменты времени, определяемые системой управления. На рисунке А.5 показан график мощности, которой оперирует СНЭЭ для сглаживания мощности, генерируемой фотоэлектрической панелью. Разница между изменяющимся средним значением и целевым значением мощности определяет входную или выходную мощность СНЭЭ. Мощность СНЭЭ приведена к нормированному значению, где положительный знак представляет собой входную мощность, а отрицательный знак — выходную мощность.

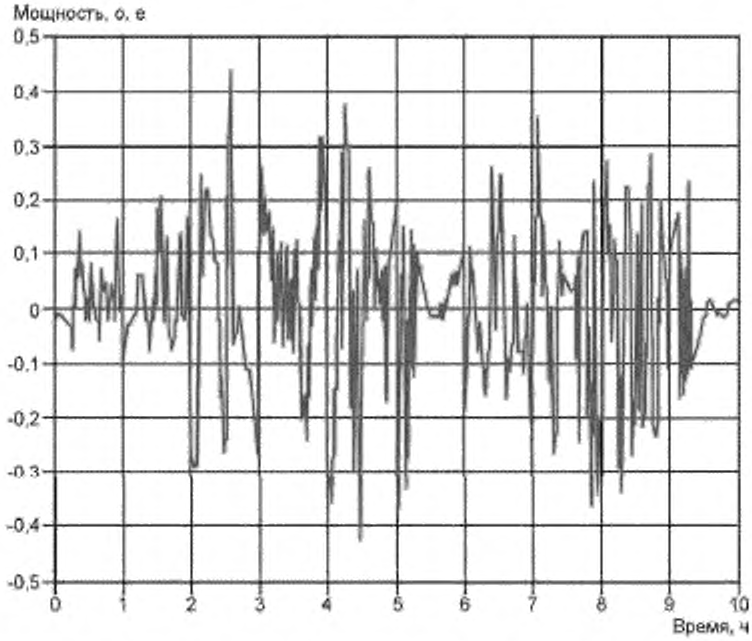


Рисунок А.5 — Пример графика входной и выходной мощности СНЭЭ для приложения сглаживания графика мощности фотоэлектрической панели [5]

А.3 Приложения поддержания напряжения и активной мощности в сети

А.3.1 Приложение регулирования реактивной мощности для поддержания напряжения

Как описано в 5.5.9.3, СНЭЭ может поддерживать напряжение сети, выдавая или поглощая реактивную мощность в ТПН. На этапе проектирования следует учитывать, что СНЭЭ может быть неспособна обеспечить нормированную реактивную мощность для регулирования напряжения при наименьшем уровне напряжения в ТПН. Поскольку неясно, применимо ли это ко всем СНЭЭ, значение мощности может быть приведено к наименьшему значению максимальной реактивной мощности, доступной в рассматриваемом диапазоне напряжения сети. В качестве примера минимальное и максимальное ограничение напряжение для режима регулирования *Q (U)* установлены на 0,94 и 1,06 от номинального напряжения в ТПН[1)]. Режим регулирования *Q (U)* обеспечивает отбор и выдачу реактивной мощности в зависимости от режима напряжения сети. Если предположить, что СНЭЭ выполняет только режим *Q (U)*, то для приложения поддержания напряжения может быть использована полная нормированная мощность СНЭЭ.

Типичная характеристика регулирования *Q (U)* представлена на рисунке 10. В рассматриваемом в А.3.1 примере реактивная мощность СНЭЭ меняется линейно от 0 до 1 о. е. при изменениях уровня напряжения в ТПН в диапазонах от 0,99 до 0,94 о. е. и от 1,01 до 1,06 о. е. При изменении уровня напряжения в диапазоне от 0,99 до 1,01 о. е. реактивная мощность СНЭЭ была установлена равной нулю. Применяя указанную характеристику регулирования к примеру графика изменения напряжения сети, представленному на рисунке А.6, получим график отдачи и отбора реактивной мощности СНЭЭ, представленный на рисунке А.7. Очевидно, что максимальное напряжение близко к 1,06 о. е, а минимальное — к 0,94 о. е.

[1)] Далее для обозначения значения таких относительных величин реактивной мощности и напряжения использованы относительные единицы (о. е.).

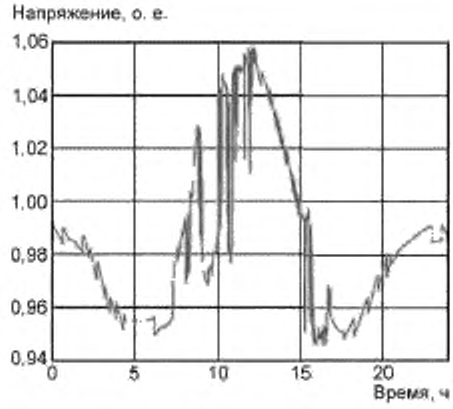


Рисунок А.6 — Пример изменения напряжения в ТПН [5]

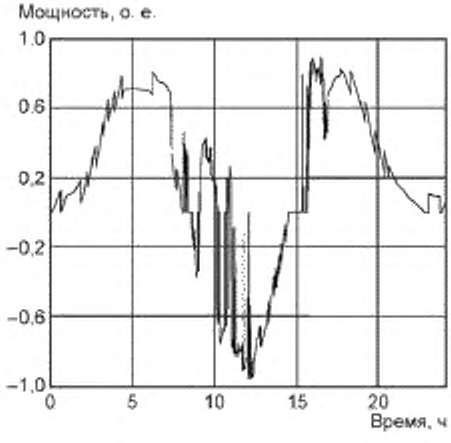


Рисунок А.7 — Пример изменения реактивной мощности СНЭЭ в ТПН [5]

Пример параметров рабочего цикла для режима регулирования *Q (U)* приведен в таблице А.6. Поскольку рассмотрен пример без обмена активной мощности между СНЭЭ и электрической сетью (только потери мощности), то нет ограничений на начальную СЗ. Хотя ожидается, что СЗ не будет сильно изменяться, но упомянутые потери мощности могут снизить энергоемкость СНЭЭ, и СЗ в конце рабочего цикла может быть ниже начального значения.

Таблица А.6 — Пример параметров рабочего цикла для режима регулирования *Q (U)*

Параметр рабочего цикла	Значение
Общая продолжительность, ч	24
Начальное содержание энергии, СЗ, %	50
Содержание энергии в конце рабочего цикла, СЗ, %	47
Максимальное значение активной выходной мощности, % от нормированного значения	0
Максимальное значение активной входной мощности, % от нормированного значения	0
Периодичность изменения значений активной мощности	Не применимо

Окончание таблицы А.6

Параметр рабочего цикла	Значение
Периодичность переключений между активной входной и выходной мощностью	Не применимо
Максимальная выходная энергия за рабочий цикл	Не применимо
Максимальная входная энергия за рабочий цикл	Не применимо
Максимальное значение реактивной выходной мощности, % от нормированного значения	100
Максимальное значение реактивной входной мощности, % от нормированного значения	100
Периодичность изменения значения реактивной мощности	Максимально возможная
Периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью	Максимально возможная

А.3.2 Приложение поддержания качества электрической энергии при помощи регулирования отдачи активной мощности СНЭЭ в зависимости от уровня напряжения

Как изложено в 5.5.9.5, режим снижения активной мощности в зависимости от уровня напряжения может обеспечить предотвращение отключения СНЭЭ от электрической сети. СНЭЭ также может устранить просадку напряжения в ТПН за счет выдачи активной мощности в сеть в течение нескольких десятков секунд, тем самым предотвращая ухудшение качества напряжения. В рамках этого приложения рассматривают только способность СНЭЭ обеспечить потребителей достаточной мощностью на время отсутствия напряжения сети длительностью, к примеру, не более 10 мин. В рассматриваемом случае рабочий цикл может состоять из непрерывной отдачи нормированной мощности, например в течение 1, 5 и/или 10 мин. Во время этого или этих циклов выходная активная мощность СНЭЭ увеличивается до требуемого значения и поддерживается на этом уровне в течение заданного периода времени. Пример рабочего цикла общей длительностью 12 ч, во время которого СНЭЭ отдает нормированную активную мощность в течение 5 мин каждые 45 мин, представлен на рисунке А.8, а параметры рабочего цикла — в таблице А.7. По окончании каждого рабочего цикла СЗ СНЭЭ должна быть восстановлена до начального уровня.

Диапазон СЗ СНЭЭ должен быть определен на этапе проектирования. Поскольку режим регулирования предполагает выдачу активной мощности, начальная СЗ может быть установлена на уровне 100 %, а в конце цикла — 0 %. Для некоторых СНЭЭ устанавливают как можно более высокую начальную СЗ, чтобы гарантировать отдачу пиковой мощности при минимальной СЗ.

Таблица А.7 — Пример параметров рабочего цикла для режима поддержания качества электрической энергии

Параметр рабочего цикла	Значение
Общая продолжительность, ч	12
Начальное содержание энергии, СЗ, %	100
Содержание энергии в конце рабочего цикла, СЗ, %	0
Максимальное значение активной выходной мощности, % от нормированного значения	100
Максимальное значение активной входной мощности	Не применимо
Периодичность изменения значения активной мощности в час	2—4
Периодичность переключений между активной входной и выходной мощностью	Не применимо
Максимальная выходная энергия за рабочий цикл, ΔСЗ, %	100
Максимальная входная энергия за рабочий цикл	Не применимо
Максимальное значение реактивной выходной мощности	Не применимо
Максимальное значение реактивной входной мощности	Не применимо
Периодичность изменения значения реактивной мощности	Не применимо
Периодичность переключений между реактивной входной и выходной мощностью	Не применимо

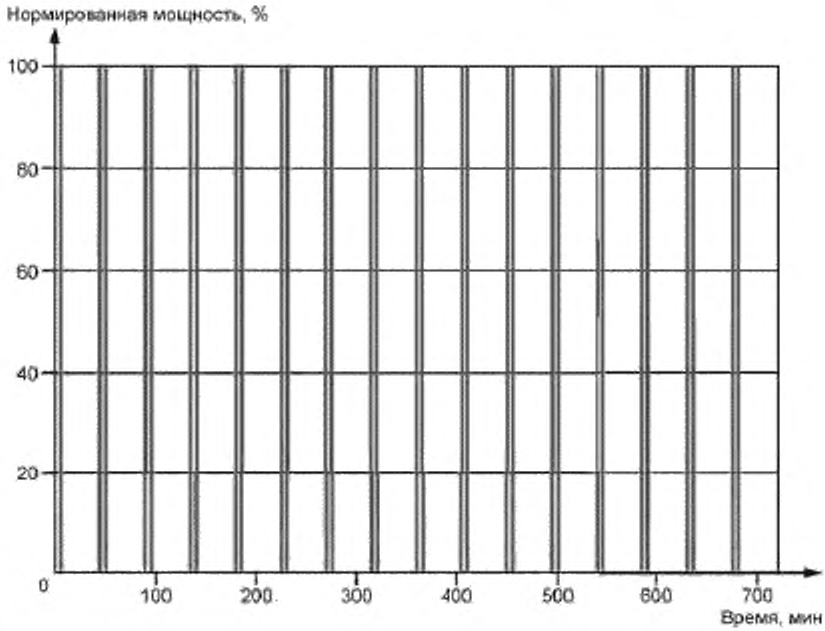


Рисунок А.8 — Пример рабочего цикла в режиме выполнения приложения поддержания качества электрической энергии при помощи регулирования отдачи активной мощности в зависимости от уровня напряжения [5]

Приложение В
(справочное)

Требования к монтажу

В.1 Сборка на площадке

Для обеспечения нормированных рабочих параметров СНЭЭ следует учитывать условия монтажа. Например, механические характеристики фундаментов, несущих конструкций, электрические характеристики подключенных к электрической системе объектов и условия окружающей среды: температуру, влажность, атмосферное давление, опасность поражения молнией.

В.2 Защита от чрезвычайной ситуации — предотвращение пожара

Для защиты СНЭЭ предпринимают соответствующие противопожарные меры: используют негорючие строительные материалы, противопожарные системы и системы вентиляции, устройства обнаружения газов, системы термокондиционирования и др., с учетом конкретных условий монтажа, местоположения, конструкции и габаритов СНЭЭ. Для минимизации опасности, особенно при выделении газов и мелкодисперсных частиц из аккумуляторов, используют специальное оборудование по обнаружению и вытяжке.

Необходимо применять специальное противопожарное оборудование и предусматривать специальные противопожарные мероприятия, особенно при наличии веществ, трудно поддающихся тушению.

В.3 Транспортирование и хранение на площадке

Этап транспортирования СНЭЭ может быть разделен на три части: погрузка, транспортирование и хранение. Во время погрузки, транспортирования и хранения необходимо не допустить ухудшения нормированных рабочих параметров СНЭЭ, состояния СНЭЭ, а также минимизировать влияние системы на окружающую среду. Повреждения СНЭЭ могут возникнуть вследствие вибрации, изменений температуры, влажности и давления воздуха. При длительном хранении на складе для регистрации воздействий на СНЭЭ могут быть предусмотрены средства мониторинга условий хранения (например, термометры, вибродатчики и т. д.).

Транспортирование и упаковка СНЭЭ при транспортировке должны осуществляться с указанием условий по *ГОСТ 23216*.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего международного стандарта
ГОСТ Р 58092.1—2018 (МЭК 62933-1:2018)	NEQ	IEC 62933-1:2018 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 1. Термины и определения»
ГОСТ Р 58092.2.1—2020 (МЭК 62933-2-1:2017)	MOD	IEC 62933-2-1:2017 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 2-1. Параметры установок и методы испытаний. Общие требования»
ГОСТ Р 58092.5.1—2018 (IEC/TS 62933-5-1:2017)	MOD	IEC/TS 62933-5-1:2017 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 5-1. Обеспечение безопасности. Общие требования»
ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000—2012	IDT	ISO/IEC 27000:2009 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология»
ГОСТ Р МЭК 62443	IDT	IEC 62443 (все части) «Сети промышленной коммуникации. Безопасность сетей и систем»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта			Структура стандарта IEC 62933-3-1		
Раздел	Подраздел	Пункт	Раздел	Подраздел	Пункт
1			1		
2	—	—	2	—	—
3	3.1	3.1.1—3.1.2	3	3.1	3.1.1—3.1.2
—	3.2	—	—	3.2	—
4	4.1	—	4	4.1	—
—	4.2	4.2.1—4.2.4	—	4.2	4.2.1—4.2.4
5	5.1	—	5	5.1	—
—	5.2	5.2.1—5.2.3	—	5.2	5.2.1—5.2.3
		5.2.3.7			5.2.4
—	5.3	5.3.1—5.3.2	—	5.3	5.3.1—5.3.2
—	5.4	5.4.1—5.4.9	—	5.4	5.4.1—5.4.9
—	5.5	5.5.1—5.5.9	—	5.5	5.5.1—5.5.9
—	5.6	—	—	5.6	5.6.1*
—	—	5.6.1—5.6.2	—	—	5.6.2—5.6.3
6	6.1	—	6	6.1	—
—	6.2	6.2.1—6.2.3	—	6.2	6.2.1—6.2.3
—	6.3	—	—	6.3	—
—	6.4	—	—	6.4	—
Приложение А	—	—	Annex A	—	—
Приложение В	—	—	Annex B	—	—
Приложение ДА	—	—	—	—	—
Приложение ДБ	—	—	—	—	—

* Данный пункт исключен, так как его положение носят поясняющий, справочный или рекомендательный характер.

Библиография

[1] Методические указания по устойчивости энергосистем № 52023 — Приказ Минэнерго России от 3 августа 2018 г. № 630 «Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем» с присвоением регистрационного № 52023

[2] Правила технологического функционирования электроэнергетических систем. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937

[3] CENELEC CLC/TS 50549-1 — Требования к энергоустановкам для распределительных сетей, включаемым параллельно. Часть 1. Энергоустановки с током более 16 А для сетей низкого напряжения. Итоговая версия, январь 2015 (Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks — Part 1: connection to a LV distribution network above 16 A. Final Version, January — 2015)

[4] CENELEC CLC/TS 50549-2 — Требования к энергоустановкам для распределительных сетей, включаемым параллельно. Часть 1. Энергоустановки для сетей среднего напряжения. Итоговая версия, январь 2015 (Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks — Part 2: Connection to a MV distribution system. Final Version, January — 2015)

[5] PNNL-22010 — Отчет о единстве измерений и записи рабочих характеристик систем накопления энергии. Тихоокеанская северо-западная национальная лаборатория, 2012 (Protocol for uniformly measuring and expressing the performance of energy storage systems — Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA, USA Google Scholar — 2012)

УДК 621.355
621.311:006.354

ОКС 27.015
27.190
29.020
29.200
29.220
29.240.99

ОКПД2 27.1
27.2
27.90

Ключевые слова: системы накопления электрической энергии, аккумуляторная батарея, преобразователи энергии, испытания систем накопления, параметры и характеристики

БЗ 6-7—2020/33

Редактор *Е.А. Моисеева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 15.06.2020. Подписано в печать 02.07.2020. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,76

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru