

СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Нагрузки и воздействия
от ветра и гололеда на провода, тросы и опоры
воздушных линий

СНИП КР 20-01:2003

Издание официальное

Госкомархстрой при Правительстве
Кыргызской Республики

Бишкек
2003

Предисловие

1. Разработаны Кыргызским научно-техническим Центром по энергетике «Энергия» при участии Кыргызско-Российского Славянского Университета.
2. Внесены отделом технического нормирования, аккредитации и науки Государственной комиссии при Правительстве Кыргызской Республики по архитектуре и строительству, открытым акционерным обществом «Национальная электрическая сеть Кыргызстана (НЭСК)» и техническим комитетом по стандартизации ТК-17.
3. Приняты и введены в действие с _____ приказом Государственной комиссии при Правительстве Кыргызской Республики по архитектуре и строительству от «__» _____ 200__ г.
4. Взамен СНиП КР 20-01-99.

Содержание

1. Область применения.....	1
2. Нормативные ссылки.....	1
3. Определения.....	2
4. Требования к определению расчетных климатических условий.....	3
4.1. Общие положения.....	3
4.2. Определение нормативного скоростного напора ветра.....	3
4.3. Определение величины гололедных отложений.....	4
4.4. Определение скоростного напор ветра при предельных гололедных отложениях на проводах.....	5
4.5. Оценка температуры воздуха.....	5
5. Требования к расчету ветровых и гололедных нагрузок и воздействий на провода, тросы и шлейфы воздушных линий.....	6
5.1. Ветровые нагрузки.....	6
5.2. Гололедные нагрузки.....	11
5.3. Ветровые нагрузки на провода и тросы покрытые гололедом.....	12
5.4. Расчетные сочетания ветровых, гололедных и температурных условий.....	13
6. Требования к расчету ветровых и гололедных нагрузок на опоры воздушных линий.....	14
6.1. Ветровые и гололедные нагрузки на опоры.....	14
6.2. Условия оценки ветровых нагрузок на опоры покрытые гололедом.....	15
Приложение А. Карты нормативных ветровых и гололедных районов Кыргызстана с описанием их применения в условиях горного рельефа.	17
А.1. Карта нормативных ветровых районов.....	17
А.2. Карта нормативных гололедных районов.....	20
Приложение Б. Вспомогательные данные.....	24
Приложение В. Определения.....	26
Приложение Г. Список использованных источников.....	29
Ключевые слова.....	30

Настоящие нормы и правила не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Государственной комиссии при Правительстве Кыргызской Республики по архитектуре и строительству.

Ключевые слова: нормы расчета, климатические условия, ветровые нагрузки, гололедные нагрузки, ветровые нагрузки при гололеде, воздушные линии, провода, тросы, опоры, методы расчета, нормы проектирования.

Приложение Г
(справочное)

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Шестое издание, М., Энергоатомиздат, 1989.
2. Проект Седьмого издания Правил устройства электроустановок, М., Энергосетьпроект, 1991.
3. СНиП-2.01.07-85. Строительные нормы и правила, Нагрузки и воздействия, Госстрой СССР, М., 1987.
4. Международная электротехническая комиссия (МЭК), Нагрузка и прочность воздушных линий электропередачи, код ХЕ, комитет 11, Женева, 1991.
5. Методические указания по расчету ветровых нагрузок на опоры воздушных линий с учетом их обледенения, Минэнерго СССР, М., 1991.
6. Руководящие указания по расчету ветровых нагрузок и углов отклонения проводов проектируемых ВЛ и по повышению их эксплуатационной надежности при ветре, Бишкек, Кыргызэнерго, 1998.
7. Методические указания по расчету климатических нагрузок на ВЛ и построению региональных карт расчетных нагрузок, М., ВНИИЭ, 1990.
8. Методические принципы построения региональных карт ветровых и гололедных нагрузок для горных районов, ВДНХ СССР, ГИД, М., 1977.
9. Руководство по проектированию опор линий электропередачи и распределительных устройств и подстанций напряжением выше 1 кВ, 3534ТМ - т.1 Энергосетьпроект.

29. **Сай** - форма овражного размыта. К ним относятся как небольшие промоины, так и густая сеть оврагов и долин временных потоков.
30. **Скоростной напор ветра** - сила вызванная давлением ветра на единицу площади.
31. **Склон** - наиболее распространенный элемент (грань) рельефа, наклонный участок земной поверхности.
32. **Стенка гололеда** - толщина стенки гололедного отложения, приведенного к цилиндрической форме. Различаются стенки эквивалентного гололеда, приведенного к плотности $0,9 \text{ г/см}^3$, и реальные стенки с фактической плотностью отложения, для горных ВЛ равной $0,25 \text{ г/см}^3$.
33. **Стрела провеса провода** - при одинаковых высотах точек подвеса, вертикальное расстояние между нижней точкой провода и горизонтальной линией соединяющей точки подвеса провода. При разных высотах точек подвеса различают стрелу провеса относительно вышней и относительно нижней точек подвеса.
34. **Сырт** - участки высоких (3-4 тыс.м.) плоскогорий, занятые горными степями, иногда участками горнодоуговой растительности. Используются как пастбища. Часто к сыртам относят и плоские днища широких долин.
35. **Ущелья** - глубоко врезающиеся узкие долины, шириной по низу менее 100 м, как правило, с крутыми скалистыми склонами.
36. **Фоновые значения** - значения характерные для большей части рассматриваемой зоны.
37. **Хребет** - линейно вытянутая пологительная форма рельефа, в основе двугранный, состоящая из двух расходящихся склонов, иногда разделенная пологой приребневой третьей гранью (плосковерхний хребет). На гребне хребта различаются вершины и седловины.
38. **Шпейф** - провисающий участок провода на анкерной и угловой опорах линии электропередачи, соединяющий две точки анкерного закрепления провода.
39. **Экспозиция склонов** - различаются по сторонам горизонта (северная, южная и т.д.) а так же по направлению сильных ветров или гололедонесущих потоков (наветренная, подветренная).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аба линияларынын откортучторуна, сым аркандарына
жана малыларына шамалдан жана муздан тушкон
жуктор жана таасирлер

Нагрузки и воздействия
от ветра и гололеда на провода, тросы и опоры
воздушных линий

Loading and exposures of wind and ice-storm the wires, ropes and bearings of the aerial lines.

Дата введения

1. Область применения

Настоящие нормы и правила распространяются на провода, тросы и опоры всех видов воздушных линий (ВЛ) и определяют методические основы, а также значения параметров и коэффициентов расчета ветровых, гололедных и гололедно-ветровых воздействий на ВЛ.

Положения настоящих норм и правил должны применяться всеми организациями, независимо от форм собственности и подчинения при сооружении и эксплуатации воздушных линий на территории Кыргызской Республики и являются приоритетными относительно соответствующих разделов национальных норм и правил других стран.

Нормы пригодны для оценки соответствия параметров безопасности при проектировании и строительстве воздушных линий.

2. Нормативные ссылки

Перечень использованных нормативов приведен в приложении Г, а ссылки на них даны в тексте настоящего раздела СНП в квадратных скобках.

Издание официальное

3. Определения

Определения использованных в настоящем разделе СНиП терминов приведены в приложении В.

16. **Орография** – описание внешних черт рельефа земной поверхности.

17. **Орографически защищенные участки**:

- для склонов хребтов (независимо от их высоты) – пониженные или врезанные в склон участки тальвегов узких склоновых долин, ущелий, саев и их бортов, если высоты окружающих со всех сторон складок местности имеют превышения на 150 м и более;
- для плато, днщ котловин и подгорных равнин – участки, защищенные со всех сторон ближайшими (удаление менее 300 м) складками местности, лесом, насаждениями и строениями высотой 10 м и более.

18. **Орографически незащищенные участки**:

- для склонов хребтов (независимо от их высоты) – участки склонов хребтов, для которых местная защищенность со всех сторон складками местности менее 150 м;
- для плато, днщ котловин и подгорных равнин – участки, для которых местная защищенность (удаление менее 300 м) со всех сторон складками местности, лесом, насаждениями и строениями отсутствует или менее 10 м.

19. **Перевалы** – более низкие части горных хребтов, используемые для сообщения между долинами, лежащими по разные стороны хребта.

20. **Период осреднения скорости ветра** – период времени за который оценивается среднее значение пульсаций скорости ветра.

21. **Плато** – возвышенная равнина с ровной или волнистой, слабо расчлененной поверхностью, ограниченная отчетливыми более или менее крутыми или ступенчатыми участками, приподнятая по отношению к соседним равнинным пространствам.

22. **Пролеты ВЛ**:

- Габаритный – пролет, длина которого определяется нормированным вертикальным габаритом от проводов до земли при установке опор на идеально ровной местности.

- Ветровой – длина участка, давление ветра на провода или тросы с которого воспринимаются опорой

- Весовой – длина участка вес проводов или тросов на котором численно равен вертикальным нагрузкам воспринимаемой опорой от проводов и тросов (длина участка между наинизшими точками провеса проводов в двух смежных пролетах).

- Приведенный – условный пролет соответствующий напряжению провода анкеро-ванного участка ВЛ с различными длинами фактических пролетов.

23. **Проходы горные** – участки в горных цепях и хребтах, наиболее легкие для их пересечения. Помимо перевалов к горным проходам относятся сквозные долины и обширные седловиннообразные понижения горной страны.

24. **Районирование территории** – метод выявления территориальных различий и единств путем выделения и объединения неповторимых участков (ареалов), сходных каждый внутри себя и отличных от смежных.

25. **Регион (район)** – общее обозначение любого территориального единства.

26. **Региональная карта** – карта, характеризующая распределение метеопараметров на ограниченном участке территории (области, республики) в масштабе не менее 1:500000.

27. **Рельеф** – совокупность форм горизонтального и вертикального расчленения земной поверхности, т.е. неровностей и равнин, поднятий и понижений, гор и низменностей.

28. **Режимы работы ВЛ**:

- Нормальный – работа при необорванных проводах и отсутствии воздействий возникающих при сейсмических явлениях и токах короткого замыкания

- Аварийный – работа ВЛ при оборванных проводах или тросах, а также в условиях сейсмических воздействий.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем разделе СНиП использованы следующие термины с соответствующими определениями:

1. **Адыры** - холмисто-увалистые предгорья, окаймляющие Ферганскую котловину. Относительная высота 100-400 м. Сильно изрезаны сухими балками и оврагами. Аналогичные формы рельефа имеются также в других долинах и котловинах.
2. **Ветровые и гололедные нагрузки** - силы, действие которых испытывают элементы ВЛ при наличии ветра и гололедных отложений.
3. **Ветровые и гололедные воздействия** - определяют перемещения (отклонения) элементов ВЛ вызванные ветровыми и гололедными нагрузками.
4. **Водораздел** - линия на земной поверхности между двумя смежными водотоками или их системами (бассейнами рек). В горных регионах обычно резко выражен в рельефе, совпадая с линией гребня хребта, на равнинах положение водораздельной линии менее определено.
- Разделяют: - главные водоразделы, разделяющие крупные бассейны и покатоги, - боковые водоразделы, разделяющие смежные реки, принадлежащие одной и той же покатоги.
5. **Всхолмленная территория** (холмистый рельеф) - поверхность, состоящая из холмов и холмистых гряд с относительными высотами не более 200 м.
6. **Высота** - превышение по вертикали данного пункта над уровнем, принимаемым за ноль. Различают абсолютную высоту над уровнем моря и относительную высоту над любой избранной поверхностью, обычно над подошвой хребта, холма, склона.
7. **Гололедные отложения** -
 - Гололед - осадок на конструкциях ВЛ прозрачного или беловатого льда с высокой плотностью.
 - Плотная (зернистая) заморозь - осадок белого цвета, напоминает снег, образуется от замерзания на провод капель переохлажденного тумана или мороси.
 - Сложные отложения (смеси) - последовательные наслоения гололедных и изморозевых отложений и мокрого снега.
8. **Долина** - вогнутые, линейно вытянутые формы рельефа, образованные деятельностью рек и имеющие уклон в направлении их течения. Горные долины - глубокие при небольшой ширине, с неравномерным падением продольного профиля.
9. **Длина пролета** - горизонтальное расстояние между двумя соседними точками подвеса провода.
10. **Зоны с орографическим усилением гололедного или ветрового режимов (зоны УГВР)** - локальные зоны внутри более обширных областей с однородными и более низкими ветровыми гололедными условиями.
11. **Интерполяция** - отыскание промежуточных значений величины по известным меньшим и большим ее значениям.
12. **Котловина** - участок территории, ограниченной со всех сторон хребтами.
13. **Коэффициент заполнения** - отношение суммы площадей отдельных элементов грани опоры к площади наружного контура этой грани.
14. **Линейная нагрузка** - нагрузка, приходящаяся на единицу длины.
15. **Локальная зона** - участок территории характеризующийся особыми, резко выделяющимися, климатическими условиями.

4. Требования к определению нормативных климатических условий

4.1. Общие положения

4.1.1. Климатические условия, объективный учет которых обеспечивает надежность работы воздушных линий (ВЛ), включают в себя скорость ветра, гололедно-изморозевые отложения, совместное сочетание гололедных отложений и ветра, а также температуру воздуха при этих метеоявлениях и при их отсутствии.

4.1.2. В качестве нормативных значений используют:

- предельные величины скорости напора ветра, q_w , на высоте 10 метров и с периодом осреднения скорости ветра 10 минут.
- предельные величины гололедных отложений (толщина стенок, b или вес, $P_{\text{гол}}$) на высоте 10 метров и провале диаметром 10 мм;
- скоростной напор ветра при гололедных отложениях, $q_{w\text{гол}}$;
- средние, максимальные и минимальные значения температуры воздуха ($t_{\text{ср}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{мин}}$) при отсутствии ветра и гололеда;
- минимальные значения температуры воздуха при максимальном ветре и гололеде ($t_{\text{в}}$, $t_{\text{гол}}$).

4.1.3. Предельные величины скоростного напора ветра, гололедных отложений и скоростного напора ветра при гололеде определяются исходя из их повторяемости 1 раз в 5, 10, 15 и 25 лет в зависимости от класса напряжения ВЛ.

- для ВЛ напряжением до 35 кВ включительно - один раз в 10 лет;
- для ВЛ напряжением 110-220 кВ - один раз в 15 лет;
- для ВЛ напряжением 330 кВ и выше - один раз в 25 лет.

Для временных ВЛ, со сроками эксплуатации до 10 лет, допускается принимать предельный скоростной напор и предельные отложения гололеда с повторяемостью 1 раз в 5 лет.

Расчетные значения температуры воздуха определяются на основе многолетних данных наблюдений метеостанций и принимаются одинаковыми для всех классов ВЛ.

4.1.4. Нормативные районы скоростных напоров ветра и величин гололедных отложений принимаются в соответствии с приложением А.

4.1.5. Для трасс магистральных воздушных линий электропередачи и трасс, пересекающих сложные горные территории, расчетные климатические условия рекомендуются уточнять на основе специальных исследований.

4.1.6. При необходимости использования скоростей ветра с ранее принятым 2-х минутным периодом осреднения, их приведение к 10 минутному периоду должно производиться по усредненным соотношениям [2]:

- для скоростей ветра $V_{\text{задан}} = 1,14 V_{\text{годуш}}$;
- для скоростных напоров $q_{\text{задан}} = 1,39 q_{\text{годуш}}$.

4.2. Определение нормативного скоростного напора ветра

4.2.1. Скоростной напор ветра, q_w , измеряется в паскалях ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$) и определяется по формуле:

$$q_w = 0,5 V^2 p, \quad (1)$$

где V м/с - нормативная скорость ветра, м/с, зависящая от выбранного периода повторяемости и определяемая на высоте 10 м от поверхности земли, с 10 минутным периодом осреднения;

ρ - плотность воздуха, принимаемая в зависимости от высоты местности по таблице 4.1.

Таблица 4.1. - Средняя плотность воздуха, ρ кг/м³ (Нсек²/м⁴) на различных высотах горных трасс

Высота н.у.м., h , км	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Плотность воздуха, ρ , кг/м ³	1,22	1,19	1,13	1,08	1,03	0,98	0,93	0,88

4.2.2. Градации ветровых районов и соответствующие им скорости ветра и скоростные напоры, без гололеда, для различных периодов повторяемости, должны приниматься в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2. - Ветровые районы и соответствующие им максимальные скорости, V м/с и скоростные напоры q_0 , Па (Н/м²) ветра для разных периодов повторяемости

Ветровые районы	Скорости ветра, м/с с повторяемостью раз в					Скоростные напоры ветра, Па с повторяемостью один раз в				
	5 лет	10 лет	15 лет	25 лет	50 лет	10 лет	15 лет	25 лет	50 лет	более
I	22	23	24	25	300	325	350	400		
II	25	27	28	29	400	450	480	500		
III	28	29	30	32	500	515	550	650		
IV	31	33	34	36	590	670	710	800		
V	34	36	38	40	710	800	900	1000		
VI	39	40	43	45	900	1000	1150	1250		
VII	42	45	47	49	1100	1250	1350	1500		
Особый	43	46	48	50 и более	1150	1300	1400	1550 и более		

В таблице 4.2. величины скоростных напоров ветра даны для высот трасс ВЛ на уровне моря ($\rho=1,22$). Для горных ВЛ приведенные значения скоростных напоров должны быть пересчитаны в соответствии с таблицей 4.1 и формулой (1).

4.3. Определение величины гололедных отложений

4.3.1. Величины гололедных отложений оцениваются по их весу на одном метре провода, Н/м.

4.3.2. В качестве нормативных для горных ВЛ приняты наиболее часто встречающиеся отложения плотной изморози, мокрого снега и смеси со средней плотностью 0,25 г/см³.

4.3.3. Нормативные значения гололедных отложений определяются для провода диаметром 10 мм и высоты 10 м над поверхностью земли.

4.3.4. Градации гололедных районов и соответствующие им веса отложений для различных периодов повторяемости приведены в таблице 4.3.

Таблица Б.3 - Величины стрел провеса провода в пролете ВЛ в точке крепления шлейфа (Δy), м.

Марка провода	Длина гирли, м	Длина пролета, м							
		100	150	200	250	300	350	400	500
АС-95/16	1,0	0,06	0,12	0,17	0,22	0,26			
	1,5	0,10	0,18	0,26	0,33	0,38			
	2,0	0,13	0,24	0,34	0,44	0,52			
	2,5	0,16	0,30	0,43	0,55	0,65			
	3,0	0,19	0,36	0,51	0,65	0,77			
АС-120/10	3,5	0,22	0,42	0,59	0,76	0,90			
	1,0	0,04	0,08	0,13	0,17	0,20	0,23	0,28	0,32
	1,5	0,06	0,13	0,19	0,25	0,29	0,34	0,42	0,48
	2,0	0,07	0,17	0,25	0,34	0,39	0,46	0,56	0,64
	2,5	0,09	0,21	0,31	0,41	0,49	0,57	0,70	0,80
АС-150/24	3,0	0,11	0,25	0,37	0,49	0,58	0,69	0,84	0,86
	3,5	0,13	0,29	0,44	0,57	0,69	0,80	0,98	1,12
	1,0	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20	0,24	0,27
	1,5	0,04	0,10	0,15	0,21	0,25	0,29	0,36	0,41
	2,0	0,06	0,13	0,20	0,28	0,33	0,39	0,48	0,55
АС-185/29	2,5	0,07	0,17	0,26	0,34	0,41	0,49	0,59	0,68
	3,0	0,09	0,20	0,31	0,41	0,49	0,58	0,71	0,82
	3,5	0,10	0,23	0,36	0,48	0,58	0,68	0,83	0,95
	1,0	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,17	0,21	0,24
	1,5	0,04	0,08	0,13	0,18	0,22	0,25	0,32	0,36
АС-240/32	2,0	0,05	0,11	0,18	0,24	0,29	0,34	0,42	0,48
	2,5	0,06	0,14	0,22	0,30	0,36	0,43	0,52	0,60
	3,0	0,08	0,17	0,26	0,36	0,43	0,51	0,63	0,72
	3,5	0,09	0,19	0,31	0,42	0,51	0,60	0,72	0,85
	1,0	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,15	0,19	0,22
	1,5	0,04	0,07	0,12	0,16	0,19	0,23	0,29	0,33
	2,0	0,05	0,1	0,16	0,22	0,26	0,31	0,38	0,44
	2,5	0,06	0,12	0,20	0,27	0,33	0,38	0,47	0,54
	3,0	0,08	0,15	0,23	0,32	0,39	0,46	0,57	0,65
	3,5	0,09	0,17	0,27	0,37	0,45	0,54	0,66	0,76
	4,0	0,1	0,2	0,29	0,42	0,52	0,62	0,74	0,85
	4,5	0,12	0,22	0,33	0,45	0,58	0,7	0,84	0,96
	5,0	0,13	0,24	0,36	0,52	0,65	0,78	0,93	1,07
	5,5	0,14	0,27	0,39	0,58	0,71	0,85	1,02	1,17
	6,0	0,16	0,29	0,43	0,63	0,78	0,93	1,11	1,28
	6,5	0,17	0,31	0,47	0,68	0,84	1,0	1,2	1,38
	7,0	0,18	0,34	0,5	0,73	0,9	1,08	1,29	1,49

Примечание. Значения Δy рассчитываются по формуле:

$$\Delta y = \lambda \cdot (1 - \lambda) \cdot Y / 2\sigma + \lambda \cdot \Delta h / l$$

где λ - длина натяжной гирлянды, м

l - длина пролета, м;

Y - удельная нагрузка на провод даН/м мм²;

σ - напряжение провода даН/мм²;

Δh - разность отметок точек подвеса, м.

Вспомогательные данные

Таблица Б.1 - Физико-механические характеристики сталалюминиевых проводов [1,2]

Отношение сечений алюминия и стали в проводе	Допустимое напряжение при средней температуре в нулевой точке, σ , даН/мм ²	Приведенная нагрузка от веса провода, γ , даН/мм ²	Модуль упругости, E , даН/мм ²	Предел прочности при растяжении, $\sigma_{вр}$, даН/мм ²
а : с - 0,65	22,8	5,85	14600	76
а : с - 0,95	20,1	5,37	13400	67
а : с - 1,46	16,5	4,84	11400	55
а : с - 4,29-4,40	9,9	3,71	8900	33
а : с - 6,0 - 6,28	8,7	3,46	8250	29
а : с - 7,67 - 8,04	8,1	3,34	7700	27
а : с - 12,22	7,2	3,15	6650	24
а : с - 17,9 - 18,1	6,5	3,03	6650	21,5

Таблица Б.2 - Наиболее распространенные марки сталалюминиевых проводов (по ГОСТ 839 - 80)

Марка провода по ГОСТ 839-80	Расчетный диаметр провода, d, мм	Вес 1 метра провода, Н/м	Сечение провода, мм ²
АС-50/8	9,6	2,0	56
АС-70/11	11,4	2,8	79
АС-95/16	13,5	3,9	111
АС-120/19	15,2	4,7	136
АС-120/27	15,4	5,4	141
АС-150/19	16,8	5,5	169
АС-150/24	17,1	6,0	173
АС-150/34	17,5	6,8	181
АС-185/24	18,9	7,0	211
АС-185/29	18,8	7,3	210
АС-185/43	19,6	8,5	220
АС-240/32	21,6	9,2	276
АС-240/39	21,6	9,5	275
АС-240/56	22,4	11,1	297
АС-300/39	24,0	11,3	340
АС-300/48	24,1	11,9	342
АС-300/67	24,5	13,2	356
АС-400/51	27,5	14,9	445
АС-400/64	27,7	16,6	454
АС-400/93	29,1	18,5	499

Таблица 4.3. - Вес гололедных отложений, Н/м соответствующий нормативным гололедным районам

	Вес гололедных отложений, Р Н/м с повторяемостью один раз в			
	5 лет	10 лет	15 лет	25 лет
I	2	3	4	6
II	4	6	8	11
III	7	10	12	17
IV	10	14	18	25
V	13	19	25	34
VI	16	25	32	45
VII	20	30	40	57
Особый	>20	>30	>40	>57

4.4. Определение скоростного напора ветра при предельных гололедных отложениях на проводах

4.4.1. При предельных величинах гололедных отложений (таблица 4.3) значения нормативного скоростного напора ветра $q_{ном}$ Па и нормативной скорости ветра при гололеде, $V_{ном}$ м/с принимаются в долях максимального скоростного напора или максимальной скорости ветра исходя из следующего:

- для агрографически незащищенных участков гребневых зон внешних хребтов и открытых склонов на отметках выше 2,5 км следует принимать $V_{ном}/V_0=0,7$ и $q_{ном}/q_0=0,5$;
- для всех остальных зон и районов Кыргызстана следует принимать $V_{ном}/V_0=0,5$ и $q_{ном}/q_0=0,25$.

4.5. Оценка температуры воздуха

4.5.1. Среднегодовая температура воздуха, t_a , тесно связана с абсолютной высотой, Z, км, может быть определена по следующим соотношениям для различных регионов:

Чуйская и Таласская долины и прилегающие склоны и гребни хребтов

$$t_{cr} = 12,4 - 4,57 Z \pm 1,2; \quad (2)$$

Приферганье, включая прилегающие склоны и гребни хребтов,

$$t_{cr} = 16,4 - 5,78 Z \pm 2,5; \quad (3)$$

Внутренний Тянь-Шань, включая долины, котловины, склоны и гребни хребтов,

$$t_{cr} = 14,5 - 5,92 Z \pm 2,3; \quad (4)$$

4.5.2. Максимальная (t_{max}) и минимальная (t_{min}) температуры для склонов определяются по уравнениям, рассчитанным для всей территории Кыргызской Республики

$$t_{max} = 42,6 - 5,17 Z \pm 2,4; \quad (5)$$

$$t_{min} = -28,7 - 2,76 Z \pm 4,1. \quad (6)$$

Среднеквадратическую ошибку (последний член уравнения) следует учитывать для t_{max} с положительным знаком, а для t_{min} - с отрицательным. Уравнение (5), для оценки макси-

Продолжение Приложения А

Таблица А.2. Высотное положение границ нормативных гололедных районов на склонах хребтов внешних и внутренних горных областей в зависимости от высоты гребня и подошвы склона (для орографически незащищенных участков склонов хребтов)

Высота подошвы, км	Высота гребня, км			
	1	2	3	4
1. Внешние горные области				
Границы III района				
0,6	0,6-0,7	0,7-0,9	0,7-1,1	0,8-1,4
0,8	0,7-0,8	0,9-1,1	0,9-1,3	1,0-1,5
1,0		1,1-1,2	1,1-1,4	1,2-1,7
Границы IV района				
0,6	0,7-0,8	0,9-1,1	1,1-1,4	1,3-1,7
0,8	0,8-0,9	1,1-1,2	1,3-1,5	1,5-1,9
1,0		1,2-1,3	1,4-1,7	1,7-2,0
Границы V района				
0,6		1,1-1,2	1,4-1,7	1,7-2,1
0,8		1,2-1,3	1,5-1,8	1,9-2,2
1,0		1,3-1,4	1,7-1,9	2,0-2,4
2. Внутренние горные области				
Границы III района				
1,5			2,5-2,7	3,2-3,6
2,0			2,7-2,8	3,4-3,7
3,0				3,7-3,8
Границы IV района				
1,5			2,7-2,9	3,6-3,9
2,0			2,8-2,9	3,7-3,9
3,0				3,8-3,9
Нижняя граница V района				
2,0			2,95	3,90
3,0				3,95

А.2.6. Между нормативными значениями гололедных стенок b_1 , вероятных 1 раз в 5, 10, 15 и 25 лет, для территории Кыргызстана справедливы усредненные соотношения (А.3)

$$b_5=0,55b_{25}, \quad b_{10}=0,71b_{25}, \quad b_{15}=0,82b_{25}.$$

малых температур, может быть использовано и для других форм рельефа Кыргызской Республики. Минимальные температуры для долин и котловин должны определяться только фактическими данными наблюдений для рассматриваемого района.

4.5.3. Температура воздуха при максимальных скоростях ветра, t_w , на всей территории Кыргызстана должна приниматься равной минус 5°C. Исключения касаются участков с высотными отметками более 3,5 км, где она должна приниматься равной минус 10°C.

4.5.4. Температура воздуха при гололеде, $t_{го}$, на территории Чуйской, Таласской долин, Приферганя, включая прилегающие склоны с высотными отметками до 1,5 км, а также в восточной оконечности Иссык-Кульской котловины, включая склоны, должна приниматься равной минус 5°C, в этих же районах на выступающих участках рельефа (открытые склоны, гребни боковых водоразделов, вершины и плато) с высотными отметками до 2,0 км - равной минус 10°C, на гребнях хребтов и боковых котловинах Внутреннего Тянь-Шаня с камнями выше 2,0 км - равной минус 15°C, в межгорных котловинах Внутреннего Тянь-Шаня с высотными отметками выше 2,0 км - равной минус 20°C.

4.5.5. Температуру воздуха при грозовых и внутренних перенапряжениях следует принимать равной плюс 15°C.

5. Требования к расчету ветровых и гололедных нагрузок и воздействий на провода, тросы и шлейфы воздушных линий

5.1. Ветровые нагрузки на провода, шлейфы и тросы свободные от гололеда

5.1.1. При расчете ветровых нагрузок на провода, шлейфы и тросы следует считать, что ветер направлен к плоскости их провисания под углом 90°. [1]

5.1.2. Высоту подвески проводов, h , м, следует принимать по высоте приведенного центра тяжести всех проводов, $h_{пр}$, который определяется по формуле

$$h_{пр} = h_{ст} - 0,67 f \quad (7)$$

где $h_{ст}$ - средняя высота крепления проводов к изоляторам, отсчитываемая от отметки земли в местах установки опор, м;

f - наибольшая стрела провеса провода, м.

5.1.3. Расчет линейной ветровой нагрузки, P_e , Н/м, на провода и тросы, должен производиться по формуле

$$P_e = K_a K_b K_c K_d C_s q_0 d 10^{-3} \quad (8)$$

где K_a - коэффициент надежности по назначению линии, для ветровой нагрузки принимается в соответствии с таблицей 5.1;

K_b - коэффициент порывистости скорости ветра, для районов обилия больших водных поверхностей, на открытых равнинах и в других местах с повышенной порывистостью ветра значения K_b принимаются равными 2,35, для всех других районов $K_b = 1,9$. Эти значения K_b соответствуют средней скорости с 10 минутным периодом осреднения;

K_c - коэффициент учитывающий высоту подвеса проводов и тросов, отличающую от 10 м, принимается в соответствии с таблицей 5.1;

K_d - коэффициент порывистости скорости ветра, для районов обилия больших водных поверхностей, на открытых равнинах и в других местах с повышенной порывистостью ветра значения K_d принимаются равными 2,35, для всех других районов $K_d = 1,9$. Эти значения K_d соответствуют средней скорости с 10 минутным периодом осреднения;

Продолжение Приложения А

них хребтов, при превышении ими среднего уровня гребней блокирующих внешних хребтов, оказываются в гололедных условиях, характерных для внешних горных областей.

А.2.3. Положение высотных границ нормативных гололедных районов на орорафически защищенных участках склонов хребтов приведены в табл. А.2, которую необходимо использовать совместно со схематической картой рис. А.2.

А.2.4. Согласно карте рис. А.2 и табл. А.2, территориальное распределение нормативных гололедных районов характеризуется следующим.

К *первому* гололедному району относятся нижняя часть Чуйской долины до высот 0,8 км, Иссык-Кульская котловина (с отметками до 1,8 км), днища долин и котловин внутренних горных областей с прилегающими бортами до 200 м относительно превышения над днищами, Токтогульская котловина до отметок 1,2 км, Алайская котловина до отметок 3,0 км, а также *орографически защищенные участки склонов всех внутренних горных областей*, независимо от их абсолютной высоты (на схематической карте рис. А.2 не выделены).

Ко *второму* гололедному району относятся: днище Чуйской долины с высот 0,8 км и до подножья склонов, днище Таласской долины до высот 1,5 км, Ферганская котловина с отметками 0,6-0,8 км, Чаткальская котловина с отметками до 2,0 км, Алайская котловина с отметками 3,0-3,2 км, орографически защищенные участки склонов хребтов внутренних горных областей с отметками до 2,0 км, а также *орографически защищенные участки склонов внешних горных областей* независимо от их абсолютной высоты (на схематической карте рис. А.2 не выделены).

К *третьему* гололедному району относятся самые нижние участки склонов Кудрявского Ала-Тоо, обрамляющих Чуйскую долину, с отметками до 1,2 км, левобережные области Таласской долины с отметками от 0,7 км на западе до 2,0 км на востоке, равнинное обрешение Пскемского, Сандашского и Чаткальского хребтов и области Ферганской долины с отметками 0,8-1,0 км, восточная часть Иссык-Кульской котловины с отметками 1,9-2,0 км, *орографически защищенные участки склонов хребтов внутренних горных областей* с высотами менее 3,0 км.

К *четвертому-пятому* гололедным районам отнесены орографически защищенные участки склонов хребтов внешних и внутренних горных областей в высотных границах, определенных по табл. А.2.

К *шестому* гололедному району относятся орографически защищенные участки склонов хребтов внешних горных областей на высотах 2,4-3,0 км и внутренних горных областей – на высотах 3,5-4,0 км.

К *седьмому* гололедному району относятся орографически защищенные участки склонов хребтов внешних горных областей на высотах 3,1-3,7 км и внутренних горных областей – на высотах более 4 км.

К *осядающему* гололедному району относятся орографически защищенные участки склонов хребтов внешних горных областей с высотами более 3,7 км.

А.2.5. Гололедные условия следует повысить за счет орографического эффекта на один гололедный район, относительно определенных в п. А.2.4, в следующих случаях:

- на склонах отдельных возвышенностей подгорных равнин и днищ котловин внешних горных областей для относительных высот 100 м и более,
- при переувлажнении крупных рек (таких как Нарын, Кокмөрөн, Тую и др.),
- на выступающих (100 м и более) пикобразных участках гребневой линии высоких хребтов (3,0 км и более),
- на седловинных перевалах высоких хребтов (3,0 км и более),
- в других районах орографического усиления гололедных процессов при наличии дополнительных сведений.

и - коэффициент линейной неравномерности ветра вдоль пролета ВЛ. Значения μ , следует принимать в зависимости от длины пролета между точками подвеса провода, в соответствии с таблицей 5.2,

С_х - коэффициент аэродинамического сопротивления. Для проводов и тросов свободных от гололеда должен приниматься равным 1,1;

q_в - скоростной напор ветра, Па, определяемый в соответствии с таблицей 4.2 и приложением А настоящего СНиП,

d - диаметр провода, мм.

Таблица 5.1 - Поправочные коэффициенты, K_p , учитывающие изменение скоростного напора ветра, q_0 , с высотой

Типы местности	Поправочные коэффициенты, при высоте над поверхностью земли, м									
	10	15	20	30	40	50	60			
А. Предгорная равнина, широкие долины и котловины, открытые склоны (ниже гребня на 100 м. и более)	1,0	1,15	1,25	1,40	1,50	1,60	1,70			
В. Городские территории и лесные массивы с препятствиями высотой более 10 м, узкие горные долины и ущелья	0,65	0,80	0,9	1,0	1,15	1,15	1,25	1,40		
С. Орографически открытые выпуклые участки горного рельефа (гребни хребтов и боковые водоразделы, перевалы, отдельные вершины и выступающие плато).	1,0	1,10	1,15							

Примечание: В таблице 5.1 и в последующих таблицах промежуточные значения определяются линейной интерполяцией.

Таблица 5.2 - Значения коэффициента линейной неравномерности ветра

Длина пролета, м	до 5	10	15	20	50	100	150	200	300	400	≥ 500
Значения μ	0,95	0,9	0,86	0,83	0,73	0,65	0,60	0,56	0,50	0,47	0,45

5.1.4. При различных величинах длин пролетов, l , в пределах анкерowanego участка линии, расчет ветровой нагрузки, R_w , на провода анкерowanego участка, по формуле (8) следует производить для длины приведенного пролета, $l_{пр}$, которая определяется по формуле:

$$l_{пр} = \sqrt{\sum l_i^2 / \sum l_i} \quad (9)$$

Приведенный пролет равен корню квадратному из суммы кубов всех длин пролетов анкерного участка, l_i , деленной на длину анкерowanego участка.

Продолжение Приложения А

Таблица А.1 Высотное положение верхних (ВГ) и нижних (НГ) грани нормативных ветровых районов для орографически незащищенных участков склонов хребтов внешних и внутренних горных хребтов

Ветровой район по табл. 4.2.1	Внутренние области		Внутренние области		Внешние области	
	западнее оз. Сон-Куль	ВГ, км	восточнее оз. Сон-Куль	НГ, км	ВГ, км	НГ, км
3	подножье	2,5	подножье	2,5	подножье	1,5
4	2,5	3,5	2,5	4,0	1,5	1,85
5	3,5	4,7	4,0	5,2	1,85	2,75
6	>4,7		>5,2		2,75	3,90
7					3,90	5,05

А.1.6. Ветровые условия следует повысить за счет орографического эффекта на один ветровой район, относительно определенных в п. А.1.5, в следующих случаях:

- на склонах отдельных возвышенностей подгорных равнин и днщ котловин внешних горных областей в диапазоне относительных высот 50-100 м (при больших высотах следует пользоваться табл. А.1),
- на седловинных перевальных участках, высоких (3 км и более) хребтов, где можно ожидать дополнительное боковое сжатие потока,
- на выступающих (100 м и более) пикообразных участках гребневой линии высоких (3 км и более) хребтов,
- в районах выходов узких склоновых долин в подгорную равнину во внешних горных районах,
- в других районах орографических усилений ветра при наличии дополнительных сведений.

А.1.7. Между нормативными скоростными напорами q , вероятными 1 раз в 5, 10, 15 и 25 лет для территории Кыргызстана справедливы усредненные соотношения

$$q_5=0,86q_{25}, \quad q_{10}=0,91q_{25}, \quad q_{15}=0,95q_{25} \quad (A.1)$$

Аналогично, для скоростей ветра этих же повторяемостей справедливы усредненные соотношения

$$V_5=0,93V_{25}, \quad V_{10}=0,95V_{25}, \quad V_{15}=0,97V_{25} \quad (A.2)$$

А.2. Карта нормативных гололедных районов

А.2.1. Схематическая карта нормативных гололедных районов показана на рис. А.2. Различным гололедным районам соответствуют градации максимальных толщин гололедных слоев, вероятных 1 раз в 5, 10, 15 и 25 лет, и эквивалентно равные им максимальные веса снеговых слоев, которые даны в табл. А.3.

А.2.2. На схематической карте рис. А.2. выделены только достаточно обширные равнинные области подгорных равнин и горных котловин (Чуйская, Таласская, Алайская и др.) с однородными гололедными условиями и часть склонов горных хребтов. Территории значительной части горных склонов, где гололедные районы в зависимости от высоты могут меняться от 5 до 10, показана одной крестообразной штриховкой. При этом, во внутренних горных областях (см. п. А.1.4 и А.1.5) имеет место скачкообразный переход от второго гололедного района к пятому без выделения промежуточных районов. Как и в случае ветровых условий (п. А.1.5), это связано с тем, что участки гребневых зон высоких внутрен-

5.1.9. Максимально допустимый угол отклонения шлейфа ветром, $\varphi_{шлейф}$ (см. рисунок 1), определяется по формуле

$$\cos \varphi_{шлейф} = (h_{шлейф} - \Delta y) / 0,9 \cdot h_{шлейф} \quad (13)$$

где $h_{шлейф}$ - наименьшее нормативное изоляционное расстояние по воздуху от токоведущих до заземленных частей ВЛ (таблица 5.4);

Δy - стрела провеса провода пролета ВЛ в точке крепления шлейфа к проводу пролета (таблица Б.4)

5.1.10. При расчете углов отклонения проводов и шлейфов в режиме грозовых и внутренних перенапряжений, величину расчетной ветровой нагрузки, R_w , определяемой по формуле (8), следует принимать с коэффициентом 0,25 [6].

5.1.11. Величина расчетных углов отклонения проводов и тросов ветром в режиме рабочего напряжения и при грозовых и внутренних перенапряжениях должна обеспечивать соблюдение минимальных воздушных промежутков, $h_{мин}$, приведенных в таблице 5.4 [1].

Таблица 5.4 - Наименьшее допустимое изоляционное расстояние по воздуху от токоведущих до заземленных частей ВЛ

Расчетное условие	Наименьшее изоляционное расстояние, $h_{мин}$, см.					
	до 10	35	110	220	330	500
По грозовым перенапряжениям для: штыревых изоляторов, подвесных изоляторов	15	35	40	100	180	260
По внутренним перенапряжениям	10	30	80	160	215	300
По рабочему напряжению	-	10	25	55	80	115
По условию обеспечения безопасного подъема на опору	-	150	150	250	350	450

Примечание. При расположении ВЛ на высоте более 1000 м н.у.м. наименьшее изоляционное расстояние, $h_{мин}$, для рабочего напряжения, грозовых и внутренних перенапряжений увеличиваются на 1% на каждые 100 метров выше отметки 1000 м [1].

5.1.12. Если величины расчетных отклонений шлейфов нарушают условия таблицы 5.4, то для уменьшения углов отклонения следует применять подвеску дополнительных поддерживающих или оттяжных гирлянд, либо утяжеление шлейфа с помощью специальных грузов.

5.1.13. Дополнительные гирлянды должны подвешиваться в наиболее сложных и ответственных ситуациях, в том числе:

- на анкерно-угловых опорах ВЛ напряжением 500 кВ и выше состоящих из трех стоек;
- при нормативном скоростном напоре ветра соответствующем четвертому и выше ветровым районам;

Продолжение Приложения А

Отклонение ветром шлейфов анкерно-угловых опор

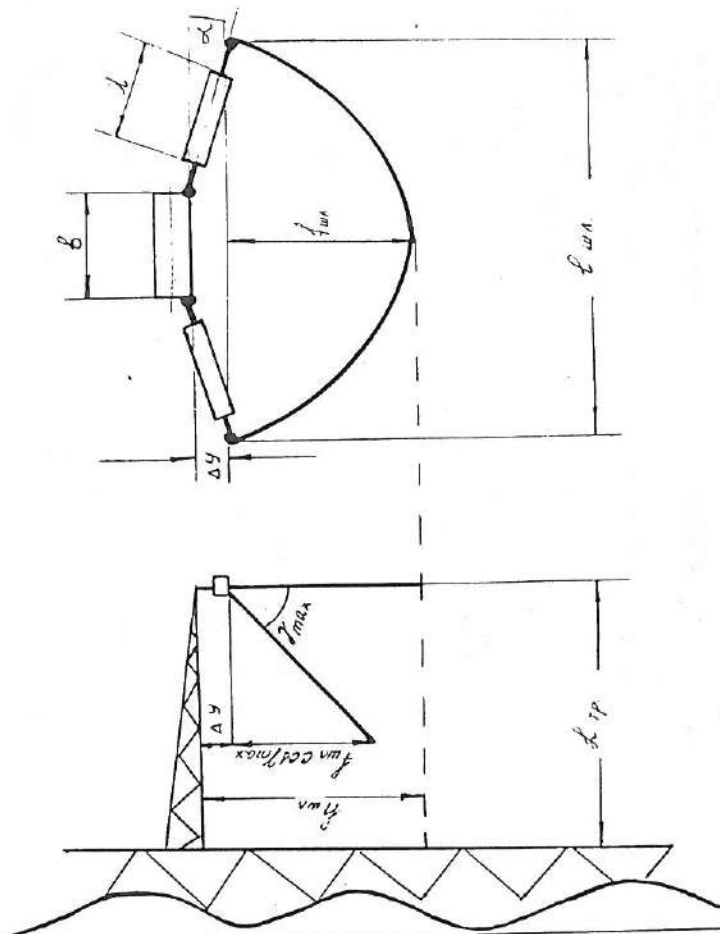


Рис. 1

- К *первому* ветровому району относятся:
- орографически защищенные участки подгорных равнин и днщ котловин, внешних и внутренних горных районов (на рис. А.1 не отражены),
 - орографически защищенные участки склонов хребтов независимо от их высоты внутренних и внешних горных районов (на рис. А.1 не отражены).
- Ко *второму* ветровому району относятся:
- орографически защищенные участки подгорных равнин и днщ котловин внешних и внутренних горных районов до подножий склонов (за исключением зон с орографическим усилением ветра, перечисленных в нижеследующих пунктах),
 - орографически защищенные участки днщ сыртовых долин внутренних горных областей до высот 4 км.
- К *третьему* ветровому району относятся:
- орографически защищенные участки склонов внутренних горных областей до абсолютных высот 2,5 км,
 - орографически защищенные участки склонов внешних горных областей от подножья до высот 1,5 км, а также адры левобережья Таласской и Ферганской долин до высот 1,5 км,
 - зона орографического усиления ветра в восточной части Чуйской долины (от пос. Быстровка до устья Боомского ущелья),
 - зоны орографического усиления ветра в районе выхода р.Нарын в Ферганскую котловину (район г. Уч-Курган в радиусе до 10 км), крайняя восточная оконечность Иссык-Кульской котловины (сан-ташские ветры) и днще Кочкорской долины до подножий склонов.
- К *четвертому* ветровому району относятся:
- орографически защищенные участки склонов внутренних горных областей в диапазоне высот 2,5-3,5 км западнее меридиана оз. Сон-Куль и в диапазоне высот 3,5-4 км восточнее меридиана оз. Сон-Куль,
 - орографически защищенные участки склонов внешних горных областей в диапазоне не высот от 1,5 до 1,85 км (см. табл. А.1),
 - зона орографического усиления ветра на выходе из Таласской долины (горный проход между отрогами Киргизского Ала-Тоо и хребтом Каратау).
- К *пятому* ветровому району относятся:
- зона орографического усиления ветра в западной части Иссык-Кульской котловины (ветер – улан) от входа в Боомское ущелье на западе до пос. Чырпыкты на востоке,
 - орографически защищенные участки склонов внешних горных районов в диапазоне не высот 1,85-2,75 км (см. табл. А.1),
 - орографически защищенные участки склонов горбневых зон внутренних горных районов в диапазоне высот 2,5-3,5 км западнее меридиана оз. Сон-Куль и в диапазоне высот 2,5-4 км восточнее меридиана оз. Сон-Куль.
- К *шестому-седьмому* ветровым районам относятся орографически защищенные участки верхних горбневых зон хребтов внутренних горных областей выше отметок 4,7 км западнее меридиана оз. Сон-Куль и выше отметок 5,2 км восточнее меридиана оз. Сон-Куль, а также орографически защищенные участки верхних горбневых зон хребтов внешних горных областей выше 2,75 км. Высотные границы V-VII нормативных ветровых районов приведены в табл. А.1.

Схематическая карта ветровых районов Кыргызстана



Условные обозначения

обозначения	ветровые районы	обозначения	ветровые районы
	первый		второй
	третий		четвертый
			пятый и шестой и выше

Рис. А.1

Гололедные районы	Нормативная толщина стенки гололедных отложений с плотностью 0,25 г/см ³ , b _н с повторяемостью один раз в				Средняя толщина стенки гололедных отложений с плотностью 0,9 г/см ³ , b _{ср} с повторяемостью один раз в			
	5 лет	10 лет	15 лет	25 лет	5 лет	10 лет	15 лет	25 лет
I	14	16	18	22	6	7	8	10
II	18	22	26	32	8	10	12	15
III	23	30	35	42	11	14	16	20
IV	30	38	44	51	14	18	21	25
V	35	44	51	61	17	21	25	30
VI	40	51	59	75	19	25	29	35
VII	45	57	71	85	22	28	33	40
особый	>45	>57	>71	>85	>22	>28	>33	>40

Таблица 5.5. Усредненные толщины стенок гололеда при плотностях 0,25 и 0,9 г/см³ на проводе 10 мм и высоте 10 м.

d - диаметр провода, мм;
γ_н - плотность гололедных отложений, г/см³ (γ_н = 0,25 г/см³)

K_d - коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда в зависимости от диаметра провода, принимается по таблице 5.7.

K_{н.го} - коэффициент надежности по назначению линии для гололедной нагрузки, принимается для одноцепных ВЛ напряжением до 330 кВ равным 1, для особо ответственных ВЛ до 330 кВ и всех ВЛ выше 330 кВ - 1,2, для двухцепных ВЛ всех напряжений - 1,2;

g - ускорение свободного падения, м/с²;
b_н - нормативная толщина стенки гололеда, мм, на проводе диаметром 10 мм, на высоте 10 м над поверхностью земли, принимается в соответствии с табл. 5.5;

K_{н.вл} - коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте, принимается по таблице 5.6;

R_{гол} = g d b_н K_{н.го} K_{н.вл} (d + b_н K_{н.вл} K_{н.го}) γ_н 10⁻³ (15)

5.2.1. Расчетное значение линейной гололедной нагрузки на провода и тросы воздушных линий, Н/м определяется по формуле

5.2. Гололедные нагрузки

Требования к устройству и размещению дополнительных грузов рекомендуется принимать в соответствии с Руководящими указаниями Кыргызэнерго по расчету ветровых нагрузок и углов отклонения проводов проектируемых ВЛ и по повышению их эксплуатационной надежности при ветре [6].

5.1.14 Общий вес дополнительных грузов, G_{доп}, необходимый для снижения угла отклонения шлейфа до допустимых пределов может определяться по формуле:

$$G_{доп} = G_{шл} (tg \varphi_{шл} / tg \varphi_{доп} max - 1) \quad (14)$$

- на участках трассы в перевальных и гребневых зонах, на открытых склонах, против выходов из горных долин и на отдельных возвышенностях, если скоростью напор с учетом уточнений на локальные особенности трассы превышает 700 Па.

Таблица 5.6. - Значения коэффициента $K_{\text{г.пол}}$ при высотах более 10 м над землей

Тип местности	Значение $K_{\text{г.пол}}$	Высота над поверхностью земли, м								
		10	15	20	30	40	50	60	70	80
1. Орографически открытые, выпуклые участки горного рельефа (ребра хребтов, перевалы и прилегающие склоны протяженностью до 100 м, боковые водоразделы, отдельные вершины и внутреннее плато).	для веса	1,0	1,1	1,20	1,20	1,20	1,25	1,30		
	для стенок	1,0	1,05	1,07	1,10	1,10	1,15	1,20		
2. Предгорная равнина, широкие долины, котловины и склоны (ниже гребня на 100 м и более)	для веса	1,0	1,30	1,45	1,75	1,90	2,0	2,1		
	для стенок	1,0	1,15	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60		

Таблица 5.7. - Поправочные коэффициенты K_d , учитывающие влияние диаметра провода на толщину стенок и вес гололедных отложений

Диаметр провода, мм	Толщина реальной стенки, b_r , мм					Вес отложений, Н/м				
	20	30	40	45	и более	6	11	17	20	и более
10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	0,9	0,93	0,95	1,0	1,15	1,10	1,05	1,0	1,0	1,0
20	0,8	0,85	0,9	1,0	1,25	1,20	1,10	1,0	1,0	1,0
30	0,7	0,75	0,8	1,0	1,42	1,35	1,2	1,0	1,0	1,0
40	0,6	0,65	0,75	1,0	1,55	1,50	1,30	1,0	1,0	1,0
50	0,5	0,55	0,7	1,0	1,65	1,60	1,40	1,0	1,0	1,0

5.2.2. Высоту над поверхностью земли допускается принимать по высоте расположения центра тяжести всех проводов.

5.2.3. Для возможности сопоставления нормативных стенок отложений при плотности $0,25 \text{ б}_n$ с толшинами стенок b_n при других плотностях γ_n , служит формула

$$b_n = 0,5 \sqrt{\frac{b_n^2 + b_n d}{\gamma_n} + d^2} - 0,5d \quad (16)$$

где d — диаметр провода в см.

Конкретные значения толщин стенок для чистого гололеда с плотностью отложений $0,9 \text{ г/см}^3$ приведены в таблице 5.5.

5.3. Ветровые нагрузки на провода и тросы покрытые гололедом

5.3.1. Нормативные значения скоростного напора ветра, $q_{\text{ном}}$, определяются в соответствии с условиями § 4.1.

5.3.2. Расчетная ветровая нагрузка возможна при максимальных гололедных отложениях, $R_{\text{в.гол}}$, Н/м, должна определяться по формуле

$$R_{\text{в.гол}} = K_{\text{в}} K_{\text{г.пол}} (C_{\text{ветр}} q_{\text{ном}} (d + 2 b_n K_{\text{ветр}} K_d K_{\text{н.гол}})) 10^{-3} \quad (17)$$

где $K_{\text{в}}$, $K_{\text{г.пол}}$, d — принимаются в соответствии с п. 5.1.3;

ПРИЛОЖЕНИЕ А (Обязательное)

КАРТЫ НОРМАТИВНЫХ ВЕТРОВЫХ И ГОЛОЛЕДНЫХ РАЙОНОВ КЫРГЫЗСТАНА С ОПИСАНИЕМ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА

Исходные региональные карты нормативных ветровых и гололедных районов были разработаны КНПЦ «Энергия» согласно инструктивным указаниям [7, 8] в М 1:500000 и в установленном порядке утверждены в качестве *региональных*, т.е. как обязательные дополнения к ПУЭ по региону. В настоящем приложении А приведены уменьшенные схемы этих карт (рис. А.1 и А.2), снабженные необходимым описанием по их использованию в условиях сложного горного рельефа Кыргызстана. Приводимые схематические карты совместно с описаниями позволяют получить при их практическом применении разрешающую способность по определению нормативных ветровых и гололедных районов, аналогичную региональным картам М 1:500000. При использовании схематических карт необходимо учитывать критерии и терминологию Определений Приложения В, в частности п.п. 10, 17, 18 и др.

А.1. Карта нормативных ветровых районов

А.1.1. Схематическая карта нормативных ветровых районов Кыргызстана показана на рис. А.1. Различным ветровым районам соответствуют градации максимальных скоростей ветра и скоростных напоров, вероятных 1 раз в 5, 10, 15 и 25 лет, которые приведены в табл. 4.2.1.

А.1.2. На схематической карте рис. А.1 выделены только достаточно обширные равнинные участки подгорных равнин и горных котловин (Чуйская, Таласская, Алайская и др.) с однородными ветровыми условиями. Территория горных склонов, где ветровые районы могут изменяться от 1 до особого, как правило, показана двумя условными штриховками:

1. Во внешних горных областях — крестообразной штриховкой, что соответствует 1-особому ветровым районам;

2. Во внутренних горных областях — вертикальной штриховкой (до абсолютных высот сот 3,5 км), что соответствует 1-4 ветровым районам и крестообразной штриховкой (выше 3,5 км), что соответствует 1-особому ветровым районам.

А.1.3. К внешним горным областям относятся области, лежащие севернее гребневой линии хребтов Кунгей-Ала-Тоо, Киргизский Ала-Тоо, Таласский Ала-Тоо, западные гребневые линии хребтов Ферганского хребта и севернее гребневой линии Ферганского хребта и южнее гребневых линий хребтов Кунгей-Ала-Тоо, Киргизский Ала-Тоо и Таласский Ала-Тоо (до стыка с Ферганским) — относятся к внутренним горным областям.

А.1.4. Во внутренних горных областях гребневая зона хребтов закономерно повышается при продвижении к востоку от Ферганского хребта и к югу от хребтов Кунгей и Киргизский Ала-Тоо. Поэтому до меридиана оз. Сон-Куль участки гребневых зон внутренних хребтов с высоты более 3 км начинают превышать средний высотный уровень территории и оказываются в ветровых условиях, характерных для внешних горных районов. Восточнее меридиана оз. Сон-Куль такое превышение начинается примерно с высоты 3,5 км, выше которой гребневая зона хребтов внутренних районов попадает в условия внешних горных районов. Соответственно этим правилам на карте рис. А.1 приведено выделение областей с различными ветровыми районами для склонов хребтов, согласно п. А.1.2 и А.1.3.

А.1.5. В соответствии со схематической картой рис. А.1, данными табл. А.1, определенными ветровыми районами для склонов хребтов, в Положениях В и приложениях п. А.1.2-А.1.4, распределение нормативных ветровых районов по территории Кыргызстана характеризуется следующим образом.

Усредненные значения δ можно принимать по таблице 6.1.

- l - высота опоры или ее части,
 $q_{\text{вет.норм.}}$ - нормативный скоростной напор ветра возможный при максимальных гололедных отложениях на опорах
 X - доля максимального скоростного напора, q_m , определяемая в соответствии с п.4.4.1.

6.2.3. При определении аэродинамического коэффициента C_x в соответствии с приложением 4 СНиП 2.01.07-85, величина коэффициента заполнения граней опоры, с учетом гололедных отложений на ее элементах, φ_r , принимается по таблице 6.2. в зависимости от конструктивного коэффициента заполнения без гололедных отложений, φ .

Таблица 6.1. - Усредненное увеличение ширины наружного контура опоры, δ м при гололедных отложениях

Расчетные значения линейной гололедной нагрузки, Н/м	80	100	200	300	400	500
Увеличение ширины контура проекции опоры на наветренную плоскость при направлении ветра к оси ВЛ 0° и 90°	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
То же при направлении ветра к оси ВЛ 45°	0,30	0,35	0,50	0,65	0,75	0,85

Таблица 6.2. - Коэффициент заполнения граней решетчатых опор с учетом гололедных отложений, $\varphi_{\text{пол}}$ в зависимости от конструктивного коэффициента заполнения без гололедных отложений, φ

Конструктивный коэффициент заполнения без гололедных отложений, φ	Среднее значение коэффициента заполнения граней решетчатых опор, $\varphi_{\text{пол}}$ при расчетном значении линейной гололедной нагрузки на проводах, Н/м:	80	100	200	300	400	500
0,10	0,17	0,20	0,35	0,40	0,45	0,50	0,50
0,15	0,27	0,30	0,45	0,55	0,60	0,70	0,70
0,20	0,35	0,45	0,57	0,70	0,75	0,85	0,85
0,25	0,50	0,55	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00
0,30	0,60	0,65	0,80	0,96	1,00	1,00	1,00
0,35	0,70	0,75	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00

$K_{\text{пол.к}}$, $K_{\text{пол.л}}$ - в соответствии с п. 5.2.1;

$C_{\text{вет.пол}}$ - коэффициент аэродинамического сопротивления проводов покрытых гололедом, зависит от произведения скорости ветра $V_{\text{пол}}$, м/с на диаметр гололедной муфты, D , м, и определяется по таблице 5.8.

$q_{\text{вет.норм.}}$ - скоростной напор ветра, Па, возможный при нормативных гололедных отложениях, принимается в соответствии с п.4.4.1

b_n - нормативная толщина стенки гололедных отложений, принимается для реальных стенок по табл.5.5. При использовании нормативных стенок к их табличным значениям допускается вводить коэффициент 0,85, учитывающий неравномерность гололедных отложений на проводах.

Таблица 5.8. - Значения коэффициента аэродинамического сопротивления проводов покрытых гололедом, $C_{\text{вет.пол}}$ в зависимости от произведения скорости ветра, $V_{\text{пол}}$, м/с на диаметр гололедной муфты на проводе, D , м.

$V_{\text{пол}} D$, м ² /с	До 0,2	0,35	0,7	1,8	3,5	7,0	14
$C_{\text{вет.пол}}$	1,2	1,1	0,65	0,75	0,75	0,8	0,8

Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией между двумя ближайшими значениями по таблице 5.8.

5.3.3. Результирующая гололедно-ветровая нагрузка на провода и тросы при максимальных гололедных отложениях, $R_{\text{вет.пол}}$, Н/м, без учета собственного веса провода, должна определяться по формуле

$$R_{\text{вет.пол}} = \sqrt{P_{\text{вет.пол}}^2 + P_{\text{пол}}^2} \quad (18)$$

где $R_{\text{вет.пол}}$ - определяется в соответствии с п.5.3.2,

$P_{\text{пол}}$ - весовая составляющая этой результирующей нагрузки, Н/м, определяется в соответствии с п.5.2.1.

5.4. Расчетные сочетания ветровых, гололедных и температурных условий

5.4.1. Расчет ВЛ в нормальном режиме работы необходимо производить для следующих сочетаний нагрузок и условий [1,2].

- Среднегодовая температура, $t_{\text{ср}}$, ветер и гололед отсутствуют. Среднесуточное напряжение в проводе, расчет на усталость.

- Минимальная температура, $t_{\text{мин}}$, ветер и гололед отсутствуют. Расчет на прочность.

- Максимальная температура, $t_{\text{мах}}$, ветер отсутствует. Расчет максимальной стрелы провеса.

- Максимальные гололедные отложения, $P_{\text{пол}}$, температура при гололеде, $t_{\text{пол}}$, ветер отсутствует. Расчет максимальной стрелы провеса.

- Максимальные гололедные отложения, $P_{\text{пол}}$, ветровая нагрузка при максимальном гололеде, $P_{\text{в.гол.}}$, и температура воздуха при гололеде. Расчет на прочность и на приближенные токоведущих частей к элементам опор, сооружений и деревьев.

- Максимальная ветровая нагрузка, P_w гололеда нет, температура нет, температура при максимальных скоростях ветра, t_w (по п. 4.5.3.). Расчет на прочность и на приближение токоведущих частей к элементам опор, сооружений и деревьев.

5.4.2. Расчет ВЛ при грозových и внутренних перенапряжениях следует производить при ветровом давлении равном $0,25P_w$ (P_w по п.5.1.3.) и температуре воздуха плюс 15°C .

5.4.3. Проверка обеспечения безопасного подъема на опору при наличии напряжения на линии производится для температуры минус 15°C , ветер и гололед отсутствуют.

5.4.4. Расчет ВЛ в аварийном режиме работы следует производить для следующих климатических условий и сочетаний:

- Среднегодовая температура, $t_{ср.}$ (по п. 4.5.1.), ветер и гололед отсутствуют.

- Низшая температура, $t_{мин.}$ (по п.4.5.2.), ветер и гололед отсутствуют.

- Максимальные гололедные отложения, $P_{гол.}$ (по п.5.2.3.), температура при гололеде (по п. 4.5.4.), ветер отсутствует.

5.4.5. Проверку опор по условиям монтажа следует проводить для скоростного напора, q_0 , равного 60 Па и температуры минус 15°C , гололед отсутствует.

6. Требования к расчету ветровых и гололедных нагрузок на опоры воздушных линий

6.1. Ветровые и гололедные нагрузки на опоры

6.1.1. Направление ветра при расчете опор следует принимать под углом 0° - 45° и 90° к оси ВЛ. При этом для угловых опор за ось ВЛ следует принимать направление перпендикулярное оси траверс [2, 9].

6.1.2. Влияние высоты на величину скоростного напора ветра для отдельных зон опор определяется по высоте расположения средних точек этих зон, отсчитываемых от отметки поверхности земли в месте установки опоры. Длина каждой зоны должна быть не более 15 м [1].

6.1.3. Ветровая нагрузка на конструкцию опоры ВЛ, $P_{оп.вр.}$, определяется как сумма средней $P_{оп.вр.}$ и пульсационной, $P_{оп.п.}$, составляющих, [3, 9].

6.1.4. Расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки на опоры ВЛ, $P_{оп.ср.}$, определяется по формуле:

$$P_{оп.ср.} = 1,2 K_a K_b C_{ф, S} \quad (19)$$

где 1,2 - коэффициент учитывающий возможное отклонение статической составляющей от среднего уровня.

K_a и q_0 - должны приниматься в соответствии с п. 5.1.3.;

C - аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции; в соответствии с приложением 4 СНиП 2.01.07 - 85 [3];

S - площадь проекции конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость, перпендикулярную ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту, м^2 .

6.1.5. Для опор высотой до 50 м расчетное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки, $P_{оп.п.}$, допускается принимать [2, 9].

- для свободных одноэтажных стальных опор $P_{оп.п.} = 0,5 P_{оп.ср.}$;

- для свободных порталов стальных опор $P_{оп.п.} = 0,6 P_{оп.ср.}$;

- для свободных порталов железобетонных опор

$$P_{оп.п.} = 0,5 P_{оп.ср.}$$

для всех опор с оттяжками при их шарнирном креплении к фундаменту

$$P_{оп.п.} = 0,65 P_{оп.ср.}$$

Для опор высотой более 50 м и других типов опор независимо от высоты пульсационная составляющая должна определяться в соответствии со СНиП 2.01.07-85 [3].

При расчетах деревянных и свободных железобетонных опор пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

6.1.6. Гололедные отложения на уголковых конструкциях металлических опор оцениваются по нормативным величинам гололедных отложений, $P_{гол.}$ и b_n , для проводов ВЛ.

Гололедные отложения на деревянных и железобетонных опорах при расчете ветровых нагрузок допускается не учитывать.

Гололедные отложения на элементах металлических опор для первых семи гололедных районов учитываются при высоте опор более 50 м, а в особых районах по гололеду независимо от высоты опор [2].

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки на элементах металлических опор, $P_{гол.оп.}$, Па, для отложений на проводах ВЛ весом до 80 Н на метр провода допускается определять по формуле, [3]

$$P_{гол.оп.} = 0,6 g b_n K_{гол} K_{н.гол} \gamma_n \quad (20)$$

где b_n , $K_{гол}$, $K_{н.гол}$, γ_n - принимаются в соответствии с п.5.2.1.;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

0,6 - коэффициент учитывающий отношение площади поверхности элемента подверженной обледенению к полной площади поверхности элемента.

6.1.7. При весе гололедных отложений на проводах более 80 Н/м, величину гололедных отложений на элементах стальных опор, $P_{гол.оп.}$, следует принимать равной величине отложений на проводах, $P_{гол.}$, определяемой в соответствии с п.5.2.1.

Для этого случая форму гололедной муфты допускается принимать прямоугольной с соотношением сторон $a/c = 1,8$, где a - высота отложений с наветренной стороны, а c - их ширина.

6.2. Условия оценки ветровых нагрузок на опоры покрытые гололедом [5]

6.2.1. Учет гололедных отложений при расчете ветровых нагрузок на решетчатые стальные опоры должен производиться при величине линейной гололедной нагрузки на провода, $P_{гол}$, 80 и более Н/м при меньших отложениях расчет ведется без учета обледенения.

6.2.2. При определении расчетного значения средней составляющей ветровой нагрузки на опору с учетом ее обледенения, $P_{гол.оп.ср.}$, в формуле (19) пункта 6.1.4 настоящего раздела СНиП КР, значение S замещается на величину $S_{гол.оп.}$

$$S_{гол.оп.} = S + \delta l \quad (21)$$

а значение q_0 - на величину $q_{гол.оп.}$.

$$q_{гол.оп.} = x q_0 \quad (22)$$

где S и q_0 - по п. 6.1.4.

δ - увеличение ширины наружного контура наветренной проекции опоры на плоскость перпендикулярную ветровому потоку при гололедных отложениях.