Министерство энергетики Российской Федерации
(Минэнерго России)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО
Регистрационный № 52023
от "29" августа 2018 г.

ПРИКАЗ

3 августа 2018 г. № 630

Москва

Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем»

В соответствии с пунктом 2 статьи 28 Федерального закона от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 13, ст. 1177; 2018, № 31, ст. 4861) и пунктом 1 постановления Правительства Российской Федерации от 2 марта 2017 г. № 244 «О совершенствовании требований к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2017, № 11, ст. 1562) п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить прилагаемые требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем».

gost.e-ecolog.ru

2. Настоящий приказ вступает в силу по истечении шести месяцев со дня его официального опубликования.

Министр А.В. Новак

Департамент оперативного контроля
и управления в электроэнергетике
Байков Игорь Анатольевич
(495) 631-95-94

УТВЕРЖДЕНЫ
приказом Минэнерго России
от «03» 08 2018 г. № 630

ТРЕБОВАНИЯ
к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем»

I. Общие положения

1. Настоящие требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем» (далее – Методические указания) устанавливают требования к устойчивости Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем, параметрам электроэнергетического режима и их значениям, обеспечивающим выполнение требований к устойчивости электроэнергетических систем, составу нормативных возмущений, подлежащих учету при определении устойчивости электроэнергетической системы, а также требования к определению максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях (допустимой нагрузки электростанций).

2. Методические указания распространяются на Единую энергетическую систему России, входящие в нее объединенные и территориальные энергосистемы, технологически изолированные территориальные электроэнергетические системы, а также объекты электроэнергетики и (или) энергопринимающие установки, которые функционируют (будут функционировать) в составе электроэнергетической системы.

Выполнение требований Методических указаний является обязательным для:

федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и организаций, осуществляющих разработку (участвующих в разработке) схем и программ перспективного развития электроэнергетики, иных документов при планировании (проектировании) развития энергосистемы;

федеральных органов исполнительной власти и организаций, разрабатывающих или участвующих в разработке и принятии решений по вопросам вывода объектов электроэнергетики из эксплуатации;

субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии;

проектных организаций;

иных юридических и физических лиц, осуществляющих разработку схем выдачи мощности объектов по производству электрической энергии, схем внешнего электроснабжения энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, проектирование, строительство и реконструкцию объектов электроэнергетики, их модернизацию, техническое перевооружение, связанное с заменой оборудования с изменением его технических параметров (далее – реконструкция), технологическое присоединение объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии к электрическим сетям, разработку необходимой для этого проектной документации или выступающих заказчиками при выполнении указанных в настоящем пункте работ.

3. В Методических указаниях используются термины и определения в значениях, установленных законодательством Российской Федерации и ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения», утвержденным и введенным в действие приказом Росстандарта от 04.10.2016 № 1302-ст (Стандартинформ, 2016).

4. При планировании электроэнергетического режима энергосистемы, управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы, планировании

(проектировании) развития энергосистемы, строительстве и реконструкции объектов электроэнергетики, технологическом присоединении объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии к электрическим сетям, выводе объектов электроэнергетики из эксплуатации должно быть обеспечено выполнение требований к устойчивости энергосистемы, предусмотренных Методическими указаниями.

5. Расчетная проверка выполнения требований к устойчивости энергосистемы, предусмотренных Методическими указаниями, должна осуществляться при:

планировании электроэнергетического режима энергосистемы и управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы;

планировании (проектировании) развития энергосистемы;

проектировании строительства, реконструкции объектов электросетевого хозяйства классом напряжения 110 кВ и выше, объектов по производству электрической энергии, технологическом присоединении указанных объектов электроэнергетики к электрическим сетям;

технологическом присоединении к электрическим сетям объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, технические условия на технологическое присоединение которых подлежат согласованию с субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, и проектировании строительства (реконструкции) указанных объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств;

выводе из эксплуатации объектов электросетевого хозяйства классом напряжения 110 кВ и выше, объектов по производству электрической энергии.

6. Для расчетной проверки выполнения требований к устойчивости энергосистемы должны использоваться значения перетоков активной мощности в контролируемых сечениях.

В зависимости от особенностей структуры и функционирования энергосистем при управлении электроэнергетическим режимом для контроля соблюдения нормативных требований к устойчивости энергосистемы следует также использовать:

напряжение на шинах объектов электроэнергетики;

разность углов между векторами напряжения на шинах объектов электроэнергетики;

токовую нагрузку линий электропередачи (далее – ЛЭП) и электросетевого оборудования.

7. Расчетная проверка выполнения требований к устойчивости энергосистемы, 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).

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

8. Расчетные модели, используемые для расчетов режимов и устойчивости, должны обеспечивать возможность корректного моделирования переходных режимов.

II. Нормативные возмущения

9. При проведении расчетов режимов и устойчивости должны учитываться нормативные возмущения, связанные с:

короткими замыканиями на сетевых элементах (кроме систем (секций) шин) переменного тока;

короткими замыканиями на системах (секциях) шин электростанций и подстанций;

аварийными небалансами активной мощности;

отключением вставок постоянного тока и ЛЭП постоянного тока.

Для целей установления требований к устойчивости энергосистем нормативные возмущения подразделяются на три группы (I, II и III).

10. Нормативные возмущения, связанные с короткими замыканиями на сетевых элементах (кроме систем (секций) шин) переменного тока), и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 1 приложения к Методическим указаниям.

11. Нормативные возмущения, связанные с короткими замыканиями на системах (секциях) шин электростанций и подстанций, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 2 приложения к Методическим указаниям.

12. Нормативные возмущения, связанные с аварийными небалансами активной мощности, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 3 приложения к Методическим указаниям.

13. Нормативные возмущения, связанные с отключением вставок постоянного тока и ЛЭП постоянного тока, и их распределение по группам нормативных возмущений приведены в таблице 4 приложения к Методическим указаниям.

14. Если нормативные возмущения приводят к работе устройств (комплексов) противоаварийной автоматики (далее – ПА), при проведении расчетов режимов и устойчивости необходимо учитывать реализацию соответствующих управляющих воздействий устройствами (комплексами) ПА.

15. Если нормативные возмущения приводят к снижению мощности нагрузки потребителей в процессе возмущения, при проведении расчетов режимов и устойчивости необходимо учитывать соответствующий небаланс активной мощности. Величина указанного небаланса активной мощности должна определяться с учетом информации о случаях и фактических объемах снижения мощности нагрузки потребителей в процессе таких возмущений, имеющейся у субъекта оперативно-диспетчерского управления (иного субъекта электроэнергетики или потребителя электрической энергии, в отношении объектов электроэнергетики или энергоприимающих установок которого проводится расчетная проверка выполнения требований к устойчивости энергосистемы).

III. Требования к устойчивости энергосистем

16. При проведении расчетов режимов и устойчивости выполнение требований к устойчивости энергосистемы должно оцениваться на основании следующих показателей:

минимального коэффициента запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемых сечениях;

минимального коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению в узлах нагрузки.

17. Величины минимальных коэффициентов запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности и статической устойчивости по напряжению для различных электроэнергетических режимов должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 5 приложения к Методическим указаниям, для:

нормальной схемы энергосистемы, при которой все ЛЭП и электросетевое оборудование, определяющие устойчивость, находятся в работе (далее – нормальная схема);

ремонтных схем энергосистемы, при которых из-за отключенного состояния одной или нескольких ЛЭП, 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 (далее – ремонтная схема).

18. 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 коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки, определенные в соответствии с пунктами 19, 20 Методических указаний, должны быть не меньше значений, указанных в таблице 5 приложения к Методическим указаниям.

19. Коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении K_P определяется по формуле:

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

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.

20. 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 электрической энергии, являющимся собственником или иным законным владельцем соответствующего оборудования.

При отсутствии информации от потребителя электрической энергии величину критического напряжения в узлах нагрузки 110 кВ и выше следует принимать равной:

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

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

21. В нормальном режиме при нормативных возмущениях в соответствии с группами нормативных возмущений, указанными в таблице 5 приложения к Методическим указаниям, должна обеспечиваться динамическая устойчивость генерирующего оборудования электростанций (при наличии ПА – с учетом ее действия).

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

23. Переток активной мощности в контролируемом сечении, увеличенный на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности, должен соответствовать требованиям к устойчивости энергосистемы, указанным в пунктах 18, 21 и 22 Методических указаний.

24. 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.

25. Величина амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, включающем совокупность элементов одной или нескольких электрических связей, одновременное отключение которых приводит к разделению энергосистемы на две изолированно работающие части (далее – полное контролируемое сечение), должна определяться по формуле:

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

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 ($\sqrt{MBm}$).

26. Величина амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, включающем совокупность элементов одной или нескольких электрических связей, одновременное отключение которых не приводит к разделению энергосистемы на две изолированно работающие части (далее – частичное контролируемое сечение), должна определяться на основании величины амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в полном контролируемом сечении в соответствии с коэффициентами распределения активной мощности между частичными контролируемыми сечениями, входящими в состав полного контролируемого сечения.

27. Значение коэффициента K в расчетном выражении (4), указанном в пункте 25 Методических указаний, должно приниматься равным:

1,5 – при оперативном (по диспетчерской команде диспетчерского персонала субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике) регулировании перетока активной мощности в контролируемом сечении;

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

28. При определении допустимой выдачи мощности электростанции амплитуда нерегулярных колебаний активной мощности механизмов собственных нужд электростанции должна приниматься равной нулю.

29. Для обеспечения выполнения требований к устойчивости энергосистемы, установленных пунктами 18, 21 и 22 Методических указаний, должны определяться и использоваться при планировании и управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы 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 не должна 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 (снижения) напряжения).

30. Несохранение устойчивости энергосистемы допускается в следующих случаях:

а) при работе в вынужденном режиме после любых в том числе нормативных возмущений;

б) при более тяжелых возмущениях по сравнению с нормативными возмущениями в рассматриваемых схемно-режимных условиях;

в) 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;

г) при возникновении любых дополнительных аварийных возмущений в течение 20 мин после аварийного возмущения.

31. При несохранении устойчивости после нормативных возмущений, приводящих к последствиям, указанным в подпункте «в» пункта 30 Методических указаний, деление по сечению не должно приводить к погашению дефицитной по мощности части энергосистемы из-за недостаточности объема автоматической частотной разгрузки.

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

32. 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.

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

а) коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в нормальном режиме в схеме электрической сети до возникновения аварийного возмущения (далее – доаварийная схема) – не менее значения $K_{P,\min}$, указанного в таблице 5 приложения к Методическим указаниям.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию должно определяться по формуле:

$$P_M = 0{,}8 \times P_{пр} - \Delta P_{нк}, \quad (5)$$

б) коэффициент запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в послеаварийном режиме после нормативного возмущения – не менее значения $K_{P,\min}$, указанного в таблице 5 приложения к Методическим указаниям.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию должно определяться по формуле:

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

где:

$P_{п/ав} = 0{,}92 \times P_{пр}^{п/ав}$ – 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) ПА с учетом их эффективности, определяемой как изменение перетока активной мощности в контролируемом сечении при реализации управляющих воздействий (МВт);

в) коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки в послеаварийном режиме после нормативного возмущения – не менее значения $K_{U,min}$, указанного в таблице 5 приложения к Методическим указаниям.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию должно определяться по формуле:

$$P_M = P_{д/ав}(U^{доп}_{п/ав}) - \Delta P_{нк} + \Delta P_{ПА}, \quad (7)$$

где:

$U^{доп}_{п/ав} = U_{кр} \times 1{,}1$ – допустимое напряжение в узле нагрузки в послеаварийном режиме после нормативного возмущения (кВ);

$P_{д/ав}(U^{доп}_{п/ав})$ – переток активной мощности в контролируемом сечении в доаварийной схеме, соответствующий допустимому напряжению в узле нагрузки в послеаварийном режиме после нормативного возмущения (МВт);

г) должна обеспечиваться динамическая устойчивость генерирующего оборудования электрических станций после нормативного возмущения.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию должно определяться по формуле:

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

где:

$P_{дин}^{пред}$ – предельный по динамической устойчивости переток активной мощности в контролируемом сечении (МВт);

д) токовая нагрузка ЛЭП и электросетевого оборудования в послеаварийном режиме после нормативного возмущения не должна превышать аварийно допустимой токовой нагрузки, определяемой с учетом требований пункта 22 Методических указаний.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию должно определяться по формуле:

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

где:

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

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

34. 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 пункта 33 Методических указаний.

35. Для значения максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями пункта 33 Методических указаний, увеличенного на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, должна быть проведена проверка выполнения следующих критериев:

а) 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 приложения к Методическим указаниям;

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

36. При невыполнении критерия, указанного в подпункте «а» пункта 35 Методических указаний:

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

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

где: $U_{доп} = U_{кр} \times 1{,}15$ – 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 энергосистемы дополнительно с контролем максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с пунктом 34 Методических указаний, должен осуществляться контроль обеспечения допустимого напряжения ($U_{доп} = U_{кр} \times 1{,}15$) в соответствующем узле нагрузки.

37. При невыполнении критерия, указанного в подпункте «б» пункта 35 Методических указаний:

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

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

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 энергосистемы дополнительно с контролем максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями пункта 34 Методических указаний, должен осуществляться контроль обеспечения допустимой (с учетом допустимой величины и длительности перегрузки) токовой нагрузки соответствующей ЛЭП и электросетевого оборудования.

38. Для полного контролируемого сечения, состоящего из одного элемента электрической сети 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 пункта 34 Методических указаний, увеличенного на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в контролируемом сечении, дополнительно должна быть проведена проверка выполнения следующего критерия:

переток активной мощности в контролируемом сечении в направлении дефицитной энергосистемы (энергорайона), отделение которой на изолированную работу от Единой энергетической системы России происходит в результате отключения связей контролируемого сечения и установленная мощность электростанций на территории которой превышает 70 % от максимального потребления активной мощности, не должен 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 (автоматика предотвращения нарушения устойчивости, дополнительная автоматическая разгрузка) или скорость снижения частоты (дополнительная автоматическая разгрузка), увеличенной на величину объема управляющих воздействий от указанных устройств (комплексов) ПА.

39. При невыполнении критерия, указанного в пункте 38 Методических указаний, и наличии рисков недопустимых режимов работы и повреждения генерирующего оборудования в дефицитной энергосистеме (энергорайоне), отделение которой на изолированную работу от Единой энергетический системы России происходит в результате отключения связей контролируемого сечения:

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

$$P_{M} = 0{,}4 \times (P_{потр} - \Delta P_{ПА}) + \Delta P_{ПА} - \Delta P_{нк}, \qquad (12)$$

где:

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

при управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы дополнительно с контролем максимально допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями пункта 34 Методических указаний, должен осуществляться контроль обеспечения допустимого перетока, определенного в соответствии с формулой (12).

При невозможности обеспечения при планировании и (или) управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы 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.

40. Субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике должно приниматься решение о необходимости (отсутствии необходимости) перехода на работу в вынужденном режиме при планируемой или фактической в течение более допустимой длительности послеаварийного режима (20 мин) работе с перетоком активной мощности в контролируемом сечении, превышающим:

переток активной мощности, соответствующий требованиям к устойчивости, установленными пунктами 18, 21 и 22 Методических указаний;

переток активной мощности, определенный в соответствии с требованиями пунктов 38, 39 Методических указаний (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).

Переход на работу в вынужденном режиме должен осуществляться в соответствии с правилами перехода энергосистемы на работу в вынужденном режиме и условиями работы в вынужденном режиме, установленными иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, регламентирующими требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 02.03.2018 № 244 «О совершенствовании требований к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

Допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении в вынужденном режиме должен определяться субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, но не должен превышать аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении.

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

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 приложения к Методическим указаниям.

Значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по данному критерию должно определяться по формуле:

$$P_M = 0{,}92 \times P_{пр}, \quad (13)$$

42. Для значения аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями пункта 41 Методических указаний, должна быть проведена проверка выполнения следующих критериев:

а) коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению в узле нагрузки в вынужденном режиме (в исходной схеме) – не менее значения $K_{U,\min}$, указанного в таблице 5 приложения к Методическим указаниям;

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

43. При невыполнении критерия, указанного в подпункте «а» пункта 42 Методических указаний:

при планировании электроэнергетического режима должно использоваться значение допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенное по формуле (10) при $U_{доп} = U_{кр} \times 1{,}1$;

при управлении электроэнергетическим режимом дополнительно с контролем аварийно допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении, определенного в соответствии с требованиями пункта 41 Методических указаний, должен осуществляться контроль обеспечения допустимого напряжения ($U_{доп} = U_{кр} \times 1{,}1$) в соответствующем узле нагрузки.

44. При невыполнении критерия, указанного в подпункте «б» пункта 42 Методических указаний:

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 пункта 41 Методических указаний, должен осуществляться контроль обеспечения допустимой (с учетом допустимой величины и длительности перегрузки) токовой нагрузки соответствующей ЛЭП и электросетевого оборудования.

45. По решению диспетчерского центра субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике определяемые им значения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях должны дифференцироваться в зависимости 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) ПА.

Приложение
к требованиям к обеспечению надежности
электроэнергетических систем, надежности
и безопасности объектов электроэнергетики
и энергопринимающих установок
«Методические указания
по устойчивости энергосистем»

Таблица 1

№	Нормативные возмущения	Распределение нормативных возмущений по группам нормативных возмущений в электрической сети с номинальным напряжением, кВ			
		110 – 220	330 – 500	750	1150
1.1	Отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном коротком замыкании (далее – КЗ) с неуспешным автоматическим повторным включением (далее – АПВ)	I	I	II	II
1.2	Отключение сетевого элемента резервной защитой (при невыполнении на сетевом элементе основной защиты) при однофазном КЗ с неуспешным АПВ	II	II	III	III
1.3	Отключение сетевого элемента основной защитой при трехфазном КЗ с неуспешным АПВ	II	–	–	–
1.4	Отключение сетевого элемента основной защитой при двухфазном КЗ на землю с неуспешным АПВ	–	II	III	III
1.5	Отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном КЗ с отказом одного выключателя	III	III	III	III
1.6	Отключение в результате нормативного возмущения группы I двух воздушных линий электропередачи (далее – ВЛ)	III	III	III	III

	(кабельно-воздушных линий электропередачи (далее – КВЛ)), провода воздушной части которых размещены на одних опорах на протяжении более 50 % длины более короткой ВЛ (воздушной части КВЛ)				

Примечание:

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 1.2 необходимо рассматривать действие резервной защиты, отключающей КЗ с минимальным временем с учетом места КЗ.

3. При рассмотрении нормативных возмущений 1.1 и 1.2 необходимо учитывать вид и параметры настройки (уставки) АПВ:

трехфазное автоматическое повторное включение (далее – ТАПВ) – при отсутствии однофазного АПВ;

однофазное автоматическое повторное включение (далее – ОАПВ) – при наличии однофазного АПВ.

4. При рассмотрении нормативного возмущения 1.5:

при наличии устройства резервирования отказа выключателя (далее – УРОВ) необходимо учитывать отключение линий электропередачи (далее – ЛЭП), электросетевого (включая системы (секции) шин) (далее – СШ) и генерирующего оборудования в соответствии с логикой действия УРОВ;

при отсутствии УРОВ необходимо учитывать отключение ЛЭП, электросетевого (включая СШ) и генерирующего оборудования действием устройств релейной защиты, срабатывающих при отказе выключателя.

5. Если нормативное возмущение 1.5 приводит к отключению СШ, при проведении расчетов установившихся режимов и статической устойчивости группа нормативных возмущений должна приниматься в соответствии с таблицей 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
2.1	Отключение одной СШ основными защитами при однофазном КЗ	III	II	II	II

Примечание:

1 При наличии на объекте электроэнергетики АПВ шин должно учитываться неуспешное АПВ шин.

2 При рассмотрении нормативных возмущений необходимо учитывать отключение всех ЛЭП, электросетевого и генерирующего оборудования в результате отключения СШ.

Таблица 3

№	Нормативные возмущения	Распределение нормативных возмущений по группам нормативных возмущений
3.1	Максимальный аварийный небаланс активной мощности, связанный с: – отключением генератора; – отключением генераторов энергоблока парогазовой установки; – отключением генераторов атомной электрической станции, подключенных к одному реакторному блоку; – снижением активной мощности солнечных электростанций[1)]; – снижением активной мощности ветровых электростанций[1)].	II

Примечание:

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.

Таблица 4

№	Нормативные возмущения	Распределение нормативных возмущений по группам нормативных возмущений
4.1	Отключение однополярной передачи постоянного тока (далее – ППТ) или одного полюса биполярной ППТ	II
4.2	Отключение одного модуля вставки постоянного тока (далее – ВПТ)	II
4.3	Отключение двух полюсов биполярной ППТ	III
4.4	Отключение всех модулей ВПТ	III

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
1	Нормальный	0,20	0,15	I, II, III	I, II
2	Послеаварийный	0,08	0,10	–	–
3	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.

gost.e-ecolog.ru