

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

СТАНДАРТ ОАО «ГАЗПРОМ»

**ДОКУМЕНТЫ НОРМАТИВНЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ
ОАО «ГАЗПРОМ»**

**МЕТОДИКА ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРТИЗЫ
ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
ОАО «ГАЗПРОМ» НА СООТВЕТСТВИЕ
НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ**

СТО Газпром 2-1.11-172-2007

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

**ООО «Информационно-рекламный центр
газовой промышленности»**

Москва 2008

**Корпоративная система нормативно-методических документов
ОАО «Газпром» в области проектирования, строительства
и эксплуатации объектов ОАО «Газпром»**

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ДОКУМЕНТЫ НОРМАТИВНЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»**

**МЕТОДИКА
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРТИЗЫ ОСНОВНЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»
НА СООТВЕТСТВИЕ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ**

СТО Газпром 2-1.11-172-2007

Издание официальное

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

**Общество с ограниченной ответственностью
«Газпромэнергодиагностика»**

**Общество с ограниченной ответственностью
«Информационно-рекламный центр газовой промышленности»**

Предисловие

- | | |
|--|--|
| 1 РАЗРАБОТАН | Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром-энергодиагностика» |
| 2 ВНЕСЕН | Управлением энергетики Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» |
| 3 УТВЕРЖДЕН
И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | Распоряжением ОАО «Газпром» от 30 октября 2007 г. № 379
с 1 июля 2008 г. |
| 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ | |

© ОАО «Газпром», 2007

© Разработка ООО «Газпромэнергодиагностика», 2007

© Оформление ООО «ИРЦ Газпром», 2008

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных ОАО «Газпром»

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения и сокращения	2
4 Основные положения	3
5 Требования к проведению работ	5
6 Диагностика системы заземления	6
6.1 Измерение удельного сопротивления грунта	6
6.2 Визуальная проверка заземляющего устройства	7
6.3 Оценка коррозионного состояния заземляющего устройства	8
6.4 Определение схемы заземляющего устройства	9
6.5 Измерение сопротивления растеканию	10
6.6 Проверка качества электрической связи между элементами системы заземления	11
6.7 Измерения электростатического потенциала	12
7 Диагностика системы электроснабжения и мониторинг помех в информационных проводных цепях	13
7.1 Требования к проведению работ	13
7.2 Измерение отклонения напряжения	14
7.3 Измерение колебаний напряжения	15
7.4 Несинусоидальность напряжения	16
7.5 Несимметрия напряжений	18
7.6 Отклонение частоты	19
7.7 Провал напряжения	19
7.8 Импульсы напряжения	20
7.9 Оценка несинусоидальности токов нагрузки	22
7.10 Измерение постоянно действующих магнитных полей	23
7.11 Измерение магнитных полей радиочастотного диапазона	24
7.12 Определение уровня гальванических помех на заземляющем устройстве при коротких замыканиях	25
7.13 Импульсные помехи при коммутациях в цепях электроснабжения	25
7.14 Воздействие магнитных полей при замыканиях в цепях энергоснабжения	27

8	Диагностика системы молниезащиты	28
8.1	Построение зоны молниезащиты	28
8.2	Оценка обратных перекрытий	28
8.3	Оценка степени гальванического воздействия тока молнии	29
8.4	Напряженность магнитного поля при молниевых разрядах	29
8.5	Помехи, наведенные вследствие электростатической или электромагнитной индукции	30
9	Требования к содержанию технического отчета	31
	Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола визуального контроля качества заземляющего устройства	32
	Приложение Б (обязательное) Методика измерения сопротивления заземляющего устройства	33
	Приложение В (справочное) Сезонные коэффициенты сопротивления заземляющего устройства	36
	Приложение Г (рекомендуемое) Форма протокола результатов проверки заземляющих устройств	37
	Приложение Д (обязательное) Методика измерения электрической связи между элементами заземления	38
	Приложение Е (рекомендуемое) Форма протокола измерений сопротивления ввода в заземляющее устройство	40
	Приложение Ж (рекомендуемое) Форма протокола оценки величины электростатического заряда тела человека	41
	Приложение И (рекомендуемое) Форма протокола оценки качества электроснабжения	42
	Приложение К (рекомендуемое) Форма протокола оценки напряженности постоянно действующего магнитного поля	43
	Приложение Л (рекомендуемое) Форма протокола результатов измерений напряженности электромагнитного поля радиочастотного диапазона	44
	Приложение М (обязательное) Методика проведения оценки уровней гальванических помех при замыканиях на землю	45
	Приложение Н (рекомендуемое) Форма протокола результатов оценки уровней гальванических помех на ЗУ при замыканиях на землю	47

Приложение П (рекомендуемое) Методика определения уровней помех в проводных цепях при коммутационных переключениях и замыканиях в цепях энергоснабжения	48
Приложение Р (обязательное) Методика определения потенциалов на заземляющем устройстве при молниевых разрядах	50
Приложение С (рекомендуемое) Форма протокола результатов расчета потенциалов при молниевых разрядах	52
Приложение Т (обязательное) Измерение коэффициента экранирования магнитного поля	53
Приложение У (рекомендуемое) Форма протокола оценки максимального уровня напряженности магнитного поля при молниевом разряде	54
Приложение Ф (рекомендуемое) Форма протокола оценки величины напряжений, индуцированных протекающим током молниевых разряда	55
Библиография	56

СТАНДАРТ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «ГАЗПРОМ»

МЕТОДИКА
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРТИЗЫ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
ОАО «ГАЗПРОМ» НА СООТВЕТСТВИЕ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Дата введения -- 2008-07-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к периодичности, последовательности и составу работ по проведению экспертизы основных производственных объектов ОАО «Газпром» на соответствие нормативным требованиям электромагнитной совместимости.

1.2 Настоящий стандарт предназначен для применения при проектировании, строительстве и реконструкции основных производственных объектов ОАО «Газпром», а также при проведении экспертизы электромагнитной совместимости электронного оборудования на действующих объектах ОАО «Газпром», что позволит обеспечить:

- сокращение числа аварий и отказов основных производственных объектов ОАО «Газпром» за счет увеличения надежности работы электрических и электронных технических средств;

- увеличение срока службы оборудования без вывода в ремонт;

- снижение количества сбоев в работе технических средств, вызванных воздействием электромагнитных помех.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 19542-93 Совместимость средств вычислительной техники электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ 29037-91 Совместимость технических средств электромагнитная. Сертификационные испытания. Общие положения

ГОСТ Р 50397-92 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ Р 50648-94 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 50649-94 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 50799-95 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость технических средств радиосвязи к электростатическим разрядам, импульсным помехам и динамическим изменениям напряжения сети электропитания. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.2-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.3-2006 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.4-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.6.2-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

3.1 электромагнитная совместимость технических средств; ЭМС технических средств:
Способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средством.

[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.1]

3.2 техническое средство (ТС): Электротехническое, электронное или радиоэлектронное изделие (оборудование, аппаратура или система), а также изделие (оборудование, аппаратура или система), содержащее электрические и (или) электронные компоненты (схемы).

3.3 электромагнитная помеха; помеха: Электромагнитное явление, процесс, которые снижают или могут снизить качество функционирования технического средства.

[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.3]

3.4 электромагнитная обстановка (ЭМО): Совокупность электромагнитных явлений, процессов в заданной области пространства, частотном и временном диапазонах.

[ГОСТ Р 50397-92, пункт 1.2]

3.5 уровень помехоустойчивости (средства вычислительной техники): Максимальный уровень внешней помехи с регламентированными значениями параметров, при котором средство вычислительной техники еще сохраняет заданное качество функционирования.

[ГОСТ 19542-93, пункт 7]

3.6 место размещения технических средств: Место установки или применения технического средства, характеризующееся различными условиями ЭМО.

3.7 степень интенсивности электромагнитной помехи: Условная величина, характеризующая диапазон уровней электромагнитной помехи определенного вида в рассматриваемом месте размещения технических средств.

3.8. Сокращения и обозначения

ВЛ – воздушная линия;

ЗУ – заземляющее устройство;

КЗ – короткое замыкание;

КТП – комплектная трансформаторная подстанция;

ПМ – прожекторная мачта;

РУ – распределительное устройство;

УЗИП – устройство защиты от импульсных перенапряжений;

ЭДС – электродвижущая сила.

4 Основные положения

4.1 Настоящий стандарт устанавливает порядок проведения измерений и расчетов, необходимых для получения количественных данных о наибольших значениях электромагнитных воздействий в нормальных и аварийных режимах работы технических средств.

4.2 Контролируемые параметры ЭМС определяются видами помех, обусловленных различными источниками, в соответствии с таблицей 4.1.

4.3 Качество функционирования технических средств при воздействии электромагнитных помех достигается только при условии соблюдения нормативных требований электромаг-

нитной совместимости (ЭМС), при этом амплитуда помехи не должна превышать уровень помехоустойчивости технического средства.

Таблица 4.1 – Контролируемые параметры ЭМС при оценке уровней помех от различных источников

Источники и виды помех	Параметры, обеспечивающие защиту от помех
Молниевые разряды (падение напряжения при растекании тока, индуцированные в проводных цепях напряжения, электрические поля, магнитные поля, электростатический заряд, электромагнитные радиопомехи)	Параметры заземляющего устройства, экранирование конструкциями зданий и корпусом технических средств, наличие в цепях устройств защиты от перенапряжений, фильтров, мест заземления цепей напряжения и ТС
Коммутационные переключения в цепях электропитания (падение напряжения при растекании тока, индуцированные в проводных цепях напряжения, магнитные поля, электромагнитные радиопомехи)	Параметры заземляющего устройства, экранирование конструкциями зданий и корпусом технических средств, наличие в цепях устройств защиты от перенапряжений, фильтров, мест заземления цепей напряжения и ТС
Замыкания в цепях электропитания (падение напряжения при растекании тока, индуцированные в проводных цепях напряжения, магнитные поля)	Параметры заземляющего устройства, экранирование конструкциями зданий и корпусом технических средств, наличие в цепях устройств защиты от перенапряжений, фильтров, стабилизаторов напряжения, мест заземления цепей напряжения и ТС
Электростатические разряды (индуцированные в проводных цепях напряжения, магнитные поля, электромагнитные радиопомехи)	Материал одежды персонала, покрытие пола, температура и влажность в помещении
Работа силового, выпрямительного и др. оборудования (индуцированные в проводных цепях напряжения, электрические поля, магнитные поля, электромагнитные радиопомехи)	Экранирование конструкциями зданий и корпусом технических средств, наличие в цепях устройств защиты от перенапряжений, фильтров, стабилизаторов напряжения и др.
Качество электропитания (напряжения в проводных цепях)	Наличие в цепях УЗИП, фильтров, стабилизаторов напряжения и др. устройств защиты

4.4 Настоящий стандарт предусматривает обследование производственных объектов без отключений и останова основного оборудования.

4.5 На действующих объектах экспертиза ЭМС выполняется в два этапа:

- на первом этапе определяются степени интенсивности электромагнитных помех, воздействующих на технические средства;

- на втором этапе определяется соответствие между помехоустойчивостью технических средств и условиями их эксплуатации в существующей электромагнитной обстановке.

4.6 По результатам проведения экспертизы ЭМС дается заключение об уровне ЭМС:

- удовлетворительный – в результате проведения оценки ЭМО не выявлено ни одного нарушения требований нормативной и технической документации либо электромагнитной помехи, уровень воздействия которой превышает группу помехоустойчивости электрооборудования;

- неудовлетворительный – в результате проведения оценки ЭМО выявлены нарушения требований нормативной и технической документации либо наличие электромагнитной помехи, уровень воздействия которой превышает группу помехоустойчивости электрооборудования.

4.7 Экспертизу ЭМС вновь строящихся объектов проводят в два этапа: на этапе предпроектных изысканий или аудита технического проекта и на этапе пусконаладочных работ.

4.8 Для проектируемых объектов определение ЭМО выполняется с использованием расчетных методов. В качестве исходных данных используются проектная документация и результаты предпроектных изысканий.

4.9 При неудовлетворительной ЭМС разрабатывается перечень мероприятий по нормализации ЭМС.

4.10 Категория помехоустойчивости ТС определяется в соответствии с ГОСТ 29037.

4.11 Соответствие помехоустойчивости ТС нормативным требованиям ЭМС определяется сравнением степени интенсивности электромагнитной помехи с уровнем помехоустойчивости ТС.

5 Требования к проведению работ

5.1. Экспертизу ЭМС при эксплуатации объекта необходимо проводить не реже 1 раза в 6 лет.

5.2. Внеочередная экспертиза ЭМС проводится в случае снижения качества функционирования технических средств или их повреждения по причине электромагнитных воздействий, а также при техническом перевооружении и реконструкции действующих объектов.

5.3. Средства измерений, используемые при проведении экспертизы ЭМС, должны быть зарегистрированы в установленном порядке в государственном реестре средств измерений Российской Федерации, иметь действующие свидетельства о поверке средств измерений.

5.4. Используемое измерительное оборудование при проведении экспертных работ не должно создавать мешающего воздействия на штатную работу существующих технических средств, не должно нарушаться условие электробезопасности персонала.

5.5. Экспертизу ЭМС следует проводить в условиях, обеспечивающих работоспособность измерительных приборов и достоверность измерений (согласно паспортным данным на приборы).

5.6. Экспертиза ЭМС на основных производственных объектах ОАО «Газпром» (а также на электрических станциях и подстанциях, осуществляющих их энергоснабжение) должна проводиться по нарядам или распоряжениям, в соответствии с рабочей программой и действующими Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок [4].

5.7. Персонал, выполняющий работы по экспертизе ЭМС, должен иметь при себе удостоверение о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках с отметкой, подтверждающей право на проведение вышеуказанных работ в электроустановках до и выше 1000 В.

5.8. Работы по экспертизе ЭМС производственных объектов ОАО «Газпром» не следует проводить при неблагоприятных погодных условиях, таких как атмосферные осадки, гроза или штормовой ветер, снежный покров более 5 см.

5.9. Экспериментальные работы выполняют по рабочей программе, которая должна содержать:

- цель проведения работ;
- основание для проведения работ;
- перечень объектов, подлежащих экспертизе ЭМС;
- порядок организации и проведения работ;
- перечень лиц, ответственных за проведение работ;
- действие персонала при аварийных ситуациях.

5.10. При проведении оценки ЭМО необходимо контролировать и учитывать наличие уже установленных средств обеспечения ЭМС, таких как УЗИП в проводных цепях, фильтры и стабилизаторы в цепях электроснабжения, средства экранирования помещений и т.п.

6 Диагностика системы заземления

6.1 Измерение удельного сопротивления грунта

6.1.1 Параметр удельного сопротивления грунта используется в расчетах уровней электромагнитных помех при КЗ и молниевых разрядах, параметров ЗУ, норм на сопротивление ЗУ.

6.1.2 Для проведения измерений используются приборы, обеспеченные автономным питанием либо гальванической развязкой измерительной цепи с сетью электроснабжения, позволяющие измерять сопротивление по четырехпроводной схеме в диапазоне 1–1000 Ом при сопротивлении измерительных цепей 0–2000 Ом.

6.1.3 Для определения удельного сопротивления грунта проводится несколько измерений за пределами территории объекта. Расстояние между электродами рекомендуется выбирать в диапазоне от 2 до 10 м.

6.1.4 Измерение сопротивления грунта осуществляется по четырехточечному методу. На измеряемом участке устанавливаются в линию четыре равноудаленных электрода. Расстояние между электродами соответствует глубине, до которой измеряется удельное сопротивление грунта.

6.1.5 Между крайними электродами протекает ток, созданный генератором тока. Между внутренними электродами определяется падение напряжения, из отношения которого к протекающему току, согласно закону Ома, рассчитывается сопротивление между электродами.

6.1.6 Величина удельного сопротивления грунта ρ , Ом·м, на глубине, равной расстоянию между электродами, определяется по формуле Венера:

$$R = 2\pi d R_e, \quad (6.1)$$

где d – расстояние между измерительными электродами, м;

R_e – измеренное сопротивление заземления, Ом;

π – математическая константа.

6.1.7 Пересчет результатов измерения и приведение их к максимальным значениям при промерзании и снижении влажности грунта осуществляется в соответствии с сезонным коэффициентом согласно РД 153-34.0-20.525-00 [5] (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Выбор сезонного коэффициента

Тип грунта	Сезонный коэффициент удельного сопротивления грунта при влажности		
	малой	средней	большой
Глина	2	3	10
Супесь, суглинок	3	5	20
Песок	3	10	50

6.1.8 Если удельное сопротивление грунта превышает 500 Ом·м, то при проверке соответствия сопротивления ЗУ требованиям нормативной документации применяют соответствующие поправочные коэффициенты.

6.2 Визуальная проверка заземляющего устройства

6.2.1 Визуальная проверка качества ЗУ выполняется с целью контроля целостности, прочности, качества монтажа и соответствия сечения заземляющих проводников и проводников зануления требованиям нормативной и технической документации, проверки коррозионного состояния заземляющих спусков; наличия на заземляющих спусках антикоррозионного покрытия; проверки болтовых и сварных соединений. Особое внимание следует уделять заземляющим проводникам от нейтралей трансформаторов и дугогасящих реакторов.

6.2.2 Для электроустановок, не оборудованных молниеотводом, значения сечения проводников сравниваются с требованиями ПУЭ [1] (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Наименьшие допустимые значения сечений заземляющих проводников электроустановок

Сечение фазных проводников, мм ²	Наименьшее допустимое сечение защитных проводников, мм ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

6.2.3 Для электроустановок, оборудованных молниеотводом, значения сечения проводников сравниваются с требованиями, предъявляемыми к элементам молниезащиты (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Наименьшие допустимые значения сечений заземляющих проводников молниеотводов

Материал	Сечение, мм ²
Медь	16
Алюминий	25
Железо	50

6.2.4 Токоотводы системы молниезащиты проверяют на соответствие следующим требованиям:

- токоотводы должны быть проложены по прямым линиям, наличие петель недопустимо;
- сечение токоотвода должно соответствовать значениям, указанным в таблице 6.3;
- если токоотвод проходит через зоны взрыво- или пожароопасных выбросов, его радиус должен отвечать условиям отсутствия искрообразования;
- от каждого молниеприемника должно быть проложено не менее двух токоотводов.

6.2.5 Результаты измерений заносятся в протокол (приложение А).

6.3 Оценка коррозионного состояния заземляющего устройства

6.3.1 При контроле ЗУ в процессе эксплуатации обязательна выборочная проверка заземлителей со вскрытием грунта на глубину не менее 20 см. При поиске заземлителя следует использовать результаты трассировки (п. 6.4).

6.3.2 При оценке коррозии заземлителей для вскрытия грунта выбирается участок с наибольшим уровнем влажности (низины, места скопления воды и т.п.).

6.3.3 Измерения зон коррозионного повреждения, включая их глубину, проводят штангенциркулем, после удаления с поверхности элемента продуктов коррозии.

6.3.4 При сплошной поверхностной (общей) коррозии определяются линейные размеры поперечного сечения зон коррозии (диаметр, толщина, ширина).

6.3.5 При местной коррозии штангенциркулем измеряется глубина и площадь отдельных язв на контролируемом участке.

6.3.6 Если разрушено более 50 % сечения, элемент ЗУ должен быть заменен (снабжен дополнительным заземлителем), кроме того, необходима проверка коррозионного состояния остальных элементов контура объекта.

6.4 Определение схемы заземляющего устройства

6.4.1 Определение схемы ЗУ необходимо для выявления трасс прокладки заземлителей и возможных отклонений от проектной документации. Полученную информацию о трассе прокладки заземлителей рационально использовать при поиске заземлителей в работах по оценке коррозионного состояния ЗУ (п. 6.3).

6.4.2 Определение расположения подземных металлоконструкций выполняют специальным трассопоисковым оборудованием, в состав которого входит генератор, обеспечивающий протекание измерительного тока по ЗУ, и приемник, определяющий путь протекания тока. Рабочий ток генератора не должен вызывать искрообразования в грунте и металлоконструкциях. Питание генератора должно быть автономным либо обеспечена гальваническая развязка выхода генератора с цепями электроснабжения.

6.4.3 Подключение прибора и проведение работ следует выполнять в соответствии с инструкцией по эксплуатации используемого трассопоискового комплекта. Частота генератора измерительного тока должна отличаться от промышленной частоты 50 Гц и ее гармоник. Измерение уровня магнитного поля заданной частоты над поверхностью земли проводится магнитной антенной и приемником с высокой селективностью. На основе анализа распределения магнитного поля над поверхностью земли выявляются трассы прокладки заземлителей, по которым растекается существенная часть введенного тока. Меняя схему подключения источника, измерения повторяют до тех пор, пока не будут выявлены и локализованы все горизонтальные естественные и искусственные заземлители в радиусе нескольких десятков метров от интересующей точки, вносящие существенный вклад в растекание тока.

6.4.4 На рабочей частоте приемника 50 Гц, при выключенном генераторе, определяется трасса пролегания кабелей электроснабжения промышленной частоты. Данная функция применяется для идентификации заземлителей и кабельных линий (кабель под напряжением промышленной частоты, в отличие от заземлителя, будет излучать помехи 50 Гц).

6.4.5 По максимальному значению принимаемого сигнала определяется и наносится на план выявленная трасса пролегания заземлителей.

6.5 Измерение сопротивления растеканию

6.5.1 Характеристики ЗУ должны отвечать требованиям обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и надежной работы оборудования электроустановки в нормальных и аварийных условиях.

6.5.2 Качество ЗУ объекта характеризуется его значением сопротивления растеканию тока.

6.5.3 Измерения сопротивления растеканию проводятся измерителем сопротивления, который должен удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать возможность измерений по четырехпроводной схеме в диапазоне значений измеряемого сопротивления от 0,05 до 100 Ом при сопротивлении измерительных проводов 1–2000 Ом;

- работать в диапазоне рабочих температур 0–40 °С;

- не создавать риска возникновения искрообразования в грунте и металлоконструкциях контура, а также мешающего воздействия на функционирование технических средств, эксплуатируемых на объекте;

- рабочая частота должна лежать в диапазоне 0 Гц – 150 Гц;

- прибор должен корректно функционировать в условиях воздействия помех на промышленной частоте и ее гармониках;

- иметь автономное питание либо гальваническую развязку измерительных цепей с цепями электроснабжения.

6.5.4 Измерения выполняются в соответствии с методикой, представленной в приложении Б.

6.5.5 Измерение сопротивления растеканию проводится у ЗУ зданий, сооружений и отдельно расположенных электроустановок, в которых присутствует напряжение свыше 25 В переменного или 60 В постоянного тока.

6.5.6 Измерения должны выполняться в период наибольшего высыхания (или промерзания) грунта. При проведении измерений в условиях, отличающихся от указанных, необходимо применять сезонный коэффициент. В этом случае сопротивление ЗУ $R_{з\text{у}}$, Ом, определяется по формуле:

$$R_{з\text{у}} = K_c \cdot R_{з\text{уизм.}} \quad (6.2)$$

где K_c – сезонный коэффициент;

$R_{з\text{уизм.}}$ – сопротивление заземляющего устройства, полученное при измерениях, Ом.

6.5.7 Сезонный коэффициент сопротивления обычно указывается в проекте объекта. При отсутствии проектных данных сезонный коэффициент выбирается в соответствии с приложением В.

6.5.8 Форма протокола измерений приведена в приложении Г.

6.5.9 Максимально допустимые значения сопротивления растеканию приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Максимально допустимые значения сопротивления растеканию

Наименование объекта	Сопротивление растеканию, Ом, не более	Нормативный документ
Электроустановки напряжением до 1 кВ, кроме ВЛ с глухо заземленной нейтралью	4	РД 34.45-51.300-97 [2]
ВЛ напряжением до 1 кВ с устройством молниезащиты: заземлитель опоры	30	РД 34.45-51.300-97 [2]
ВЛ напряжением до 1 кВ с устройством молниезащиты с повторным заземлением нулевого провода: - общее сопротивление; - заземлитель каждого из повторных заземлений	10 30	РД 34.45-51.300-97[2]
Заземлитель, расположенный в непосредственной близости от нейтрали генератора или трансформатора, вывода источника однофазного тока 380 В	30	РД 34.45-51.300-97 [2]
ЗУ зданий и ПМ	4	ПУЭ [1]
ЗУ молниеотводных мачт (молниеотводов), расположенных в непосредственной близости от других объектов	30	РД 34.45-51.300-97 [2]
ЗУ отдельно стоящих молниеотводных мачт	80	ПУЭ [1]

6.6 Проверка качества электрической связи между элементами системы заземления

6.6.1 Измерение качества электрической связи между элементами ЗУ выполняется для проверки качества заземления ТС и проверки наличия электрической связи между элементами контура ЗУ.

6.6.2 Измерения выполняются в соответствии с методикой, приведенной в приложении Д.

6.6.3 Близкие значения сопротивления ввода у расположенных рядом элементов ЗУ прямо пропорционально указывают на эффективность металlosвязи между ними.

6.6.4 Соответствие параметров ЗУ нормативным требованиям определяется следующими условиями:

- все электроустановки в соответствии с ПУЭ [1] должны быть объединены в общее ЗУ;

- заземлители молниеотводов, установленных на ПМ, согласно ПУЭ [1], должны присоединяться к общему контуру ЗУ, если расстояние от них до ближайшего здания или сооружения менее 10 м;

- во всех случаях, за исключением отдельно стоящего молниеотвода, заземлитель молниезащиты следует соединять с контуром ЗУ электроустановок и средств связи. Если заземлители по технологии функционирования технических средств должны быть разделены, их следует объединить в общую систему с помощью системы уравнивания потенциалов.

6.6.5 Форма протокола измерений приведена в приложении Е.

6.7 Измерения электростатического потенциала

6.7.1 Измерения электростатического потенциала оперативного персонала проводятся при его перемещении по комнате, вставании со стула и других действиях, приводящих к электростатическому заряду.

6.7.2 Измерения проводят электростатическим вольтметром, измерителем влажности и термометром. Требования к диапазону измеряемых значений:

- электростатический вольтметр 0,1–15 кВ;
- термометр 0–40 °С;
- измеритель влажности 10–100 %.

6.7.3 Измеритель электростатического потенциала, термометр и измеритель влажности размещаются в комнате, где проводятся измерения. Измерения проводятся в соответствии с инструкциями по эксплуатации приборов.

6.7.4 Измеренные значения потенциала пересчитывают для наиболее неблагоприятного режима, соответствующего нижнему значению влажности воздуха и наибольшему расстоянию перемещения персонала по помещению (рисунок 6.1).

6.7.5 Результаты измерений сравниваются с классом устойчивости ТС к воздействию электростатических разрядов согласно документации ТС либо, при отсутствии таковых, согласно ГОСТ Р 51317.4.2 (таблица 6.5).

6.7.6 Форма протокола измерений приведена в приложении Ж.

Таблица 6.5 – Классы устойчивости аппаратуры к электростатическим разрядам

Степень жесткости	Испытательное напряжение, кВ
1	2
2	4
3	6
4	8
X	Открытая степень жесткости

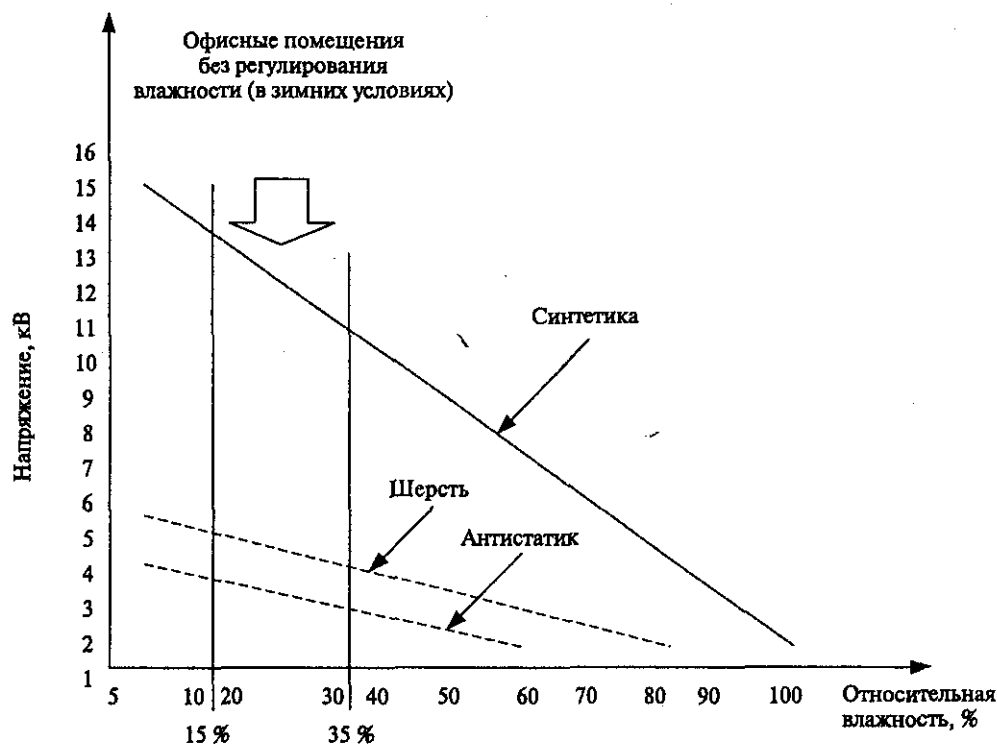


Рисунок 6.1 – Зависимость электростатического потенциала человека от степени влажности воздуха

7 Диагностика системы электроснабжения и мониторинг помех в информационных проводных цепях

7.1 Требования к проведению работ

7.1.1 Измерения параметров качества электрической энергии проводятся в точках общего присоединения, вводных щитах, непосредственно на выходах трансформаторов собственных нужд и т.п. согласно ГОСТ 13109, ГОСТ Р 50799 и РД 153-34.0.15.502-2002 [7]. Измерения в цепях электроснабжения электрооборудования проводятся при питании оборудования от основного и резервного источника.

7.1.2 Измерительное оборудование должно удовлетворять следующим требованиям:

- а) входное сопротивление должно быть не менее 1 МОм;
- б) обеспечивать возможность фиксации параметров за период времени не менее суток при фиксации наблюдения не реже 1 раза в 10 с;
- в) иметь функции измерения параметров:
 - номинального напряжения;
 - одновременного измерения напряжений по трем фазам;

- номинального значения частоты;
- кратковременной дозы фликера;
- длительной дозы фликера;
- коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения;
- сдвига фазы между составляющими тока и напряжения в цепи.

7.1.3 При измерении используют метод непосредственной оценки показателей качества электрической энергии. При контроле качества электроэнергии в трехфазных и однофазных электрических сетях следует измерять фазные напряжения. При отсутствии в электрических сетях с изолированной нейтралью однофазных или трехфазных заземляемых трансформаторов напряжения допускается измерять междуфазные напряжения. Измерения проводят в нормальных и ремонтных режимах работы электрической сети.

7.1.4 Измерения проводятся по схеме «провод-провод». Минимальный интервал непрерывного измерения 24 ч. Общее время i -го наблюдения для определения усредняемого за 3 с значения показателя качества электроснабжения должно быть не более 10 с, при этом окна выборок должны быть равномерно распределены на интервале общего времени i -го наблюдения и суммарная ширина окон должна быть равна 3 с.

7.1.5 Результаты измерений сопоставляются с нормально допустимыми и предельными значениями, указанными в нормативной и технической документации, затем сверяются с уровнями устойчивости приемников электроэнергии к воздействию измеренных помех по цепям электроснабжения.

7.1.6 Форма протокола измерений приведена в приложении И.

7.2 Измерение отклонения напряжения

7.2.1 Отклонение напряжения характеризуется показателями установившегося отклонения измеренного значения напряжения от номинального, а также суммарной продолжительностью времени выхода за нормально и предельно допустимые значения.

7.2.2 Для каждого i -го наблюдения измеряют действующее значение междуфазного напряжения (для каждой фазы) основной частоты без учета высших гармонических составляющих напряжения. Все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси и определяют значения, выходящие за нижние нормально и предельно допустимые, а также верхние нормально и предельно допустимые значения.

7.2.3 Значение установившегося отклонения напряжения δU_y вычисляют по формуле:

$$\delta U_y = \frac{U_y - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \%, \quad (7.1)$$

где U_y – измеренное значение напряжения в сети, В;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети, В.

7.2.4 Установленные нормы параметра отклонения напряжения принимаются в соответствии с ГОСТ 13109:

- нормально допустимые значения на выводах приемников электрической энергии составляют $\pm 5\%$ от $U_{\text{ном}}$;

- предельно допустимые значения на выводах приемников электрической энергии составляют $\pm 10\%$ от $U_{\text{ном}}$.

7.2.5 Нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения в точках общего присоединения потребителей к электрическим сетям напряжением 0,4 кВ и выше должны быть установлены в договорах на пользование электрической энергией между энергоснабжающей организацией и потребителем.

7.3 Измерение колебаний напряжения

7.3.1 Колебания напряжения характеризуются показателями размаха изменения напряжения и дозы фликера.

7.3.2 Все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси. Определяют значения, выходящие за нижние нормально и предельно допустимые, верхние нормально и предельно допустимые значения.

7.3.3 Параметр δU_i вычисляют по формуле

$$\delta U_i = \frac{|U_i - U_{i+1}|}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad (7.2)$$

где U_i, U_{i+1} – значения следующих один за другим экстремумов (или экстремума и горизонтального участка) огибающей среднеквадратичных значений напряжения основной частоты, определенных на каждом полупериоде основной частоты (В);

$U_{\text{ном}}$ – номинальное значение напряжения, В.

7.3.4 Частоту повторений изменений напряжения $F_{\delta U_i}$, 1/мин, при периодических колебаниях напряжения вычисляют по формуле

$$F_{\delta U_i} = \frac{m}{t}, \quad (7.3)$$

где m – число изменений напряжения за интервал времени t (принимаемый 10 мин).

7.3.5 Предельно допустимые значения размаха изменения напряжения в зависимости от частоты повторения изменений напряжения определяют по ГОСТ 13109. Предельно допу-

стимое значение суммы установившегося отклонения напряжения и размаха изменений напряжения в сетях 0,4 кВ должно быть равно $\pm 10\%$ от номинального напряжения.

7.3.6 Кратковременную дозу фликера P_{St} вычисляют по формуле

$$P_{St} = \sqrt{0,0314 P_{0,1} + 0,0525 P_{1S} + 0,0657 P_{3S} + 0,28 P_{10S} + 0,08 P_{50S}}, \quad (7.4)$$

где $P_{0,1}$, P_{1S} , P_{3S} , P_{10S} , P_{50S} – сглаженные уровни фликера по интегральной вероятности, равной соответственно 0,1; 1,0; 3,0; 10,0; 50,0 за интервал времени 10 мин.

7.3.7 Предельно допустимое значение для кратковременной дозы фликера по ГОСТ 13109 составляет 1,38.

7.3.8 Значение длительной дозы фликера (на интервале времени 2 ч) вычисляют по формуле

$$P_{Lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} (P_{Stk})^3}, \quad (7.5)$$

где P_{Stk} – кратковременная доза фликера на k -м интервале времени T_{Sh} в течение длительного периода наблюдения T_L .

7.3.9 Предельно допустимое значение для длительной дозы фликера по ГОСТ 13109 составляет 1,0.

7.4 Несинусоидальность напряжения

7.4.1 Несинусоидальность напряжения характеризуют коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения и n -й гармонической составляющей напряжения.

7.4.2 Все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси. Соответствие суммарной продолжительности времени выхода коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения за нормально и предельно допустимые значения допускается дополнительно определять по ГОСТ 13109.

7.4.3 Нормально допустимые и предельно допустимые значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения в точках общего присоединения к электрическим сетям в зависимости от номинального напряжения в сети определяют по ГОСТ 13109 (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Нормально допустимые и предельно допустимые значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения

Нормально допустимое значение при номинальном напряжении в сети, кВ				Предельно допустимое значение при номинальном напряжении в сети, кВ			
0,38	6–20	35	110–330	0,38	6–20	35	110–330
8,0	5,0	4,0	2,0	12,0	8,0	6,0	3,0

7.4.4 Нормально допустимые значения коэффициента n -й гармонической составляющей напряжения в точках общего присоединения к электрическим сетям в зависимости от номинального напряжения в сети определяют по ГОСТ 13109 (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Нормально допустимые значения коэффициента n -й гармонической составляющей напряжения

Нечетные гармоники, не кратные 3, при $U_{ном}$, кВ					Нечетные гармоники, кратные 3**, при $U_{ном}$, кВ					Четные гармоники при $U_{ном}$, кВ				
n^*	0,38	6-20	35	110-330	n^*	0,38	6-20	35	110-330	n^*	0,38	6-20	35	110-330
5	6,0	4,0	3,0	1,5	3	5,0	3,0	3,0	1,5	2	2,0	1,5	1,0	0,5
7	5,0	3,0	2,5	1,0	9	1,5	1,0	1,0	0,4	4	1,0	0,7	0,5	0,3
11	3,5	2,0	2,0	1,0	15	0,3	0,3	0,3	0,2	6	0,5	0,3	0,3	0,2
13	3,0	2,0	1,5	0,7	21	0,2	0,2	0,2	0,2	8	0,5	0,3	0,3	0,2
17	2,0	1,5	1,0	0,5	>21	0,2	0,2	0,2	0,2	10	0,5	0,3	0,3	0,2
19	1,5	1,0	1,0	0,4						12	0,2	0,2	0,2	0,2
23	1,5	1,0	1,0	0,4						12	0,2	0,2	0,2	0,2
25	1,5	1,0	1,0	0,4										
>25	0,2+ +1,3 25/ n	0,2+ +0,8 25/ n	0,2+ +0,6 25/ n	0,2+ +0,2 25/ n										

* n – номер гармонической составляющей напряжения.

** Нормально допустимые значения, приведенные для n , равных 3 и 9, относятся к однофазным электрическим сетям. В трехфазных трехпроводных электрических сетях эти значения принимают вдвое меньшими приведенных в таблице.

7.4.5 Предельно допустимое значение коэффициента n -й гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)пред}$ вычисляют по формуле

$$K_{U(n)пред} = 1,5K_{U(n)норм} \quad (7.6)$$

где $K_{U(n)норм}$ – нормально допустимое значение коэффициента n -й гармонической составляющей напряжения (таблица 7.2)

7.5 Несимметрия напряжений

7.5.1 Несимметрия напряжений характеризуется значением коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и по нулевой последовательности.

7.5.2 Для определения коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности проводят измерение одновременно действующих значений междуфазных напряжений по основной частоте за период времени 24 ч. Общее время i -го наблюдения для определения усредняемого за 3 с значения показателя качества электроснабжения должно быть не более 10 с, при этом окна выборок должны быть равномерно распределены на интервале общего времени i -го наблюдения и суммарная ширина окон по ГОСТ 13109 должна быть равна 3 с.

7.5.3 Все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси. Определяют значения, выходящие за нижние нормально и предельно допустимые, а также верхние нормально и предельно допустимые значения.

7.5.4 Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности K_{2U_i} вычисляют как результат i -го наблюдения по формуле

$$K_{2U_i} = \frac{U_{2(1)i}}{U_{1(1)i}} \cdot 100 \%, \quad (7.7)$$

где $U_{2(1)i}$ – действующее значение напряжения обратной последовательности основной частоты трехфазной системы напряжения в i -м наблюдении (В), которое вычисляют по формуле

$$U_{2(1)i} = 0,62(U_{\text{нб}(1)i} - U_{\text{нм}(1)i}), \quad (7.8)$$

где $U_{\text{нб}}$, $U_{\text{нм}}$ – соответственно наибольшее и наименьшее значения из трех междуфазных напряжений основной частоты в i -м наблюдении, В;

$U_{1(1)i}$ – действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты в i -м наблюдении (В).

7.5.5 Нормально допустимое и предельно допустимые значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в точках общего присоединения к электрическим сетям по ГОСТ 13109 равны 2,0 и 4,0 % соответственно.

7.5.6 При измерении коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности в четырехпроводных сетях:

- для каждого i -го наблюдения за период времени 24 ч измеряют одновременно действующие значения трехфазных напряжений основной частоты и вычисляют коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности в i -м наблюдении $U_{0(1)i}$ по формуле:

$$U_{0(1)i} = 0,62 (U_{\text{нб.ф}(1)i} - U_{\text{нм.ф}(1)i}), \quad (7.9)$$

где $U_{\text{нб.ф}(1)i}$ и $U_{\text{нм.ф}(1)i}$ — соответственно наибольшее и наименьшее из трех действующих значений фазных напряжений основной частоты в i -м наблюдении (В);

- все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси и определяются значения, выходящие за нижние нормально и предельно допустимые и верхние нормально и предельно допустимые значения.

7.5.7 Нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности в точках общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 0,38 кВ по ГОСТ 13109 равны 2,0 и 4,0 % соответственно.

7.5.8 Соответствие суммарной продолжительности времени выхода измеренных показателей нормам настоящего стандарта допускается дополнительно определять по ГОСТ 13109.

7.6 Отклонение частоты

7.6.1 Для каждого i -го наблюдения за установленный период времени 24 ч измеряют действительное значение частоты (Гц).

7.6.2 Значение отклонения частоты Δf , Гц, от значения ($f_{\text{ном}}$) вычисляют по формуле

$$\Delta f = f - f_{\text{ном}}, \quad (7.10)$$

где f — действительное значение частоты, Гц;

$f_{\text{ном}}$ — номинальное значение частоты, Гц.

7.6.3 Все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси и определяются значения, выходящие за нижние нормально и предельно допустимые, а также верхние нормально и предельно допустимые значения.

7.6.4 Нормально допустимое и предельно допустимое значения отклонения частоты по ГОСТ 13109 равны $\pm 0,2$ и $\pm 0,4$ Гц соответственно.

7.6.5 Соответствие суммарной продолжительности времени выхода значений отклонений частоты за нормально и предельно допустимые значения нормам настоящего стандарта допускается дополнительно определять по ГОСТ 13109.

7.7 Провал напряжения

7.7.1 При измерении длительности провала напряжения в соответствии с ГОСТ 13109 фиксируют начальный ($t_{\text{н}}$) момент времени резкого спада (с длительностью менее 10 мс) опи-

бающей среднеквадратических значений напряжения, определенных на каждом полупериоде основной частоты, ниже уровня $0,9 U_{\text{ном}}$, а также конечный (t_k) момент времени восстановления среднеквадратического значения напряжения до $0,9 U_{\text{ном}}$.

7.7.2 Длительность провала напряжения Δt_n , с, вычисляют по формуле

$$\Delta t_n = t_k - t_n, \quad (7.11)$$

где t_k — конечный момент времени, с;

t_n — начальный момент времени, с.

Для оценки глубины провала напряжения измеряют среднеквадратичные значения напряжения за каждый полупериод основной частоты во время провала напряжения (V). Глубину провала напряжения δU_n вычисляют с учетом минимального значения ($U_{\text{мин}}$) по формуле

$$\delta U_n = \frac{U_{\text{ном}} - U_{\text{мин}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \%, \quad (7.12)$$

где $U_{\text{ном}}$ — номинальное значение напряжения, В;

$U_{\text{мин}}$ — минимальное значение напряжения, В.

7.7.3 Частоту появления провалов напряжения вычисляют по формуле

$$F_{\text{п}} = \frac{m(\delta U_n \cdot \Delta t_n)}{M}, \quad (7.13)$$

где $m(\delta U_n \cdot \Delta t_n)$ — число провалов напряжения глубиной δU_n и длительностью Δt_n за период времени наблюдения;

M — суммарное число провалов напряжения за период времени наблюдения.

7.7.4 Предельно допустимое значение длительности провала напряжения в электрических сетях напряжением до 20 кВ включительно в соответствии с ГОСТ 13109 равно 30 с.

7.7.5 Длительность автоматически устраняемого провала напряжения в любой точке присоединения к электрическим сетям определяется выдержками времени релейной защиты и автоматики.

7.8 Импульсы напряжения

7.8.1 Для получения значения длительности импульса определяют амплитуду этого импульса (V) и моменты времени (t_n и t_k), соответствующие пересечению кривой импульса напряжения горизонтальной линией, проведенной на половине амплитуды импульса. Длительность импульса вычисляют по формуле $\Delta t_{\text{имп}0,5} = t_{k0,5} - t_{n0,5}$. Импульс напряжения харак-

теризуется длительностью по уровню 0,5 от максимального значения и коэффициентом временного перенапряжения для грозовых и коммутационных импульсов, возникающих в электрических сетях энергоснабжающей организации (длительность фронта импульса не более 5 мс).

7.8.2 Для определения коэффициента временного перенапряжения измеряют максимальные амплитудные значения напряжения на каждом полупериоде основной частоты при резком (длительность фронта до 5 мс) превышении уровня напряжения, равного $1,1\sqrt{2}U_{\text{ном}}$. Определяют максимальное из измеренных значений.

7.8.3 Коэффициент временного перенапряжения $U_{\text{фдоп}}$, В, вычисляют по формуле

$$U_{\text{фдоп}} = \frac{U_{\text{ном}} \sqrt{2}}{\sqrt{3}}. \quad (7.14)$$

7.8.4 Для определения длительности временного перенапряжения фиксируют момент времени ($t_{\text{Нпер}}$) превышения действующим значением уровня, равного $1,1U_{\text{ном}}$, и момент времени ($t_{\text{Кпер}}$) спада напряжения до уровня $1,1U_{\text{ном}}$.

7.8.5 Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{перU}}$, с, вычисляют по формуле

$$\Delta t_{\text{перU}} = t_{\text{Кпер}} - t_{\text{Нпер}}. \quad (7.15)$$

7.8.6 Предельные значения импульсных перенапряжений, возникающие в электрических сетях, зависят от степени устойчивости потребителей электрической энергии к импульсным воздействиям по цепям электроснабжения.

Таблица 7.3 – Предельные значения импульсов напряжения для различных классов устойчивости аппаратуры

Номинальное напряжение установки, В		Импульсное испытательное напряжение, кВ			
Трёхфазные системы	Однофазные системы со средней точкой	Оборудование, установленное до распределительного щита (импульсное сопротивление категории IV)	Оборудование, установленное внутри зданий (импульсное сопротивление категории III)	Переносные инструменты (импульсное сопротивление категории II)	Защитные устройства (импульсное сопротивление категории I)
–	120-240	4,0	2,5	1,5	0,8
230/240 277/480	–	6,0	4,0	2,5	1,5
400/690	–	8,0	6,0	4,0	2,5
1000	–	Значения напряжений определяют инженеры-системотехники			

Примечание – Категория I для разработчиков специального оборудования, категория II – техническим комитетам, связанным с разработкой и изготовлением электроприборов и инструментов, предназначенных для работы в электроустановках зданий, категория III – техническим комитетам, связанным с разработкой и изготовлением установочных материалов и отдельных элементов электрооборудования зданий, категория IV – высококвалифицированным специалистам и инженерам-системотехникам.

7.9 Оценка несинусоидальности токов нагрузки

7.9.1 Качество электроэнергии в электроустановках (особенно автономных) существенно снижается в результате воздействия нелинейных нагрузок, например полупроводниковых преобразователей. Высшие гармонические составляющие в токах нелинейных электропотребителей приводят к негативным последствиям:

- перегрев и разрушение нулевых рабочих проводников кабельных линий вследствие их перегрузки токами третьей гармоники, когда токи в нулевых рабочих проводниках значительно превосходят токи фазных проводников, а защита от токовых перегрузок в цепях нулевых проводников не предусмотрена (п.1.3.10 ПУЭ [1]);
- искажение синусоидальности питающего напряжения;
- дополнительные потери в трансформаторах, что может привести к значительным потерям энергии и быть причиной выхода из строя трансформаторов вследствие перегрева;
- в условиях несинусоидальности тока ухудшаются условия работы батарей конденсаторов;
- сокращение срока службы электрооборудования из-за интенсификации теплового и электрического старения изоляции;
- необоснованное срабатывание предохранителей и автоматических выключателей вследствие дополнительного нагрева внутренних элементов защитных устройств;
- ускоренное старение изоляции проводов и кабелей;
- индуцирование помех в сетях телекоммуникаций, где силовые кабели и кабели телекоммуникаций расположены относительно близко.

7.9.2 Для измерений применяются анализаторы формы сигнала любого типа, например:

- средства измерений, использующие частотное преобразование входного сигнала, имеющие в составе селективный усилитель, пассивные фильтры и анализатор спектра, настроенный на частоту измеряемой гармонической составляющей;
- средства измерений, использующие временное преобразование входного сигнала (цифровые фильтры или дискретное преобразование Фурье).

7.9.3 Применяемые средства измерений и анализа должны быть поверены в установленном порядке и внесены в государственный реестр средств измерений в соответствии с действующим законодательством.

7.9.4 Суммарная погрешность средств измерений не должна превышать большего из двух значений: 5 % от максимального допустимого значения гармонической составляющей тока или 0,2 % от номинального значения тока нагрузки. Точность измерений может проверяться внутренней или внешней калибровкой.

7.9.5 Все измеренные значения упорядочиваются на числовой оси. Определяют значения, выходящие за нижние нормально допустимые, а также верхние предельно допустимые значения.

7.9.6 Полученные значения пересчитываются относительно уровней при максимальной нагрузке трансформатора и сравниваются с предельными параметрами на трансформатор (указанными в документации к трансформатору либо предоставляемые заводом – изготовителем трансформатора).

7.10 Измерение постоянно действующих магнитных полей

7.10.1 Оценка степени влияния магнитных полей на технические средства в штатном режиме работы аппаратуры проводится на основе измерения уровней напряженности постоянно действующих магнитных полей.

7.10.2 Измерения выполняются измерителем магнитного поля в диапазоне гармоник промышленной частоты.

7.10.3 Перед проведением измерений составляется схема расположения оборудования в помещении. На схему наносится расположение окон, дверей или других точек, однозначно показывающих ориентацию оборудования в помещении. Проводится сбор информации о степени устойчивости аппаратуры, размещенной на объекте к постоянным (ГОСТ Р 50648), кратковременным (ГОСТ Р 50648) и импульсным (ГОСТ Р 50649) магнитным полям.

7.10.4 Включение, настройка и работа с измерителем магнитного поля выполняется согласно инструкции по эксплуатации. В каждой точке проводится измерение напряженности по трем осям координат, векторная сумма которых является результатом напряженности магнитного поля.

7.10.5 Измерения проводят в местах размещения технических средств автоматики и связи, а также в помещениях, где размещены силовоточные электрические цепи КТП, РУ и другие помещения, расположенные рядом с кабельными каналами силовых цепей электрооборудования.

7.10.6 Если нагрузка во влияющей электрической цепи на момент проведения измерений оказалась существенно ниже номинальной, измеренные уровни полей пропорционально пересчитываются к максимальным рабочим токам в силовых цепях, генерирующим рассматриваемое поле.

7.10.7 Полученные результаты сравниваются с классом устойчивости ТС к воздействию непрерывного магнитного поля согласно документации ТС либо, при отсутствии таковых, согласно ГОСТ Р 50648 (таблица 7.4).

7.10.8 Форма протокола измерений приведена в приложении К.

Таблица 7.4 – Уровни устойчивости аппаратуры к постоянно действующему и кратковременному магнитному полю

Уровень жесткости испытаний	Напряженность непрерывного магнитного поля, А/м
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100

*Напряженность магнитного поля – по согласованию между производителем и потребителем

7.11 Измерение магнитных полей радиочастотного диапазона

7.11.1 Степень влияния уровней электромагнитного поля радиочастотного диапазона на технические средства оценивают в штатном режиме их работы.

7.11.2 Предварительно проводится сбор информации о степени устойчивости технических средств, размещенных на объекте, к воздействию электромагнитного поля радиочастотного диапазона.

7.11.3 В местах размещения технических средств автоматики и связи измерения проводят в диапазоне 80–100 МГц и 1,4–2 ГГц.

7.11.4 Включение, настройка и работа с измерительным прибором выполняются согласно инструкции по эксплуатации прибора.

7.11.5 Измерения напряженностей магнитных полей радиочастотного диапазона проводятся в местах размещения технических средств в следующих режимах:

- в режиме мониторинга – измерение напряженности электромагнитного поля от внешних источников;

- в режиме работы переносных и стационарных радиопередающих станций, которые используются персоналом объекта, – измерение зависимости напряженности поля от расстояния до источника электромагнитного излучения и ослабления напряженности поля.

7.11.6 Полученные результаты сравниваются с классом устойчивости ТС к воздействию радиочастотного электромагнитного поля согласно документации на ТС либо, при отсутствии таковой, согласно ГОСТ Р 51317.4.3 (таблица-7.5).

7.11.7. Форма протокола измерений приведена в приложении Л.

Таблица 7.5 – Уровни жесткости испытаний устойчивости технических средств к радиочастотному электромагнитному полю

Уровень жесткости испытаний	Напряженность испытательного поля, В/м (дБ относительно 1 мкВ/м)
1	1 (120)
2	3 (130)
3	10 (140)
X	Специальная

Примечание – X – открытая степень жесткости испытаний, которая может быть установлена в стандартах на ТС конкретного вида и в технической документации на ТС.

7.12 Определение уровня гальванических помех на заземляющем устройстве при коротких замыканиях

7.12.1 Исходными данными для проведения измерений и расчетов являются:

- схема расположения оборудования с трассами прокладки кабелей цепей вторичной коммутации;

- расчетные значения токов однофазного и двухфазного КЗ для сети с заземленной нейтралью и токов двойного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью;

- удельное сопротивление грунта.

7.12.2 Определение уровня гальванических помех на заземляющем устройстве при коротких замыканиях следует выполнять в соответствии с РД 153-34.0-20.527-98 [6] либо методикой, приведенной в приложении М.

7.12.3 Полученные результаты сравниваются с классом устойчивости ТС согласно документации либо, при отсутствии таковой, согласно ГОСТ Р 51317.4.4 (таблица 7.6).

Таблица 7.6 – Предельные уровни воздействующих на аппаратуру кондуктивных помех

Степень жесткости испытаний	Порт электропитания, порт заземления		Порт сигналов ввода / вывода	
	амплитуда импульсов, кВ	частота повторения, кГц	амплитуда импульсов, кВ	частота повторения, кГц
1	0,5	5	0,25	5
2	1	5	0,5	5
3	2	5	1	5
4	4	2,5	2	5
X	Специальная			
Примечание – X представляет собой открытую степень жесткости испытаний, которая может быть установлена в стандартах на ТС конкретного вида и в технической документации на ТС.				

7.12.4 При расчете данные о разностях потенциалов могут быть получены на основании карты распределения потенциалов при КЗ.

7.12.5 Форма протокола измерений представлена в приложении Н.

7.13 Импульсные помехи при коммутациях в цепях электроснабжения

7.13.1 При коммутациях первичного оборудования и при КЗ на шинах РУ протекают импульсные токи. Электромагнитные поля от этих токов создают импульсные помехи в цепях вторичной коммутации. Наибольший уровень излучаемых помех отмечают при КЗ и переключениях на шинах распределительных устройств.

7.13.2 Целью измерений является определение амплитуды и спектрального состава импульсных помех в цепях измерения, управления, сигнализации и питания ТС при коммутациях силового оборудования. Измерения проводят при коммутационных операциях силовыми выключателями, разъединителями, короткозамыкателями напряжением 6 кВ и выше.

7.13.3 Наибольшие помехи возникают при следующих коммутациях:

- включение/отключение шинных и линейных разъединителей на отключенный выключатель;
- включение/отключение силовым выключателем или обходным разъединителем обходной системы шин;
- включение/отключение выключателями участка ненагруженной линии, силовых автотрансформаторов, трансформаторов, шунтирующих реакторов; коммутации протяженных отрезков шин разъединителями и силовыми выключателями.

7.13.4 Регистрацию помех проводят в цепях измерения, управления, сигнализации и питания технических средств. Наибольший уровень помех следует ожидать в измерительных цепях, заземление которых выполнено на распределительных устройствах, а также в цепях, которые проложены по территории распределительных устройств (в кабельных лотках или каналах).

7.13.5 Измерения проводят в соответствии с методикой, приведенной в приложении П.

7.13.6 Регистрация коммутационных помех осуществляется специальным измерительным прибором либо цифровым ВЧ осциллографом с функцией автоматической записи. Прибор должен удовлетворять следующим требованиям:

- работать в диапазоне измеряемых частот 1 Гц – 200 МГц или выше (чему соответствует частота дискретизации не менее 1 ГГц/ канал);
- обеспечивать возможность фиксации и запоминания формы импульсов в режиме триггера;
- обеспечивать возможность настройки триггера на запоминание первого или последнего импульса из пачки импульсов;
- обеспечивать наличие гальванической развязки между измерительными входами и портами питания и заземления;
- обладать входным сопротивлением не менее 1 МОм.

7.13.7 Для оценки высокочастотных помех при КЗ и коммутационных операциях на проектируемых объектах возможно использовать методы математического моделирования переходных процессов в электрических цепях. Такая оценка носит приближенный характер и должна быть проверена экспериментальным путем на стадии пусковых испытаний.

7.13.8 Полученные результаты сравниваются с классом устойчивости ТС согласно документации либо, при отсутствии таковой, согласно ГОСТ Р 51317.4.4 (таблица 7.6), либо ГОСТ Р 51317.6.2.

7.14 Воздействие магнитных полей при замыканиях в цепях энергоснабжения

7.14.1 Определение уровней магнитных полей промышленной частоты при КЗ выполняется расчетными методами. В качестве исходных данных используется информация о взаимном расположении ТС и токопроводов, элементов ЗУ и других проводников, по которым происходит растекание тока КЗ, а также данные о величинах токов КЗ.

7.14.2 Сначала определяется уровень магнитного поля H , А/м, в местах расположения ТС без учета экранирования. Расчет проводится по формуле Био-Савара-Лапласа, А/м:

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad (7.16)$$

где I – протекающий ток, А;

r – расстояние от места расположения ТС до источника поля.

7.14.3 При расчете поля в случае однофазного КЗ на землю во внимание принимается ток в поврежденной фазе, а также (при необходимости) – токи в заземлителях. Токи в заземлителях могут быть определены расчетом по соответствующим программам. При двух- и трехфазных КЗ учитываются токи во всех поврежденных фазах.

7.14.4 Поле в месте расположения ТС определяется по принципу суперпозиции с учетом различия направления и фазы векторов поля, создаваемых различными источниками.

7.14.5 Полученные результаты сравниваются с классом устойчивости ТС к воздействию импульсного и кратковременного магнитного поля промышленной частоты согласно документации на ТС либо, при отсутствии таковой, согласно ГОСТ Р 50648 (таблица 7.7, таблица 8.1).

Таблица 7.7 – Группы устойчивости к воздействию кратковременного магнитного поля промышленной частоты

Степень жесткости испытаний	Напряженность кратковременного магнитного поля промышленной частоты (продолжительность 1–3 с), А/м
1, 2, 3	Не применяют
4	300
5	1000
*Напряженность и длительность магнитного поля – по согласованию между производителем и потребителем	

8 Диагностика системы молниезащиты

8.1 Построение зоны молниезащиты

8.1.1 Для оценки защиты территории объекта от прямых молниевых разрядов необходимо составить план-схему территории объекта с указанием высот зданий, сооружений и элементов молниезащиты.

8.1.2 Построение зоны молниезащиты проводится в соответствии с требованиями РД 34.21.122-87 [3].

8.1.3 При построении зоны молниезащиты необходимо учитывать категоричность защищаемых зданий и сооружений (определяется по РД 34.21.122-87 [3]). Категория молниезащиты объекта устанавливается исходя из степени опасности удара молнии для самого объекта и работающего персонала, стоимости возможных ущербов, воздействия на соседние здания и сооружения.

8.1.4 Категория молниезащиты должна соответствовать предписаниям органов государственного контроля, когда они направлены на обеспечение безопасности региона в целом.

8.1.5 Размещение молниеприемников на трубах газотурбинных агрегатов, а также установка камер видеонаблюдения на элементах молниезащиты не допускается.

8.1.6 Расчет системы молниезащиты должен учитывать воздействие:

- обратных искровых перекрытий по воздуху от молниеотвода на защищаемый объект;
- незавершенных встречных искровых разрядов, возбуждаемых от внешних обстроек здания или сооружения в суммарном электрическом поле грозового облака и приближающейся нисходящей молнии.

8.1.7 В протоколе результатов расчета зоны молниезащиты должны указываться наименование объекта и документ, в соответствии с которым проводился расчет.

8.2 Оценка обратных перекрытий

8.2.1 Защита от обратных перекрытий является обязательной, в том случае когда недопустимо растекание тока молнии или его части по конструктивным элементам защищаемого сооружения и когда существует вероятность проникновения образующегося искрового канала в область, заполненную горючей газовой смесью.

8.2.2 Предварительно проводятся измерения расстояний от элементов системы молниезащиты до ближайших зданий, сооружений, вводных щитов и шкафов управления.

8.2.3 Защита от обратных перекрытий по воздуху обеспечивается при обеспечении расстояния между объектом и стержневым молниеотводом или опорой тросового молниеотвода не менее:

- 7 м при удельном сопротивлении грунта менее 500 Ом·м;

- 10 м при удельном сопротивлении грунта от 500 до 2500 Ом·м;

- 15 м при удельном сопротивлении грунта $\rho > 2500$ Ом·м.

8.2.4 Для зданий и сооружений высотой (h) свыше 30 м, независимо от удельного сопротивления грунта, расчетное значение (S_p) дополнительно увеличивается на величину, м:

$$\Delta S = 0,1h - 3. \quad (8.1)$$

8.2.5 Перечень сооружений, расстояние от которых до элементов системы молниезащиты менее допустимого, фиксируется в протоколе результатов работ.

8.3 Оценка степени гальванического воздействия тока молнии

8.3.1 Определение уровня потенциала на ЗУ при протекании тока молниевых разрядов проводится для определения величины напряжений, воздействующих на входы аппаратуры, к которым подключены протяженные проводные цепи.

8.3.2 При проведении расчетов принимаются во внимание нелинейные эффекты, имеющие место при реальном молниевом разряде. К таким эффектам относятся, в первую очередь, искрообразование в грунте и возможность перекрытия с заземления молниеприемников на близлежащие конструкции.

8.3.3 Оценку степени гальванического воздействия тока молнии следует выполнять по методике, приведенной в приложении Р.

8.3.4 Полученные результаты сравниваются с пробивным напряжением изоляции кабелей и уровнем устойчивости к импульсным перенапряжениям ТС, прилегающих к молниеотводам.

8.3.5 Форма протокола измерений приведена в приложении С.

8.4 Напряженность магнитного поля при молниевых разрядах

8.4.1 Проведение работ необходимо для оценки качества функционирования технических средств при воздействии помех, вызванных индуцированием магнитного поля при протекании тока молнии.

8.4.2 Коэффициент экранирования вычисляются по методике, приведенной в приложении Т.

8.4.3 Напряженность магнитного поля H , А/м, рассчитывается по формуле

$$H = \frac{I}{K_3 2\pi r}, \quad (8.2)$$

где I – ток, протекающий по источнику излучения, А;

K_3 – коэффициент экранирования;

r – расстояние от точки расчета до источника излучения, м.

8.4.4 Форма протокола измерений приведена в приложении У.

8.4.5 Полученные результаты сравниваются с классом устойчивости аппаратуры к импульсному магнитному полю согласно документации на оборудование либо, при отсутствии таковой, согласно ГОСТ Р 50649 (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Предельные уровни импульсного магнитного поля

Класс помехоустойчивости	Максимальная напряженность магнитного поля, А/м
1	—
2	—
3	100
4	300
5	1000

8.5 Помехи, наведенные вследствие электростатической или электромагнитной индукции

8.5.1 Напряжения, индуцированные при протекании тока молнии в контурах, образованных незамкнутыми металлоконструкциями зданий и сооружений объекта, могут привести к возникновению искрообразования, что, в свою очередь, создаст риск возгорания, повреждения технических средств и поражения оперативного персонала.

8.5.2 В расчетах используются результаты оценки уровня импульсного магнитного поля, индуцированного током молнии, которые определяются согласно методике, представленной в п. 9.4. Расчет величины индуцированной в разомкнутом контуре ЭДС U_{st} , В, выполняется по формуле

$$U_{st} = \frac{S \Delta B}{\Delta t}, \quad (8.3)$$

где S – площадь контура, м²;

B – магнитная индукция, Тл;

t – длительность импульса, с.

8.5.3 Вероятность пробоя оценивается сравнением величины наведенной ЭДС и пробивного напряжения материала зазора контура (для воздуха – 300 кВ·м).

8.5.4 Форма протокола результатов измерений приведена в приложении Ф.

9 Требования к содержанию технического отчета

9.1.1 Результаты проведения экспертизы ЭМС должны быть оформлены в виде технического отчета.

9.1.2 Технический отчет должен содержать:

- введение;
- список исполнителей работ;
- список проведенных работ;
- основные источники электромагнитных помех, представляющие опасность для технических средств;
- перечень используемых средств измерений с указанием их заводского номера и срока действия свидетельства о поверке;
- обзор основных результатов определения ЭМО;
- выводы по результатам определения ЭМО;
- рекомендации по приведению ЭМО в соответствие с нормативными требованиями ЭМС. Рекомендации даются «с привязкой» к существующему оборудованию, на уровне, доступном для персонала проектно-строительной и эксплуатирующей организаций, не получившего специальной подготовки в области ЭМС;
- приложения, в которых приводятся все результаты измерений и расчетов, проведенных в процессе выполнения работы.

9.1.3 Данные обследования рекомендуется представлять в протоколах измерений, формы которых приведены в приложениях А–Ф. Потенциальные кривые целесообразно приводить в графическом виде, данные по параметрам качества электроснабжения и ЗУ – в виде таблиц. Исполнительные схемы ЗУ, карты напряжений и полей, зоны перекрытия молниезащиты рекомендуется приводить на общем плане.

9.1.4 При проведении экспертизы ЭМС вновь строящихся объектов до ввода объекта в эксплуатацию заказчик обязан передать эксплуатирующей организации технический отчет, выполненный в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола визуального контроля качества заземляющего устройства

(заказчик)

(наименование объекта)

Дата проведения измерений: « » 200 г.

Наименование ЗУ	Размеры ЗУ	Сечение	Норма на сечение	Цвет спуска	Элементы молниезащиты		Качество болтовых и сварных соединений (уд/неуд)	Соответствие ЗУ нормам (да/нет)	Примечание
					наличие освещения	наличие камер видео-наблюдения			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение Б
(обязательное)

Методика измерения сопротивления заземляющего устройства

Измерение сопротивления растеканию осуществляется по двухлучевой схеме с использованием измерительных зондов. В качестве измерительных зондов используются стальные стержни или трубы диаметром до 50 мм, которые забиваются или ввинчиваются в грунт на глубину 0,5–1,5 м.

При высоком удельном сопротивлении грунта (выше 500 Ом·м) для снижения сопротивления зондов следует использовать несколько параллельно соединенных зондов либо увеличивать влажность грунта в месте ввода зонда (полить водой).

Минимальное расстояние удаления измерительных зондов от территории объекта зависит от удельного сопротивления грунта, величины измерительного тока, площади контура заземления и других факторов. Поэтому после установки зондов необходимо проверить корректность их размещения. Предварительно измерительные зонды выносятся на расстояние не менее 50 м (70 м для грунта с удельным сопротивлением более 500 Ом·м) от края территории объекта. Измерительные зонды выносятся за территорию объекта в зону нулевого потенциала (на свободную от подземных коммуникаций и линий электропередач площадь). При наличии металлоконструкций или инженерных коммуникаций вблизи ЗУ измерительные зонды необходимо выносить в противоположную от них сторону (для исключения влияния заносимого по ним потенциала на корректность измерений). Место размещения зонда выбирается на максимально возможном удалении от систем заземления, зданий и т.п., но не менее 10 м.

Проверка нахождения зондов в зоне нулевого потенциала осуществляется при помощи третьего вспомогательного зонда. Проводится несколько измерений сопротивления ЗУ заведомо хорошо заземленного объекта (комплектные трансформаторные подстанции (КТП), газоперекачивающие турбины и т.п.), при этом третий вспомогательный зонд устанавливается на различных точках прямой между обследуемым ЗУ и контролируемым зондом. Расстояние выноса зонда считается достаточным при наличии пологого участка на графике зависимости сопротивления от положения третьего зонда (рисунок Б.1). При отсутствии пологого участка необходимо увеличить расстояние выноса контролируемого зонда.

Измерение сопротивления растеканию осуществляется по двухлучевой схеме (рисунок Б.2). Перед проведением измерений необходимо проверить соответствие сопротивления токовой цепи предельным требованиям измерительного прибора.

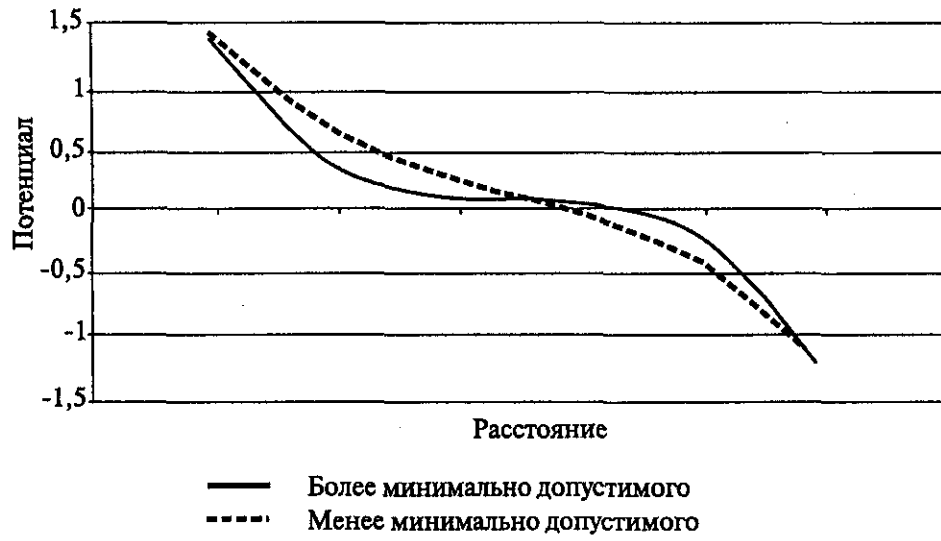


Рисунок Б.1 – Распределение потенциала между измерительным зондом и диагностируемым заземляющим устройством

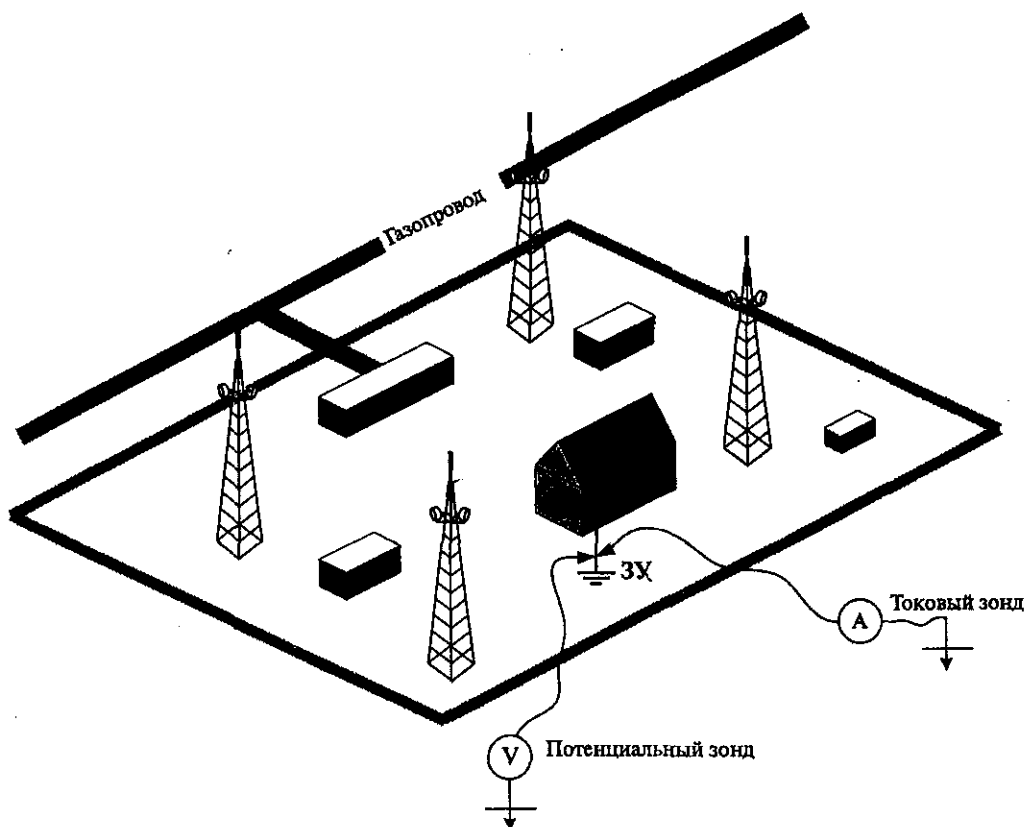


Рисунок Б.2 – Схема измерения сопротивления растеканию

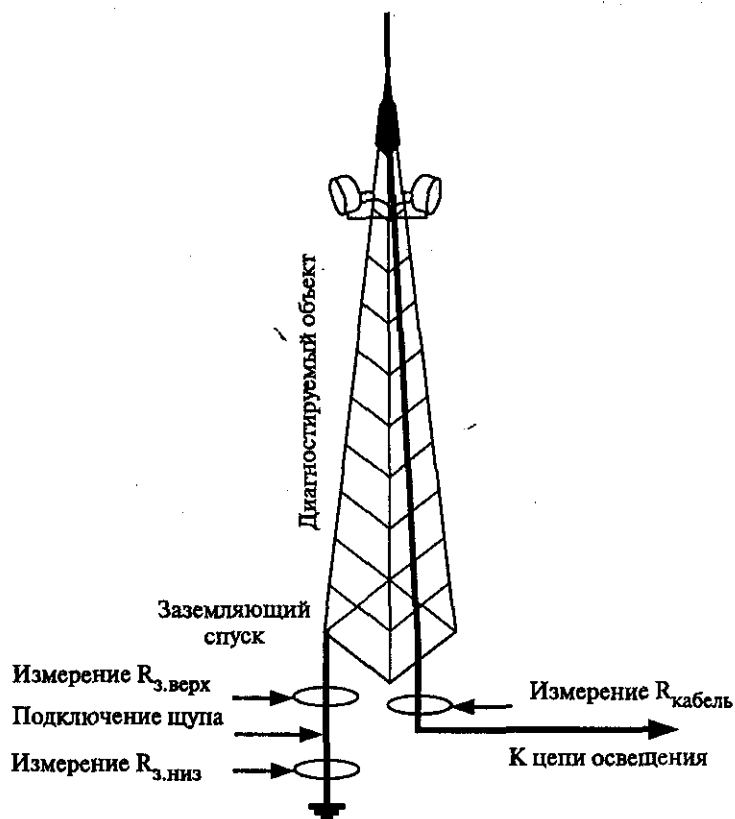


Рисунок Б.3 – Схема измерения токоизмерительными клещами

Для определения собственного сопротивления заземлителя и вносимой доли по прилегающим металлоконструкциям и кабелям в общее значение сопротивления, без их отключения, проводят измерения при помощи токовых клещей (рисунок Б.3). Клещи могут быть интегрированы в прибор, в этом случае индикатор показывает непосредственно значение сопротивления цепи, которую обхватили клещами. При отсутствии интегрированных клещей к исследуемому ЗУ подключают генератор тока и проводят измерения напряжения на ЗУ и тока в заземлителе и прилегающих к нему кабелях и металлоконструкциях при помощи обычных клещей. Сопротивление цепи определяют по закону Ома как произведение тока на напряжение.

Приложение В

(справочное)

Сезонные коэффициенты сопротивления заземляющего устройства

Значение корня квадратного из площади $\pi \cdot S$, м	Электрическое строение грунта	Сезонные коэффициенты в географических районах									
		Кр (таблица 6.1)	Европейская часть южнее 48-й параллели			Европейская часть и Западная Сибирь между 48 и 57-й параллелями, Ленинградская, Новго- родская, Сахалинская обл., Приморский край			Остальная территория России		
			при длине вертикальных электродов, м								
			0	30	50	0	30	50	0	30	50
10	Грунтовые воды	3	1,4	1,3	1,0	1,5	1,5	1,1	1,1	1,9	1,2
		20	1,9	1,5	1,1	2,8	2,1	1,1	5,4	4,8	1,4
		50	2,0	1,6	1,1	4,0	2,2	1,1	10	8,5	1,4
	Однородный	3	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0	1,4	1,0
		20	1,4	1,1	1,0	4,4	1,2	1,0	9,2	5,9	1,0
		50	1,8	1,1	1,0	9,5	1,3	1,0	22	14	1,0
	Подстилающие породы, скальные	3	1,2	1,0	1,0	2,3	1,0	1,0	2,7	2,6	1,0
		20	2,9	1,1	1,0	13	1,1	1,0	17	16	1,0
		50	5,7	1,1	1,0	32	1,1	1,0	43	40	1,0
50	Грунтовые воды	3	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,5	1,5	1,2
		20	1,4	1,2	1,0	1,7	1,7	1,1	2,5	2,9	1,3
		50	1,5	1,3	1,1	2,3	2,0	1,1	3,9	4,5	1,3
	Однородный	3	1,1	1,1	1,0	1,3	1,2	1,0	1,5	1,3	1,0
		20	1,3	1,1	1,0	3,2	1,9	1,0	4,5	4,5	1,0
		50	1,6	1,2	1,0	6,8	2,2	1,0	11	10	1,0
	Подстилающие породы, скальные	3	1,2	1,1	1,0	2,1	1,3	1,0	2,4	2,4	1,0
		20	2,5	1,5	1,1	11	1,6	1,0	14	14	1,0
		50	4,8	2,0	1,1	28	1,6	1,0	35	35	1,0
500	Грунтовые воды	3	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
		20	1,3	1,1	1,0	1,4	1,4	1,3	1,6	1,8	1,4
		50	1,3	1,2	1,0	1,8	1,8	1,4	2,3	2,5	1,6
	Однородный	3	1,1	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2
		20	1,2	1,1	1,0	2,9	2,7	1,5	3,9	4,0	1,6
		50	1,5	1,2	1,0	5,8	4,7	1,6	8,4	8,6	1,7
	Подстилающие породы, скальные	3	1,2	1,1	1,0	2,0	1,8	1,2	2,2	2,3	1,2
		20	2,2	1,4	1,0	11	5,4	1,3	13	13	1,3
		50	4,1	1,5	1,0	25	10	1,5	31	31	1,5

Приложение Г
(рекомендуемое)

Форма протокола результатов проверки заземляющих устройств

_____ (заказчик) _____ (объект) _____ Дата проведения измерений: _____ 200 ____ г.

ПРОТОКОЛ

проверки заземляющих устройств

Климатические условия при проведении измерений: температура воздуха _____ °С, влажность воздуха _____ %

Вид грунта: _____, характер грунта (*влажный, средней влажности, сухой*); сезонный коэффициент сопротивления _____

Условные обозначения:

Растек. измер. — полученное при измерениях значение сопротивления растеканию.

Растек. привед. — приведенное значение сопротивления растеканию в период наибольшего высыхания грунта.

Норма — максимально допустимое значение сопротивления растеканию ЗУ по нормативной и технической документации.

Измерение с помощью токоизмерительных клещей — результаты оценки доли заземляющими проводниками в полное значение сопротивления.

Сопротивление ввода в контур — оценка электрической связи с общим контуром (необходимо указать ЗУ, через которое ток вводился в контур).

№ п/п	Назначение ЗУ	Сопротивление заземлителей (ЗУ), Ом					Примечание	
		Растек. измер.	Растек. привед.	Норма (не более)	Измерение сопротивления растеканию с помощью токоизмерительных клещей	Ввод в контур		Измерение сопротивления ввода с помощью токоизмерительных клещей
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сопротивление цепей выносных зондов: $RH = \dots$ Ом. $RS = \dots$ Ом. При измерении сопротивления ввода токовая цепь организована от ЗУ к _____								

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение Д
(обязательное)

Методика измерения электрической связи между элементами заземления

Измерения выполняются при помощи приборов, используемых при измерении сопротивления растеканию.

Измерение выполняется по четырехпроводной схеме измерения, без отсоединения молниезащитных тросов, оболочек отходящих кабелей и других естественных заземлителей (рисунок Д.1, рисунок Д.2). Для проведения измерений необходимо вынести измерительный зонд в зону нулевого потенциала согласно методике, описанной в приложении Б.

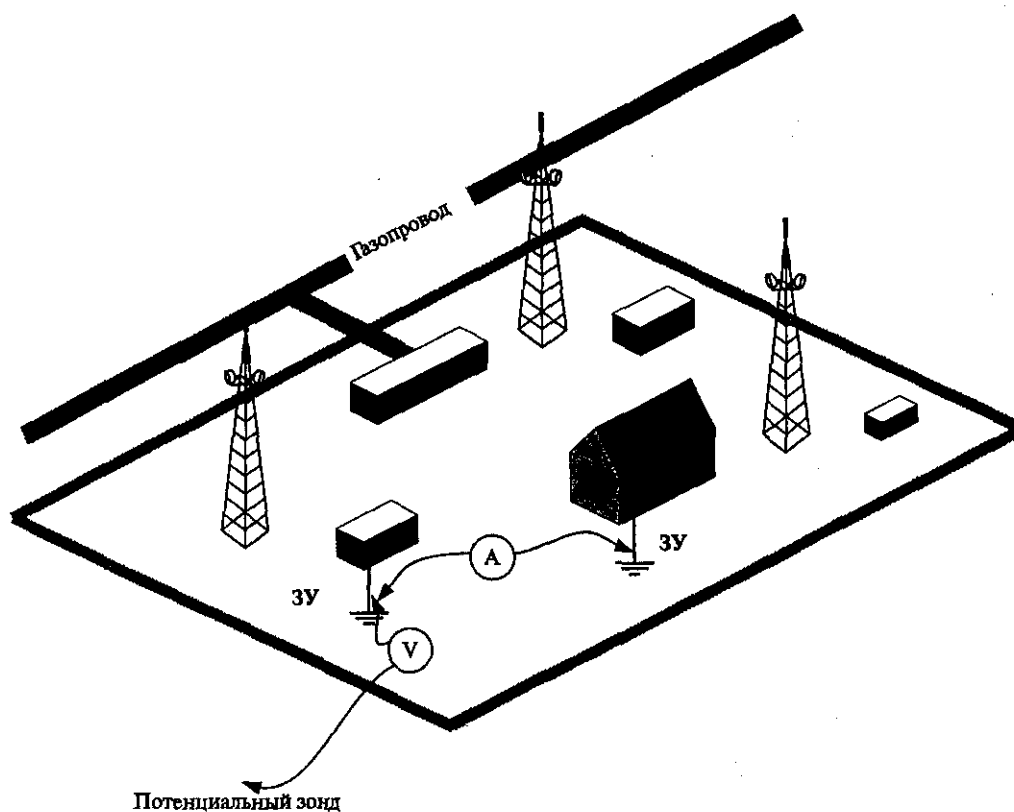


Рисунок Д.1 – Схема измерения сопротивления ввода в контур заземляющего устройства

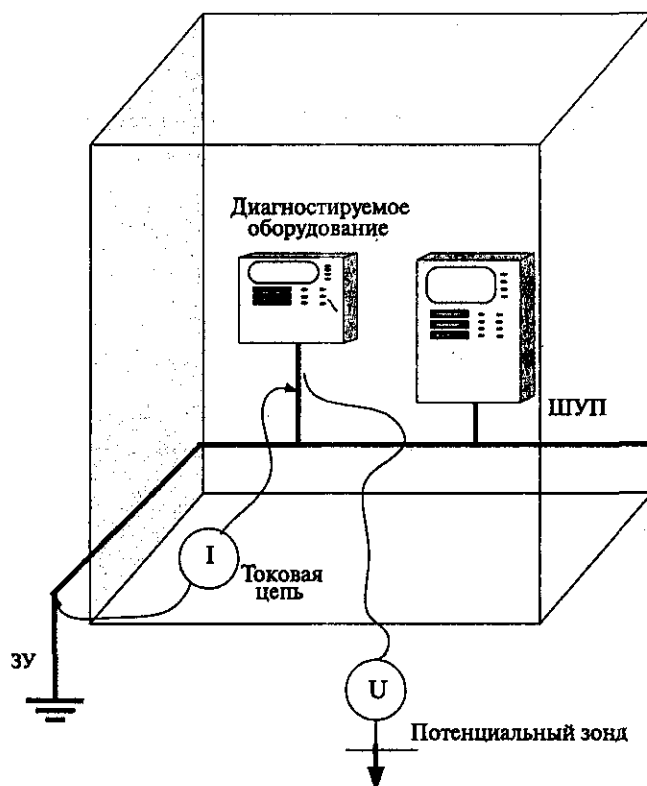


Рисунок Д.2 – Схема проверки качества заземления аппаратуры

Цепь измерительного тока организуется между исследуемыми ЗУ. Оценка вклада собственного сопротивления элементов заземления в общее значение сопротивления производится интегрированными в прибор токоизмерительными клещами.

Использование указанной схемы измерения позволяет оценить сопротивление связи исследуемого ЗУ с контуром без учета сопротивления ЗУ, относительно которого проводится измерение.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Форма протокола измерений сопротивления ввода в заземляющее устройство

_____ Дата и время проведения измерений: « ____ » _____ 200__ г.
(объект)

Протокол измерения сопротивления ввода в ЗУ

№	Наименование оборудования	Точка, относительно которой проводится измерение	$R_{\text{ввода}}$, Ом
1	2	3	4

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О. /

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Форма протокола оценки величины электростатического заряда тела человека

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата проведения работ: «__» _____ 200__ г.

ПРОТОКОЛ _____

измерения электростатического заряда тела человека

Условные обозначения:

Помещение – наименование помещения, где проводились измерения.

Тип покрытия пола – тип покрытия пола в помещении.

Влажность воздуха – влажность воздуха в помещении на момент измерений.

Температура воздуха – температура воздуха в помещении на момент измерений.

Потенциал тела человека – максимальное значение измеренного электростатического потенциала тела человека при перемещении по наиболее длинному маршруту в помещении.

Приведенный потенциал – расчетное значение электростатического потенциала тела человека при наименьшей влажности в помещении.

Класс аппаратуры – минимальная степень устойчивости аппаратуры, размещенной в помещении, к воздействию электростатических разрядов.

№ п/п	Помещение	Тип напольного покрытия	Влажность воздуха, %	Температура воздуха, °С	Потенциал тела человека, кВ	Приведенный потенциал	Класс аппаратуры	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение И
(рекомендуемое)

Форма протокола оценки качества электроснабжения

_____ (заказчик) _____ (объект)
 Период проведения измерений: с _____ ч. _____ мин. « _____ » _____ г. по _____ ч. _____ мин. « _____ » _____ г.

ПРОТОКОЛ _____

оценки качества электроснабжения

Условные обозначения:

- $U_{ном}$ — номинальное напряжение в цепи;
 $f_{ном}$ — номинальное значение частоты в цепи;
 δU_y — установившееся отклонение напряжения;
 δU_t — размах изменения напряжения;
 P_{St} — кратковременная доза фликера;
 P_{Lt} — длительная доза фликера;
 K_U — коэффициент искажения синусоидальности кривой междупазного (фазного) напряжения;
 $K_{U(n)}$ — коэффициент п-й гармонической составляющей напряжения;
 K_{2U} — коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- $K_{\Phi U}$ — коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
 Δf — отклонение частоты (Гц);
 ΔU_n — длительность провала напряжения;
 δU_n — глубина провала напряжения;
 F_n — частота появления провалов напряжения;
 $K_{перU}$ — коэффициент временного перенапряжения;
 $\Delta_{перU}$ — длительность временного перенапряжения;
 $\cos \phi$ — сдвиг фазы между составляющими тока и напряжения в цепи.

№ п/п	Цель измерения	Результаты измерений																
		$U_{ном}, В$	$f_{ном}, Гц$	$\delta U_x, \%$	$\delta U_t, \%$	P_{St}	P_{Lt}	$K_U, \%$	$K_{U(n)}, \%$	$K_{2U}, \%$	$K_{об}, \%$	$\Delta f, Гц$	$\Delta U_n, C$	$\delta U_n, \%$	$F_n, \%$	$K_{перU}, \%$	$\Delta_{перU}$	$\cos \phi$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Приложение К
(рекомендуемое)

Форма протокола оценки напряженности постоянно действующего магнитного поля

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата и время проведения измерений: ____ ч. ____ мин. « ____ » ____ г.

ПРОТОКОЛ

оценки напряженности постоянно действующего магнитного поля

Условные обозначения:

Помещение — место, в котором проведено измерение.

H — измеренное максимальное значение напряженности магнитного поля в обследуемом помещении.

Частота — фундаментальная частота измеренного магнитного поля.

Класс — минимальный класс устойчивости размещенной в помещении аппаратуры к постоянно действующему магнитному полю.

№ п/п	Дата проверки	Помещение	H, А/м	Частота, Гц	Класс	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О. /

Приложение Л
(рекомендуемое)

Форма протокола результатов измерений напряженности электромагнитного поля радиочастотного диапазона

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата и время проведения измерений: ____ ч. ____ мин. « ____ » ____ г.

ПРОТОКОЛ

оценки напряженности электромагнитного поля радиочастотного диапазона

Условные обозначения:

Помещение – место, в котором проведено измерение.

Частота; источник поля – фундаментальная частота измеренного поля.

Напряженность – измеренное максимальное значение напряженности электромагнитного поля в обследуемом помещении.

Класс – минимальный класс устойчивости размещенной в помещении аппаратуры к электромагнитному полю радиочастотного диапазона.

№ п/п	Помещение	Частота, МГц; источник поля	Напряженность, дБ·В	Класс	Примечание
1	2	3	4	5	6

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение М
(обязательное)

**Методика проведения оценки уровней гальванических помех
при замыканиях на землю**

Перед проведением работ, анализируя исполнительную схему заземляющего устройства, необходимо определить все возможные электрические связи (по проводникам заземлителя, броне, оболочкам и экранам кабелей, трубам и т.п.) и выбрать оборудование, на котором при КЗ на землю ожидается наибольший потенциал. Таким является оборудование, имеющее наиболее длинные заземлители или у которого выявлено отсутствие металлосвязи с общим контуром ЗУ и т.п.

Определение возможных уровней потенциалов на элементах ЗУ при различных замыканиях на землю проводят при имитации этих режимов. Для этого при помощи специального генератора создается ток, имитирующий отдельно каждую составляющую тока КЗ: от каждого трансформатора (автотрансформатора) и от энергосистемы. Путь протекания тока через заземляющее устройство по возможности повторяет путь протекания тока КЗ, для этого организуется токовая петля между источником тока замыкания (трансформатор либо удаленный зонд – при имитации КЗ с подпиткой от системы) и точкой предполагаемого замыкания на землю. Далее измеряются разность потенциалов между различными элементами ЗУ, величины заносимых потенциалов и напряжений на входах технических средств.

При определении уровней низкочастотных кондуктивных помех и потенциалов на ЗУ принимается, что при КЗ по шинам и элементам ЗУ протекает кратковременный (не более 1–2 с) синусоидальный ток. Действующее значение тока КЗ обычно определяется согласно данным проекта (для проектируемых объектов) или служб электроснабжения и релейной защиты и автоматики.

Полученные в результате измерений значения токов и напряжений пересчитывают к реальным значениям тока КЗ согласно формулам:

$$I_{\text{реал}} = I_{\text{изм}} \frac{I_{\text{КЗ}}}{I_{\text{ген}}}, A; \quad (M.1)$$

$$U_{\text{реал}} = U_{\text{изм}} \frac{I_{\text{КЗ}}}{I_{\text{ген}}}, B, \quad (M.2)$$

где $I_{\text{реал}}$ – протекающие при КЗ токи, А;

$U_{\text{реал}}$ – напряжения при КЗ, В;

$I_{\text{изм}}$ – измеренный ток, А;

$U_{\text{изм}}$ – измеренное напряжение, В;

$I_{\text{КЗ}}$ – максимальное значение тока КЗ в цепи, А;

$I_{\text{ген}}$ – ток генератора, А.

Если напряжение, воздействующее на изоляцию кабелей и устройств, превышает допустимое значение, имитацию КЗ проводят на каждом оборудовании, к которому подходят кабели цепей вторичной коммутации.

При имитации КЗ также измеряют токи, проходящие от оборудования в заземлитель по заземляющему проводнику, трубопроводам, металлоконструкциям и кабелям (оболочка, броня, экран). Измерения проводят токовыми клещами, селективными к частоте генератора. При измерении токовыми клещами, не интегрированными с генератором тока, измеряют ток от генератора и в процентах к нему токи, проходящие по естественным и искусственным частям ЗУ. Полученные отношения пересчитывают к уровню тока КЗ.

При необходимости имитации высокочастотных составляющих тока КЗ измерения проводятся по той же схеме, но частота генератора имитационного тока устанавливается на частоту гармоники, уровень которой подлежит оценке.

Приложение Н
(рекомендуемое)

Форма протокола результатов оценки уровней гальванических помех на ЗУ при замыканиях на землю

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата проведения работ: _____ 200__ г.

ПРОТОКОЛ _____

оценки уровня гальванических помех на ЗУ при замыканиях на землю

Условные обозначения:

Цель измерения — цепь, в которой проводится оценка.

Источник тока КЗ — наименование источника тока КЗ.

Коэфф. выноса — измеренный коэффициент ($U_{\text{измеренное}}/I_{\text{генератора}}$) зависимости величины напряжения от тока КЗ.

$I_{\text{кз}}$ — Максимальная величина тока КЗ по данной цепи КЗ.

$U_{\text{привед.}}$ — Вычисленное значение напряжения при протекании тока КЗ (Коэфф. выноса · $I_{\text{кз}}$).

№ п/п	Цель измерения	Источник тока КЗ	Коэфф. выноса	$I_{\text{кз}}, \text{A}$	$U_{\text{привед.}}, \text{В}$	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение П
(рекомендуемое)

Методика определения уровней помех в проводных цепях при коммутационных переключениях и замыканиях в цепях энергоснабжения

Измерительную аппаратуру подключают по схеме общего типа (схема провод—земля, в качестве «земли» служит корпус технических средств) и схеме дифференциального типа (схема провод—провод) на панелях и в шкафах, где установлены технические средства.

Проводят следующие виды измерений: осциллографирование помех; регистрацию максимальной амплитуды и числа импульсов.

Чтобы исключить повреждение измерительной аппаратуры, применяют специальные делители напряжения.

Последовательность действий при проведении измерений:

- измерительную аппаратуру подключают к измеряемым цепям;
- после сигнала о готовности измерительной аппаратуры выполняют коммутацию;
- результаты измерений сохраняют в компьютере или памяти осциллографа;
- выполняют коммутационное переключение следующими выключателями и повторяют действия до выполнения всех переключений;
- измерительную аппаратуру отключают от цепей; проверяют правильность соединения цепей.

Если по условиям сложившихся оперативных режимов на подстанции невозможно провести коммутации, уровень помех при которых следовало бы определить, то для оценки уровня наведенных помех применяют имитационный метод. Для этого из всех видов кабелей, проходящих по диагностируемому объекту, выбирают имеющие наибольшую протяженную близость вторичных цепей с линиями энергоснабжения. Кабели вторичных цепей подбирают таким образом, чтобы в них имелись либо свободные жилы (с неповрежденной изоляцией), либо рабочие жилы, у которых нагрузка со стороны устройств имеет сопротивление более 1 кОм. Вдоль кабельных трасс, по которым проложены выбранные для измерений кабели, прокладывают контрольные провода. Контрольные провода прокладывают по поверхности грунта рядом с каналом или лотком таким образом, чтобы длина провода была примерно равна длине кабеля. Параллельно выбранному участку кабельной трассы (на расстоянии не менее 5 м от контрольного провода) на высоте 1–1,5 м подвешивают провод, моделирующий шины ВН. К этому проводу подключают генератор испытательного сигнала.

На контрольном проводе и на выбранных кабелях при выключенном генераторе в месте установки ТС осциллографом измеряют фоновые значения напряжения помех. Включают генератор и при фиксированных амплитуде и частоте колебаний импульса тока проводят измерения наведенных помех на контрольном проводе ($U_{\text{пров}}$) и на выбранных кабелях ($U_{\text{цепи}}$) импульсным вольтметром или осциллографом. Имитационные испытания проводят на тех же частотах, что и при распространении импульсных помех по заземляющему устройству. Отношение напряжения $U_{\text{пров}}$ к $U_{\text{цепи}}$ является общим коэффициентом экранирования ($K_{\text{экр}} = U_{\text{пров}}/U_{\text{цепи}}$), который показывает, во сколько раз по сравнению с одиночным проводом излучаемая помеха ослабляется соседними жилами в кабеле, соседними кабелями в кабельном канале, металлоконструкциями кабельного канала, экранами и оболочками кабеля. Коэффициент экранирования, являющийся характеристикой данного объекта, затем используют в расчетах. Измерения проводят на всех кабелях, проходящих по данному главному участку, после чего провод – источник помех размещают параллельно другому главному участку кабельной трассы и проводят измерения на кабелях, проходящих по этому главному участку.

Приложение Р
(обязательное)

**Методика определения потенциалов на заземляющем устройстве
при молниевых разрядах**

Работы основаны на использовании комбинации расчетных и экспериментальных методов. Предварительно проводится измерение сопротивления ЗУ молниеотвода, затем полученные результаты пересчитываются с учетом развития искрового канала протекания тока молнии по грунту (рисунок Р.1).

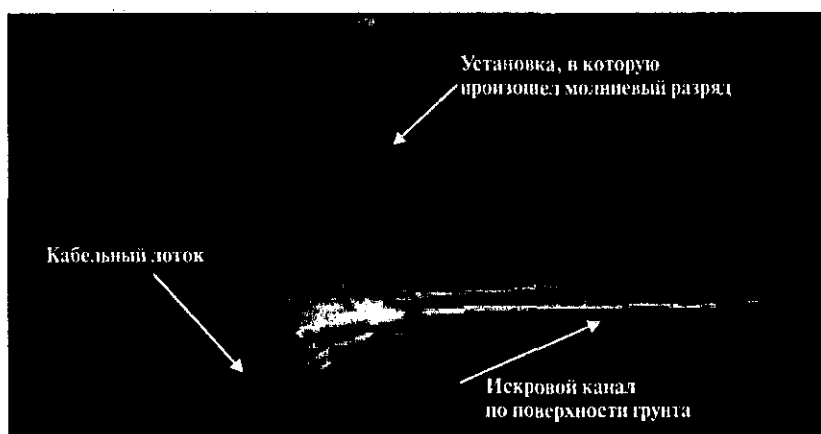


Рисунок Р.1 – Образование на поверхности грунта искровых каналов при растекании тока молнии

Схема измерений аналогична схеме, используемой при определении сопротивления растеканию на частоте 50 Гц (рисунок Р.2). Частота генератора тока устанавливается 25 кГц (для параметров импульса тока молнии 10/350 мкс согласно МЭК (IEC 61024, 61312, 62305)). В качестве источника тока может быть использован генератор, входящий в состав трассопоискового комплекта.

Сопротивление растеканию ЗУ молниеотвода для тока молнии определяется по закону Ома отношением измеренного на ЗУ напряжения к току генератора.

Сопротивление ЗУ молниеотвода при протекании тока молнии (с учетом изменения сопротивления растеканию вследствие образования искрового канала в грунте) приближенно определяется согласно формуле

$$R_k \approx \rho \cdot \ln\left(\frac{20I\rho}{E_k}\right), \text{ Ом}, \quad (\text{Р.1})$$

где R_k – потенциал на ЗУ молниеотвода, Ом;

ρ – удельное сопротивление грунта Ом·м;

I – ток молнии (согласно IEC 61024, IEC 61312 – 100кА), А;

E_k – напряженность электрического поля пробоя грунта (~ 10 кВ/см).

Направление развития искровых каналов выбирается, прежде всего, от углов контура ЗУ мачты и в радиальном направлении вдоль лучевых заземлителей. Число искровых каналов зависит от количества остроконечных изгибов контура, но не менее 3.

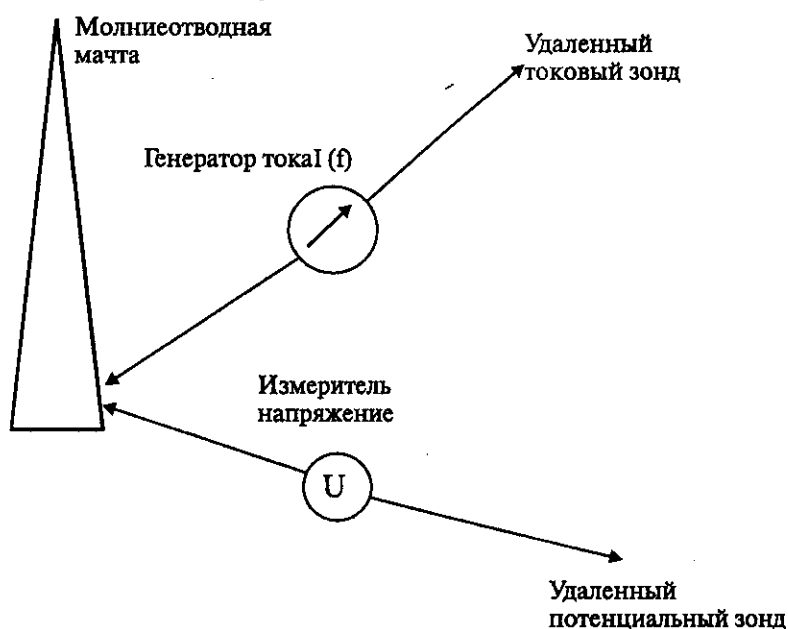


Рисунок Р.2 – Схема измерения частотной зависимости сопротивления растеканию

Величина потенциала на ЗУ определяется как произведение амплитуды тока молнии к сопротивлению молниеотвода. Радиус распределения потенциала определяется отношением общей длины искрового канала к их количеству.

Приложение С
(рекомендуемое)

Форма протокола результатов расчета потенциалов при молниевых разрядах

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата проведения работ: _____ 200__ г.

ПРОТОКОЛ _____

результатов расчета потенциалов при молниевых разрядах

Условные обозначения:

Наименование ЗУ — наименование ЗУ, для которого проводится оценка.

I молнии — расчетная величина тока молнии, кА.

ρ грунта — удельное сопротивление грунта, Ом·м.

Епр. грунта — напряженность электрического пробоя грунта.

Рраст. изм. — измеренное значение сопротивления растеканию ЗУ, Ом.

Рраст. прив. — сопротивление растеканию с учетом искрообразования в грунте, Ом.

Uзу — потенциал на ЗУ при молниевом разряде.

№ п/п	Наименование ЗУ	I молнии, кА	ρ грунта, Ом·м	Е пр. грунта, кВ/см	R раст. изм., Ом	Рраст. прив., Ом	Uзу, кВ	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение Т
(обязательное)

Измерение коэффициента экранирования магнитного поля

Для оценки степени экранирования импульсного магнитного поля конструкциями здания вдоль исследуемого помещения (между зданием и молниеотводной мачтой, в которую моделируется молниевый разряд) снаружи прокладываются проводные линии, образующие петлю, пролегающую от генератора тока на половине высоты исследуемого помещения и возвращающуюся к генератору по земле (рисунок Т.1).

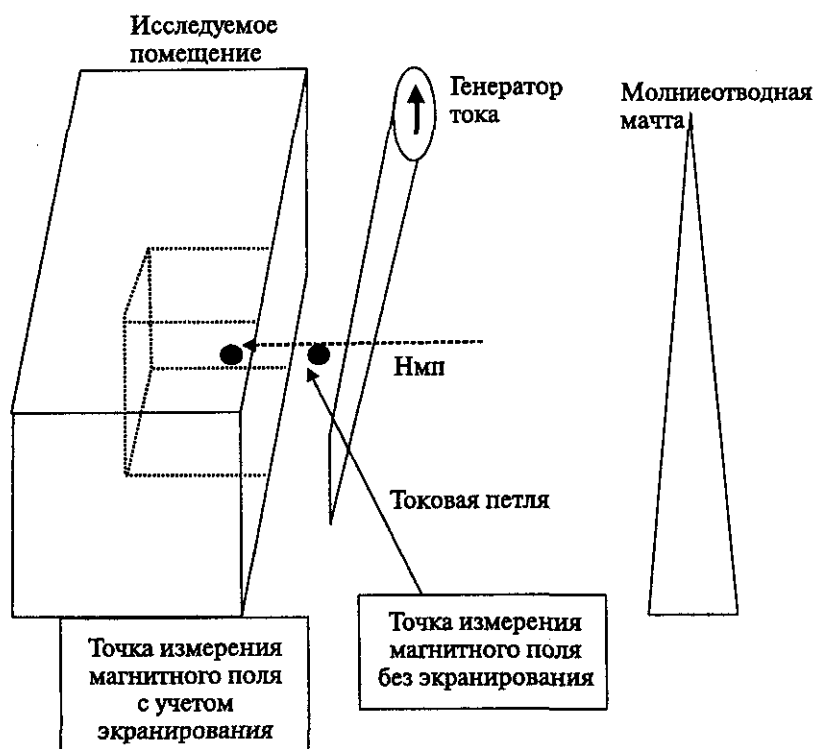


Рисунок Т.1 – Схема измерения частотной зависимости сопротивления растеканию

При помощи измерителя напряженности магнитного поля проводятся измерения на расстоянии около 500 мм от стены снаружи и внутри помещения и на том же уровне высоты снаружи здания. Коэффициент экранирования ($K_{\text{э}}$) определяется как отношение измеренного значения напряженности магнитного поля снаружи здания к измеренному значению внутри помещения.

Приложение У
(рекомендуемое)

Форма протокола оценки максимального уровня напряженности магнитного поля при молниевом разряде

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата проведения работ: «___» _____ 200__ г.

ПРОТОКОЛ _____

оценки максимального уровня напряженности магнитного поля при молниевом разряде

Условные обозначения:

Помещение – место, в котором проведено измерение.

Источник поля – мачта либо элемент, по которому моделируется протекание тока молнии.

Кэ – коэффициент экранирования конструкциями здания.

d – кратчайшее расстояние до токоотвода ближайшего элемента молниезащиты.

Н МП – напряженность магнитного поля снаружи, непосредственно перед стеной здания (без учета экранирования).

Н МП₃ – максимальное значение воздействующего на оборудование импульсного магнитного поля, обусловленного протеканием тока молниевоего разряда по токоотводу элемента молниезащиты.

Класс – Степень жесткости испытаний (допустимый уровень на помеху) оборудования, подверженного воздействию поля.

Источник поля	Место расчета	Н МП, А/м	Кэ	d, м	Н МПэ, А/м	Класс	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Приложение Ф
(рекомендуемое)

Форма протокола оценки величины напряжений, индуцированных протекающим током молниевых разряда

_____ (заказчик) _____ (объект)

Дата проведения работ: « » « » 200 г.

ПРОТОКОЛ _____

оценки величины напряжений, индуцированных протекающим током молниевых разряда

Условные обозначения:

Помещение – наименование помещения, для которого проводился расчет.

Длина контура, ширина контура – соответственно длина и ширина образованного проводником контура, для которого проводился расчет.

dh, dt – соответственно изменение напряженности магнитного поля и времени за период, для которого проводился расчет.

ЭДС – рассчитанная величина ЭДС в контуре.

№ п/п

№ п/п	Помещение	Длина контура, м	Ширина контура, м	dh, А/м	dt, с	ЭДС, В	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Представитель подрядной организации _____ / Ф.И.О./

Библиография

- [1] Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е издание (утверждены приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204)
- [2] Руководящий документ
РАО ЕЭС России
РД 34.45-51.300-97
Объем и нормы испытаний электрооборудования
- [3] Руководящий документ
Минэнерго СССР
РД 34.21.122-87
Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений
- [4] Руководящий документ
Минэнерго России
РД 153-34.0-03.150-00,
ПОТ РМ-016-2001
Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок
- [5] Руководящий документ
РАО ЕЭС России
РД 153-34.0-20.525-00
Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок
- [6] Руководящий документ
РАО ЕЭС России
РД 153-34.0-20.527-98
Методические указания по расчету токов короткого замыкания в сети напряжением до 1 кВ электростанций и подстанций с учетом влияния электрической дуги
- [7] Руководящий документ
РАО ЕЭС России
РД 153-34.0-15.502-2002
Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ОКС 29.020

Ключевые слова: методика, экспертиза, производственные объекты, требования, электромагнитная совместимость, диагностика, заземление, молниезащита, электроснабжение, качество электрической энергии, экспертиза электромагнитной совместимости
