
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»

СТО 56947007-
29.240.056-2010

**Методические указания
по определению региональных коэффициентов при
расчете климатических нагрузок**

Дата введения: 2010-08-09

ОАО «ФСК ЕЭС»

2010

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте организации

РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ электроэнергетики»

ВНЕСЕН: Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС»

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 08.09.2010 № 663

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: zhulev-an@fsk-ees.ru.

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Введение

Надежность и живучесть линий электропередачи зависит от принятых климатических нагрузок. От величины принятых расчетных климатических нагрузок зависит аварийность и эксплуатационная надежность ВЛ.

Расчетные климатические нагрузки определяются по ПУЭ-7 [1] путем введения коэффициентов к нормативным нагрузкам: по ответственности, по надежности, регионального и по условиям работы.

Значения регионального коэффициента при расчете ветровых, гололедных и ветровых нагрузок при гололеде применяются на основании опыта эксплуатации ВЛ и указываются в задании на проектирование ВЛ.

В настоящих Методических указаниях (далее: МУ) приведены методики определения значений региональных коэффициентов на основании опыта эксплуатации ВЛ и ЛС, а также по данным наблюдений метеорологических станций при расчетах:

- ветровых нагрузок на ВЛ;
- гололедных нагрузок на ВЛ;
- ветровой нагрузки при гололеде на ВЛ.

1 Область применения

Настоящие МУ устанавливают методику по определению региональных коэффициентов для определения расчетных ветровых, гололедных и ветровых нагрузок при гололеде в соответствии с требованием главы 2.5 ПУЭ-7 [1].

2 Термины и определения

В настоящих МУ применены следующие термины с соответствующими определениями.

2.1 региональная карта климатического районирования (карта регионального районирования, региональная карта): Карта региона (республики, края, области или их частей) с выделенными на ее территории районами климатических условий.

2.2 региональный коэффициент; γ_p : коэффициент, учитывающий возможное превышение климатических нагрузок в данном районе (регионе) по отношению к расчетной нагрузке, определенной для этого района по главе 2.5 ПУЭ-7-го издания.

2.3 стандартная ВЛ: Воздушная линия с проводами диаметром 10 мм, подвешенными на высоте 10 м над поверхностью земли.

3 Определение региональных коэффициентов при расчете климатических нагрузок

3.1 Общие требования

3.1.1 Региональный коэффициент определяется отношением максимальной климатической нагрузки на провода к максимальной расчетной климатической нагрузке на провода, воспринимаемой опорами.

3.1.2 Максимальные климатические нагрузки определяются:

- по данным опыта эксплуатации ВЛ – для условий эксплуатируемой ВЛ;
- по данным опыта эксплуатации ЛС – для условий стандартной ВЛ;
- по данным многолетних наблюдений метеостанций – для условий стандартной ВЛ.

3.1.3 Расчетные климатические нагрузки рассчитываются по параметрам климатических условий, принятым по соответствующим картам регионального районирования или определенным путем обработки соответствующих данных многолетних наблюдений метеостанций в соответствии с требованиями главы 2.5 ПУЭ-7.

3.1.4 Максимальные расчетные климатические нагрузки на провода, воспринимаемые опорами, определяются по первой группе предельных состояний.

3.2 Определение регионального коэффициента при расчете ветровых нагрузок на ВЛ

Значения регионального коэффициента ветровой нагрузки для данной местности определяется отношением максимальной ветровой нагрузки к максимальной расчетной ветровой нагрузке.

Максимальная ветровая нагрузка определяется на основании анализа данных наблюдений метеостанций за скоростью ветра и опыта эксплуатации ВЛ для данной местности.

Максимальная ветровая нагрузка, $P_{w\max}$, определяется по формуле:

$$P_{w\max} = \alpha_{w\max} K_l K_w C_x W_{\max} F \sin^2 \varphi, \text{ Н} \quad (1)$$

где W_{\max} – максимальное ветровое давление, определяется по формуле:

$$W_{\max} = \frac{V_{\max}^2}{1,6}, \quad \text{Па} \quad (2)$$

+ V_{\max} – максимальная скорость ветра с 10-минутным интервалом осреднения на высоте 10 м над поверхностью земли, м/с;

Примечание: Значение максимальной скорости ветра принимается:

а) по данным наблюдений метеостанций с учетом поправок на влияние микрорельефа местности;

б) по величине скорости ветра оцененной по визуальным признакам в период технологических нарушений работы ВЛ.

K_w – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности;

C_x – коэффициент лобового сопротивления проводов и тросов;

$\alpha_{w\max}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ;

K_l – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку;

F – площадь продольного диаметрального сечения провода (троса), м²;

φ – угол между направлением ветра и осью ВЛ.

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы), воспринимаемая опорами, P_{w0} , определяется по формуле:

$$P_{w0} = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f, \text{ Н} \quad (3)$$

или с учетом P_w^H по п.2.5.52 ПУЭ-7

$$P_{w0} = \alpha_w K_1 K_w C_x W_0 \cdot F \sin^2 \varphi \cdot \gamma_{nw} \gamma_p \gamma_f, \text{ Н}, \quad (3')$$

где

W_0 – нормативное ветровое давление, Па, в зависимости от ветрового района по региональной карте районирования или определенное путем обработки соответствующих данных многолетних наблюдений метеостанций [2, 3, 4];

γ_{nw} – коэффициент надежности по ответственности;

γ_p – региональный коэффициент, принимается на основании опыта эксплуатации;

γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке для проводов свободных от гололеда при расчете по первой группе предельных состояний.

При определении регионального коэффициента, γ_p , в качестве исходной расчетной нагрузки принята максимальная расчетная нагрузка по первой группе предельных состояний.

Отношение максимальной ветровой нагрузки на ВЛ, P_{wmax} , к расчетной ветровой нагрузке, P_{w0} , имеет следующий вид:

$$\frac{P_{wmax}}{P_{w0}} = \frac{\alpha_{wmax} K_1 K_w C_x W_{max} F \sin^2 \varphi}{\alpha_w K_1 K_w C_x W_0 F \sin^2 \varphi \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f} \quad (4)$$

Преобразуя отношение (4), значение регионального коэффициента следует определять по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha_{wmax} W_{max}}{\alpha_w W_0 \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_f} \quad (5)$$

Для определения максимальной расчетной нагрузки принимается:

- значение коэффициента надежности по ответственности, γ_{nw} , равным 1,1;
- значение коэффициента надежности по ветровой нагрузке для проводов свободных от гололеда, γ_f , равным 1,3.

При этом региональный коэффициент определяется по следующей формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha_{w \max} W_{\max}}{1,43\alpha_w W_0}, \quad (6)$$

Региональный коэффициент определяется отношением максимального ветрового давления к нормативному значению.

3.3 Определение регионального коэффициента при расчете гололедных нагрузок на ВЛ

Значения регионального коэффициента гололедной нагрузки для данной местности определяется отношением максимальной гололедной нагрузки на провода к максимальной расчетной гололедной нагрузке.

Максимально гололедная нагрузка определяется по максимальному значению толщины стенки гололеда, определённого по размерам, массе и виду гололедно-изморозевого отложения по данным инструментальных наблюдений метеостанций или на основании замеров, произведенных на проводах линий электропередачи и линий связи (ЛС) за период их эксплуатации.

Толщина стенки гололеда по данным опыта эксплуатации определяется для условий данной ВЛ.

Толщина стенки гололеда по данным наблюдений метеостанции и данным опыта эксплуатации ЛС определяется для условий стандартной ВЛ (провод диаметром 10 мм, подвешенный на высоте 10 м над поверхностью земли).

Максимальная гололедная нагрузка, $P_{\Gamma \max}$, определяется по формуле:

$$P_{\Gamma \max} = \pi \cdot b_{\text{эmax}} \cdot (d + b_{\text{эmax}}) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}, \text{ Н} \quad , \quad (7)$$

где

$b_{\text{эmax}}$ – максимальная толщина стенки гололеда, мм;

d – диаметр провода, мм;

ρ - плотность льда, принимаемая равной $0,9 \text{ г/см}^3$;

g – ускорение свободного падения принимаемое равным $9,8 \text{ м/с}^2$;

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса) $P_{го}$, воспринимаемая опорами, определяется по формуле:

$$P_{го} = P_{г}^H \cdot \gamma_{нг} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d, \text{ Н/м}, \quad (8)$$

или с учетом $P_{г}^H$ по п.2.5.53 ПУЭ-7

$$P_{го} = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_{\ominus} (d + K_i \cdot K_d \cdot b_{\ominus}) \rho \cdot g \cdot 10^{-3} \gamma_{нг} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d, \text{ Н/м}, \quad (9)$$

где

$P_{г}^H$ – нормативная линейная гололедная нагрузка;

K_i – коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте;

K_d – коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда в зависимости от диаметра провода;

$\gamma_{нг}$ – коэффициент надежности по ответственности;

b_{\ominus} – нормативная толщина стенки гололеда, принимаемая в зависимости от района по гололеду по региональной карте районирования или определённого путем обработки соответствующих данных многолетних наблюдений метеостанции [2, 3, 4].

γ_p – региональный коэффициент на основании опыта эксплуатации;

γ_f – коэффициент надежности по гололедной нагрузке при расчете по первой группе предельных состояний;

γ_d – коэффициент условий работы.

При определении регионального коэффициента, γ_p , в качестве исходной расчетной нагрузки принята максимальная расчетная нагрузка по первой группе предельных состояний.

Отношение максимальной гололедной нагрузки на ВЛ, $P_{Г\max}$, к расчетной гололедной нагрузке, $P_{ГО}$, определенной для данной местности, будет следующим:

$$\frac{P_{Г\max}}{P_{ГО}} = \frac{\pi \cdot b_{э\max} \cdot (d + b_{э\max}) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_э \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_э) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} \cdot \gamma_{пр} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d}, \quad (10)$$

Для определения максимальной расчетной нагрузки, принимается:

– значение коэффициента надежности по ответственности, $\gamma_{пр}$, равным 1,3;

– значение коэффициента надежности по гололедной нагрузке для проводов свободных от гололеда, γ_f :

1,3 для I и II районов по гололеду;

1,6 – для III и выше районов по гололеду;

– значение коэффициента условий работы, γ_d , равным 1,0.

Преобразуя отношение (10) значение регионального коэффициента по данным опыта эксплуатации принимает следующий вид:

для I и II районов по гололеду

$$\gamma_p = \frac{b_{э\max} \cdot (d + b_{э\max})}{1,69 \cdot b_э \cdot K_i \cdot K_d \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_э)}, \quad (11)$$

для III и выше районов по гололеду

$$\gamma_p = \frac{b_{э\max} \cdot (d + b_{э\max})}{2,08 \cdot b_э \cdot K_i \cdot K_d \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_э)}. \quad (11')$$

Региональный коэффициент, определенный по данным наблюдений метеостанций, вычисляется по следующей формуле:

для I и II районов по гололеду

$$\gamma_p = \frac{b_{э\max} \cdot (10 + b_{э\max})}{1,69 \cdot b_э \cdot (10 + b_э)}, \quad (12)$$

для III и выше районов по гололеду

$$\gamma_p = \frac{b_{э\max} \cdot (10 + b_{э\max})}{2,08 \cdot b_э \cdot (10 + b_э)}. \quad (12')$$

Региональный коэффициент с учетом приведения толщины стенки гололеда по данным опыта эксплуатации линий связи к условиям стандартной ВЛ определяется по формуле:

для I и II районов по гололеду

$$\gamma_p = \frac{b_{\text{э max}} \cdot \left(10 + \frac{b_{\text{э max}}}{K_i \cdot K_d}\right)}{1,69 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3 \cdot (10 + b_3)}, \quad (13)$$

для III и выше районов по гололеду

$$\gamma_p = \frac{b_{\text{э max}} \cdot \left(10 + \frac{b_{\text{э max}}}{K_i \cdot K_d}\right)}{2,08 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3 \cdot (10 + b_3)}. \quad (13')$$

3.4 Определение регионального коэффициента при расчете ветровых нагрузок при гололеде на ВЛ

Значение регионального коэффициента ветровой нагрузки при гололеде для данной местности определяется отношением максимальной ветровой нагрузки на провода при гололеде к максимальной расчетной ветровой нагрузке при гололеде.

Максимальная ветровая нагрузка при гололеде определяется на основании анализа значений ветровых нагрузок при гололеде, рассчитанных по размерам гололедно-изморозевых отложений и скоростями ветра при этих отложениях по данным опыта эксплуатации ВЛ, ЛС и данным инструментальных наблюдений метеостанций.

Максимальная ветровая нагрузка при гололеде по данным опыта эксплуатации определяется для условий данной ВЛ.

Максимальная ветровая нагрузка при гололеде по данным инструментальных наблюдений метеостанций и данным опыта эксплуатации ЛС определяется для условий стандартной ВЛ.

Максимальная ветровая нагрузка при гололеде, $P_{\text{вг}}$, определяется по формуле:

$$P_{\text{вг}} = \alpha'_{\text{вг}} \cdot K_1 \cdot K_w \cdot C_x \cdot W_{\Gamma}' \cdot F_{\Gamma}' \cdot \sin^2 \varphi, \text{ Н/м}, \quad (14)$$

где $\alpha'_{\text{вт}}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ;

K_l – коэффициент учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку;

K_w – коэффициент учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности;

C_x – коэффициент лобового сопротивления принимаемый для проводов и тросов, покрытых гололедом, равным 1,2;

W'_Γ – ветровое давление, Па, в период максимальной ветровой нагрузки при гололеде, определяется по формуле

$$W'_\Gamma = \frac{V_\Gamma^2}{1,6}; \quad (15)$$

V_Γ – скорость ветра при гололеде, принимается по данным материалов наблюдений метеорологических станций, м/с;

F'_Γ – площадь продольного диаметрального сечения провода ВЛ с гололедным отложением, м^2 , при максимальной ветровой нагрузке при гололеде определяется:

- по данным опыта эксплуатации по формуле:

$$F'_\Gamma = \sqrt{AC} \cdot 1 \cdot 10^{-3}, \quad (16)$$

- по данным наблюдений метеостанций по формуле:

$$F'_\Gamma = (d + 2K_l \cdot K_d \cdot b'_y) \cdot 1 \cdot 10^{-3}, \quad (17)$$

где:

A – большой диаметр гололедно-изморозевого отложения на проводах ВЛ, мм;

C – малый диаметр гололедно-изморозевого отложения на проводах ВЛ, мм;

l – длина пролета ВЛ, м;

b'_y – условная толщина стенки гололедно-изморозевого отложения на проводах стандартной ВЛ при максимальной ветровой нагрузке при гололеде по данным наблюдений метеостанций определяется по формуле:

$$b'_y = \frac{P'_{\text{вГ}} \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot V_{\Gamma}} - 5, \text{ мм} \quad (18)$$

Расчетная ветровая нагрузка при гололеде на провода, воспринимаемая опорами, определяется по формуле:

$$P_{\text{вГО}} = P^{\text{н}}_{\text{вГ}} \cdot \gamma_{\text{пв}} \cdot \gamma_{\text{р}} \cdot \gamma_{\text{ф}}, \text{ Н/м}, \quad (19)$$

где $P^{\text{н}}_{\text{вГ}}$ – нормативная ветровая нагрузка при гололеде на провода и определяется по формуле

$$P^{\text{н}}_{\text{вГ}} = \alpha_{\text{вГ}} \cdot K_1 \cdot K_w \cdot C_x \cdot W_{\Gamma} \cdot F_{\Gamma} \cdot \sin^2 \varphi, \text{ Н/м}, \quad (20)$$

W_{Γ} – ветровое давление, Па, в период нормативной ветровой нагрузки при гололеде, определяется по формуле

$$W_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma}^2}{1,6}; \quad (21)$$

V_{Γ} – скорость ветра при гололеде, принимается по картам регионального районирования ветровой нагрузки при гололеде или определяется по данным наблюдений метеорологических станций согласно методических указаний по расчету климатических нагрузок [2,3,4];

F_{Γ} – площадь продольного диаметрального сечения провода ВЛ с гололедным отложением, м^2 , при нормативной ветровой нагрузке при гололеде определяется по формуле:

$$F_{\Gamma} = (d + 2K_1 \cdot K_d \cdot b_y) \cdot 1 \cdot 10^{-3},$$

где: b_y – условная толщина стенки гололеда на проводах ВЛ при нормативной ветровой нагрузке при гололеде принимается по картам регионального районирования ветровой нагрузки при гололеде или определяется по данным наблюдений метеостанций согласно методических указаний по расчету климатических нагрузок [2,3,4];

γ_{nw} – коэффициент надежности по ответственности;

γ_p – региональный коэффициент;

γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке на провода покрытые гололедом.

Отношение максимальной ветровой нагрузки при гололеде, $P_{w\Gamma}$, к расчетной ветровой нагрузке при гололеде, $P_{w\Gamma 0}$, будет следующим:

$$\frac{P_{w\Gamma}}{P_{w\Gamma 0}} = \frac{\alpha'_w \cdot K_1 \cdot K_w \cdot C_x \cdot W'_\Gamma \cdot F'_\Gamma \cdot \sin^2 \varphi}{\alpha_{w\Gamma} \cdot K_1 \cdot K_w \cdot C_x \cdot W_\Gamma \cdot F_\Gamma \cdot \sin^2 \varphi \cdot \gamma_p \gamma_{nw} \gamma_f}, \quad (22)$$

После преобразования отношения (22) значение регионального коэффициента определяется по следующей формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{w\Gamma} \cdot W'_\Gamma \cdot F'_\Gamma}{\alpha_{w\Gamma} \cdot W_\Gamma \cdot F_\Gamma \cdot \gamma_{nw} \gamma_f}, \quad (23)$$

Для определения максимальной расчетной нагрузки, принимаем:

– значение коэффициента надежности по ответственности, γ_{nw} , равным 1,1;

– значение коэффициента надежности по ветровой нагрузке для проводов свободных от гололеда, γ_f , равным 1,3.

При этом региональный коэффициент по данным опыта эксплуатации ВЛ определяется по следующей формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{w\Gamma} \cdot W'_\Gamma \sqrt{AC}}{1,43 \alpha_{w\Gamma} \cdot W_\Gamma (d + 2K_1 K_d b_y)}, \quad (24)$$

Региональный коэффициент по данным наблюдений метеостанций для условий стандартной ВЛ определяется по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{w\Gamma} \cdot W'_\Gamma (10 + 2b'_y)}{1,43 \alpha_{w\Gamma} \cdot W_\Gamma (10 + 2b_y)}, \quad (25)$$

Региональный коэффициент по данным опыта эксплуатации линий связи с приведением климатических параметров к условиям стандартной ВЛ определяется по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{w\Gamma} \cdot W'_\Gamma \left(10 + \frac{\sqrt{AC-d}}{K_i K_d}\right)}{1,43 \alpha_{w\Gamma} \cdot W_\Gamma (10 + 2b_y)}, \quad (26)$$

4 Формулы определения региональных коэффициентов при расчетных климатических нагрузках

4.1 Региональный коэффициент при расчетной ветровой нагрузке на ВЛ определяется по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha_{w\max} \cdot W_{\max}}{1,43 \cdot \alpha_w \cdot W_0},$$

где

$\alpha_{w\max}$, α_w - коэффициенты, учитывающие неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ и принимаются по п. 2.5.52 ПУЭ-7;

W_{\max} - максимальное ветровое давление, Па, определенное в соответствии с п. 3.2 настоящего стандарта организации по максимальной скорости ветра, V_{\max} , м/сек;

W_0 - нормативное ветровое давление, Па, принимается в соответствии с п. 2.5.41 по таблице 2.5.1 ПУЭ-7 в зависимости от ветрового района, определенного по региональной карте районирования или определенного путем обработки многолетних данных наблюдений метеостанций в соответствии с методическими указаниями [2, 3, 4].

4.2 Региональный коэффициент при расчетной гололедной нагрузке на ВЛ определяется:

- по данным опыта эксплуатации ВЛ:

для I и II районов по гололеду по формуле

$$\gamma_p = \frac{b_{\varepsilon\max} \cdot (d + b_{\varepsilon\max})}{1,69 \cdot b_{\varepsilon} \cdot K_i \cdot K_d \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_{\varepsilon})},$$

для III и выше районов по гололеду по формуле

$$\gamma_p = \frac{b_{\varepsilon\max} \cdot (d + b_{\varepsilon\max})}{2,08 \cdot b_{\varepsilon} \cdot K_i \cdot K_d \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_{\varepsilon})}.$$

- по данным наблюдений метеостанций:

для I и II районов по гололеду по формуле

$$\gamma_p = \frac{b_{\text{эmax}} \cdot (10 + b_{\text{эmax}})}{1,69 \cdot b_{\text{э}} \cdot (10 + b_{\text{э}})},$$

для III и выше районов по гололеду по формуле

$$\gamma_p = \frac{b_{\text{эmax}} \cdot (10 + b_{\text{эmax}})}{2,08 \cdot b_{\text{э}} \cdot (10 + b_{\text{э}})}.$$

- по данным опыта эксплуатации линий связи:

для I и II районов по гололеду по формуле

$$\gamma_p = \frac{b_{\text{эmax}} \cdot \left(10 + \frac{b_{\text{эmax}}}{K_i \cdot K_d}\right)}{1,69 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_{\text{э}} \cdot (10 + b_{\text{э}})},$$

для III и выше районов по гололеду по формуле

$$\gamma_p = \frac{b_{\text{эmax}} \cdot \left(10 + \frac{b_{\text{эmax}}}{K_i \cdot K_d}\right)}{2,08 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_{\text{э}} \cdot (10 + b_{\text{э}})},$$

где:

$b_{\text{эmax}}$ – максимальная толщина стенки гололеда, мм, определяется по данным опыта эксплуатации ВЛ и линий связи, по данным наблюдений метеорологических станций в соответствии с методическими указаниями [2, 3,4];

$b_{\text{э}}$ – нормативная толщина стенки гололеда, мм, определяется в соответствии с п.2.5.4 ПУЭ-7;

d – диаметр провода, мм;

K_i, K_d – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода, принимаются по таблице 2.5.4 п. 2.5.49 ПУЭ-7.

4.3 Региональный коэффициент при расчетной ветровой нагрузке при гололеде на ВЛ определяется:

- по данным опыта эксплуатации ВЛ по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{\text{вГ}} \cdot W'_{\text{Г}} \sqrt{AC}}{1,43 \alpha_{\text{вГ}} \cdot W_{\text{Г}} (d + 2K_i K_d b_{\text{э}})};$$

- по данным наблюдений метеостанций по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{\text{вГ}} \cdot W'_{\text{Г}}(10 + 2b'_y)}{1,43\alpha_{\text{вГ}} \cdot W_{\text{Г}}(10 + 2b_y)};$$

- по данным опыта эксплуатации линий связи по формуле:

$$\gamma_p = \frac{\alpha'_{\text{вГ}} \cdot W'_{\text{Г}}(10 + \frac{\sqrt{AC-d}}{K_i K_d})}{1,43\alpha_{\text{вГ}} \cdot W_{\text{Г}}(10 + 2b_y)},$$

где:

$\alpha'_{\text{вГ}}$, $\alpha_{\text{вГ}}$ - коэффициенты, учитывающие неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаются в соответствии с п. 2.5.52 ПУЭ-7;

$W'_{\text{Г}}$ – ветровое давление, Па, в период максимальной ветровой нагрузки при гололеде в соответствии с подразделом 3.4 настоящего стандарта организации;

$W_{\text{Г}}$ – ветровое давление, Па, в период нормативной ветровой нагрузки при гололеде в соответствии с подразделом 3.4 настоящего стандарта организации;

b'_y , b_y – условная толщина стенки гололедно-изморозевого отложения на проводах стандартной ВЛ при максимальной и нормативной ветровых нагрузках при гололеде, подраздел 3.4 настоящего стандарта организации;

K_i , K_d – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода, принимаются по таблице 2.5.4 п. 2.5.49 ПУЭ-7.

Библиография

1. Правила устройства электроустановок. 7-е издание. Глава 2.5. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.
2. Методические указания по расчету климатических нагрузок на ВЛ и построению региональных карт с повторяемостью 1 раз в 25 лет. М., 1990.
3. Проект стандарта организации «Методические указания по расчету климатических нагрузок в соответствии с ПУЭ-7 и построению региональных карт климатического районирования»,
4. Проект стандарта организации «Методические указания по определению климатических нагрузок на ВЛ с учётом её длины», ВНИИЭ, М, 2007.