

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»

СТО 56947007-  
29.240.058-2010

---

**Методические указания  
по составлению карт степеней загрязнения на  
территории расположения ВЛ и ОРУ ПС**

Стандарт организации

Дата введения: 10.09.2010

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 «НИИПТ»

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

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 10.09.2010 № 668

**ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

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

## Оглавление

Введение.....	4
Область применения .....	4
Термины и определения .....	4
Список принятых сокращений .....	5
1 Основные положения.....	5
2 Выделение районов с однородными потенциальными источниками загрязнения .....	8
3 Составление карт степеней загрязнения по данным опыта эксплуатации .	11
4 Составление карт степеней загрязнения по результатам исследований.....	21
5 Оформление карты степеней загрязнения и пояснительной записки (отчета) .....	29
Приложение А. Перечень сведений для анализа и обобщения опыта эксплуатации ВЛ 110 кВ и выше.....	31
Приложение Б. Перечень сведений для анализа и обобщения опыта эксплуатации ОРУ (линейных вводов ЗРУ) 35 кВ и выше .....	32
Приложение В. Перечень сведений об автоматических отключениях ВЛ.....	33
Приложение Г. Перечень сведений о перекрытиях изоляции в ОРУ или вводов ЗРУ .....	34
Приложение Д. Методика испытаний изоляторов с естественным загрязнением.....	35
Приложение Е. Методика определения характеристик загрязнений, выпадающих из атмосферы в промышленных районах .....	37
Приложение И. Оценка степени загрязнения в районах с засоленными водоемами .....	39
Приложение К (справочное). Ссылочные нормативно-технические документы .....	40

## Введение

Настоящий стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» (СТО) содержит основные положения по составлению карт степеней загрязнения (КСЗ) для выбора изоляции электроустановок переменного тока в районах с различными источниками промышленных и/или природных загрязнений в соответствии с главой 1.9 «Изоляция электроустановок» ПУЭ-7.

Требования настоящего СТО обязательны для применения проектными, эксплуатационными и научно-исследовательскими организациями при разработке КСЗ для конкретных районов и зон.

## Область применения

Настоящий стандарт организации (далее стандарт или СТО) содержит основные положения по составлению карт степеней загрязнения (КСЗ) для выбора изоляции электроустановок переменного тока в районах с промышленными и/или природными загрязнениями. В стандарте приведены методы составления и порядок введения КСЗ в действие.

В районах с природными загрязнениями, как правило, составляются региональные карты степеней загрязнения (РКСЗ), а в районах с промышленными загрязнениями локальные карты (ЛКСЗ).

## Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**-длина пути утечки изоляции, изолятора или составной изоляционной конструкции  $L$ :** Наименьшее расстояние по поверхности изоляционной детали между металлическими частями разного потенциала.

**-эффективная длина пути утечки:** Вся или часть длины пути утечки, определяющая электрическую прочность изолятора или изоляционной конструкции в условиях загрязнения и увлажнения.

**-удельная эффективная длина пути утечки  $\lambda_3$ :** Отношение эффективной длины пути утечки к наибольшему рабочему междуфазному напряжению сети, в которой работает электроустановка.

**-удельная разрядная эффективная длина пути утечки изолятора ( $\lambda_{\text{разр}}$ ):** Отношение эффективной длины пути утечки изолятора к его разрядному напряжению в загрязненном и увлажненном состоянии.

**-удельная расчетная эффективная длина пути утечки  $\lambda_p$ :** Расчетное значение удельной эффективной длины пути утечки, определенное на основе анализа опыта эксплуатации ВЛ и ОРУ в конкретном однородном районе.

**-коэффициент использования длины пути утечки  $k$ :** Поправочный коэффициент, учитывающий эффективность использования длины пути утечки изолятора или изоляционной конструкции.

**-степень загрязнения; СЗ:** Показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности изоляции

электроустановок.

**-карта степеней загрязнения;** КСЗ: Нормативный документ, районирующий территорию расположения ВЛ и ОРУ по степеням загрязнения (СЗ), регламентированным главой 1.9 «Изоляция электроустановок» ПУЭ седьмого издания (ПУЭ-7).

**-однородный район:** Район с однородными условиями работы изоляции, в пределах которого степень загрязнения одна и та же.

**-природные загрязнения:** Твердые или жидкие вещества (частицы), распространяемые под действием ветра с поверхности верхнего почвенного покрова суши и/или засоленного водоема (озеро, море, океан).

**-промышленные загрязнения:** Твердые или жидкие вещества (частицы), распространяемые под действием ветра от дымовых труб и других источников выбросов промышленных предприятий.

**-«птичьи» загрязнения:** Продукты жизнедеятельности (экскрименты), выделяемые птицами.

**-электроустановка:** Совокупность аппаратов, линий, вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии.

**-ответвление от ВЛ:** Участок линии, присоединенный к магистрали ВЛ, имеющий более двух пролетов.

**-открытое распределительное устройство; ОРУ:** Электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

**-карта-схема:** Картографическая основа с нанесенными на нее электроустановками и источниками промышленных и природных загрязнений.

**-гирлянда изоляторов:** Устройство, состоящее из нескольких подвесных изоляторов и линейной арматуры, подвижно соединенных между собой.

**-опорная изоляционная конструкция:** Устройство, состоящее из нескольких опорных изоляторов, жестко соединенных между собой.

**-характеристики загрязнения изоляции:** Разрядное (выдерживаемое) напряжение и удельная поверхностная проводимость загрязненных и увлажненных изоляторов.

### Список принятых сокращений

СТО - стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС»

СЗ - степень загрязнения

КСЗ - карта степеней загрязнения

ЛКСЗ - локальная карта степеней загрязнения

РКСЗ - региональная карта степеней загрязнения

### 1 Основные положения

Каждой СЗ, регламентированной на КСЗ, соответствует нормированное по ПУЭ-7 значение удельной эффективной длины пути утечки ( $\lambda_{\text{э}}$ ).

В объем работ по составлению КСЗ, как правило, включен выбор оптимального для данных условий загрязнения типа изолятора (по конфигурации и материалу изоляционной детали).

Составление КСЗ является обязательным в районах, в которых имеются или проектируются:

- отдельно расположенные крупные источники промышленных выбросов в атмосферу в зонах загрязнения с 3-й и более СЗ, предварительно определенных по ПУЭ-7;

- два и более промышленных источника выбросов в атмосферу в зонах загрязнения со 2-й и более СЗ, определенных по ПУЭ-7, которые накладываются друг на друга;

- более 4-х различных источников промышленных выбросов в атмосферу, оказывающих влияние на загрязненность атмосферы района в целом;

- засоленные и дефлирующие почвы (содержание солей в верхнем слое более 1,5 %) и/или засоленные водоемы (соленость воды более 20 г/л);

- неоднократные случаи перекрытий изоляции ВЛ и/или ОРУ, вызванных загрязнением изоляции, в том числе при неблагоприятных метеорологических ситуациях (температурная инверсия в промышленных районах, занос природной пыли неместного происхождения и др.);

- большая концентрация ВЛ и ПС различного (110 кВ и выше) класса напряжения;

- ВЛ переменного тока напряжением 1000 кВ и выше.

РКСЗ составляются для региона, охватывающего всю или значительную часть территории энергосистемы (энергообъединения).

ЛКСЗ составляются для отдельных зон (районов) с действующими и проектируемыми электроустановками напряжением 110 кВ и выше:

- в районах с засоленными почвами для полосы шириной 20 км вдоль трассы проектируемой ВЛ (по 10 км в каждую сторону от оси трассы) или зоны радиусом 10 км вокруг проектируемого ОРУ;

- в районах с засоленными водоемами для зоны шириной 10 км вдоль береговой линии водоема; при наличии в регионе ветров со скоростью более 30 м/с со стороны засоленного водоема ширина зоны должна быть увеличена до 30 км;

- в районах с промышленными загрязнениями для отдельно стоящих предприятий и комплексов близко расположенных предприятий; размеры территории, охватываемой ЛКСЗ в таких районах, должны определяться в процессе ее составления в каждом конкретном случае. При этом если зоны интенсивного загрязнения отдельных промышленных предприятий или групп предприятий не накладываются друг на друга, то ЛКСЗ должны составляться для каждого предприятия (группы предприятий) независимо друг от друга.

РКСЗ составляются в масштабе от 1 : 100 000 до 1 : 600 000, ЛКСЗ - в масштабе от 1 : 10000 до 1 : 100 000.

Составление КСЗ производится на основе данных опыта эксплуатации электроустановок, расположенных на изучаемой территории.

При необходимости (недостаточный объём опыта эксплуатации) составление КСЗ производится на основе совместного использования данных опыта эксплуатации и характеристик загрязнения изоляции. Характеристики загрязнения изоляции определяются при этом на основе исследования (измерений) на рассматриваемой территории.

В виде исключения допускается составление КСЗ на основе характеристик источников загрязнения в соответствии с главой 1.9 ПУЭ-7.

При составлении КСЗ устанавливаются следующие приоритеты:

- составление РКСЗ и, в основном ЛКСЗ, производится по данным опыта эксплуатации изоляции ВЛ 110 кВ и выше и ОРУ 35 кВ и выше;
- составление ЛКСЗ в районах с промышленными от трех и более различных источников загрязнениями и вблизи морей с соленостью более 20 г/л должно производиться по данным опыта эксплуатации и результатов исследований характеристик загрязнения изоляции.

Составление КСЗ с учетом результатов исследований должно производиться там, где:

- необходимо произвести выбор изоляции особо ответственных объектов (ультравысокого напряжения, с повышенной надежностью работы изоляции);
- отсутствует, недостаточен или недостоверен опыт эксплуатации ВЛ 110 кВ и выше и ОРУ 35 кВ и выше;
- имеется большое число перекрытий ВЛ 110 кВ и выше (более 3-х откл/100 км·год на район) и ОРУ 35 кВ и выше (более 3-х отключений на район в год) достоверно произошедших вследствие загрязнения изоляции;
- зафиксировано большое число «птичьих» перекрытий на ВЛ 110 кВ и выше (более 10-ти отключений на 100 км в год);
- где на ВЛ и ОРУ применяются профилактические предприятия (чистка, обмыв, гидрофобизация) более 3-х раз в год.

В целом РКСЗ и ЛКСЗ должны составляться в следующей последовательности:

- определение типа КСЗ (РКСЗ или ЛКСЗ);
- выбор источников информации и методов составления КСЗ;
- выделение однородных (по характеристикам источников загрязнения) районов;
- составление КСЗ по данным опыта эксплуатации;
- составление КСЗ по результатам исследований характеристик загрязнения изоляции электроустановок;
- составление окончательной КСЗ с учетом всех полученных данных;
- оформление КСЗ и пояснительной записки (отчета) к ней;
- согласование КСЗ с эксплуатирующей организацией и организацией, проектирующей ВЛ и ПС в данном районе.

- КСЗ должны утверждаться ОАО «ФСК ЕЭС».

## **2 Выделение районов с однородными потенциальными источниками загрязнения**

### **2.1 Общие положения**

2.1.1 Выделение однородных районов производится на основании характеристик потенциальных источников загрязнения (засоленные почвы и водоемы, объем и вид выпускаемых промышленными предприятиями продукции).

2.1.2 При выделении однородных районов должна быть подготовлена карта-схема изучаемого района в масштабе от 1 : 10 000 до 1 : 100 000, а при составлении РКСЗ - в масштабе от 1 : 100 000 до 1 : 600 000. На картах должны быть указаны:

- 1) трассы ВЛ 110 кВ и выше;
- 2) РУ 35 кВ и выше с их границами;
- 3) источники промышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- 4) береговая линия засоленных водоемов.

2.1.3 В районе с почвенными загрязнениями на карте-схеме должны быть выделены зоны:

- 1) с обрабатываемыми почвами;
- 2) с засоленными почвами;
- 3) примыкающие к засоленным водоемам;
- 4) с сухими и/или влажными пыльными бурями;
- 5) с выпадением природной пыли неместного происхождения;
- 6) обитания птиц, садящихся на траверсы опор ВЛ;
- 7) примыкающие в пределах 10-15 км к источникам промышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

2.2 Районы с почвенными загрязнениями и с загрязнениями от засоленных водоемов

2.2.1 Выделение однородных районов производится по климатическим, почвенным показателям и солености воды.

2.2.2 При выделении по климатическим показателям должны последовательно рассматриваться климатические области, ландшафтно-климатические районы и подрайоны.

Климатические подрайоны характеризуются разнообразностью внутрирайонного климата или местным климатом как комплексом микроклимата. Климат подрайона определяется элементами ландшафта (рельефом, растительностью).

Климатическими подрайонами могут быть водоразделы, долины, лощины, рощи, прибрежные зоны водоемов, культурные земли. Климатическими границами подрайонов могут служить естественные разделы между внутри ландшафтными единицами (склон, холм, берег, поле и т.п.).



При районировании территории на основе факторов, определяющих особенности климата и микроклимата, рекомендуется использовать справочные издания по климату России.

2.2.3 При выделении по почвенным показателям необходимы следующие исходные данные:

- карта засоленных почв;
- карта (или характеристика) эрозионной стойкости почв.

Информация по данному вопросу имеется в специализированных организациях и соответствующей литературе. При этом пятна незасоленных и слабозасоленных почв площадью до 1 км<sup>2</sup> учитываться не должны.

Выделение районов с однородными типами почв должно производиться на основе факторов, характеризующих различия в типе почв. При этом следует учитывать:

- типы почв по засоленности;
- подверженность почв ветровой эрозии.

2.2.4 По засоленности при составлении КСЗ все почвы подразделяются в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Типы почв по засоленности

Типы почв	Расчетное содержание водорастворимых солей в верхнем слое почвы (глубина 0-30 см), %
Незасоленные	менее 0,5
Слабозасоленные	более 0,5 до 1,5
Засоленные	более 1,5

2.2.5 По подверженности ветровой эрозии при составлении КСЗ все почвы подразделяются на дефлирующие и недефлирующие. К дефлирующим почвам относятся песчаные, супесчаные, легкосуглинистые почвы, соровые и пухлые солончаки, а также все виды почв на обрабатываемых под посевы землях. Все остальные виды почв относятся к недефлирующим.

2.2.6 Выделение на карте-схеме районов с однородными типами почв следует производить по таблице 2 последовательно от четвертого до первого номеров района.

2.2.7 В районах 1 и 2 необходимо учитывать в качестве однородных районов территории с применением химических удобрений при обработке почв.

2.2.8 Окончательное выделение районов с потенциально однородными природными условиями загрязнения должно производиться с учетом как климатического, так и почвенного районирования.

Таблица 2

## Определение районов с однородными типами почв

Номер района с однородным типом почв	1	2	3	4
Тип почв	Слабозасоленные недефлирующие массивы	Слабозасоленные дефлирующие массивы, а также территория на расстоянии 5 км от контуров массива	Засоленные недефлирующие массивы, а также территория на расстоянии 5 км от контуров массива	Засоленные дефлирующие массивы, а также территория на расстоянии 10 км от контуров массива

2.2.9 Для выделения однородных районов, примыкающих к засоленным водоемам, в качестве критерия должна использоваться соленость воды. Она должна определяться по справочной литературе, как максимальное значение солености поверхностного слоя в зоне до 1 км вглубь акватории.

2.2.10 Выделение на карте-схеме однородных районов следует производить по таблице 3 последовательно от 4-го до 1-го районов в зависимости от солености воды и расстояния  $S$  от водоемов.

2.2.11 Окончательное выделение однородных районов должно производиться как с учетом районирования по 2.2.10, так и с учетом климатического и ландшафтного районирования.

Таблица 3

## Определение однородных районов вблизи засоленных водоемов

Соленость воды, г/л	Номер районов			
	1	2	3	4
	$S$ , км	$S$ , км	$S$ , км	$S$ , км
менее 2	менее 0,1	–	–	–
2–10	0,1–1	менее 0,1	–	–
более 10–20	более 1 до 5	0,1–1	менее 0,1	–
более 20–40	более 5 до 10	более 1 до 5	0,1 до 1	менее 0,1

## 2.3 Районы с «птичьими» загрязнениями

2.3.1 Для выделения районов обитания опасных для работы изоляции птиц, сающихся на опоры ВЛ (порталы ОРУ), необходимо выделить ВЛ (участки ВЛ) и ОРУ:

- на которых периодически обнаруживаются птичьи гнезда;
- конструкции которых используются птицами для ночевки, в качестве присады для поиска корма и для отдыха в дневное время;
- конструкции которых загрязнены птичьим пометом.

Отдельно следует выделить ВЛ и ОРУ, на которых осуществлены мероприятия по защите электроустановок от птиц и защите птиц от поражения электрическим током.

2.3.2 На карте-схеме должны быть выделены районы согласно п. 2.3.1. При наличии у специалистов-орнитологов карт расселения в исследуемом регионе опасных для работы изоляции птиц, эти карты следует использовать для выделения районов обитания птиц.

2.4 Районы с промышленными загрязнениями

2.4.1 Выделение однородных районов при составлении КСЗ должно производиться с учетом выявления границ таких районов в различных направлениях от источника или группы источников выбросов.

2.4.2 При составлении ЛКСЗ должна быть подготовлена карта-схема изучаемого района, на которой должны быть указаны:

- трассы ВЛ 110 кВ и выше;
- РУ 35 кВ и выше с их границами;
- источники выбросов промышленных загрязнений в атмосферу;
- береговая линия засоленных водоемов;
- границы массивов засоленных почв.

2.4.3 При составлении РКСЗ и ЛКСЗ выделение однородных районов вблизи проектируемых и действующих промышленных предприятий производится по характеристикам источников загрязнения (объему и виду выпускаемой продукции) и корректируется по розе ветров в соответствии с главой 1.9 ПУЭ «Изоляция электроустановок».

### **3 Составление карт степеней загрязнения по данным опыта эксплуатации**

3.1 Общие положения

3.1.1 Для составления КСЗ должны быть подготовлены следующие данные по ВЛ 110 кВ и выше и РУ 35 кВ и выше:

- технические характеристики ВЛ и ОРУ, а также линейных вводов ЗРУ, в объеме, указанном в приложениях А и Б;
- сведения о профилактических эксплуатационных мероприятиях на изоляции ВЛ и ОРУ, а также на линейных вводах ЗРУ, в объеме, указанном в приложениях А и Б;
- сведения об автоматических отключениях ВЛ (в том числе в период массовых перекрытий изоляции), перекрытиях линейных вводов ЗРУ и перекрытиях изоляции ОРУ по форме, указанной в приложениях В и Г.

Расположение указанных ВЛ и РУ должно быть показано на карте-схеме района, для которого составляется КСЗ. Дополнительно рекомендуется привести электрическую схему энергосистемы или рассматриваемой ее части.

3.1.2 Сведения по автоматическим отключениям ВЛ и перекрытиям изоляции РУ должны подготавливаться по данным оперативных журналов диспетчерской службы, листов аварийных осмотров, актов расследования

аварийных отключений и других источников информации. Сведения должны быть собраны не менее чем за 5 лет, предшествующих году составления КСЗ.

Сведения по РУ должны включать в себя только достоверные случаи перекрытий или повреждения изоляции вследствие ее загрязнения.

3.1.3 Объем опыта эксплуатации ВЛ, расположенных в однородном районе, при составлении РКСЗ должен удовлетворять условию:

$$\sum_{i=1}^m l_i \cdot T_i > 300 \text{ км}\cdot\text{лет}, \quad (1)$$

где:

$l_i$  - длина  $i$ -й линии или ее участка, находящегося в рассматриваемом однородном районе;

$T_i$  - продолжительность эксплуатации  $i$ -й линии или ее участка, лет;

$m$  - число линий или их участков в указанном районе.

При этом более 50 км ВЛ напряжением 110 кВ и выше должны эксплуатироваться не менее трех лет. Если на ВЛ имели место неоднократные перекрытия изоляции, достоверно вызванные загрязнением, минимальная продолжительность эксплуатации не нормируется.

При разработке РКСЗ на основе опыта эксплуатации подстанций необходимо использовать данные по работе внешней изоляции электрооборудования не менее чем на пяти ОРУ напряжением 110 кВ и выше.

3.1.4 По характеристикам изоляции ВЛ и РУ должна быть рассчитана удельная эффективная длина пути утечки  $\lambda_3$  (см/кВ) гирлянд ВЛ, внешней изоляции электрооборудования ОРУ и линейных вводов ЗРУ:

$$\lambda_3 = \frac{L}{U \cdot k}, \quad (2)$$

где:

$L$  - длина пути утечки изоляторов и изоляционных конструкций из фарфора и стекла, см;

$U$  - наибольшее рабочее междуфазное напряжение, кВ;

$k$  - коэффициент использования длины пути утечки, значения которого приведены в главе 1.9 ПУЭ «Изоляция электроустановок».

3.1.5 Все автоматические отключения ВЛ должны быть разделены на две группы: достоверно вызванные перекрытиями загрязненной изоляции  $N_3$  и произошедшие по не установленной в процессе эксплуатации причине  $N_H$ . На ОРУ фиксируются аварийные отключения, достоверно вызванные перекрытиями загрязненной изоляции  $N_3$ .

3.1.6 Отключения  $N_3$ , а также сопутствующие отключениям  $N_H$  метеорологические условия должны регистрироваться в объеме, указанном в приложениях В и Г.

3.1.7 Из отключений  $N_H$  должны быть выделены отключения, совпавшие со следующими опасными для работы изоляции атмосферными явлениями:

- росой при повышении температуры воздуха, которое устанавливается по двум ближайшим срокам регистрации до момента отключения и одному ближайшему сроку после момента отключения;

- туманом, моросью;
- инеем или изморозью при температуре воздуха выше  $-5^{\circ}\text{C}$ ;
- мокрым снегом;
- морозящим или ливневым дождем.

3.1.8 Для анализа метеорологических условий, сопутствующих отключениям  $N_{\text{н}}$ , на карте-схеме должно быть обозначено местоположение метеостанций, указано название станции и ее высота над уровнем моря.

При анализе отключений  $N_{\text{н}}$  конкретной ВЛ по данным метеорологических справочных материалов должны быть выбраны те метеостанции, которые расположены на расстоянии, как правило, не более 50 км от трассы ВЛ. При этом необходимо, в первую очередь, использовать для анализа отключений метеостанции, расположенные в том же однородном районе, где находится изучаемая ВЛ. Метеостанции, расположенные в горах и вблизи моря, должны использоваться только при анализе отключений ВЛ, проходящих в данном конкретном месте.

Часть отключений  $N_{\text{н}}$  классифицируется, как вызванные предполагаемыми перекрытиями загрязненной изоляции  $N_{\text{зп}}$ , если хотя бы на одной из рассмотренных метеостанций в момент перекрытия зарегистрированы опасные для работы изоляции атмосферные явления, указанные в п. 3.1.7.

3.1.9 Отключения двухцепных ВЛ должны учитываться отдельно по каждой цепи. Повторные отключения ВЛ, произошедшие с интервалом времени более 5 мин, должны учитываться как отдельные отключения, а с меньшим интервалом времени - как одно отключение. Одновременные (в течение 1 мин) отключения нескольких ВЛ, примыкающих к одной ПС, должны учитываться как одно отключение, отнесенное к ВЛ с наибольшим числом отключений.

3.1.10 Число перекрытий  $N_{\text{зп}}$  должно определяться с учетом коэффициента опасности атмосферных явлений  $k_{\text{о}}$  и коэффициента  $k_{\text{отв}}$ , учитывающего влияние ответвлений (таблицы 4 и 5).

Таблица 4

Значения коэффициентов опасности атмосферных явлений

Вид атмосферного увлажнения	Коэффициент опасности $k_o$
1. Роса при повышении температуры воздуха	1,0
2. Туман	1,0
3. Слабый туман	0,5
4. Морось	0,8
5. Иней при температуре выше - 5°C	0,8
6. Изморозь при температуре выше - 5°C	0,5
7. Мокрый снег	0,8
8. Дождь	0,7
9. Дождь с удельной объемной проводимостью более 1000 мкСм/см	1,0

Таблица 5

Значения коэффициента  $k_{отв}$

Число ответвлений	0	1	2	3–5
$k_{отв}$	1,0	0,95	0,9	0,8
<u>Примечание.</u> При числе ответвлений более 5 опыт эксплуатации ВЛ при составлении КСЗ не должен учитываться.				

В случае если ВЛ оборудована приборами, позволяющими определить ответвление, на котором произошло перекрытие, значение коэффициента  $k_{отв}$  должно приниматься равным 1,0.

3.1.11 Расчетное число отключений каждой конкретной ВЛ (достоверных и предполагаемых перекрытий загрязненной изоляции) должно определяться по формуле:

$$N = N_з + f \cdot N_{зп}, \quad (3)$$

где:

$N_з$  - число отключений, достоверно вызванных перекрытиями загрязненной изоляции;

$N_{зп}$  - расчетное число отключений по неизвестной причине, совпавших с опасными атмосферными явлениями;

$f$  - коэффициент, принимаемый равным 1,0 для ВЛ 330-750 кВ и 0,5 для ВЛ 110-220 кВ.

При этом расчет  $N_{зп}$  для каждой конкретной ВЛ должен производиться по формуле:

$$N_{зп} = k_{отв} \sum_{j=1}^n N_{зпj} \cdot k_{oj}, \quad (4)$$

где:

$N_{зпj}$  - число отключений ВЛ при  $j$ -ом виде атмосферного явления;

$k_{oj}$  - коэффициент опасности  $j$ -го вида атмосферного явления;

$n$  - число видов учитываемых атмосферных явлений.

3.1.12 Если в процессе эксплуатации изменялись номинальное напряжение ВЛ, число и тип изоляторов в гирлянде, следует использовать расчетное число отключений, равное сумме чисел отключений в те периоды эксплуатации, когда параметры не изменялись.

3.1.13 При наличии достоверно установленных перекрытий внешней изоляции электрооборудования или изоляторов РУ вследствие загрязнения определяют  $N_3$  для каждого ОРУ, расположенного в рассматриваемом однородном районе. В этом случае  $N=N_3$ .

3.2 Составление КСЗ в районах с почвенными загрязнениями и загрязнениями от засоленных водоемов.

3.2.1 При составлении КСЗ по данным опыта эксплуатации, как правило, достаточен опыт эксплуатации ВЛ. Дополнительно можно рассмотреть опыт эксплуатации ОРУ в соответствии с подходом, изложенным в разделе 3.4.

3.2.2 При составлении и РКСЗ, и ЛКСЗ рассматривается опыт эксплуатации последовательно для каждого однородного района, выделенного на карте-схеме в соответствии с разделом 2.

3.2.3 На карте-схеме достоверно установленные места перекрытий вследствие загрязнения изоляции ВЛ 110 кВ и выше и РУ 35 кВ и выше должны быть отмечены стрелкой.

3.2.4 Расчетное число отключений  $N$  для каждой ВЛ, имеющей одинаковый уровень изоляции по всей длине и располагающейся в разных однородных районах, указанных на карте-схеме, должно распределяться по этим районам в следующей последовательности:

- число отключений, достоверно вызванных перекрытиями загрязненной изоляции ( $N_3$ ), распределяется по районам в соответствии с установленными местами перекрытия;

- число отключений, отнесенных к отключениям вследствие перекрытия загрязненной изоляции ( $N_{3п}$ ), распределяется по однородным районам следующим образом:

- а) пропорционально длинам участков, попадающим в однородный район, если трасса ВЛ проходит по зонам с малоотличающимися условиями работы изоляции (с типами почв по засоленности и дефляции 1 и 2 или 2 и 3, а также в районах 1 и 2 с соленостью воды не менее 2 и 2-10 г/л, или в районах 1 и 2 или 3 и 4 с соленостью 10-40 г/л) или различающимися по климатическим показателям;

- б) относится к участку ВЛ с наиболее тяжелыми условиями работы изоляции, если трасса ВЛ проходит по зонам с сильноотличающимися условиями (с типами почв по засоленности 1 и 3, 1 и 4, 2 и 4, с типами почв по дефляции 3 и 4, а также в районах с засоленными водоемами при расстоянии от водоема 0,1-1 км). В этом случае в расчете учитывается не вся длина ВЛ, а только участок с более сильным засолением и дефляцией почв.

Если ВЛ выполнена с разными уровнями изоляции вдоль трассы и расположена в зонах с различными типами почв по засоленности и дефляции,

то она из анализа опыта эксплуатации исключается, кроме случаев, когда имеются достоверно установленные отключения вследствие перекрытия загрязненной изоляции.

3.2.5 Для каждого однородного района должно быть определено среднее удельное число отключений ВЛ 110 кВ и выше, вызванных перекрытиями загрязненной изоляции (достоверными и/или предполагаемыми):

$$n_p = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{\sum_{i=1}^m l_i \cdot T_i}, \quad (5)$$

где:

$N_i$  - расчетное число отключений  $i$ -й линии или участка этой линии, находящегося в рассматриваемом районе,

$m$  - число линий (участков).

Величина  $N_i$  определяется в соответствии с п. 3.1.11.

3.2.6 Для каждого однородного района должна определяться средняя удельная длина пути утечки  $\bar{\lambda}_{ВЛ}$ :

$$\bar{\lambda}_{ВЛ} = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_{i ВЛ} \cdot l_i}{\sum_{i=1}^m l_i}, \quad (6)$$

где:

$\lambda_{i ВЛ}$  - удельная эффективная длина пути утечки  $i$ -й ВЛ или ее участка, расположенного в этом районе, определяемая по формуле (1), см/кВ;

$l_i$  - длина ВЛ или ее участка, км;

$m$  - число ВЛ и их участков.

При расчете  $\bar{\lambda}_{ВЛ}$  и  $n_p$  не должны использоваться ВЛ или их участки, на которых проводятся профилактические мероприятия более 1 раза в год (чистка и обмыв изоляторов, нанесение на изоляторы гидрофобных покрытий).

Если ВЛ выполнена с разными уровнями изоляции и расположена в однородном районе, то при расчете  $n_p$  и  $\bar{\lambda}_{ВЛ}$  (по формулам 5 и 6) учитываются только участки ВЛ, на которых  $\lambda_{ВЛ}$  отличается от минимального значения не более чем на 30%.

3.2.7 Расчетная СЗ, принимаемая для однородного района, должна определяться по таблице 6, для чего должно использоваться расчетное значение удельной эффективной длины пути утечки, определяемое по формуле:

$$\lambda_p = \frac{\bar{\lambda}_{ВЛ}}{\alpha}, \quad (7)$$

где:

$\bar{\lambda}_{ВЛ}$  - средняя для района удельная эффективная длина пути утечки, рассчитанная по формуле (6);



$\alpha$  - коэффициент, определяемый по таблице 8 в зависимости от значения  $n_p$ , полученного по формуле (5).

При  $n_p > 10$  СЗ в рассматриваемом районе должна быть увеличена на одну степень по отношению к расчетной СЗ, определенной при  $5 < n_p < 10$ .

Таблица 6

Определение СЗ по данным опыта эксплуатации

$\lambda_p$ , см/кВ	СЗ
до 1,6	1
более 1,6 до 2,0 вкл.	2
более 2,0 до 2,5 вкл.	3
более 2,5 до 3,1 вкл.	4
более 3,1	> 4

Таблица 7

Определение коэффициента  $\alpha$

$n_p \left( \frac{1}{100 \text{ км} \cdot \text{год}} \right)$	$\alpha$
до 0,5 вкл.	1,0
более 0,5 до 5 вкл.	0,85
более 5 до 10 вкл.	0,80

3.2.8 В однородных районах, расположенных вблизи засоленных водоемов, предварительную оценку СЗ можно определить по таблице 8, а также по приложению Е.

Таблица 8

СЗ в прибрежной зоне морей и озер площадью более  
10000 м<sup>2</sup>

Тип водоема	Расчетная соленость воды, г/л	Расстояние от береговой линии, км	СЗ
Незасоленный	до 2	до 0,1	1
Слабозасоленный	более 2 до 10	до 0,1	2
		более 0,1 до 1,0	1
Среднезасоленный	более 10 до 20	до 0,1	3
		более 0,1 до 1,0	2
		более 1,0 до 5,0	1
Сильнозасоленный	более 20 до 40	до 1,0	3
		более 1,0 до 5,0	2
		более 5,0 до 10,0	1

3.2.9 В однородных по почвенно-климатическим условиям или вблизи засоленных водоемов районах, в которых за время одной неблагоприятной метеорологической ситуации происходили неоднократные перекрытия изоляции нескольких ВЛ, вызванные загрязнением (массовые отключения), причем такие ситуации возникали не реже одного раза в 10 лет, определение СЗ должно производиться не только по удельному числу отключений  $n_p$ , но и с учетом массовых перекрытий. Для этого должна быть определена наименьшая удельная эффективная длина пути утечки гирлянд ВЛ  $\lambda_э$ , для которой при массовых отключениях ВЛ в однородном районе не зафиксировано ни одного отключения. Для полученного значения  $\lambda_э = \lambda_p$  по таблице 6 должна определяться соответствующая СЗ. Ранее определенный как «однородный» район, в котором происходили массовые отключения ВЛ, может быть разбит на зоны с разной СЗ, если объем имеющихся данных позволяет установить различия в условиях работы изоляции в пределах района во время массовых отключений.

Окончательно для данного однородного района при составлении КСЗ должно приниматься большее значение СЗ из определенных по  $n_p$  и по массовым отключениям. В рассматриваемом случае проведение исследований для составления КСЗ, как правило, не требуется.

### 3.3 Составление КСЗ в районах с «птичьими» загрязнениями.

3.3.1 В районах обитания опасных для работы изоляции птиц первоначально должно производиться определение СЗ в соответствии с п. 3.2. Границы зон с соответствующими СЗ должны быть нанесены на карту-схему.

3.3.2 На втором этапе должны выделяться отключения, связанные с птицами явными или косвенными признаками.

К явным признакам относятся: набросы веток или проволоки на провода, междуфазовые замыкания телом птицы, перекрытия преимущественно верхних фаз ВЛ, наличие заметных поверхностных оплавлений только на верхнем изоляторе гирлянды и ожогов провода на расстоянии до 0,5 м от узла крепления.

Отключения, которые следует отнести к «птичьим» по косвенным признакам, характеризуются:

- резко неравномерным распределением в течение года (пик в течение 1-2 месяцев), связанным по данным орнитологов с очень сильным увеличением численности птиц в этот период из-за вылета птенцов из гнезд, началом самостоятельных кочевок птенцов, массовым прилетом или перелетом;

- резко неравномерным распределением в течение суток с преобладанием отключений в ночное время и пиком отключений на восходе солнца.

3.3.3 Районы, в которых среднее удельное число отключений ВЛ, как по явным, так и по косвенным признакам вызванных птицами, превосходит 1 откл/(100 км·год), должны выделяться на общей карте-схеме. В этих районах

следует предусматривать специальные мероприятия по защите ВЛ и ОРУ от птиц.

3.4 Составление КСЗ в районах с промышленными загрязнениями.

3.4.1 При составлении КСЗ по данным опыта эксплуатации рассматривается опыт эксплуатации ВЛ и опыт эксплуатации ОРУ.

3.4.2 Определение уровней изоляции должно производиться последовательно для каждого однородного района, выделенного на карте-схеме в соответствии с разделом 2.

3.4.3 На карте-схеме достоверно установленные места перекрытий вследствие загрязнения изоляции ВЛ 110 кВ и выше и РУ 35 кВ и выше должны быть отмечены стрелкой.

3.4.4 Для каждого однородного района определение СЗ должно производиться в следующей последовательности:

1) должна быть определена средняя удельная длина пути утечки  $\bar{\lambda}_{ВЛ}$  по формуле (6) и  $\bar{\lambda}_{ОРУ}$  по формуле (8):

$$\bar{\lambda}_{ОРУ} = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_{iОРУ}}{m}, \quad (8),$$

где  $\lambda_{iОРУ} = \frac{\sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot a_i}{\sum_{i=1}^p a_i}$ ,  $m$  - число ОРУ в однородном районе;

$\lambda_i$  - удельная длина пути утечки  $i$ -той одностипной изоляционной конструкции, см/кВ;

$a_i$  - число изоляционных конструкций электрооборудования одного вида;

$p$  - количество разного вида электрооборудования на ОРУ.

2) должны быть определены достоверно установленные перекрытия  $N_3$  гирлянд ВЛ 110 кВ и выше и внешней изоляции ОРУ 35 кВ и выше;

3) должны быть определены (установлены)  $\lambda_3$  достоверно вызванных перекрытиями загрязненной изоляции гирлянд ВЛ 110 кВ и выше и каждого типа оборудования каждого РУ 35 кВ и выше;

4) должна быть определена  $\lambda_p$  и соответствующая СЗ по таблице 6.

3.4.5 Если на ОРУ зафиксировано точно установленное перекрытие конструкции с  $\lambda_i$  меньше чем  $\bar{\lambda}_{ОРУ}$  на 20%, то это перекрытие не учитывается при определении требуемого значения  $\bar{\lambda}_{ОРУ}$ .

3.4.6 При отсутствии перекрытий из-за загрязнения для гирлянд ВЛ и конструкций ОРУ, на которых не проводятся профилактические мероприятия, удельная длина пути утечки  $\lambda_p$  принимается по наибольшему из 2-х значений  $\bar{\lambda}_{ОРУ}$  и  $\bar{\lambda}_{ВЛ}$ .

3.4.7 Для опор ВЛ или конструкций ОРУ, на которых применяются профилактические мероприятия и отсутствуют перекрытия вследствие

загрязнения, значения удельной длины пути утечки  $\lambda_{i \text{ ВЛ}}$  и  $\lambda_{i \text{ ОРУ}}$ , должны приниматься:

- на 10% выше фактической, если изоляция ВЛ и ОРУ чистится 2 раза в год или подвергается обмыву 1-2 раза в год;
- на 20% выше фактической, если изоляция ВЛ и ОРУ чистится или подвергается обмыву 3-4 раза в год или покрывается гидрофобной пастой с периодичностью не чаще, чем один раз в год.

Если изоляция чистится или подвергается обмыву более 4-х раз в год, или если гидрофобное покрытие подлежит замене чаще, чем один раз в год, опыт эксплуатации соответствующих ВЛ (или их участков) и ОРУ при составлении ЛКСЗ не должен учитываться.

3.4.8 Для опор ВЛ или конструкций ОРУ, на которых не проводятся профилактические мероприятия и за последние 5 лет имели место достоверно установленные перекрытия изоляции вследствие ее загрязнения, величины  $\lambda_{i \text{ ВЛ}}$  и  $\lambda_{i \text{ ОРУ}}$  должны быть увеличены на: 10% при  $N_3=1$ ; 15% при  $N_3=2$ ; 20% при  $N_3=3÷4$ ; при  $N_3$  более 4-х - СЗ должна быть увеличена на одну ступень по отношению к расчетной при  $N_3=3÷4$ . Значение  $\lambda_p$  принимается по наибольшему из 2-х значений  $\bar{\lambda}_{\text{ОРУ}}$  и  $\bar{\lambda}_{\text{ВЛ}}$ .

3.4.9 Для каждого однородного района по  $\bar{\lambda}_{\text{ВЛ}}$  и  $\bar{\lambda}_{\text{ОРУ}}$  должна определяться СЗ в соответствии с таблицей 6.

В том случае, если СЗ, определенная по  $\bar{\lambda}_{\text{ВЛ}}$  и  $\bar{\lambda}_{\text{ОРУ}}$ , не совпадают, то за окончательное значение СЗ принимается наибольшее их 2-х значений.

Корректировка границ однородных районов по опыту эксплуатации отдельных ВЛ и ОРУ (или их частей) производится следующим образом:

- если отдельная ВЛ (или ее часть) или ОРУ, расположенные вблизи границы однородного района с внешней стороны, имеют уровень изоляции  $\lambda_i$ , отличающийся от  $\lambda_p$  данного района не более чем на 10%, то граница данного однородного района переносится, охватывая рассматриваемую ВЛ (или ее часть) или ОРУ;
- если внутри рассматриваемого однородного района имеются ВЛ (или части ВЛ) или ОРУ с уровнем изоляции  $\lambda_i$ , отличающийся от  $\lambda_p$  данного района более чем на 20%, то зоны, окружающие это участки, исключаются из данного однородного района.

Выделение на карте зон с различной СЗ производится последовательно – с высшей СЗ до низшей. Для этого на карте проводится огибающая зоны с 4-й СЗ, в пределах которой находятся точки с 4-й СЗ и точки с 3-й СЗ, в которых происходили перекрытия изоляции. Затем выделяется зона с 3-й СЗ, включающая точки с 3-й СЗ, в которых изоляция работает без перекрытий, и точки с 2-й СЗ, в которых перекрытия происходили. Таким же образом выделяется зона с 2-й СЗ.

Полученные значения СЗ могут быть уточнены по результатам исследований на основе методики, изложенной в разделе 4.

3.4.10 Если для конкретного ОРУ или участка ВЛ имеется положительный опыт эксплуатации при  $\lambda_i$ , существенно отличающейся от  $\lambda_p$  однородного района, в котором они расположены, при сооружении новых ВЛ или ОРУ в этой зоне для них следует принять это значение  $\lambda_i$ .

При выборе уровней изоляции РУ следует, в первую очередь, использовать опыт эксплуатации внешней изоляции электрооборудования и изоляторов РУ. При этом, если имеется положительный опыт эксплуатации РУ (отсутствие перекрытий изоляции РУ вследствие ее загрязнения), то на сооружаемом или расширяемом РУ можно принимать то же значение  $\lambda_3$ , как на действующем РУ (или среднее значение  $\bar{\lambda}_3$  всех РУ, расположенных в рассматриваемом однородном районе и не имеющих перекрытий изоляции вследствие загрязнения).

#### **4 Составление карт степеней загрязнения по результатам исследований**

##### 4.1 Общие положения

4.1.1 По результатам исследований в зависимости от целей работы могут быть:

- определены требуемые удельные длины пути утечки  $\lambda_3$  изоляции конкретных электроустановок (ОРУ, отдельные опоры или небольшие участки ВЛ и т.п.);
- составлены КСЗ в районах с природными или промышленными загрязнениями.

4.1.2 Основой для определения  $\lambda_3$  конкретных электроустановок или составления КСЗ для районов с природными или промышленными загрязнениями по результатам исследований являются разрядная удельная длина пути утечки  $\lambda_{\text{разр}}$  и/или удельная поверхностная проводимость  $\chi_R$  изоляторов, загрязненных в естественных условиях.

4.1.3 Разрядные напряжения и/или удельная поверхностная проводимость изоляторов должны измеряться на изоляторах, демонтированных с эксплуатации (ВЛ и ОРУ) или загрязнявшихся на специальных стендах под напряжением или без напряжения. Загрязнение изоляторов под напряжением является предпочтительным.

4.1.4 Разрядные напряжения и удельные поверхностные проводимости должны определяться для изоляторов, находившихся в условиях загрязнения и увлажнения, характерных для изучаемого района при искусственном увлажнении водой с проводимостью не более  $200 \text{ мкСм}\cdot\text{см}^{-1}$  при  $20^\circ\text{C}$ .

4.1.5 Разрядные напряжения и удельные поверхностные проводимости должны определяться в период наиболее опасных для данного района условий загрязнения, предшествующих интенсивной очистке изоляторов атмосферными осадками и ветром.

4.1.6 Для измерений, как правило, должны использоваться подвесные тарельчатые изоляторы нормального исполнения класса 70 кН,

эксплуатирующиеся на действующих ВЛ и ОРУ либо специально установленные на конструкциях ОРУ, опорах ВЛ или на стендах. В этом случае расстояние от нижних точек гирлянд до земли в свету должно составлять не менее 2 м, а в свету между соседними гирляндами должно быть не менее 0,5 м.

4.1.7 При установке изоляторов на стенде, ВЛ или ОРУ их общее количество должно составлять 40-45 шт. для обеспечения не менее 3-х циклов демонтажей изоляторов и измерений в течение 2-3 лет. Первый демонтаж должен производиться примерно через год после установки изоляторов.

4.1.8 При использовании для измерений изоляторов, демонтированных с ВЛ или ОРУ, должно быть произведено не менее 2-х демонтажей с участков ВЛ или ОРУ, находящихся в исследуемом районе. При этом длительность загрязнения изоляторов должна составлять не менее 2-х лет.

4.1.9 В районах, для которых характерны редкие, но повторяющиеся через несколько лет кратковременные интенсивные загрязнения, сопровождающиеся массовыми перекрытиями изоляции и отличающиеся от загрязнения при обычных для данного района условиях (районы с влажными пыльными бурями, районы с выпадением пыли неместного происхождения, прибрежные районы с ураганными ветрами со стороны моря), демонтаж изоляторов должен производиться сразу после возникновения таких аномальных загрязнений независимо от предшествующей продолжительности загрязнения изоляторов.

4.1.10 При демонтаже и транспортировке изоляторов для измерений должна быть обеспечена сохранность слоя загрязнения. Изоляторы должны быть упакованы в полиэтиленовые мешки и уложены в ящики.

4.1.11 При демонтаже изоляторов в сопроводительной документации необходимо указывать место и длительность загрязнения, тип и количество демонтированных изоляторов, вид загрязнения (природное, промышленное, комбинированное). В промышленных районах в сопроводительной документации необходимо указывать характеристики источников загрязнения (объем и состав выпускаемой продукции), схему взаимного расположения предприятий и точек, откуда демонтируются изоляторы, число и высоту дымовых труб с указанием расстояний.

4.1.12 Разрядное напряжение и удельная поверхностная проводимость изоляторов, загрязненных в естественных условиях, должны определяться в соответствии с требованиями ГОСТ 10390. Дополнительные указания по методике испытаний изоляторов с естественным загрязнением даны в приложении Д.

4.1.13 Уточнение границ районов с различной СЗ при составлении КСЗ может производиться на основе характеристик загрязнений, выпадающих из атмосферы. Методика определения этих характеристик дана в приложении Е.

4.1.14 Значения СЗ и границы зон с различной СЗ, полученные в результате исследований могут иметь самостоятельное значение, так и

использоваться для корректировки ЛКСЗ и/или РКСЗ и составления окончательной карты степеней загрязнения.

4.2 Определение требуемой удельной длины пути утечки изоляции конкретных электроустановок

4.2.1 При определении  $\lambda_3$  на основе измерений разрядных напряжений для изоляторов данного  $i$ -го цикла и данной точки демонтажа должно определяться значение разрядной удельной длины пути утечки по формуле:

$$\lambda_{\text{разр}i} = \frac{L}{U_{\text{разр}i} \cdot k}, \quad (9)$$

где для испытуемого изолятора или изоляционной конструкции:

$L$  - длина пути утечки, см;

$U_{\text{разр}i}$  - среднее ( $\bar{U}$ ) или 50%-ное ( $U_{50\%}$ ) разрядное напряжение, кВ;

$k$  - коэффициент использования длины пути утечки (значения указаны в главе 1.9 ПУЭ «Изоляция электроустановок»).

По значениям  $\lambda_{\text{разр}i}$  для каждой точки демонтажа должно определяться среднеарифметическое значение разрядной эффективной удельной длины пути утечки по всем  $n$  циклов измерений

$$\bar{\lambda}_{\text{разр}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{\text{разр}i}}{n}, \quad (10)$$

Если среди  $n$  циклов измерений имеются значения  $\lambda_{\text{разр}i}$ , отличающиеся от расчетного значения  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  более чем на 20% в меньшую сторону, то эти значения не должны учитываться.

В качестве расчетного значения  $\lambda_{\text{разр}}$  для каждой точки демонтажа должна приниматься наибольшая из двух величин: либо среднеарифметическое значение по всем циклам измерений, либо значение, полученное при аномальных для данного района условиях загрязнения (при массовых отключениях ВЛ см. п. 4.1.9).

4.2.2 При определении  $\lambda_3$  на основе измерений удельной поверхностной проводимости в качестве расчетного значения  $\bar{\chi}_R$  для данной точки демонтажа изоляторов принимается среднее из измеренных значений, полученных при всех циклах измерений:

$$\bar{\chi}_R = \frac{\sum_{i=1}^n \chi_{Ri}}{n}, \quad (11)$$

Где:

$\chi_{Ri}$  - среднеарифметическое значение удельной поверхностной проводимости изолятора  $i$ -го цикла демонтажа, мкСм;

$n$  - число циклов измерений. Определение  $\bar{\chi}_R$  следует производить в соответствии с приложением Д.

Если среди  $n$  циклов измерений имеются значения  $\chi_{Ri}$ , отличающиеся от среднего значения  $\bar{\chi}_R$  более чем на 50% при  $\bar{\chi}_R \leq 15$  мкСм и более чем на 30% при  $\bar{\chi}_R > 15$  мкСм, эти значения при расчете не должны учитываться.

4.2.3 Для каждой точки необходимые значения удельной длины пути утечки  $\lambda_3$  должны определяться по таблице 8 для районов с природными загрязнениями и по таблицам 9-12 для районов с промышленными загрязнениями (с учетом значения удельной объемной проводимости дождевой воды  $\chi_v$  для рассматриваемой точки). В промышленных районах с  $\chi_v$  менее 0,5 мкСм/см  $\lambda_3$  определяется по таблице 8.

При наличии данных одновременно по  $\lambda_{3 \text{ разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  необходимое значение  $\lambda_3$  следует определять по  $\lambda_{3 \text{ разр}}$ .

Данные, приведенные в таблицах 9-13, относятся к гирляндам изоляторов и штыревым изоляторам ВЛ на металлических и железобетонных опорах, а также к внешней изоляции электрооборудования и изоляторов распределительных устройств.

Таблица 9

Определение удельной длины пути утечки изоляции электроустановок ( $\lambda_3$ ) в районах с природными и промышленными ( $\bar{\chi}_v$  менее 0,5 мСм/см) загрязнениями по результатам измерений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$

$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\lambda_3$ , см/кВ (не менее)	
		6-35 кВ	110-750 кВ
более 1 до 3	более 1,2 до 1,5	1,90	1,60
более 3 до 10	более 1,5 до 1,9	2,35	2,00
более 10 до 15	более 1,9 до 2,3	3,00	2,50
более 15 до 20	более 2,3 до 2,7	3,50	3,10
более 20 до 30	более 2,7 до 3,3	4,20	3,70

Таблица 10

Определение  $\lambda_3$  электроустановок в районах с промышленными загрязнениями по результатам измерений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  ( $\bar{\chi}_v$  более 0,5 до 1,0 мСм/см)

$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\lambda_3$ , см/кВ (не менее)	
		6-35 кВ	110-750 кВ
более 1 до 2	более 1,1 до 1,4	1,90	1,60
более 2 до 7	более 1,4 до 1,8	2,35	2,00
более 7 до 10	более 1,8 до 2,2	3,00	2,50
более 10 до 15	более 2,2 до 2,5	3,50	3,10
более 15 до 25	более 2,5 до 3,1	4,20	3,70



Таблица 11

Определение  $\lambda_3$  электроустановок в районах с промышленными загрязнениями по результатам измерений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  ( $\bar{\chi}_v$  более 1 до 2 мСм/см)

$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\lambda_3$ , см/кВ (не менее)	
		6-35 кВ	110-750 кВ
более 0,5 до 2	более 1,0 до 1,3	1,90	1,60
более 2 до 6	более 1,3 до 1,7	2,35	2,00
более 6 до 9	более 1,7 до 2,1	3,00	2,50
более 9 до 14	более 2,1 до 2,4	3,50	3,10
более 14 до 24	более 2,4 до 3,0	4,20	3,70

Таблица 12

Определение  $\lambda_3$  электроустановок в районах с промышленными загрязнениями по результатам измерений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  ( $\bar{\chi}_v$  более 2 до 5 мСм/см)

$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\lambda_3$ , см/кВ (не менее)	
		6-35 кВ	110-750 кВ
до 1,0	до 1,2	2,35	2,0
более 1 до 7	более 1,2 до 1,8	3,00	2,50
более 7 до 12	более 1,8 до 2,2	3,50	3,10
более 12 до 22	более 2,2 до 2,8	4,20	3,70

Таблица 13

Определение  $\lambda_3$  электроустановок в районах с промышленными загрязнениями по результатам измерений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  ( $\bar{\chi}_v$  более 5 до 10 мСм/см)

$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\lambda_3$ , см/кВ (не менее)	
		6-35 кВ	110-750 кВ
до 1,0	до 1,2	3,00	2,50
более 1 до 8	более 1,2 до 1,9	3,50	3,10
более 8 до 19	более 1,9 до 2,6	4,20	3,70

4.3 Составление КСЗ в районах с почвенными загрязнениями и с загрязнениями от засоленных водоемов

4.3.1 При составлении КСЗ на территории с засоленными почвами и водоемами предварительно в соответствии с разделом 2.2 должны быть выделены однородные районы как с учетом типа почвы по засоленности и подверженности почв ветровой эрозии, солёности водоемов, так и с учетом климатического и ландшафтного районирования. Предварительную оценку степени загрязнения в районах с засоленными водоемами можно выполнить в соответствии с рекомендациями приложения Е.

4.3.2 Для однородного района должны быть определены расчетные значения  $\lambda_{\text{разр}}$  и/или  $\bar{\chi}_R$ . Если площадь однородного района не превышает

2000 км<sup>2</sup>, определение расчетных значений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  допускается проводить в одной точке. При площади однородного района до 10 000 км<sup>2</sup> определение расчетных значений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$  следует производить не менее чем для двух точек и на каждые последующие 10 000 км<sup>2</sup> число точек должно быть увеличено на одну или более. Точки, в которых проводятся измерения, должны располагаться по возможности равномерно.

4.3.3 При составлении КСЗ в прибрежной зоне точки, в которых производятся измерения  $\lambda_{\text{разр}}$  или  $\chi_R$ , должны выбираться на расстояниях до 1, 3-5 и 5-10 км от побережья в направлении, перпендикулярном береговой линии. Вдоль побережья измерения должны производиться через каждые 50-100 км.

4.3.4 В каждом однородном районе для совокупности точек, в которых произведены измерения, должны быть определены средние арифметические значения  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$ . По этим значениям СЗ определяется в соответствии с таблицей 13.

4.3.5 Если в однородном районе имеются точки, в которых значения  $\lambda_{\text{разр}}$  отличаются от расчетных среднеарифметических значений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  более чем на 20%, или  $\chi_R$  отличается от среднего значения  $\bar{\chi}_R$  более чем на 50% при  $\bar{\chi}_R > 15$  мкСм и более чем на 30% при  $\bar{\chi}_R \leq 15$  мкСм, район должен быть разбит на более мелкие однородные зоны и для каждой зоны должны быть вычислены  $\lambda_{\text{разр}}$  и/или  $\bar{\chi}_R$ , по которым в соответствии с таблицей 14 должна быть определена СЗ.

Таблица 14

Определение СЗ в районах с природными загрязнениями  
по результатам измерения  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$  и  $\bar{\chi}_R$

$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	СЗ
до 5	до 1,6	1
более 5 до 10	более 1,6 до 2,0	2
более 10 до 15	более 2,0 до 2,5	3
более 15 до 20	более 2,5 до 3,1	4
более 20	более 3,1	> 4

#### 4.4 Составление КСЗ в районах с промышленными загрязнениями

4.4.1 При составлении КСЗ в районах с промышленными загрязнениями предварительно в соответствии с разделом 2.3 вокруг источников выбросов должны быть определены однородные районы с учетом взаимного расположения источников выбросов и количества выбрасываемых загрязняющих веществ.

4.4.2 Измерения разрядных напряжений и/или удельной поверхностной проводимости изоляторов должны производиться в одном или нескольких направлениях от источника выбросов (в том числе в направлении

преобладающего ветра от источника) на расстоянии 0-200, 200-500, 500-1000, 1000-2000, 2000-3000, 3000-5000 м от границ источника выбросов. Для каждой точки должны быть определены расчетные значения  $\lambda_{\text{разр}}$  и/или  $\bar{\chi}_R$ .

4.4.3 В выделенном однородном районе с промышленными загрязнениями необходимо измерять проводимость дождевой воды. Пробы дождя должны браться не менее чем в трех точках на расстоянии от источников выбросов 0-500, 500-1000, 2000-3000 м. В каждой точке в разные дни должно быть взято не менее 5 проб под шлейфом дыма в разные дни. В качестве расчетного значения удельной объемной проводимости дождевой воды  $\bar{\chi}_v$  в каждой точке должно приниматься среднее арифметическое из полученных в данной точке значений  $\chi_v$ .

4.4.4 СЗ в зависимости от расчетных значений  $\lambda_{\text{разр}}$ ,  $\bar{\chi}_R$ ,  $\bar{\chi}_v$  должны определяться по таблице 15.

Таблица 15

Определение СЗ в районах с промышленными загрязнениями по результатам измерений  $\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ ,  $\bar{\chi}_R$ ,  $\bar{\chi}_v$

$\bar{\chi}_v$ менее 0,5 мСм/см		$\bar{\chi}_v$ более 0,5 до 1,0 мСм/см		$\bar{\chi}_v$ более 1 до 2 мСм/см		$\bar{\chi}_v$ более 2 до 5 мСм/см		$\bar{\chi}_v$ более 5 до 10 мСм/см		СЗ
$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	$\bar{\chi}_R$ , мкСм	$\bar{\lambda}_{\text{разр}}$ , см/кВ	
более 1 до 3	более 1,2 до 1,5	более 1 до 2	более 1,1 до 1,4	более 0,5 до 2,0	более 1,0 до 1,3	–	–	–	–	1
более 3 до 10	более 1,5 до 2,1	более 2 до 7	более 1,4 до 1,8	более 2 до 6,0	более 1,3 до 1,7	до 1,0	до 1,2	–	–	2
более 10 до 15	более 2,1 до 2,3	более 7 до 10	более 1,8 до 2,2	более 6,0 до 9	более 1,7 до 2,1	более 1 до 7	более 1,2 до 1,8	до 1,0	до 1,2	3
более 15 до 20	более 2,3 до 2,7	более 10 до 15	более 2,2 до 2,5	более 9 до 14	более 2,1 до 2,4	более 7 до 12	более 1,8 до 2,2	более 1,0 до 8	более 1,2 до 1,9	4
более 20 до 30	более 2,7 до 3,3	более 15 до 20	более 2,5 до 3,1	более 14 до 24	более 2,4 до 3,0	более 12 до 22	более 2,2 до 2,8	более 8 до 19	более 1,9 до 2,6	*)

\*) СЗ больше 4-й

## **5 Оформление карты степеней загрязнения и пояснительной записки (отчета)**

5.1 На КСЗ должны быть указаны границы рассматриваемой территории, действующие, строящиеся и проектируемые ВЛ 110 кВ и выше и распределительные устройства 35 кВ и выше, крупные реки, каналы, озера, водохранилища, крупные населенные пункты, источники промышленных загрязнений атмосферы.

5.2 На КСЗ должны быть указаны границы районов (зон) с различной СЗ (выделяются на карте сплошной линией). Внутри района (зоны) цифрами должна быть указана СЗ (или удельная эффективная длина пути утечки электроустановок). Рекомендуется районы (зоны) с различной СЗ раскрашивать на карте в разные цвета.

5.3 К впервые составленной КСЗ должна быть приложена пояснительная записка (отчет), а для повторной пролонгирование. В ней должны быть указаны источники получения информации, даны характеристики района, сведения о технических характеристиках и опыте эксплуатации ВЛ и ОРУ за последние 5 лет в объеме, указанном в приложениях А-Г.

Для районов с природными загрязнениями в пояснительной записке (отчете) должны быть приведены климатическая, почвенная, ландшафтная, гидрологическая характеристики района.

Для районов с промышленными загрязнениями должны быть приведены сведения о промышленных предприятиях:

- наименование отрасли и подотрасли в соответствии с главой 1.9 ПУЭ «Изоляция электроустановок»;
- перечень и ежегодный объем выпускаемой продукции;
- объем и состав выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (желательно);
- высота дымовых труб и их расположение.

5.4 Если при составлении КСЗ использованы результаты исследований, в пояснительной записке (отчете) должны быть указаны районы, в которых проводились исследования, методика исследований, полученные данные и способ определения СЗ на основании исследований.

В пояснительной записке (отчете) должны быть обоснованы окончательно принятые СЗ, регламентированные на КСЗ, и границы зон с различной СЗ.

Кроме того, в пояснительной записке (отчете) должно быть указано максимальное ожидаемое число удельных автоматических отключений ВЛ и ОРУ, вызванных перекрытиями загрязненной изоляции, которые обеспечиваются в эксплуатации при уровнях изоляции (удельных эффективных длинах пути утечки) не меньших, чем требуется для СЗ, указанных на КСЗ.

5.5 К пересмотренной или пролонгированной КСЗ должна быть приложена пояснительная записка (или отчет). В ней должны быть приведены данные (за период, прошедший после предыдущего утверждения КСЗ) по достоверно установленным вследствие загрязнения изоляции ее перекрытиям на ВЛ 110 кВ и выше и ОРУ 35 кВ, а также отключениям этих электроустановок, предполагаемой причиной которых явилось перекрытие загрязненной изоляции. В пояснительной записке отдельно необходимо провести анализ работы ВЛ и ОРУ, изоляция которых выбрана в соответствии с рекомендациями действующей КСЗ.

5.6 Данные, использованные при разработке КСЗ, в том числе сама карта, пояснительная записка (отчет), должны храниться в организации, разработавшей КСЗ, а также в организации-заказчике её разработки. КСЗ должны представляться организациям, ответственным за согласование и утверждение вышеуказанных карт (по их запросу), а также организациям, проектирующим электросетевые объекты в регионе (районе), для которого составлена КСЗ.

5.7 Региональные КСЗ утверждаются Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС». При утверждении устанавливается дата введения и срок действия РКСЗ (рекомендуемый срок 5 - 8 лет).

Дополнения и изменения КСЗ для районов как с промышленными, так и с природными загрязнениями оформляются протоколом, подписанным эксплуатирующей организацией и организацией, проектирующей ВЛ и подстанции в указанном районе. Эти дополнения и изменения утверждаются ДТРИ и проектной в указанном районе организацией.

Локальные КСЗ должны быть подписаны их составителями и согласованы с эксплуатирующей организацией и организацией, проектирующей ВЛ и подстанции в данном районе. При подписании ЛКСЗ устанавливается срок её действия (рекомендуемый срок 5 лет). Дополнения и изменения ЛКСЗ оформляются протоколом, подписанным эксплуатирующей организацией и организацией, проектирующей ВЛ и подстанции в указанном районе.

Все данные, использованные при составлении ЛКСЗ и РКСЗ должны храниться в организации, разработавшей карту изоляции. Один экземпляр КСЗ должен храниться у организации-заказчика и разработчика. КСЗ также должна представляться организации проектирующей электроустановки объекты в регионе (районе), для которого составляется КСЗ.

5.8 Ссылочные нормативно-технические документы приведены в приложении К.

**Перечень сведений для анализа и обобщения опыта  
эксплуатации ВЛ 110 кВ и выше**

Перечень включает:

- диспетчерское обозначение (наименование);
- класс рабочего напряжения, кВ;
- наибольшее эксплуатационное рабочее напряжение, кВ;
- дата ввода в эксплуатации (дата перевода с одного напряжения на другое);
- длина ВЛ, км; число цепей;
- количество ответвлений, длина ответвлений, км;
- тип, материал и количество опор (отдельно промежуточных и анкерно-угловых);
- количество и тип изоляторов отдельно в поддерживающих и натяжных гирляндах, конструкции гирлянд (количество параллельных цепей,  $\Delta$ ,  $Y$ ,  $\Lambda$  и  $V$ -образные) с привязкой этих данных к номерам опор и фазам; указать отдельно до и после усиления (замены на другой тип) изоляции;
- дата усиления (замены) изоляции;
- методы чистки изоляции; периодичность чистки;
- обмыв изоляции под напряжением или без напряжения, периодичность обмыва;
- применение гидрофобных покрытий (тип покрытия, периодичность его нанесения).

**Перечень сведений для анализа и обобщения опыта эксплуатации ОРУ  
(линейных вводов ЗРУ) 35 кВ и выше**

Перечень включает:

- наименование подстанции;
- наибольшее эксплуатационное рабочее напряжение (для каждого класса напряжения отдельно), кВ;
- дата ввода в эксплуатацию, дата расширения ОРУ;
- дата усиления (замены) изоляции;
- тип и количество аппаратов, вводов (трансформаторов, выключателей, линейных вводов в ЗРУ), конденсаторов связи, трансформаторов тока, трансформаторов напряжения, опорных колонок.

Для аппаратов, комплектуемых из стержневых и штыревых изоляторов, опорных изоляционных конструкций - число последовательно включенных изоляторов и их тип, число параллельных колонок; для аппаратов с оттяжками - число и тип изоляторов в оттяжках;

- количество натяжных и поддерживающих гирлянд, число и тип изоляторов отдельно в натяжных и поддерживающих гирляндах, число параллельных цепей в гирляндах.

Все сведения указать отдельно до и после усиления (или замены на другой тип изоляции):

- методы чистки изоляции и периодичность чистки;
- обмыв изоляции под напряжением или без напряжения, периодичность обмыва;
- нанесение гидрофобных покрытий (тип покрытия, периодичность его нанесения).



## Перечень сведений об автоматических отключениях ВЛ<sup>1,2</sup>

Перечень включает:

- диспетчерское обозначение (наименование);
- класс напряжения, кВ;
- дата и время отключения;
- рабочее напряжение перед отключением;
- работа АПВ;
- работа релейной защиты;
- показания фиксирующих приборов;
- метеорологические условия в момент отключения (температура и влажность атмосферного воздуха по двум ближайшим срокам регистрации до и после отключения; атмосферные явления; если имеются данные, указать удельную проводимость дождя);
- предполагаемая причина отключения;
- результаты внешнего осмотра (номер опоры, тип перекрывшейся гирлянды, тип и количество изоляторов в этой гирлянде, число нулевых изоляторов в ней, наличие загрязнения, сведения о возгорании деревянных опор и траверс).

---

<sup>1</sup> Включая отключения при массовых перекрытиях изоляции

<sup>2</sup> За исключением отключений, достоверно не связанных с перекрытиями изоляции

### **Перечень сведений о перекрытиях изоляции в ОРУ или вводах ЗРУ<sup>1</sup>**

Перечень включает:

- наименование ПС;
- класс напряжения (отдельно для ОРУ или ЗРУ каждого класса напряжения);
- дата и время отключения;
- рабочее напряжение перед отключением, кВ;
- работа АПВ;
- работа релейной защиты;
- метеорологические условия в момент отключения (температура и влажность атмосферного воздуха по двум ближайшим срокам регистрации до и после отключения; атмосферные явления; если имеются данные, указать удельную проводимость дождя);
- предполагаемая причина отключения;
- результаты внешнего осмотра (тип перекрывшейся изоляционной конструкции или гирлянды, тип и число изоляторов в изоляционной конструкции).

---

<sup>1</sup> За исключением отключений, достоверно не связанных с перекрытиями изоляции

## Методика испытаний изоляторов с естественным загрязнением

Д.1 Разрядное напряжение изоляторов должно определяться в соответствии с требованиями ГОСТ 10390-86 способами ПТ и ПП. Подвесные тарельчатые изоляторы должны испытываться в гирляндах из 2-х элементов или более. Общее число изоляторов, одновременно демонтируемых из каждой точки, должно быть не менее 10 при испытании способом ПП и не менее 20 при испытании способом ПТ.

Д.2 При испытании способом ПП должно определяться среднее из минимальных значение разрядного напряжения  $\bar{U}$ , кВ, которое для изоляторов данного срока и данной точки демонтажа рассчитывается по формуле:

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{U_{i \min}}{n_r}}{m}, \quad (\text{Д.1})$$

где  $U_{i \min}$  - минимальное значение разрядного напряжения и гирлянды, полученное в  $i$ -ой серии, кВ,

$n_r$  - число изоляторов в гирлянде;

$m$  - число серий измерений.

Д.3 При испытании способом ПТ должно определяться 50% разрядное напряжение  $U_{50\%}$ , кВ, которое для изоляторов данного срока и данной точки демонтажа рассчитывается по формуле:

$$U_{50\%} = \frac{\sum_{i=1}^K n_i \frac{U_i}{n_r}}{N}, \quad (\text{Д.2})$$

где  $U_i$  - напряжение ступени, кВ;

$n_i$  - число воздействий напряжения на  $i$ -ой ступени;

$K$  - число зачетных ступеней;

$N$  - число зачетных приложений напряжений; - число изоляторов в гирлянде. При этом число зачетных точек должно быть не менее 10.

Д.4 Удельная поверхностная проводимость  $\chi_R$  (мкСм) изолятора должна определяться по формуле:

$$\chi = \frac{K_\phi}{R}, \quad (\text{Д.3})$$

где  $R$  - сопротивление изолятора при насыщении слоя загрязнения влагой, МОм;

$K_\phi$  - коэффициент формы испытуемого изолятора, значения которых для наиболее распространенных типов приведено в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Коэффициенты формы подвесных тарельчатых и опорных стержневых изоляторов

Тип изолятора	$K_\phi$
Подвесные тарельчатые	
ПФ6-Б (ПМ-4,5) ПФ6-А (П-4,5) ПС6-А (ПС-4,5)	1,0
ПСД70-Е ПСВ70-А	1,05
ПС70-Е ПС70-Д	1,1

Тип изолятора	$K_{\phi}$
ПС70-Б ПС6-Б ПФ70-Д ПФ6-В (ПФЕ-4,5)	
ПСГ6-А ПСГ70-А ПСГ70-Д ПФ70-В (ПФ6-В) ПФГ6-А (НС-2)	1,2
Опорные стержневые	
КО-400	1,3
КО-400С	1,65
ОНС-35	1,7
СТ-110	3,1
ИОС-110-400	3,5
УСТ-110	3,9
ИОС-110-600 АКО-110	4,0

Д.5 Сопротивление испытуемого изолятора при увлажнении слоя загрязнения до состояния насыщения должно определяться по ГОСТ 10390-86. Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения должна быть приведена к температуре

$$\chi_{R20} = \chi_{R\Theta} [1 - b(\Theta - 20)], \quad (\text{Д.4})$$

где  $\chi_{R\Theta}$  - удельная поверхностная проводимость, измеренная при температуре  $\Theta$  °С;  
 $b$  - коэффициент, значения которого приведены на рисунке Д.1.

Для изоляторов данного срока демонтажа должно определяться среднее значение  $\chi$  не менее чем на 10 изоляторах одной конфигурации, демонтированных с одной точки.

Д.6 В отчетной документации для каждого срока демонтажа должны быть указаны сведения об источнике испытательного напряжения, даты установки и демонтажа изоляторов, тип и число испытуемых изоляторов в гирлянде, 50% или средние разрядные напряжения, значения удельной поверхностной проводимости.

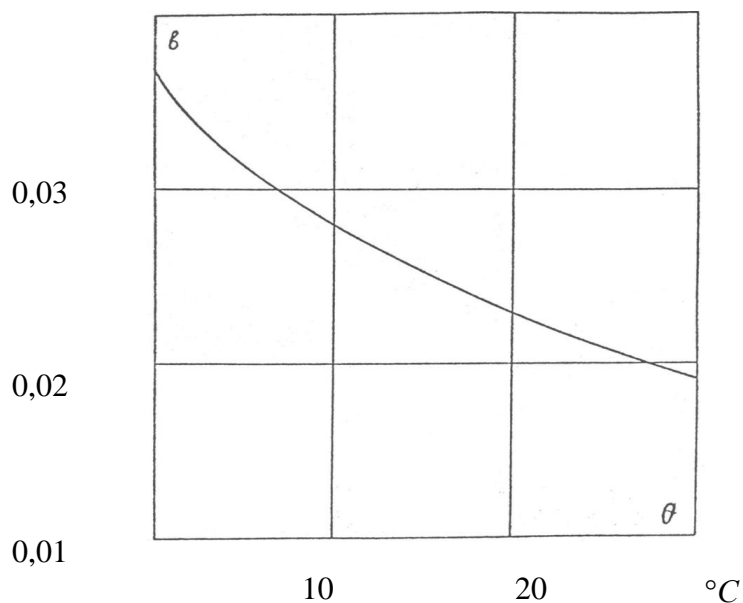


Рисунок Д.1 - Зависимость коэффициента  $b$  от температуры

## Методика определения характеристик загрязнений, выпадающих из атмосферы в промышленных районах

Е.1 Методика основана на измерении удельной объемной проводимости  $\chi_v$  водного раствора загрязнений, выпадающих из атмосферы в промышленных районах.

Е.2 Сбор загрязнений производится в течение не менее двух лет путем:

- сбора жидких и твердых фракций загрязнений, выпадающих из атмосферы;
- сбора снеговых проб;
- сбора атмосферных осадков (дождевой воды).

Е.3 Сбор жидких и твердых загрязнений производится с помощью сборников, выполненных из химически нейтрального материала (например, стекла, керамики, пластмассы). Площадь входного отверстия сборника должна быть не менее  $200 \text{ см}^2$  и высота - не менее 15 см. Для удобства сбора загрязнений внутрь сборников могут помещаться полиэтиленовые пакеты соответствующих размеров. Сборники загрязнений должны устанавливаться на высоте не менее двух метров от поверхности земли. При установке сборников необходимо обеспечить, чтобы окружающие предметы не препятствовали попаданию в них загрязнений и атмосферных осадков. Сборники загрязнений заменяют новыми не реже чем один раз в три месяца, при этом регистрируются места установки, дата установки и замена сборника.

Е.4 Сбор проб снега производится не менее двух раз за зимний период. Рекомендуется брать пробы через 1,5 и 2,5 мес. после установления устойчивого снежного покрова. Для взятия пробы снега следует выбирать ровные площадки с равномерным слоем снега, не подвергающегося постороннему загрязнению (от транспорта, складов и т.д.). Пробы снега рекомендуется брать трубой диаметром 8-12 см и длиной 50 см, которая опускается на глубину снежного покрова. В каждом месте на расстоянии 0,5-3,0 м одно от другого берется 3 пробы. Отобранный снег помещается в чистый полиэтиленовый пакет, при этом регистрируется дата и место сбора пробы. Допускается брать снеговые пробы любым другим способом, обеспечивающим сбор снега с площади не менее  $200 \text{ см}^2$  при условии, что в пробу попадает не менее 80% снежного покрова по высоте.

Е.5 Сбор атмосферных загрязнений и снеговых проб производится на разных расстояниях от источников загрязнения и в разных направлениях от них. Направления и расстояния, в которых производится сбор проб, выбираются в соответствии с уточненными границами зон с различной СЗ, при этом желательно проводить сбор в точках, в которых в соответствии с приложением проводится измерение разрядных напряжений изоляторов или их поверхностной проводимости.

Е.6 При сборе жидких и твердых загрязнений, выпадающих из атмосферы, осевшее в сборнике загрязнение необходимо растворить в заданном объеме дистиллированной воды. Если в сборнике окажется загрязнение в жидком виде, необходимо измерить количество раствора измерительным сосудом и затем либо добавить дистиллированной воды, либо выпарить раствор в термостате при температуре  $60^\circ\text{C}$  до заданного объема.

Заданный объем раствора  $V_0$  ( $\text{см}^3$ ), на котором производится измерение удельной объемной проводимости, связан с площадью входного отверстия сборника загрязнений  $S$  ( $\text{см}^2$ ) соотношением:

$$V_0/S = 1 \text{ см.} \quad (\text{Е.1})$$

Е.7 При использовании метода снеговых проб для определения  $\chi_v$  необходимо измерить объем воды, образовавшийся после таяния снега ( $V_0$ ), и определить значение  $V_0$

по формуле Е.1, где  $S$  - утроенная площадь верхнего входного отверстия приспособления для сбора снега.

Перед измерением  $\chi_v$  необходимо либо к объему воды, полученной после таяния снега, добавить дистиллированной воды до объема  $V_0$ , либо выпарить воду, полученную после таяния снега, до объема  $V_0$ .

Для измерения  $\chi_v$  можно использовать часть воды, полученную после таяния снега ( $V_{c4}$ ), для чего следует использовать соотношение

$$V_{c4} = V_{04} (V_c/V_0), \quad (\text{Е.2})$$

где  $V_{04}$  - объем раствора, требуемый для измерения  $\chi_v$  и определяемый параметрами измерительного сосуда.

Допускается приближенно определять  $\chi_v$  перерасчетом от значения удельной объемной проводимости воды, полученной после таяния снега ( $\chi_c$ ) по формуле:

$$\chi_v = \chi_c \frac{V_c}{V_0}. \quad (\text{Е.3})$$

Е.8 Сбор дождевой воды производится с помощью сборников, описанных в пункте Е.6, или любых других сборников из нейтрального материала, обеспечивающих сбор необходимого количества дождевой воды (не менее 100 см<sup>2</sup>) во время выпадения одного дождя. Сбор дождевой воды желательно производить под шлейфом дыма и с начала выпадения дождя.

Е.9 Удельная объемная проводимость отфильтрованных растворов, полученных по пунктах Е.6-Е.8, определяется приборами для измерения электропроводности растворов (реохордным мостом Р38, кондуктометрами ММ 34-64, К1-4, КЛ 1-2), оснащенными электролитическими ячейками. Измеренное значение  $\chi_v$  должно быть приведено к 20°C в соответствии с пунктом Д.5 приложения Д.

Е.10 Допускается измерять удельную объемную проводимость растворов, полученных по пунктам Е.6-Е.8 методом вольтметра-амперметра или методом вольтметра при переменном напряжении. Отсчет желательно производить при токе около 1 мА. Отфильтрованный раствор заливается в измерительный сосуд из изоляционного материала (стекла, оргстекла) с металлическими (медными, латунными) электродами. Раствор, находящийся между электродами, не должен содержать видимых пузырьков воздуха.

### Оценка степени загрязнения в районах с засоленными водоемами

Степень загрязнения в прибрежной зоне морей, соленых озер и водоемов должна определяться по таблице И.1 в зависимости от солености воды и расстояния до береговой линии. Расчетная соленость воды определяется по гидрологическим картам как максимальное значение солености поверхностного слоя воды в зоне до 10 км вглубь акватории. Степень загрязнения над поверхностью засоленных водоемов следует принимать на одну ступень выше, чем в таблице И.1 для зоны до 0,1 км.

В районах, подверженных ветрам со скоростью более 30 м/с со стороны моря (периодичностью не реже 1 раза в 10 лет), расстояния от береговой линии, приведенные в таблице И, следует увеличить в 3 раза.

Для водоемов площадью 1000-10 000 м<sup>2</sup> СЗ допускается снижать на одну ступень по сравнению с данными таблицы И.1.

Таблица И.1

СЗ в прибрежной зоне морей и озер площадью более 10 000 м<sup>2</sup>

Тип водоема	Расчетная соленость воды, г/л	Расстояние от береговой линии, км	СЗ
Незасоленный	до 2	до 0,1	1
Слабозасоленный	более 2 до 10	до 0,1	2
		более 0,1 до 1,0	1
Среднезасоленный	более 10 до 20	до 0,1	3
		более 0,1 до 1,0	2
		более 1,0 до 5,0	1
Сильнозасоленный	более 20 до 40	до 1,0	3
		более 1,0 до 5,0	2
		более 5,0 до 10,0	1

**Ссылочные нормативно-технические документы**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 10390-86	4.1.12, Приложение 5
Правила устройства электроустановок 7-е изд. (ПУЭ-7)	Термины и определения; 1.2; 1.4; 1.8