ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58058— 2018

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Нормы и требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 июля 2018 г. № 417-ст

4 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 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2018

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 сокращения 1
4 Общие положения 3
5 Нормативные возмущения 3
6 Нормативные требования к устойчивости энергосистем 5
7 Требования к определению максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях 7

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Нормы и требования

United power system and isolated power systems.
Power systems stability. Norms and requirements

Дата введения — 2019—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к параметрам электроэнергетического режима и их значениям, обеспечивающим выполнение требований к устойчивости электроэнергетических систем, а также требования к определению максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях (допустимой нагрузки электростанций).

Стандарт распространяется на субъекты оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, собственников и иных законных владельцев объектов электроэнергетики, проектные и научно-исследовательские организации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 57114 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения

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 сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57114, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1.1 **связь (в электрической сети):** Последовательность элементов электрической сети [линии электропередачи, трансформаторы (автотрансформаторы), системы (секции) шин, коммутационные аппараты], соединяющих две части энергосистемы.

3.1.2 **сечение (в электрической сети):** Совокупность элементов одной или нескольких связей.

3.1.3 **полное сечение:** Совокупность элементов одной или нескольких связей, одновременное отключение которых приводит к разделению энергосистемы на две изолированно работающие части.

3.1.4 **частичное сечение:** Совокупность элементов одной или нескольких связей, одновременное отключение которых не приводит к разделению энергосистемы на две изолированно работающие части.

3.1.5 **схема энергосистемы доаварийная:** Схема энергосистемы до возникновения аварийного возмущения.

3.1.6 **схема энергосистемы нормальная:** Схема энергосистемы при которой все линии электропередачи и электросетевое оборудование, определяющие устойчивость, находятся в работе.

3.1.7 **схема энергосистемы ремонтная:** Схема энергосистемы при которой из-за отключенного состояния одной или нескольких линий электропередачи, электросетевого оборудования допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении, определенный с учетом нормативного возмущения группы III, снижен относительно максимально допустимого перетока активной мощности в том же контролируемом сечении в нормальной схеме.

3.1.8 **основная защита:** Быстродействующая защита, предназначенная для работы при всех видах коротких замыканий в пределах всего защищаемого элемента.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АПВ — автоматическое повторное включение;

АПНУ — автоматика предотвращения нарушения устойчивости;

АЧР — автоматическая частотная разгрузка;

АЭС — атомная электрическая станция;

ВЛ — воздушная линия электропередачи;

ВПТ — вставка постоянного тока;

ДАР — дополнительная автоматическая разгрузка;

КВЛ — кабельно-воздушная линия электропередачи;

КЗ — короткое замыкание;

ЛЭП — линия электропередачи;

ОАПВ — однофазное автоматическое повторное включение;

ПА — противоаварийная автоматика;

ПГУ — парогазовая установка;

ППТ — передача постоянного тока;

РЗ — релейная защита;

СШ — система (секция) шин;

ТАПВ — трехфазное автоматическое повторное включение;

УРОВ — устройство резервирования отказа выключателя.

4 Общие положения

4.1 При проектировании и эксплуатации энергосистем проверка выполнения требований к устойчивости и определение максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях (допустимой нагрузки электростанций) должны осуществляться на основании расчетов установившихся электроэнергетических режимов, статической устойчивости и динамической устойчивости (далее — расчеты режимов и устойчивости).

4.2 Расчеты режимов и устойчивости должны выполняться с учетом эксплуатационного состояния и параметров ЛЭП, электросетевого и генерирующего оборудования, наличия условий срабатывания и объема управляющих воздействий от устройств (комплексов) противоаварийной автоматики и температуры наружного воздуха.

4.3 Расчетные модели, использующиеся для расчетов режимов и устойчивости, должны обеспечивать возможность корректного моделирования установившихся и переходных режимов.

4.4 При проведении расчетов режимов и устойчивости с целью проверки выполнения требований к устойчивости, определения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях (допустимой нагрузки электростанций) должны учитываться нормативные возмущения в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

5 Нормативные возмущения

5.1 Нормативные возмущения подразделяются на три группы (I, II и III).

5.2 Нормативные возмущения, связанные с короткими замыканиями на сетевых элементах (кроме СШ) переменного тока, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нормативные возмущения	Распределение нормативных возмущений по группам нормативных возмущений в электрической сети с номинальным напряжением, кВ			
	110 – 220	330 – 500	750	1150
1 Отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном КЗ с неуспешным АПВ	I	I	II	II
2 Отключение сетевого элемента резервной защитой (при невыполнении на сетевом элементе основной защиты) при однофазном КЗ с неуспешным АПВ	II	II	III	III
3 Отключение сетевого элемента основной защитой при трехфазном КЗ с неуспешным АПВ	II	–	–	–
4 Отключение сетевого элемента основной защитой при двухфазном КЗ на землю с неуспешным АПВ	–	II	III	III
5 Отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном КЗ с отказом одного выключателя	III	III	III	III
6 Отключение в результате нормативного возмущения группы I двух ВЛ (КВЛ), провода воздушной части которых размещены на одних опорах на протяжении более 50 % длины более короткой ВЛ (воздушной части КВЛ)	III	III	III	III

Примечания

1 При невозможности отключения КЗ в распределительном устройстве действием основной защиты (резервной защиты при невыполнении основной защиты) необходимо учитывать действие иных защит, отключающих КЗ с минимальным временем.

2 При невыполнении на сетевом элементе основной защиты при рассмотрении нормативного возмущения 2 необходимо рассматривать действие резервной защиты, отключающей КЗ с минимальным временем с учетом места КЗ.

3 При рассмотрении нормативных возмущений 1 и 2 необходимо учитывать вид и параметры настройки (уставки) АПВ:

- ТАПВ – при отсутствии однофазного АПВ;
- ОАПВ – при наличии однофазного АПВ.

Окончание таблицы 1

4 При рассмотрении нормативного возмущения 5: - при наличии УРОВ необходимо учитывать отключение ЛЭП, электросетевого [включая системы (секции) шин] и генерирующего оборудования в соответствии с логикой действия УРОВ; - при отсутствии УРОВ необходимо учитывать отключение ЛЭП, электросетевого (включая системы (секции) шин) и генерирующего оборудования действием устройств РЗ, срабатывающих при отказе выключателя. 5 Если нормативное возмущение 5 приводит к отключению системы (секции) шин, при проведении расчетов установившихся режимов и статической устойчивости группа нормативных возмущений принимается в соответствии с таблицей 2.

5.3 Нормативные возмущения, связанные с короткими замыканиями на СШ, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 2.

Таблица 2

Нормативные возмущения	Распределение нормативных возмущений по группам нормативных возмущений в электрической сети с номинальным напряжением, кВ			
	110 – 220	330 – 500	750	1150
Отключение одной СШ основными защитами при однофазном КЗ	III	II	II	II
Примечания 1 При наличии на объекте электроэнергетики АПВ шин учитывается неуспешное АПВ шин. 2 При рассмотрении нормативных возмущений необходимо учитывать отключение всех ЛЭП, электросетевого и генерирующего оборудования в результате отключения СШ.				

5.4 Нормативные возмущения, связанные с аварийными небалансами активной мощности, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 3.

Таблица 3

Величина аварийного небаланса мощности	Группа нормативных возмущений
Наибольшая мощность: - генератора; - генераторов энергоблока ПГУ; - генераторов АЭС, подключенных к одному реакторному блоку; - снижение активной мощности солнечных электростанций[1)]; - снижение активной мощности ветровых электростанций[1)]	II
[1)] Снижение активной мощности солнечных, ветровых электростанций, расположенных в одном энергоузле, в течение 10 мин вследствие изменения погодных условий (освещенность, сила и направление ветра), определенное на основании фактической (статистической) информации.	

5.5 Нормативные возмущения, связанные с отключением вставок постоянного тока и линий электропередачи постоянного тока, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 4.

Таблица 4

Нормативные возмущения	Группа нормативных возмущений
Отключение однополярной ППТ или одного полюса биполярной ППТ	II
Отключение одного модуля ВПТ	II
Отключение двух полюсов биполярной ППТ	III
Отключение всех модулей ВПТ	III

5.6 Если нормативные возмущения приводят к работе устройств (комплексов) противоаварийной автоматики, при рассмотрении нормативных возмущений необходимо учитывать реализацию управляющих воздействий устройствами (комплексами) противоаварийной автоматики.

5.7 Если нормативные возмущения приводят к снижению мощности нагрузки потребителей в процессе возмущения, при рассмотрении нормативных возмущений необходимо учитывать соответствующий небаланс активной мощности. Величина указанного небаланса активной мощности должна приниматься в соответствии с фактическими статистическими данными.

6 Нормативные требования к устойчивости энергосистем

6.1 По условиям устойчивости энергосистем нормируются:

- минимальный коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении;
- минимальный коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки.

6.2 Коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении $K_р$ определяется по формуле

$$K_р = \frac{P_{пр} - (P + \Delta P_{нк})}{P_{пр}}, \quad (1)$$

где $P_{пр}$ — предельный по статической апериодической устойчивости переток активной мощности в контролируемом сечении, МВт;

P — переток активной мощности в контролируемом сечении в рассматриваемом режиме, МВт;

$\Delta P_{нк}$ — амплитуда нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, МВт.

6.3 Коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки K_U определяется по формуле

$$K_U = \frac{U - U_{кр}}{U_{кр}}, \quad (2)$$

где U — напряжение в узле нагрузки в рассматриваемом режиме, кВ;

$U_{кр}$ — критическое напряжение в узле нагрузки, кВ.

Критическое напряжение в узле нагрузки соответствует границе статической устойчивости электродвигательной нагрузки и должно определяться на основании фактических данных, в том числе информации о допустимых режимах работы электродвигательной нагрузки, представленных потребителем (собственником оборудования).

При отсутствии информации от потребителя (собственника оборудования) величину критического напряжения в узлах нагрузки 110 кВ и выше следует принимать равной

$$U_{кр} = 0{,}7 \cdot U_{ном}, \quad (3)$$

где $U_{ном}$ — номинальное напряжение электрической сети, кВ.

6.4 В нормальном режиме, в послеаварийном режиме после нормативного возмущения и в вынужденном режиме величины коэффициента запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении и статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки должны быть не меньше значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Электроэнергетический режим энергосистемы	$K_{(P, \min)}$	$K_{(U \min)}$	Группы нормативных возмущений, при которых должны обеспечиваться требования к устойчивости	
			в нормальной схеме	в ремонтной схеме
Нормальный	0,20	0,15	I, II, III	I, II
Послеаварийный	0,08	0,10	—	—
Вынужденный	0,08	0,10	—	—
Примечание – Величина максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении в ремонтной схеме не должна превышать величину максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении в нормальной схеме.				

6.5 В нормальном режиме при нормативных возмущениях в соответствии с группами нормативных возмущений, указанными в таблице 5, должна обеспечиваться динамическая устойчивость генерирующего оборудования электростанций (при наличии ПА — с учетом ее действия).

6.6 В послеаварийном режиме после нормативного возмущения в соответствии с группами нормативных возмущений, указанными в таблице 5, токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования должна не превышать аварийно допустимой в течение 20 мин токовой нагрузки.

6.7 Требованиям к устойчивости, указанным в 6.4—6.6, должен соответствовать переток активной мощности в контролируемом сечении, увеличенный на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности.

6.8 Величина амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении должна устанавливаться для каждого контролируемого сечения на основании статистических данных, а при невозможности их использования — на основании расчетного выражения.

6.9 Для определения величины амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в полном контролируемом сечении должно использоваться следующее расчетное выражение

$$\Delta P_{нк} = K\sqrt{\frac{P_{н1} \cdot P_{н2}}{P_{н1} + P_{н2}}}, \quad (4)$$

где $P_{н1}$, $P_{н2}$ — активная мощность потребления энергосистемы (части энергосистемы, совокупности энергосистем) с каждой из сторон контролируемого сечения, МВт;

K — коэффициент, характеризующий способ регулирования перетока активной мощности в контролируемом сечении ($\sqrt{\text{МВт}}$).

6.10 Величина амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в частичном контролируемом сечении должна определяться на основании величины амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в полном сечении в соответствии с коэффициентами распределения активной мощности между частичными контролируемыми сечениями, входящими в состав полного сечения.

6.11 Значение коэффициента K в расчетном выражении (4) должно приниматься равным:

- 1,5 — при оперативном (по команде диспетчерского персонала) регулировании перетока активной мощности в контролируемом сечении;

- 0,75 — при автоматическом регулировании или ограничении перетока активной мощности в контролируемом сечении.

6.12 При определении допустимой выдачи мощности электростанции амплитуда нерегулярных колебаний активной мощности механизмов собственных нужд электростанции принимается равной нулю.

6.13 Для обеспечения выполнения нормативных требований к устойчивости, установленных в 6.4—6.6, должны определяться и использоваться при планировании и управлении электроэнергетическим режимом значения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях с проверкой обеспечения в нормальном режиме допустимых значений иных параметров электроэнергетического режима, в том числе:

- токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования должна не превышать допустимой (с учетом допустимой величины и длительности перегрузки);

- напряжения на шинах объектов электроэнергетики должны находиться в области допустимых значений (с учетом допустимой величины и длительности повышения или снижения напряжения).

7 Требования к определению максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях

7.1 Для контроля соблюдения нормативных требований к устойчивости при проектировании и эксплуатации (планировании и управлении электроэнергетическим режимом) должны использоваться значения перетоков активной мощности в контролируемых сечениях.

7.2 Максимально допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении должен соответствовать следующим критериям:

7.2.1 Коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в нормальном режиме (в доаварийной схеме) — не менее значения $K_{P,\ min}$, указанного в таблице 5.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию определяется по формуле

$$P_{м} = 0{,}8 \cdot P_{пр} - \Delta P_{нк}. \quad (5)$$

7.2.2 Коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в послеаварийном режиме после нормативного возмущения (в соответствии с разделом 5 и таблицей 5) — не менее значения $K_{P,\ min}$, указанного в таблице 5.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию определяется по формуле

$$P_{м} = P_{д/ав}(P_{п/ав}) - \Delta P_{нк} + \Delta P_{ПА}, \quad (6)$$

где $P_{п/ав} = 0{,}92\ P_{ср}^{п/ав}$ — допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении в послеаварийном режиме после нормативного возмущения, МВт;

$P_{д/ав}(P_{п/ав})$ — переток активной мощности в контролируемом сечении в доаварийной схеме, соответствующий допустимому перетоку активной мощности в контролируемом сечении в послеаварийном режиме после нормативного возмущения, МВт;

$\Delta P_{ПА}$ — приращение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении за счет реализации управляющих воздействий от устройств (комплексов) противоаварийной автоматики с учетом их эффективности, МВт.

7.2.3 Коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки в послеаварийном режиме после нормативного возмущения (в соответствии с разделом 5 и таблицей 5) — не менее значения $K_{U.\ min}$, указанного в таблице 5.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию определяется по формуле

$$P_{м} = P_{д/ав}\left(U_{п/ав}^{доп}\right) - \Delta P_{нк} + \Delta P_{ПА}, \quad (7)$$

где $U_{п/ав}^{доп} = U_{кр} \cdot 1{,}1$ — допустимое напряжение в узле нагрузки в послеаварийном режиме после нормативного возмущения, кВ;

$P_{д/ав}\left(U_{п/ав}^{доп}\right)$ — переток активной мощности в контролируемом сечении в доаварийной схеме, соответствующий допустимому напряжению в узле нагрузки в послеаварийном режиме после нормативного возмущения, МВт.

7.2.4 Должна обеспечиваться динамическая устойчивость генерирующего оборудования электрических станций после нормативного возмущения (в соответствии с разделом 5 и таблицей 5).

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию определяется по формуле

$$P_{М} = P_{дин}^{пред} - \Delta P_{нк}, \quad (8)$$

где $P_{дин}^{пред}$ — предельный по динамической устойчивости переток активной мощности в контролируемом сечении, МВт.

7.2.5 Токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования в послеаварийном режиме после нормативного возмущения (в соответствии с разделом 5 и таблицей 5) должна не превышать аварийно допустимой (в соответствии с 6.6).

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию определяется по формуле

$$P_{м} = P_{д/зв}\left(I_{п/ав}^{доп}\right) - \Delta P_{нк} + \Delta P_{ПА}, \quad (9)$$

где $I_{п/ав}^{доп}$ — аварийно допустимая токовая нагрузка ЛЭП (электросетевого оборудования), А;

$P_{д/зв}\left(I_{п/ав}^{доп}\right)$ — переток активной мощности в контролируемом сечении в доаварийной схеме, соответствующий аварийно допустимой токовой нагрузке ЛЭП (электросетевого оборудования) в послеаварийном режиме после нормативного возмущения, МВт.

7.3 Значение максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении должно соответствовать минимальному из значений допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенных в соответствии с требованиями 7.2.

7.4 Для значения максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.2, увеличенного на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, должна быть проведена проверка выполнения следующих критериев:

7.4.1 Коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки в нормальном режиме (в доаварийной схеме) — не менее значения $K_{U,\,min}$, указанного в таблице 5.

7.4.2 Токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования в нормальном режиме (в доаварийной схеме) должна не превышать длительно допустимой.

7.5 При невыполнении критерия, указанного в 7.4.1:

- при планировании электроэнергетического режима должно использоваться значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенное по формуле

$$P_{М} = P(U_{доп}) - \Delta P_{нк}, \quad (10)$$

где $U_{доп} = U_{кр} \cdot 1{,}15$ — допустимое напряжение в узле нагрузки в доаварийной схеме, кВ;

$P(U_{доп})$ — переток активной мощности по соответствующей ЛЭП и электросетевому оборудованию или в контролируемом сечении в доаварийной схеме, соответствующий допустимому напряжению в узле нагрузки в доаварийной схеме (МВт);

- при управлении электроэнергетическим режимом дополнительно с контролем максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.3, должен осуществляться контроль обеспечения допустимого напряжения ($U_{доп}$=$U_{кр}$·1,15) в соответствующем узле нагрузки.

7.6 При невыполнении критерия, указанного в 7.4.2:

- при планировании электроэнергетического режима должно использоваться значение допустимого перетока активной мощности по соответствующей ЛЭП и электросетевому оборудованию или в контролируемом сечении, определенного по формуле

$$P_{М} = P(I_{доп}) - \Delta P_{нк}, \quad (11)$$

где $I_{доп}$ — длительно допустимая токовая нагрузка ЛЭП (электросетевого оборудования), А;

$P(I_{доп})$ — переток активной мощности по соответствующей ЛЭП и электросетевому оборудованию или в контролируемом сечении в доаварийной схеме, соответствующий длительно допустимой токовой нагрузке ЛЭП (электросетевого оборудования), МВт;

- при управлении электроэнергетическим режимом дополнительно с контролем максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.3, должен осуществляться контроль обеспечения допустимой (с учетом допусти-

мой величины и длительности перегрузки) токовой нагрузки соответствующей ЛЭП и электросетевого оборудования.

7.7 Для полного контролируемого сечения, состоящего из одного или нескольких элементов электрической сети, одновременное отключение которых возможно в результате единичного нормативного возмущения, для значения максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.3, увеличенного на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, дополнительно к требованиям 7.4 должна быть проведена проверка выполнения следующего критерия.

Переток активной мощности в контролируемом сечении в направлении дефицитной энергосистемы (энергорайона), отделение которой на изолированную работу от ЕЭС России происходит в результате отключения связей контролируемого сечения и установленная мощность электростанций на территории которой превышает 70 % от максимального потребления активной мощности, должен не превышать величины 40 % от потребления активной мощности в указанной энергосистеме (энергорайоне) после действия устройств (комплексов) ПА на отключение нагрузки потребителей (с учетом их эффективности), пусковым фактором которых является отключение связей контролируемого сечения (АПНУ, ДАР) или скорость снижения частоты (ДАР), увеличенной на величину объема управляющих воздействий от указанных устройств (комплексов) ПА.

7.8 При невыполнении критерия, указанного в 7.7, при наличии рисков недопустимых режимов работы и повреждения генерирующего оборудования в дефицитной энергосистеме (энергорайоне), отделение которой на изолированную работу от ЕЭС России происходит в результате отключения связей контролируемого сечения:

- при планировании электроэнергетического режима должно использоваться значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенное по формуле

$$P_{м} = 0{,}4 \cdot (P_{потр} - \Delta P_{ПА}) + \Delta P_{ПА} - \Delta P_{нк}, \quad (12)$$

где $P_{потр}$ — потребление активной мощности в энергосистеме (энергорайоне), отделение которой на изолированную работу от ЕЭС России происходит в результате отключения связей контролируемого сечения, МВт;

- при управлении электроэнергетическим режимом дополнительно с контролем максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.3, должен осуществляться контроль обеспечения допустимого перетока, определенного в соответствии с формулой (12).

При невозможности обеспечения при планировании и/или управлении электроэнергетическим режимом перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с формулой (12), может планироваться и/или осуществляться работа в вынужденном режиме в соответствующем контролируемом сечении.

7.9 Планируемая или фактическая в течение более допустимой длительности послеаварийного режима (20 мин) работа с перетоком активной мощности в контролируемом сечении превышающим:

- переток активной мощности, соответствующий требованиям к устойчивости, установленными в 6.4—6.6;

- переток активной мощности, определенный в соответствии с требованиями 7.7 (только для полного контролируемого сечения, состоящего из одного элемента электрической сети или нескольких элементов электрической сети, одновременное отключение которых возможно в результате единичного нормативного возмущения), является планируемой или фактической работой в вынужденном режиме.

7.10 Переход на работу в вынужденном режиме должен осуществляться в соответствии с порядком, установленным субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении в вынужденном режиме определяется субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, но не должен превышать аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении.

7.11 Аварийно допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении должен соответствовать следующему критерию:

7.11.1 Коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в вынужденном режиме (в исходной схеме) — не менее значения $K_{P, min}$, указанного в таблице 5.

7.11.2 Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию определяется по формуле

$$P_{\text{М}} = 0{,}92 \cdot P_{\text{пр}}, \quad (13)$$

7.12 Для значения аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.11, должна быть проведена проверка выполнения следующих критериев.

7.12.1 Коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки в вынужденном режиме (в исходной схеме) — не менее значения $K_{U,\ \text{min}}$, указанного в таблице 5.

7.12.2 Токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования в вынужденном режиме (в исходной схеме) должна не превышать длительно допустимой.

7.13 При невыполнении критерия, указанного в 7.12.1:

- при планировании электроэнергетического режима должно использоваться значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенное по формуле (10) при $U_{\text{доп}} = U_{\text{кр}} \cdot 1{,}1$;
- при управлении электроэнергетическим режимом дополнительно с контролем аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.11, должен осуществляться контроль обеспечения допустимого напряжения в соответствующем узле нагрузки.

7.14 При невыполнении критерия, указанного в 7.12.2:

- при планировании электроэнергетического режима должно использоваться значение допустимого перетока активной мощности по соответствующей ЛЭП и электросетевому оборудованию или в контролируемом сечении, определенного по формуле (11);
- при управлении электроэнергетическим режимом дополнительно с контролем аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями 7.11, должен осуществляться контроль обеспечения допустимой (с учетом допустимой величины и длительности перегрузки) токовой нагрузки соответствующей ЛЭП и электросетевого оборудования.

7.15 Значения допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях могут быть заданы как функции от параметров электроэнергетического режима и/или эксплуатационного состояния ЛЭП, электросетевого и генерирующего оборудования, в том числе от:

- количества включенных единиц генерирующего оборудования на электростанции;
- нагрузки отдельных электростанций (единиц) генерирующего оборудования на электростанции;
- включенного состава и режимов работы средств компенсации реактивной мощности;
- значений перетоков активной мощности по ЛЭП и электросетевому оборудованию;
- величин потребления активной мощности энергосистемы (энергорайона, энергоузла);
- объема управляющих воздействий от комплексов (устройств) противоаварийной автоматики.

7.16 В зависимости от особенностей структуры и функционирования энергосистем при управлении электроэнергетическим режимом для контроля соблюдения нормативных требований к устойчивости могут также использоваться:

- напряжение на шинах объектов электроэнергетики;
- разность углов между векторами напряжения на шинах объектов электроэнергетики;
- токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования.

7.17 Несохранение устойчивости допускается в следующих случаях:

7.17.1 При работе в вынужденном режиме после любых, в том числе нормативных, возмущений.

7.17.2 При ненормативных (более тяжелых чем нормативные в рассматриваемых схемно-режимных условиях) возмущениях.

7.17.3 При нормативных возмущениях если в послеаварийном режиме после нормативного возмущения:

- предел статической апериодической устойчивости в контролируемом сечении не превышает утроенной амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в рассматриваемом контролируемом сечении;
- предел статической апериодической устойчивости в рассматриваемом контролируемом сечении снижается на 70 % и более;

- увеличение перетока активной мощности в контролируемом сечении составляет 50 % и более предела статической апериодической устойчивости в рассматриваемом контролируемом сечении.

7.17.4 При несохранении устойчивости после нормативных возмущений, приводящих к последствиям, указанным в 7.17.3, деление по сечению не должно приводить к погашению дефицитной по мощности части энергосистемы из-за недостаточности объема АЧР.

7.18 В течение 20 мин после аварийного возмущения любые дополнительные аварийные возмущения является ненормативными.

УДК 621.311:006.354 ОКС 27.010

Ключевые слова: электроэнергетическая система, электроэнергетический режим, устойчивость, нормативное возмущение, максимально допустимый переток, аварийно допустимый переток, амплитуда нерегулярных колебаний, вынужденный режим, допустимое напряжение, допустимая токовая нагрузка

БЗ 8—2018/56

Редактор *Е.А. Моисеева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 18.07.2018. Подписано в печать 25.07.2018 Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал
Усл. печ. л. 1,86 Уч.-изд. л. 1,68.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru