

**14 ноября 2017 г.**

Совместное заседание секций НТК НП «НТС ЕЭС»  
«Стандартизация в электроэнергетике», «Распределенные источники энергии» и  
секретариата ТК 016 «Электроэнергетика» по теме:  
**«Развитие стандартизации в МЭК для задач электроэнергетики»**



**О деятельности проектной группы РТ 62786  
«Присоединение распределенных источников энергии  
к энергосистеме»**

П.К. Березовский  
[berezovskiy-pk@so-ups.ru](mailto:berezovskiy-pk@so-ups.ru)

**Область деятельности проектной группы РТ 62786 :**

*Стандартизация технических аспектов присоединения распределенных источников электрической энергии к энергосистеме*

**Указанные технические аспекты включают в себя:**

- *общие требования*
- *показатели качества электроэнергии*
- *регулирование частоты*
- *регулирование напряжения*
- *характеристики зависимости от напряжения и частоты*
- *токи короткого замыкания*
- *безопасность и релейная защита*
- *коммуникация и информационный обмен*
- *учет электроэнергии*
- *эксплуатация и испытания*

**Состав проектной группы (СРГ):**

Role	Name	NC
Member	Mr Alex Baitch	AU
Member	Mr Thomas Basso	US
Member	Mr Petr Berezovskiy	RU
Member	Mr Alberto Cerretti	IT
Member	Mr Richard (Dick) Deblasio	US
Convenor	Mr Giuseppe Dell'Olio	IT
Member	Mr Bernhard Ernst	DE
Member	Mr Luis Fernández Beites	ES
Member	Mr Ajay Garg	CA
Member	Mr Andy Greer	GB
Member	Mr Wenping Hu	CN
Member	Mr Gunnar KAESTLE	DE
Member	Mr Sebastian Kosslers	DE
Member	Mr Hyungi Lee	KR
Member	Mr Chris Marsland	GB
Member	Mr Hazlie Mokhlis	MY
Member	Mr Aleksandre Piranishvili	DE
Member	Mr Thomas Schaupp	DE
Member	Mr David Spillet	GB
Member	Mr Philipp Strauß	DE
Member	Mr Kosuke Takeuchi	JP
Member	Mr Shiming TIAN	CN
Member	Mr Wouter Vancoetsem	BE
Member	Mr Chris Whitworth	GB
Convenor	Mr Liangzhong Yao	CN
Member	Mr Denis Yarosh	RU
Member	Mr Pingliang ZENG	CN
Member	Ms Ping Zhang	CN

## TECHNICAL SPECIFICATION

Distributed energy resources connection with the grid

Распределенные энергетические ресурсы подключение к сети

### Технические требования (TS)

Публикуют в случаях, когда обсуждаемый вопрос находится в стадии разработки или нет полного консенсуса для утверждения международного стандарта

Технические требования приближены к международным стандартам в части детализации и завершенности документов, но не проходят все этапы принятия в качестве стандарта из-за отсутствия консенсуса, либо из-за преждевременности стандартизации в данной области

### Принятие

Технические требования сходны с международными стандартами тем, что имеют статус нормативного документа и разработаны в соответствии с процедурами консенсуса. Технические требования принимаются двумя третями Р-членов ТК и ПК МЭК.

Процедура принятия аналогична той, что применяется для утверждения стандарта, за исключением того, что окончательное голосование проводится на этапе проекта технических условий сразу же следующего за этапом проекта комитета.

#### P-MEMBERS VOTING

MEMBERS VOTING	P-MEMBERS IN FAVOUR	IN FAVOUR %	CRITERIA	RESULT
19	18	94.7	≥66,7 %	<b>APPROVED</b>

## 1 Область применения документа:

Данный документ регламентирует принципы и технические требования к распределенным источникам энергии (DER), **подключенным к распределительной сети** и относятся к задачам планирования, проектирования, функционирования и присоединения DER к распределительным сетям.

Указанные принципы и требования включают в себя: общие требования, схемы подключения, выбор схемы РУ, диапазоны нормальной работы, устойчивость к внешним возмущениям, участие в регулировании частоты и напряжения, ЭМС и качество электроэнергии, РЗА, контроль, управление, коммуникация, испытания по подтверждению соответствия.

## 2 Термины и определения:

**распределенные источники энергии** Генерирующее оборудование, включая нагрузку, с возможностью перехода в генераторный режим (такие как системы накопления электроэнергии), присоединенные к распределительной сети низкого и среднего напряжения, включая вспомогательное оборудование, релейную защиту и оборудование для присоединения

## 4.1 Общие требования:

При подключении DER к распределительной сети **следует учитывать и наличие других источников энергии, подключенных или запланированных к подключению и их электрическую близость.**

Комплексный эффект множества DER следует учитывать при выборе точки подключения для соответствующего DER.

## 4.2 Схема подключения:

Электростанция должна соответствовать требованиям оператора распределительной сети.

Различные требования могут быть предметом соглашения между оператором DER и оператором распределительной сети, **в зависимости от нужд энергосистемы.**

## 4.4 Диапазон нормальной работы:

### 4.4.1 Общее требование:

В режиме производства электроэнергии электростанции должны удовлетворять требованиям по работе в диапазонах параметров, установленных в настоящих технических требованиях, **вне зависимости от топологии и настроек защит оборудования.**

## 4.4.2 Диапазоны работы по частоте:

DER мощностью выше значения, установленного на национальном уровне должны обеспечивать:

Table 1 – Operating frequency requirements of DERs

Frequency	DER actions required
$f < f_{\min 2}$ $f > f_{\max 2}$	Instantaneous disconnection permitted
$f_{\min 2} \leq f < f_{\min 1}$ $f_{\max 1} < f \leq f_{\max 2}$	Operate for a minimum time $T_{f1}$
$f_{\min 1} \leq f \leq f_{\max 1}$	Operate continuously

Table A.1 – Continuous operating frequency range

Frequency of power system Hz	$f_{\min 1}$ Hz	$f_{\max 1}$ Hz
50	47,0 to 49,5	50,5 to 52,0
60	57,0 to 59,5	60,5 to 61,8

NOTE Some countries may not specify  $f_{\min 1}$ ,  $f_{\max 1}$  value.

Table A.2 – Limited operating frequency range

Frequency of power system Hz	$f_{\min 2}$ Hz	$f_{\max 2}$ Hz	$T_{f1}$
50	45,0 to 49,5	50,5 to 57,0	0,5 s to 90 min
60	57,0 to 59,5	60,5 to 61,8	0,5 s to 90 min

NOTE  $f_{\min 2} \leq f_{\min 1}$  and  $f_{\max 1} \leq f_{\max 2}$

## Рекомендованные значения:

Мгновенное отключение при значениях частоты:  
 $(45,0 - 49,5) \text{ Гц} > f > (50,5 - 57,0) \text{ Гц}$

Продолжительная работа при значениях частоты:  
 $[47,0 - 49,5] \text{ Гц} < f < [50,5 - 52,0] \text{ Гц}$

Работа в течение времени  $T = 0,5\text{с} - 90 \text{ мин}$ :

$[45,0 - 49,5] \text{ Гц} < f < (47,0 - 49,5) \text{ Гц}$   
 $(50,5 - 52,0) \text{ Гц} < f < [50,5 - 57,0] \text{ Гц}$



Minimum time periods for which a power-generating module has to be capable of operating on different frequencies, deviating from a nominal value, without disconnecting from the network.

Synchronous area	Frequency range	Time period for operation
Continental Europe	47,5 Hz-48,5 Hz	To be specified by each TSO, but not less than 30 minutes
	48,5 Hz-49,0 Hz	To be specified by each TSO, but not less than the period for 47,5 Hz-48,5 Hz
	49,0 Hz-51,0 Hz	Unlimited
	51,0 Hz-51,5 Hz	30 minutes

### 4.4.3 Диапазоны работы по напряжению:

Table 2 – Operating voltage requirements of DERs

Voltage at connection point	DER actions required
$U < U_{\min 2}$ $U > U_{\max 2}$	Disconnection allowed after time $T_{u2}$
$U_{\min 2} \leq U < U_{\min 1}$ $U_{\max 1} < U \leq U_{\max 2}$	Disconnection allowed after time $T_{u1}$
$U_{\min 1} \leq U \leq U_{\max 1}$	Operate continuously

Table B.1 – Continuous operating voltage range

$U_{\min 1}$ in per unit	$U_{\max 1}$ in per unit
0,9	1,1
NOTE It is possible that some countries do not specify $U_{\min 1}$ and $U_{\max 1}$ values.	

Table B.2 – Limited operating voltage range

$U_{\min 2}$ in per unit	$U_{\max 2}$ in per unit	$T_{u1}$ in seconds	$T_{u2}$ in seconds
0,5 to 0,9	1,1 to 1,25	0,5 to 2,0	0,0 to 0,3

NOTE 1 For Table B.1 and Table B.2,  $U_{\min 2} \leq U_{\min 1} < U_{\max 1} \leq U_{\max 2}$ .

### Рекомендованные значения:

Продолжительная работа при значениях напряжения:

$$[0,9] < U < [1,1]$$

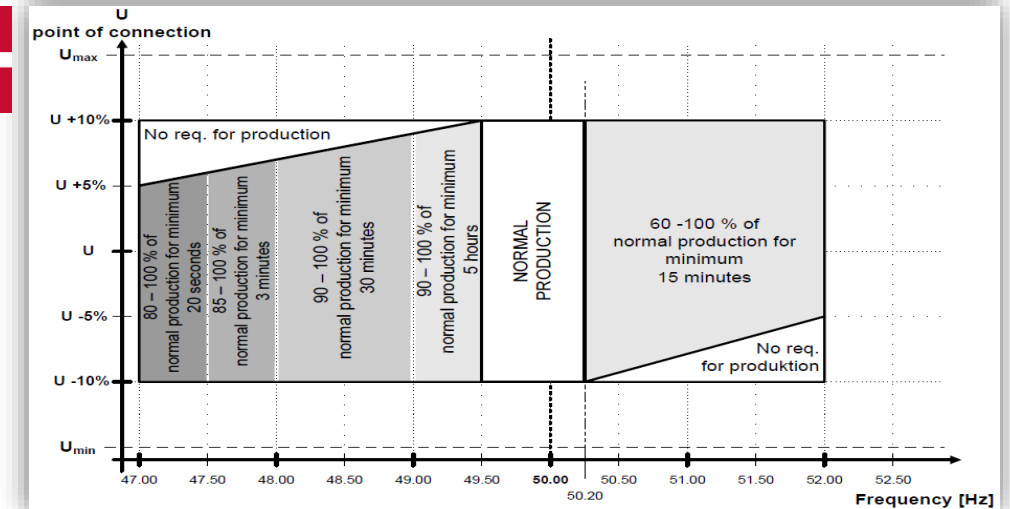
Работа в течение времени  $T = 0,0 \text{ с} - 0,3 \text{ с}$ :

$$(0,5 - 0,9) > U > (1,1 - 1,25)$$

Работа в течение времени  $T = 0,5 \text{ с} - 2,0 \text{ с}$ :

$$[0,5 - 0,9] < U < (0,9)$$

$$(1,1) < U < [1,1 - 1,25]$$



## 4.5 Устойчивость при возмущениях в энергосистеме

4.5.2 DER должны обеспечивать работу при скорости изменения частоты (ROCOF), установленной на национальном уровне

### 4.5.3

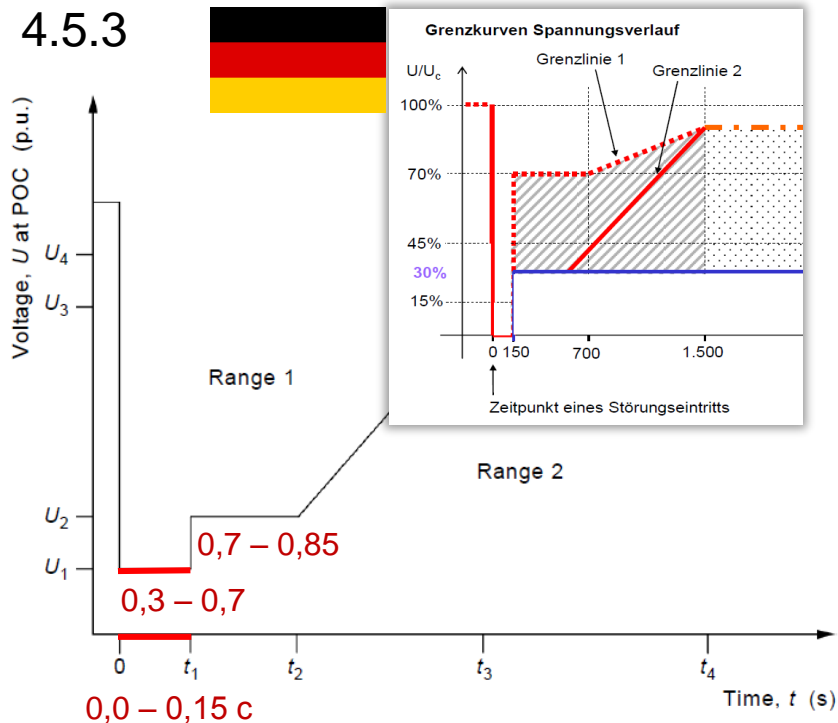


Table D.1 – Medium voltage OVRT requirements

Voltage in per unit	Minimum ride through time $T_{ov}$ in seconds
1,0 to 1,1	Unlimited
1,1 to 1,2	1,0
1,2 to 1,25	0,2/0,167 (for 50 Hz/60 Hz)
> 1,25	0,0

Table C.1 – UVRT capability of DERs with an interface to the grid based on a synchronous generator

Parameters	Residual voltage in per unit	Ride through time in seconds
$U_1, t_1$	0,30 to 0,70	0,0 to 0,15
$U_2, t_2$	0,70 to 0,85	0,0 to 0,70
$U_3, t_3$	0,70 to 0,85	0,0 to 1,50
$U_4, t_4$	$U_{min2}$	0,0 to 180,0

NOTE 1  $t_1 \leq t_2 \leq t_3 \leq t_4$ ,  $U_1 \leq U_2 \leq U_3 \leq U_4$ .

NOTE 2 By choosing the same values for  $(U_1, t_1)$  and  $(U_2, t_2)$ , the second data point disappears, which allows the use of the same diagram and methodology in describing the LVRT capability for both classes of generating unit.

Table C.2 – UVRT capability of DERs with an interface to the grid based on non-synchronous generators (eg. converters, DFIG, etc.)

Parameters	Residual voltage in per unit	Ride through time in seconds
$U_1, t_1$	0,00 to 0,30	0,0 to 1,0
$U_2, t_2$	0,00 to 0,30	0,0 to 1,0
$U_3, t_3$	0,05 to 0,90	0,0 to 2,0
$U_4, t_4$	$U_{min2}$	0,0 to 180,0

NOTE 1  $t_1 \leq t_2 \leq t_3 \leq t_4$ ,  $U_1 \leq U_2 \leq U_3 \leq U_4$ .

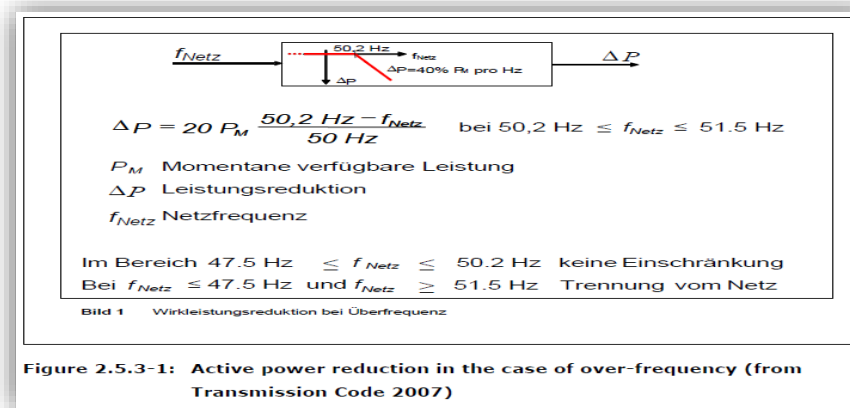
NOTE 2 By choosing the same values for  $(U_1, t_1)$  and  $(U_2, t_2)$ , the second data point disappears, which allows the use of the same diagram and methodology in describing the LVRT capability for both classes of generating units.

- Для всех типов КЗ;
- DER не должны потреблять больше реактивной мощности чем в предаварийном режиме
- DER в сетях среднего напряжения должны участвовать в динамической поддержке сети, путем выдачи реактивного тока



## 4.6 Отклик по активной мощности на изменение частоты

В зависимости от национальных системных требований, **все DER, подключенные к сетям среднего напряжения** (и DER выше определенного значения мощности, подключенные к сетям низкого напряжения) должны иметь возможность управления выработкой активной мощности, в ответ на изменение частоты в электрической сети.



## 4.11 Управление активной мощностью

В зависимости от национальных системных требований, **все DER, подключенные к сетям среднего напряжения** (и DER выше определенного значения мощности, подключенные к сетям низкого напряжения) должны иметь возможность снижения выработки или полного отключения при перегрузки ЛЭП или трансформатора распределительной сети, в соответствии с командой оператора распределительной сети.

### 2.5.3 Active power output

It must be possible to operate the generating facility at reduced power output. In the cases listed below, the network operator is entitled to require a temporary limitation of the power feed-in or disconnect the facility:



TECHNICAL  
SPECIFICATION

## 4.7 Отклик по реактивной мощности на изменение напряжения

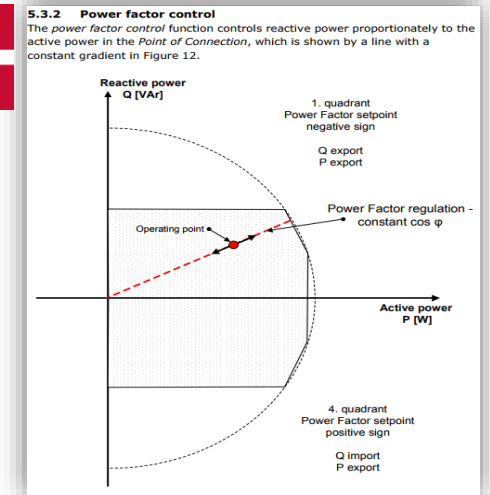
4.7.1 В случае, если соответствующие требования установлены оператором распределительной сети, DER должен быть спроектирован с учетом необходимости управления выработкой реактивной мощности.



4.7.2 DER, подключенные к сетям среднего напряжения (и DER выше определенного значения мощности, подключенные к сетям низкого напряжения)

– поддержание заданного коэффициента мощности в точке подключения.

DER должны иметь возможность регулировать выработку реактивной мощности в допустимых пределах возможностей оборудования



4.7.3 В зависимости от локальных системных требований при провалах напряжения в точке подключения во время аварийных режимов сети, DER на базе преобразовательного оборудования, подключенные к сети среднего напряжения должны обеспечить дополнительную выдачу реактивного тока в электрическую сеть с откликом не более 30 мс и вплоть до восстановления напряжения до нормального значения.



Пример из системного кодекса Германии на среднее напряжение:

- выдача дополнительного реактивного тока должна осуществляться при отклонении напряжения более чем на 10% от номинального;
- величина дополнительного реактивного тока должна достигать заданного зависимостью значения за время не более чем 20 мс;
- выдача дополнительного реактивного тока должно обеспечиваться в течение 500 мс после восстановления напряжения до исходного уровня.

## 4.9 РЗиА

На объекте DER должны быть установлены устройства РЗиА для обеспечения безопасной и надежной работы распределительной сети. Конфигурация и выбор устройств защиты должны соответствовать требованиям оператора сети.

### Основные задачи устройств РЗиА DER

- предотвращение недопустимого повышения напряжения в распределительной сети
- предотвращение непреднамеренного перехода DER в изолированный режим
- отключение DER от сети при необходимости

## 4.12 Мониторинг и управление

DER, подключенные к сетям среднего напряжения (и DER выше определенного значения мощности, подключенные к сетям низкого напряжения) должны иметь возможность осуществления информационного обмена с оператором распределительной сети, и в соответствии с двусторонним соглашением управляться и наблюдаться оператором

- в каждой стране должен быть установлен перечень информации (параметров) передаваемых DER в соответствующий системный центр управления;
- в зависимости от локальных системных условий DER должен принимать управляющие команды и предписания, направляемые оператором распределительной сети.

В перечень предоставляемой DER информации могут быть включены:

- статус подключения, значения активной и реактивной мощности, вырабатываемая электроэнергия;
- напряжение на шинах РУ и частота в точке подключения;
- положение выключателей в точке подключения



Function	Function	Protection function
Over voltage relay		
Under voltage relay		
Zero sequence over voltage relay		
Negative sequence over voltage relay		
Ground fault over-voltage relay		
Over frequency relay		
Under frequency relay		
Rate of change of frequency relay		
Vector jump relay		
Directional short circuit relay		
Measurement of network impedance		
Transfer trips		
	Rise-in-voltage protection $U >>$	Overvoltage (step 2)
	Under-voltage protection $U <$	Overvoltage (step 1)
	Under-voltage protection $U <<$	Undervoltage (step 1)
	Rise-in-frequency protection $f >$	Overfrequency
	Under-frequency protection $f <$	Underfrequency

## Основные итоги деятельности проектной группы PT 62786

1. Основная цель разработки TS 62786 заключается в пробном регламентировании технических требований для рынка оборудования объектов DER, **упрощающих реализацию требований действующих системных кодексов.**
2. Структура документа во многом **соответствует структуре действующих системных кодексов.**
3. Содержание документа фактически представляет из себя **перечень технических требований, которые предъявляются / могут предъявляться системными операторами** (операторами распределительных сетей) к соответствующим объектам при их подключении к энергосистеме.
4. Значения параметров регламентированных документом требований представлены **рекомендательно и задаются диапазонно и / или ссылкой на национальные требования.**
5. Последующие публикации будут представлять **серию документов** типа TS (Технические требования) или TR (Технический отчет). **Конкретизация требований к различным технологиям DER** будет осуществлена в рамках разработки соответствующих частей TS 62786-х в сотрудничестве с другими ТК МЭК (на данный момент создана JWG 10 с ТК 82).
6. С предварительного этапа сбора информации (PWI) перерегистрированы на этап предложения о разработке (NP):
  - IEC TS 62786-2 «Distributed energy resources connection with the grid – Additional requirements for PV generator interface with the grid» - **доп. требования к объектом на базе фотоэлектрических элементов**
  - IEC TS 62786-3 «Distributed energy resources connection with the grid – Additional requirements for EES interface with the grid» - **доп. требования к объектом на базе систем накопления электроэнергии**