

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 17:36:18
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению практических работ

по дисциплине

«Электробезопасность»

направления подготовки

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Пятигорск
2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ

№	Стр.
п/п	
Введение	
1 Цель и задачи изучения дисциплины	
2 Оборудование и материалы	
3 Наименование практических работ	
4 Содержание практических работ	
4.1 Практическая работа №1. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты	
4.2 Практическая работа №2 Выбор средств коллективной защиты	
4.3 Практическая работа №3 Методы и средства обеспечения электробезопасности	
4.4 Практическая работа №4 Средства защиты от статического электричества	
4.5 Практическая работа №5 Вычисление напряжения прикосновения и шагового напряжения	
4.6 Практическая работа №6 Расчет сопротивления заземления	
5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов к производственной деятельности в сфере передачи и распределения электрической энергии, обслуживания, диагностики и мониторинга электроэнергетического оборудования в соответствии с профилем подготовки с соблюдением требований защиты окружающей среды, обеспечения здоровья персонала и безопасности производства.

Задачами изучения дисциплины являются:

- освоение дисциплины на уровне, позволяющем ориентироваться в средствах защиты от поражения электрическим током при выполнении работ по обслуживанию, эксплуатации электроустановок энергосистем;
- знать основные режимы работы электроустановок и связанные с ними опасности для персонала;
- иметь навыки практического расчета средств защиты от электропоражения, область их практического применения;
- приёмы освобождения пострадавшего от токоведущих частей и оказания первой помощи.

В учебной дисциплине «Электробезопасность» рассматриваются вопросы безопасного взаимодействия человека с электричеством и электромагнитными полями промышленной частоты. Изучение студентами дисциплины позволяет сформировать у будущих специалистов специальные знания в области электробезопасности. Реализация на практике этих знаний обеспечит сохранение работоспособности, здоровья и жизни человека.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства: переносной ноутбук, проектор, интерактивная доска.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения.

3 Наименование практических работ

№ Темы дисци- плин- ы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
7	Практическая работа № 1. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты	1,5	
7	Практическая работа № 2. Выбор средств коллективной защиты	1,5	
6	Практическая работа № 3. Методы и средства обеспечения электробезопасности	1,5	
8	Практическая работа № 4. Средства защиты от статического электричества	1,5	
3	Практическая работа № 5. Определение напряжения прикосновения и шагового напряжения	1,5	
5	Практическая работа № 6	1,5	
Итого за 8 семестр:		9,0	

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4. Содержание практических работ

Практическая работа № 1

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты

Основы теории:

Основные понятия:

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) работающих – средства индивидуального использования для предохранения работающего от действия опасных и вредных производственных факторов.

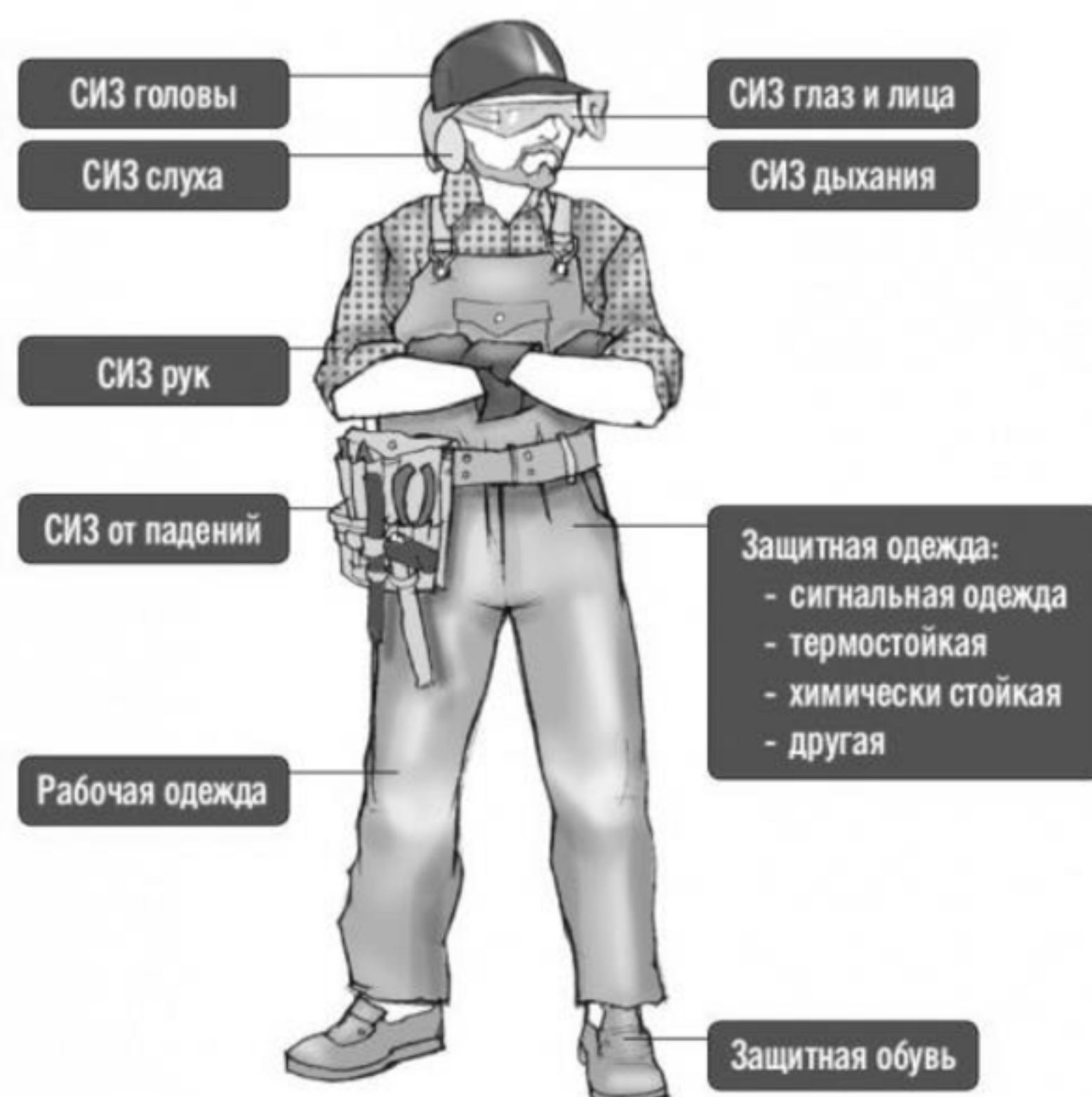
Средства индивидуальной защиты (ГОСТ 12.4.011-89) в зависимости от назначения подразделяют на классы:

- Костюмы изолирующие;
- средства защиты органов дыхания;
- одежда защитная специальная;
- средства защиты ног;
- костюмы изолирующие;
- средства защиты органов дыхания;
- одежда защитная специальная;
- средства защиты ног;
- средства защиты рук;
- средства защиты головы;
- средства защиты лица;
- средства защиты глаз;
- средства защиты органа слуха;
- средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства;
- средства дерматологической защиты;
- средства защиты комплексные.

Средства индивидуальной защиты следует применять в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

Классификация средств индивидуальной защиты (ГОСТ 12.4.011-89):

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	



1. Костюмы изолирующие:

- пневмокостюмы;
- гидроизолирующие костюмы;
- скафандры.

2. Средства защиты органов дыхания:

- противогазы;
- респираторы;
- самоспасатели;
- пневмошлемы;
- пневмомаски;
- пневмокуртки.

3. Одежда специальная защитная:

- тулупы, пальто;
- полупальто, полущубки;
- накидки;
- плащи, полуплащи;
- халаты;
- костюмы;
- куртки, рубашки;
- брюки, шорты;
- комбинезоны, полукombинезоны;

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- наплечники.

4. Средства защиты ног:

- сапоги;
- сапоги с удлиненным голенищем;
- сапоги с укороченным голенищем;
- полусапоги;
- ботинки;
- полуботинки;
- туфли;
- бахилы;
- галоши;
- боты;
- тапочки (сандалии);
- унты, чувяки;
- щитки, ботфорты, наколенники, портянки.

5. Средства защиты рук:

- рукавицы;
- перчатки;
- полуперчатки;
- напальчники;
- наладонники;
- напульсники;
- нарукавники, налокотники.

6. Средства защиты головы:

- каски защитные;
- шлемы, подшлемники;
- шапки, береты, шляпы, колпаки, косынки, накомарники.

7. Средства защиты глаз:

- очки защитные.

8. Средства защиты лица:

- щитки защитные лицевые.

9. Средства защиты органа слуха:

- противошумные шлемы;
- противошумные вкладыши;
- противошумные наушники.

10. Средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства:

- предохранительные пояса, тросы;
- ручные захваты, манипуляторы;
- наколенники, налокотники, наплечники.

11. Средства дерматологические защитные:

- защитные кремы;
- очки;
- перчатки;
- средства защиты от насекомых.

12. Средства защиты комплексные

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Выбор конкретных моделей СИЗ

№ п/п	Средства индивидуальной защиты	ГОСТ
1	Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД)	ГОСТ 12.4.034-2001; ГОСТ 12.4.174-87; ГОСТ Р ИСО 11611-2011; ГОСТ 12.4.028-76.
2	Средства индивидуальной защиты глаз и лица	ГОСТ 12.4.001-80; ГОСТ Р 12.4.230.1-2007 (ЕН 166-2002) ССБТ; ГОСТ 12.4.023-84; ГОСТ Р ЕН 379-2011 ССБТ; ГОСТ Р 12.4.238-2007.
3	Средства индивидуальной защиты органов слуха	ГОСТ Р 12.4.208-99; ГОСТ Р 12.4.209-99; ГОСТ Р 12.4.210-99.
4	Средства индивидуальной защиты головы	ГОСТ 12.4.087-84; ГОСТ 12.4.128-83.
5	Специальная защитная одежда	ГОСТ 12.4.016-83; ГОСТ 12.4.074-79; ГОСТ 12.4.073-79; ГОСТ 12.4.112-82.
6	Специальная защитная обувь	ГОСТ 12.4.127-83; ГОСТ 28507-90; ГОСТ 12.4.162-85; ГОСТ 12.4.032-77; ГОСТ 12.4.050-78; ГОСТ 12.4.024-76.
7	Средства защиты рук	ГОСТ 12.4.103-83ГОСТ; 12.4.204-89; ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ.

Порядок выполнения работы:

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. На основании ГОСТ 12.4.011-89 подобрать необходимые средства индивидуальной защиты работающего персонала и конкретные модели СИЗ с указанием маркировки, с учетом наличия опасных и вредных производственных факторов.

4. Отчет оформляется в виде таблицы № 1.

5. Заполнить таблицу учета выдачи СИЗ на основании типовых норм.

6. Ответить на контрольные вопросы.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Таблица № 1.

Наименование профессии (должности)	Наименование производственного фактора	Средства индивидуальной защиты

Лицевая сторона личной карточки

ЛИЧНАЯ КАРТОЧКА № Учета выдачи СИЗ

Фамилия _____
 Имя _____ Отчество _____
 Табельный номер _____
 Структурное подразделение _____
 Профессия (должность) _____
 Дата поступления на работу _____
 Дата изменения профессии (должности) или перевода
 в другое структурное подразделение _____

Пол _____
 Рост _____
 Размер одежды _____
 Обувь _____
 Головного убора _____
 Противогаза _____
 Респиратора _____
 Рукавиц _____
 Перчаток _____

Предусмотрена выдача: _____
 (Наименование типовых (типовых отраслевых) норм

Наименование СИЗ	Пункт типовых норм	Единица измерения	Количество на год

Руководитель структурного подразделения _____ (Фамилия, инициалы)

(подпись)

Оборотная сторона личной карточки

Наименование СИЗ	Сертификат соответствия №	Выдано				Возвращено				
		дата	Кол-во	% износа	Расписка в получении	дата	Кол-во	% износа	Расписка сдавшего	Расписка в приеме
1	2	3	4	5	6					

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.202

индивидуальной защиты, как очки, каски, противогазы, рукавицы, одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги), предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются средства индивидуальной защиты работающих?
2. Назначение средств индивидуальной защиты работающих.
3. Классификация СИЗ по защитному назначению.
4. Как подобрать средства индивидуальной защиты при эксплуатации электроустановок потребителей?

Практическая работа № 2 ***Выбор средств коллективной защиты***

Цель: закрепить знания по выбору средств коллективной защиты работающих с учетом наличия опасных и вредных производственных факторов.

Основы теории:

Материально-техническое обеспечение практической работы:

Наглядные пособия относящиеся к средствам защиты при работе с электроустановками: знаки безопасности, оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения.

Использование наглядности, ТСО и дидактического материала:

ПК, проектор, экран. Презентация PowerPoint «Средства коллективной защиты на предприятиях», справочная литература, раздаточный материал.

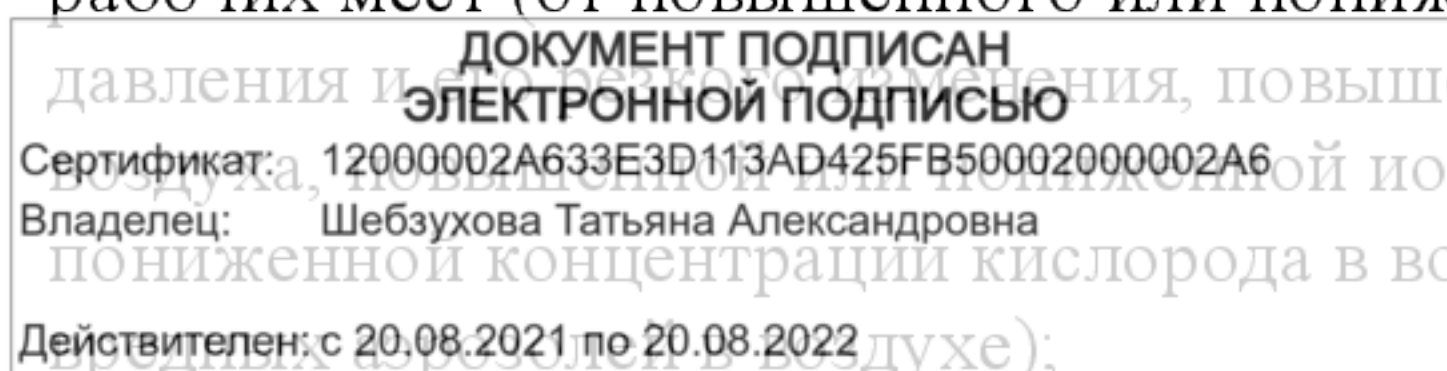
Основные понятия

Средства защиты работающих – технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и опасных производственных факторов, а также защиты от загрязнения.

Выбор средств коллективной защиты должен происходить в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяют на классы:

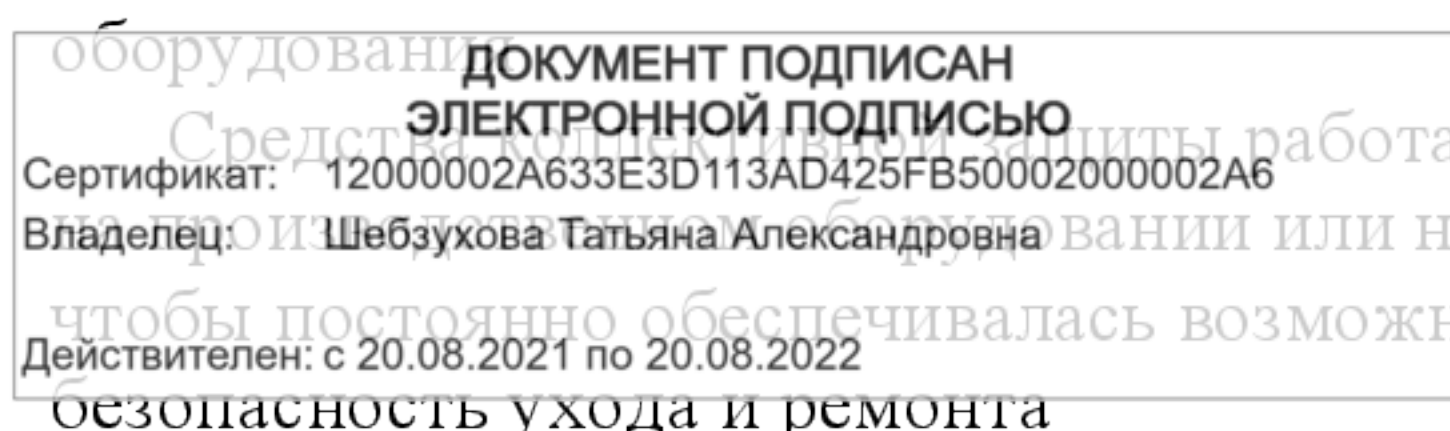
- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (от повышенного или пониженного барометрического давления и относительной влажности, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных веществ в воздухе);



- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (пониженной яркости, отсутствия или недостатка естественного света, пониженной видимости, дискомфорта или слепящей блескости, повышенной пульсации светового потока, пониженного индекса цветопередачи);
- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;
- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;
- средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений;
- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;
- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
- средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;
- средства защиты от повышенного уровня шума;
- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;
- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от повышенного уровня статического электричества;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
- средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);
- средства защиты от воздействия химических факторов;
- средства защиты от воздействия биологических факторов;
- средства защиты от падения с высоты.

Средства коллективной защиты работающих конструктивно должны быть соединены с производственным оборудованием или его элементами управления таким образом, чтобы, в случае необходимости, возникло принудительное действие средства защиты.

Допускается использовать средства коллективной защиты в качестве элементов управления для включения и выключения производственного



оборудования. Средства коллективной защиты работающих должны быть расположены на рабочем месте таким образом, чтобы постоянно обеспечивалась возможность контроля его работы, а также безопасность ухода и ремонта

**Средства коллективной защиты
(ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие
требования и классификация)**

1. К средствам нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест относятся устройства для:

поддержания нормируемой величины барометрического давления;
вентиляции и очистки воздуха;
кондиционирования воздуха;
локализации вредных факторов;
отопления;
автоматического контроля и сигнализации;
дезодорации воздуха.

2. К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся:

источники света;
осветительные приборы;
световые проемы;
светозащитные устройства;
светофильтры.

3. К средствам защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений относятся:

оградительные устройства;
предупредительные устройства;
герметизирующие устройства;
защитные покрытия;
устройства улавливания и очистки воздуха и жидкостей;
средства дезактивации;
устройства автоматического контроля;
устройства дистанционного управления;
средства защиты при транспортировании и временном хранении радиоактивных веществ;
знаки безопасности;
емкости радиоактивных отходов.

4. К средствам защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений относятся устройства:

оградительные;
герметизирующие;
теплоизолирующие;
вентиляционные;

автоматического контроля и сигнализации;

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5. К средствам защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений относятся устройства:

оградительные;
для вентиляции воздуха;
автоматического контроля и сигнализации;
дистанционного управления;
знаки безопасности.

6. К средствам защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений относятся:

оградительные устройства;
защитные покрытия;
герметизирующие устройства;
устройства автоматического контроля и сигнализации;
устройства дистанционного управления;
знаки безопасности.

7. К средствам защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей относятся:

оградительные устройства;
защитные заземления;
изолирующие устройства и покрытия;
знаки безопасности.

8. К средствам защиты от повышенного уровня лазерного излучения относятся:

оградительные устройства;
предохранительные устройства;
устройства автоматического контроля и сигнализации;
устройства дистанционного управления;
знаки безопасности.

9. К средствам защиты от повышенного уровня шума относятся устройства:

оградительные;
звукоизолирующие, звукопоглощающие;
глушители шума;
автоматического контроля и сигнализации;
дистанционного управления.

10. К средствам защиты от повышенного уровня вибрации относятся устройства:

оградительные;
виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие;
автоматического контроля и сигнализации;
дистанционного управления.

11. К средствам защиты от повышенного уровня ультразвука относятся

устройства:
оградительные;
звукоизолирующие, звукопоглощающие;
автоматического контроля и сигнализации;
дистанционного управления.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

12. К средствам защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний относятся:

оградительные устройства;
знаки безопасности.

13. К средствам защиты от поражения электрическим током относятся:

оградительные устройства;
устройства автоматического контроля и сигнализации;
изолирующие устройства и покрытия;
устройства защитного заземления и зануления;
устройства автоматического отключения;
устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
устройства дистанционного управления;
предохранительные устройства;
молниеотводы и разрядники;
знаки безопасности.

14. К средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся:

заземляющие устройства;
нейтрализаторы;
увлажняющие устройства;
антиэлектростатические вещества;
экранирующие устройства.

15. К средствам защиты от пониженных или повышенных температур поверхностей оборудования, материалов и заготовок относятся устройства:

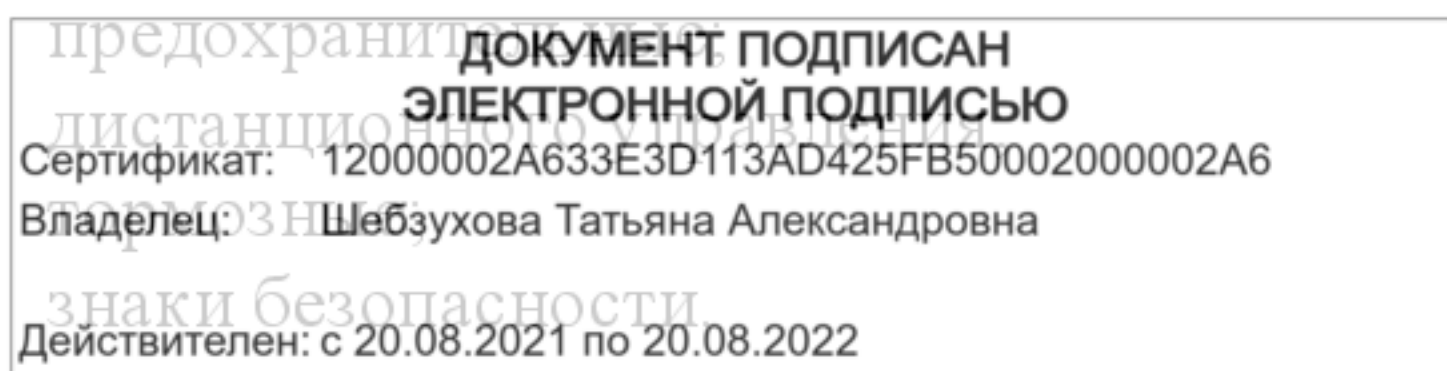
оградительные;
автоматического контроля и сигнализации;
термоизолирующие;
дистанционного управления.

16. К средствам защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов относятся устройства:

оградительные;
автоматического контроля и сигнализации;
термоизолирующие;
дистанционного управления;
для радиационного обогрева и охлаждения.

17. К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

оградительные;
автоматического контроля и сигнализации;



18. К средствам защиты от воздействия химических факторов относятся устройства:

оградительные;
автоматического контроля и сигнализации;
герметизирующие;
для вентиляции и очистки воздуха;
для удаления токсичных веществ;
дистанционного управления;
знаки безопасности.

19. К средствам защиты от воздействия биологических факторов относятся:

оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации;
оградительные устройства;
герметизирующие устройства;
устройства для вентиляции и очистки воздуха;
знаки безопасности.

20. К средствам защиты от падения с высоты относятся:

ограждения;
защитные сетки;
знаки безопасности.

Средства защиты в электроустановках

Электрозащитные средства — (предметы), которые служат для защиты людей от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги или электромагнитного поля при работах в электроустановках.

Основные термины, принятые в Правилах

Термин	Определение
Средства защиты	Средство, применение которого предотвращает или уменьшает воздействие на одного или более работающих опасных и (или) вредных производственных факторов
Электрозащитные средства	Средства служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля
Основные средства	Средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и электроустановочных изделий
Дополнительные средства	Средства защиты, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения

средства током, а применяются совместно с основными электрозащитными средствами

Напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек

Согласно «**Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ППБ-С 1984)**» при работах в электроустановках к **электрозащитным** средствам относятся: изолирующие штанги (оперативные, для наложения заземления, измерительные), изолирующие (для операций с предохранителями) и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки и т. д.;

- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками для работы в электроустановках напряжением до 1000 В;
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие накладки и подставки;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- переносные заземления;
- оградительные устройства и диэлектрические колпаки;
- плакаты и знаки безопасности.

К **основным** электрозащитным средствам для работы в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся:

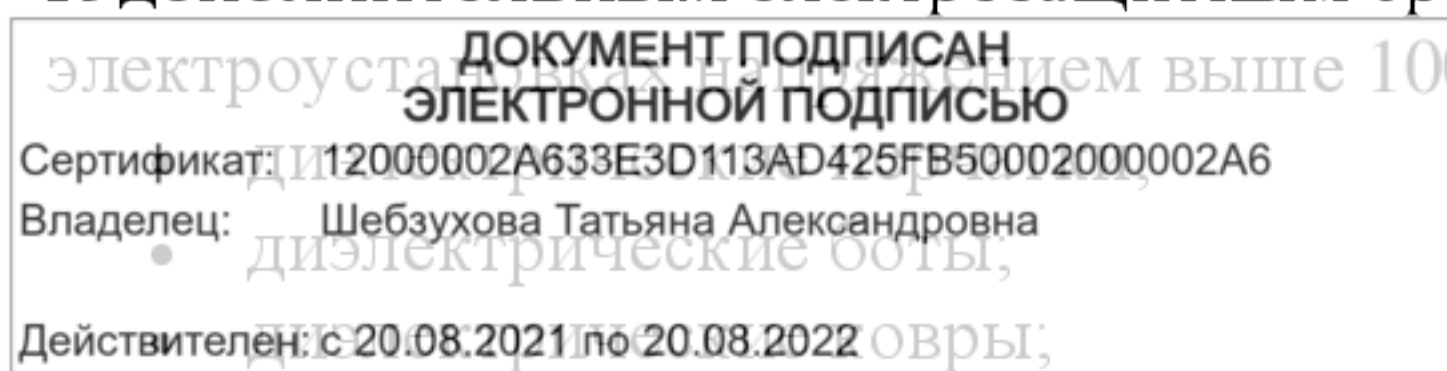
- изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки;
- изолирующие устройства и приспособлений для работ на ВЛ с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям (изолирующие лестницы, площадки, изолирующие тяги, канаты, корзины телескопических вышек, кабины для работы у провода и др.)

Изолирующие части основных средств защиты должны быть выполнены из электроизоляционных материалов с устойчивыми диэлектрическими свойствами (из фарфора, бумажно-бакелитовых труб, эбонита, гетинакса, древесностроительных пластиков, пластических и стеклоэпоксидных материалов и т. д.).

Материалы, поглощающие влагу (бумажно-бакелитовые трубы, дерево и др.), должны быть покрыты влагостойким лаком и иметь гладкую поверхность без трещин, расслоений и царапин.

К **дополнительным** электрозащитным средствам, применяемым в

электроустановках напряжением выше 1000 В, относятся:



- индивидуальные экранирующие комплекты;
- изолирующие подставки и накладки;
- диэлектрические колпаки;
- переносные заземления;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

К **основным** электрозащитным средствам, применяемым в электроустановках напряжением до 1000 В, относятся:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

К **дополнительным** электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры;
- переносные заземления;
- изолирующие подставки и накладки;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

Выбор необходимых средств защиты при оперативных переключениях и других работах регламентируется настоящими Правилами "ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей" и другими соответствующими нормативно-техническими документами, а также определяется местными условиями на основании требований этих документов.

При использовании основных средств защиты достаточно применения одного дополнительного, за исключением случаев освобождения пострадавшего от тока в электроустановках, когда для защиты от напряжения шага необходимо применять также боты или галоши. Средство защиты должно быть рассчитано на применение при наибольшем допустимом рабочем напряжении электроустановки (ГОСТ 1516.1-76 и 20690-75).

Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. На основании ГОСТ 12.04.011-89 подобрать необходимые средства коллективной защиты работающих с электроустановками с учетом

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
5. Ответить на контрольные вопросы.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Таблица 1

Наименование профессии (должности)	Наименование производственного фактора	Средства коллективной защиты

Таблица 2

Основные электрозащитные средства для работы в электроустановках напряжением выше 1000 В	Дополнительные электрозащитные средства, применяемые в электроустановках напряжением выше 1000 В

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются средства защиты работающих?
2. Назначение средств защиты работающих.
3. Принцип выбора средств коллективной защиты работающих.
4. Перечислите средства коллективной защиты работающих от действия электрического тока.

Практическая работа № 3

Методы и средства обеспечения электробезопасности

Цель: Овладение основными методами и средствами обеспечения безопасности при эксплуатации электроустановок и защита от неблагоприятного действия электричества

Основы теории:

Материально-техническое обеспечение практической работы:

Наглядные пособия относящиеся к средствам индивидуальной и коллективной защиты при работе с электроустановками: знаки безопасности, ограждающие устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; перчатки и боты диэлектрические.

Использование наглядности, ТСО и дидактического материала:

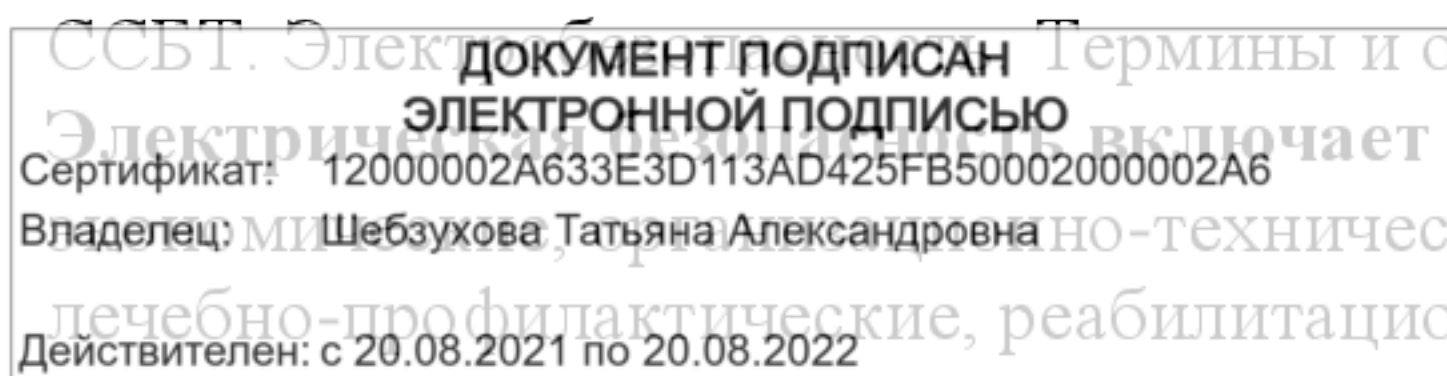
ПК, проектор, экран. Презентация PowerPoint “Средства индивидуальной защиты на предприятиях», “Средства коллективной защиты на предприятиях», справочная литература, раздаточный материал.

Основные понятия

Электробезопасность- система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.009-82.

ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения)

Электробезопасность включает в себя правовые, социально-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.



Требования электробезопасности изложены в Межотраслевых правилах по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей, ГОСТах и других нормативных правовых актах.

Требования, содержащиеся в этих актах, распространяются на всех Потребителей, работников всех организаций, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также на физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих в электроустановках монтажные, наладочные, ремонтные и строительные работы, испытания и измерения (электротехнический персонал).

Потребитель – организации всех форм собственности и организационно - правовых форм, индивидуальные предприниматели и граждане (владельцы электроустановок напряжением выше 1000 В), эксплуатирующие действующие электроустановки напряжением до 220 кВ включительно (ПТЭЭП п.1.1.2).

Электроустановка - совокупность аппаратов, машин, приспособлений, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенная для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другой вид энергии.

Опасные и вредные производственные факторы, связанные с использованием электрической энергии.

Факторами опасного и вредного воздействия на человека, связанными с использованием электрической энергии, являются:

протекание электрического тока через организм человека;

воздействие электрической дуги;

воздействие биологически активного электрического поля;

воздействие биологически активного магнитного поля;

воздействие электростатического поля;

воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ).

Биологически активными являются электрические и магнитные поля, напряженность которых превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) – гигиенические нормативы условий труда.

Опасные и вредные последствия для человека от воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического и магнитного полей, электростатического поля и ЭМИ проявляются в виде электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний. Степень

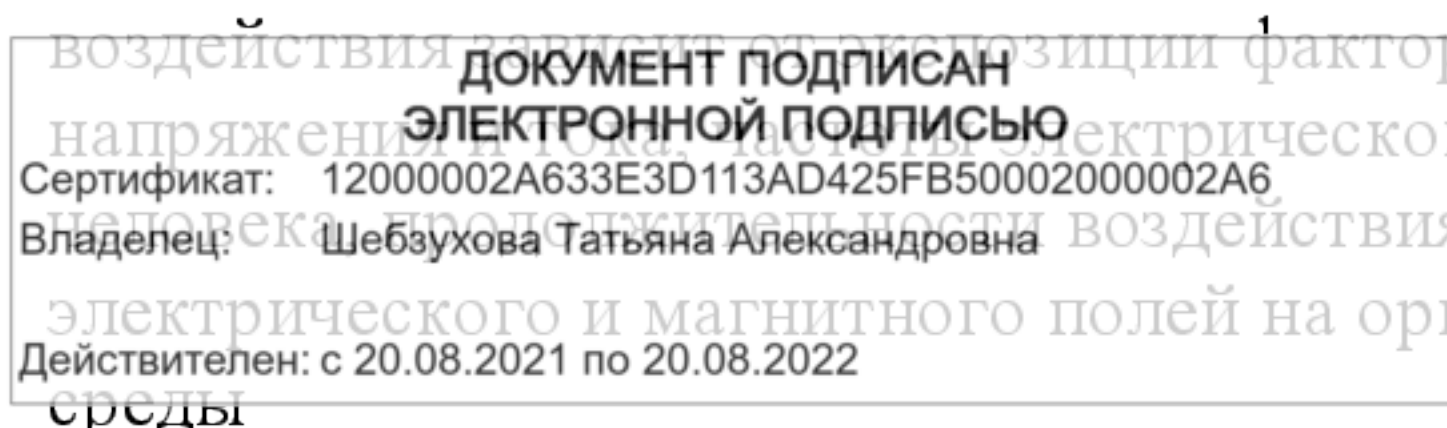
воздействия зависит от экспозиции фактора, в том числе: рода и величины

напряжения, силы тока, частоты электрического тока, пути тока через тело

человека, продолжительности воздействия электрического тока или

электрического и магнитного полей на организм человека, условий внешней

среды



Средства и способы защиты человека от поражения электрическим током сводятся к следующему:

- уменьшению рабочего напряжения электроустановок;
- выравниванию потенциалов (заземление, зануление);
- электрическому разделению цепей высоких и низких напряжений;
- увеличению сопротивления изоляции токоведущих частей (рабочей, усиленной, дополнительной, двойной и т. п.);
- применению устройств защитного отключения и средств коллективной защиты (оградительных, блокировочных, сигнализирующих устройств, знаков безопасности и т. п.), а также изолирующих средств защиты.

Структура классов напряжения

- Ультравысокий класс напряжения – от 1000 кВ.
- Сверхвысокий класс напряжения – от 330 кВ до 750 кВ;
- Высокий класс напряжения – от 110 кВ до 220 кВ;
- Средний класс напряжения – от 1 кВ до 35 кВ;
- Низший класс напряжения – до 1 кВ

Средства защиты

Классификация и перечень средств защиты для работы в электроустановках, требования к их испытаниям, содержанию и применению установлены «Инструкцией по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках», утвержденной приказом Минэнерго России от 30.06.2003 г № 261 (СО 153-34.03.603-2003)

Заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством (ПУЭ 1.7.28).

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя/ заземлителей и заземляющих проводников (ПУЭ 1.7.19).

Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с грунтом (ПУЭ 1.7.15).

Сопротивление заземления - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю (ПУЭ 1.7.26)

Защитное заземление

Это заземление, выполняемое в целях электробезопасности (ПУЭ 1.7.29).

Защитное заземление обеспечивает защиту электроустановки и оборудования, а также защиту людей от воздействия опасных напряжений и токов, могущих возникнуть при поломках, неправильной эксплуатации техники (т.е. в АВАРИЙНОМ режиме) и при разрядах молний. Также защитное заземление используется для защиты аппаратуры от помех при коммутациях в питающей сети и интерфейсных цепях, а также от

электромагнитных помех, введенных от работающего рядом оборудования. Подробнее о защитном заземлении можно рассмотреть на двух

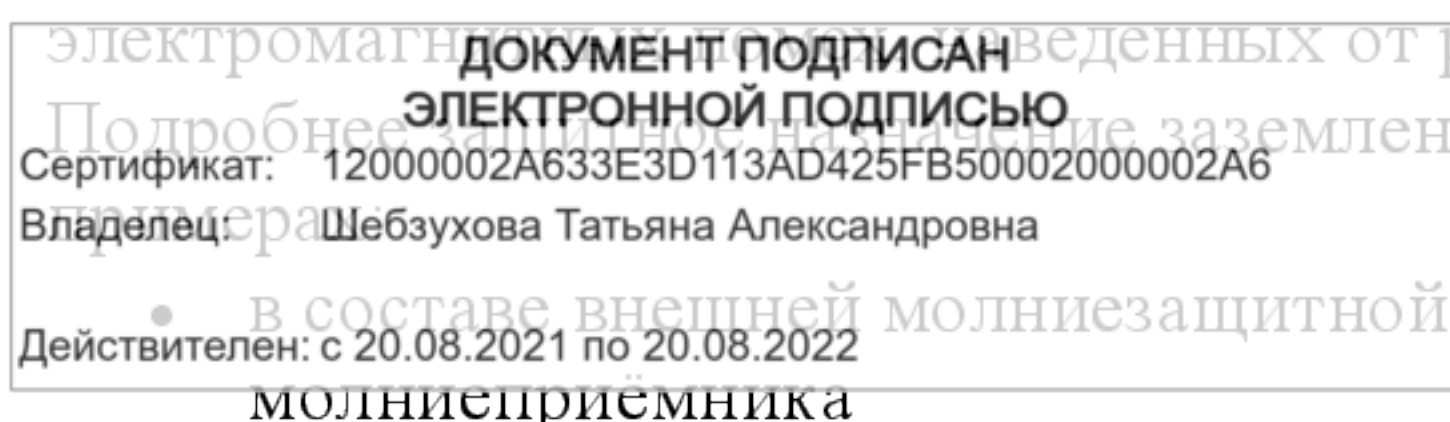


Таблица № 2 Классификация СИЗ по защитному назначению

Защитные свойства группы	Защитные свойства подгруппы	Условные обозначения защитных свойств подгруппы		
		Специальной одежды	Специальной обуви	Рукавиц и перчаток
От электростатических зарядов и электростатических полей	От электростатических полей, разрядов			

Контрольные вопросы

1. Что такое статическое электричество?
2. Какие производственные процессы связаны с опасностью возникновения статического электричества?
3. Как обеспечить электростатическую искробезопасность производственного объекта?
4. Перечислите средства защиты от статического электричества.

Практическая работа № 5

Вычисление напряжения прикосновения и шагового напряжения

Цель: научиться вычислять шаговое напряжение и напряжение прикосновения.

Основы теории:

1.1. Напряжение прямого прикосновения в трехфазной сети IT

В симметричной трехфазной сети ток через изоляцию на землю зависит от фазного напряжения U , активного сопротивления изоляции $R_{из}$ и емкости C фазы относительно земли. Активный ток утечки через изоляцию

$I_R = U / R_{из}$, ток утечки через емкость C зависит от частоты f напряжения сети: $I_C = U / X_C = U \omega C$, где $\omega = 2\pi f$ – круговая частота напряжения сети.

На векторной диаграмме ток I_R по фазе совпадает с напряжением U сети, а ток I_C – опережает напряжение на 90° (рис. 1). Поэтому полный ток фазы на землю

$$I_\Sigma = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} = I_{из}$$



В нормальном режиме сопротивление изоляции проводов Z много больше сопротивления тела человека R_h , которое примем равным нулю. Тогда при касании человеком, например, фазы А, потенциал этой фазы станет равным потенциалу земли, т.е. нулю, а потенциалы фаз В или С возрастут до векторной суммы напряжений фазы А и В или С. Сказанное поясняется рис. 2а, где U_A, U_B, U_C – исходные напряжения фаз А, В, С; $\varphi_{A1}, \varphi_{B1}, \varphi_{C1}$ – потенциалы фаз А, В, С при замыкании провода А на землю.

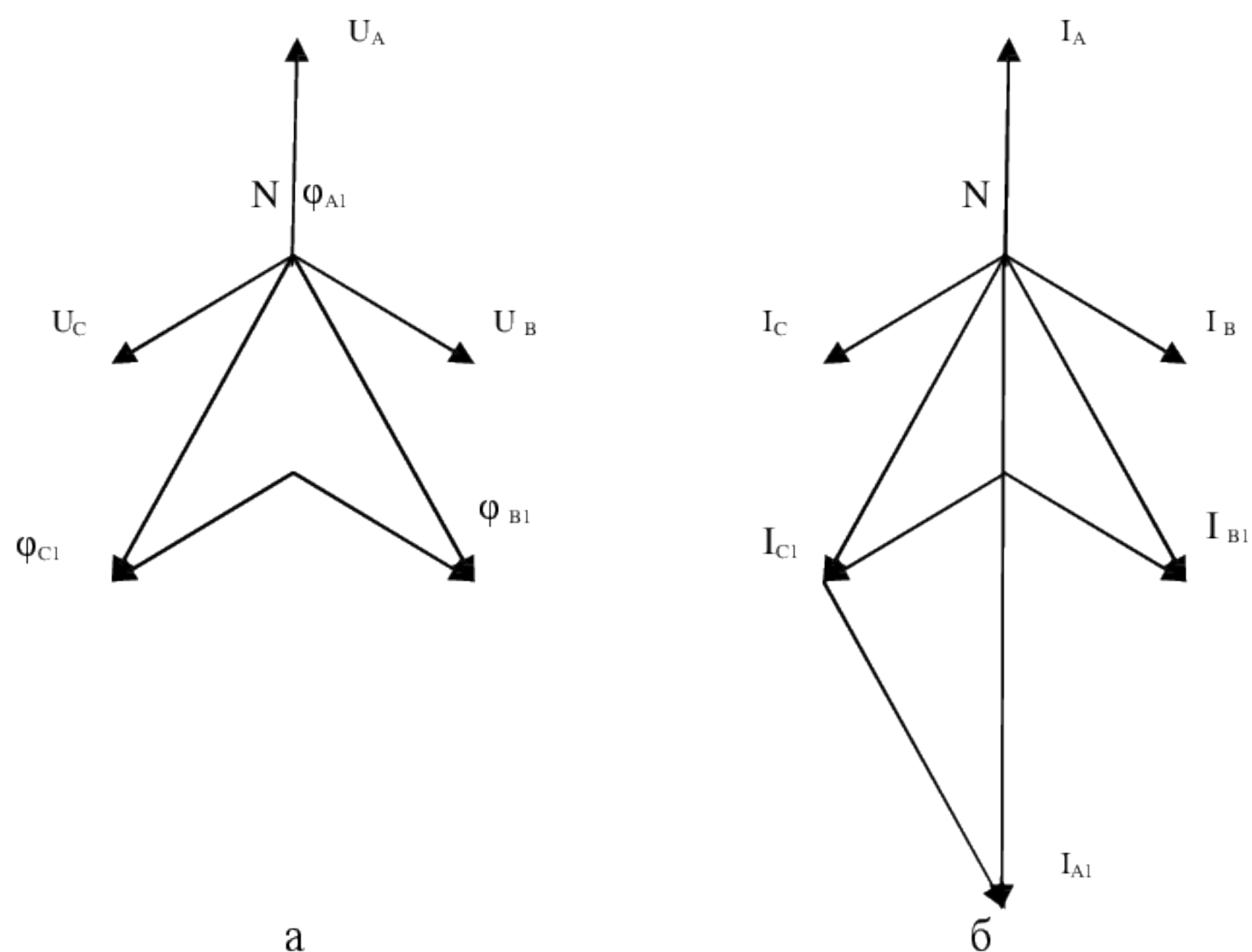


Рис. 2

ся проводимости фазного. При этом $R_{ф-о}$ равно удвоенному значению сопротивления защитного проводника, а потенциал в месте КЗ

$$\varphi_{кз} = I_{кз} \cdot R_{кз} = U \cdot R / 2R = U / 2.$$

Таким образом, напряжение косвенного прикосновения не превышает половины фазного, если сопротивление нулевого защитного проводника не превышает сопротивление линейного. Наличие дополнительного заземления оборудования способно лишь незначительно снизить потенциал места КЗ за счет проводимости земли, т.е. протекания части тока по цепи заземлитель электрооборудования – земля – заземлитель источника.

Практическая работа №6

Расчет сопротивления заземления

Цель: научиться рассчитывать сопротивление заземлителя .

Основы теории:

Сопротивление R_z единичных заземлителей определяют по формулам:

1. Шаровой в земле $R_z = \frac{\rho}{2\pi D} \left(1 + \frac{D}{4t}\right)$
2. Полушаровой у поверхности земли $R_z = \rho / \pi D$
3. Вертикальная труба до поверхности земли $R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$
4. Вертикальная труба на глубине t (до середины трубы)
5. Горизонтальная труба на поверхности земли $R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{d}$.
6. Горизонтальная труба на глубине t $R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt}$.
7. Круглая пластина на поверхности земли $R_z = \rho / 2D$.
8. Пластина $a \cdot b$, поставленная в земле на ребро $R_z = 0.25 \sqrt{ab}$.
9. Горизонтальная полоса $R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{dt}$.

$$R_z = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0.5 \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right).$$

В этих формулах:

ρ – удельное сопротивление грунта;

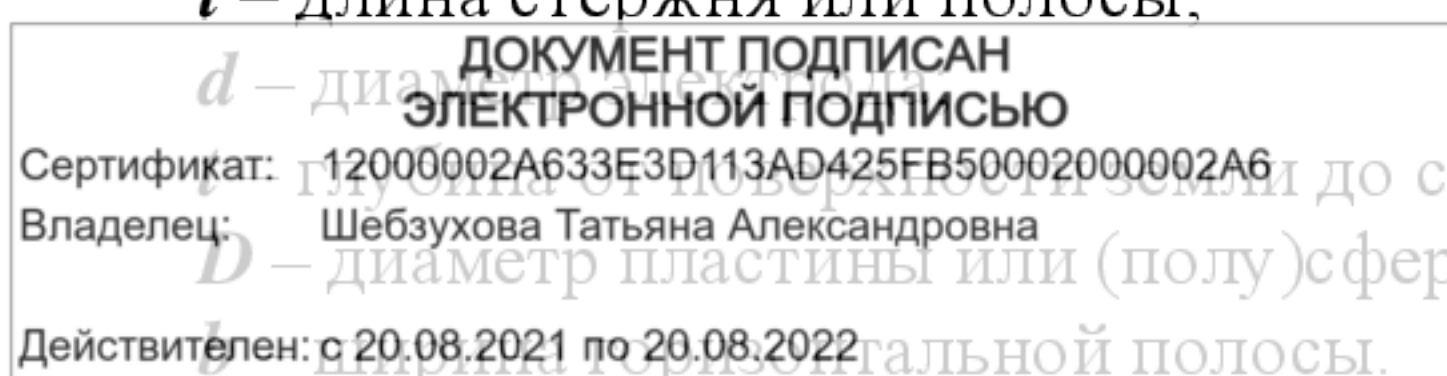
l – длина стержня или полосы;

d – диаметр стержня или (полу)сферы,

t – глубина от поверхности земли до середины электрода;

D – диаметр пластины или (полу)сферы,

b – ширина горизонтальной полосы.



Ом•м. Сеть TN-C, зануление опоры отсутствует. При повреждении изоляции светильника опора оказалась под напряжением $U_c=220\text{В}$. Определить напряжение прикосновения к опоре при расстоянии между ней и ногами человека 0,4м при наличии и отсутствии бетонного крепления опоры.

Решение. Сопротивление растеканию тока слоя бетона толщиной $(0,45-0,15)/2=0,15\text{м}$

$$R_{\delta} = \frac{\rho_{\delta}}{2\pi l} \ln \frac{4l^2}{d_T} - \frac{\rho_{\delta}}{2\pi l} \ln \frac{4l^2}{d_3} = \frac{50}{6,28} \left(\ln \frac{4}{0,15} - \ln \frac{4}{0,45} \right) = 8,75 \text{ Ом},$$

Сопротивление растеканию тока земли

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2\pi l} \ln \frac{4l^2}{d_3} = \frac{150}{6,28} \ln \frac{4}{0,45} = 52,2 \text{ Ом}$$

Полное сопротивление растеканию тока

$$R_{\Sigma} = R_{\delta} + R_3 = 8,75 + 52,2 = 60,95 \text{ Ом}$$

Пренебрегая сопротивлением заземления источника питания, определим $I_{кз}$ на землю:

$$I_{кз} = 220 / 60,95 = 3,61 \text{ А}.$$

Падение напряжения в слое бетона

$$\Delta U_{\delta} = R_{\delta} \cdot I_{кз} = 8,75 \cdot 3,61 = 31,59 \text{ В}.$$

Потенциал земли на расстоянии $r = 0,475\text{м}$ от центра опоры

$$\varphi_3 = I_{кз} \cdot R = I_{кз} \cdot \frac{\rho_3}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{2\pi r} = 3,61 \cdot \frac{150}{6,28} \ln \frac{4}{6,28 \cdot 0,475} = 25,2 \text{ В}.$$

Напряжение прикосновения $U_{np} = U_c - \varphi_3 = 220 - 25,2 = 194,8 \text{ В}$. При отсутствии бетонного слоя сопротивление заземления опоры

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{d_3} = \frac{150}{6,28} \ln \frac{4}{0,15} = 87,4 \text{ В}.$$

Ток короткого замыкания на землю $I_{кз} = 220 / 87,4 = 2,517 \text{ А}$. Потенциал земли на расстоянии 0,475м от центра опоры

$$\varphi_3 = I_{кз} \cdot \frac{\rho_3}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{2\pi r} = 2,517 \cdot \frac$$

В приведенном выше примере напряжение прикосновения 202,42 В прикладывается между рукой человека и землей. Ток протекает как через тело человека, так и через основание, на котором стоит человек (обувь). Если принять сопротивление тела человека $R_h = 1$ кОм, а основания $R_{осн} = 5$ кОм, тогда ток через тело человека

$$I_h = U_{np} / (R_h + R_{осн}) = 202.42 / (1 + 5) = 33.73 \text{ мА}.$$

Фактическое значение напряжения прикосновения

$$U_{np.факт} = I_h \cdot R_h = 1 \cdot 33.73 = 33.73 \text{ В}.$$

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ»
направления подготовки
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Пятигорск

2022

Содержание

№ п/п	Содержание	Стр
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование лабораторных работ	
4.	Содержание лабораторных работ	
4.1	Лабораторная работа № 1. Определение влияния режима электрической нейтрали на условия электробезопасности Часть 1. Моделирование электрической сети с изолированной нейтралью. Часть 2. . Моделирование электрической сети с глухозаземленной нейтралью.	
4.2	Лабораторная работа № 2. Определение зависимостей, характеризующих явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель Часть 1. Снятие зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя Часть 2. Снятие зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя Часть 3. Снятие зависимости шагового напряжения от расстояния до заземлителя	
4.3	Определение силы электрического тока через тело человека Часть 1. При прямом прикосновении к частям, находящимся под напряжением Часть 2. При косвенном прикосновении к частям, находящимся под напряжением	
4.4	Лабораторная работа № 4. Моделирование зануления электрооборудования	
4.5	Лабораторная работа № 5. Контроль изоляции в электрической сети с изолированной нейтралью	
4.6	Лабораторная работа № 6. Измерение сопротивления заземления	
4.7	Лабораторная работа № 7. Моделирование действия защитного заземления (самозаземления)	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Целью работы в лаборатории является углубление и закрепление приобретенных теоретических знаний путем экспериментальной проверки теоретических положений, а также знакомство с конструкцией электрических сетей, оборудованием, измерительными приборами и аппаратурой, используемыми в лаборатории.

В результате выполнения лабораторных работ студенты должны приобрести умения и навыки по сборке и исследованию электрических схем сетей, измерениям электрических величин. Тематика лабораторных работ полностью соответствует содержанию основных разделов курса, изучаемого в высших технических учебных заведениях.

В предлагаемом методическом указании описано восемь лабораторных работ. В описании каждой лабораторной работы сформулирована ее цель, изложены основные теоретические положения, описана схема установки для проведения экспериментального исследования, даны рекомендации по проведению опытов и обработке результатов измерений, а также контрольные вопросы.

Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип
G1	Трехфазный источник питания	201.2
A1	Блок линейных дросселей	337
A2	Трехфазный трансформатор	302
A3	Модель участка электрической сети	303
A4	Модель человека	309
A5	Модель замыкания на землю	310
P1	Блок мультиметров	508.2

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторной работы представлены в Приложении 1.

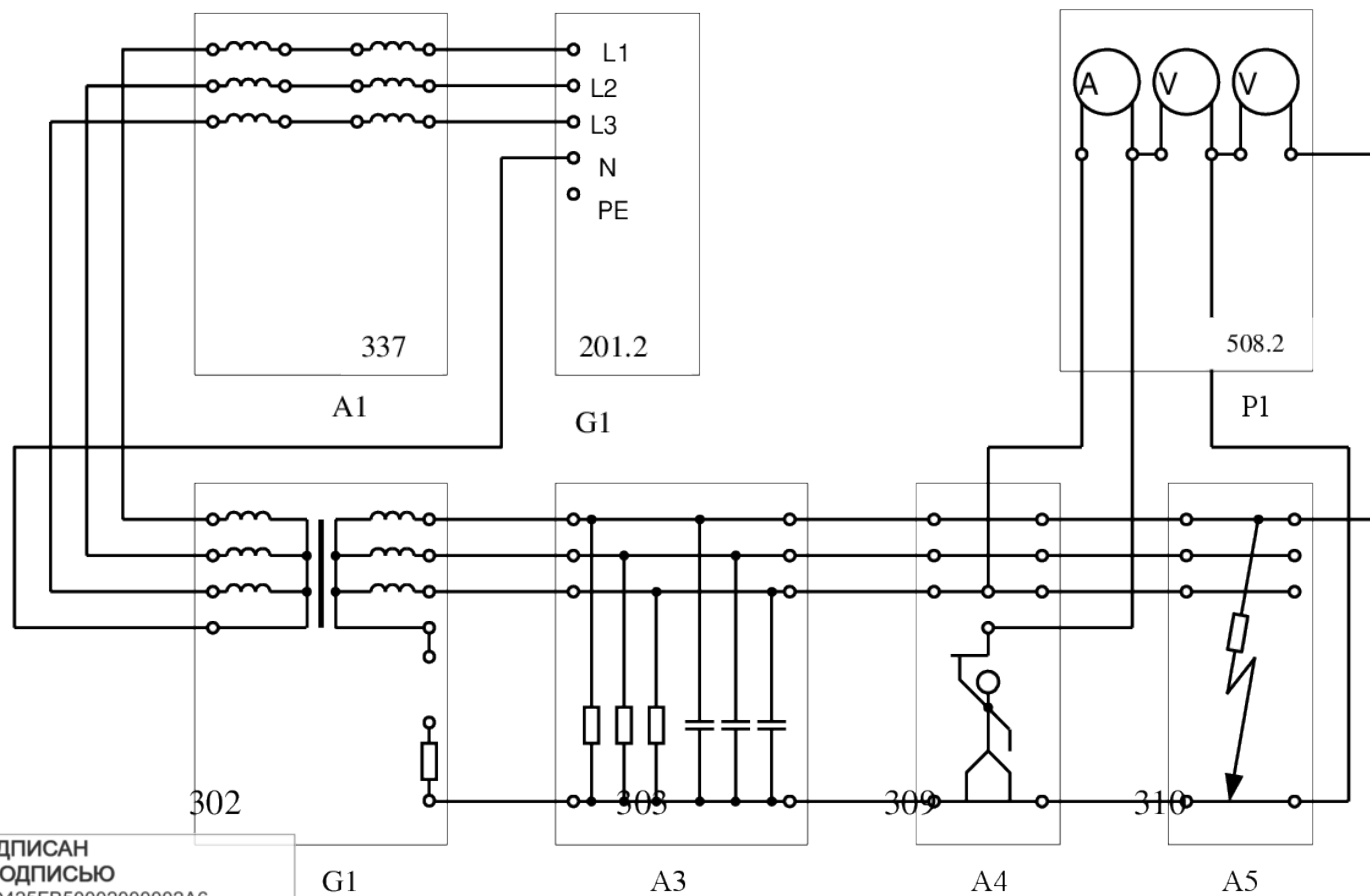
**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Электрическая схема соединений



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Указания по выполнению лабораторной работы:

- Заполненные таблицы с необходимыми расчетными формулами.
- Общие выводы по результатам сделанной работы.
- Результаты экспериментов заносятся в табл 1.1 и 1.2

Экспериментальная таблица

Таблица 1.1

Сопротивление изоляции	Сопротивление пола	Сопротивление обуви	Сила тока, А	Напряжение, В
R_A				
R_B				
R_C				

Таблица 1.2

Экспериментальная таблица

Емкость фаз	Сопротивление на землю, $R_{\text{зам}}$	Сила тока, А	Напряжение, В
C_A			
C_B			
C_C			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

10	Для электроустановок при мощности генераторов и трансформаторов до 100 кВА
$125/I_3$, но не более 10 (I_3 расчетный ток замыкания на землю, А)	Если заземляющее устройство является общим для электроустановок напряжением до 1000 В и выше 1000 В
Электроустановки напряжением выше 1000 В	
$250/I_3$, но не более 10	Если заземляющее устройство используется в сети с изолированной нейтралью
0,5	Если заземляющее устройство используется в сети с эффективно заземленной нейтралью

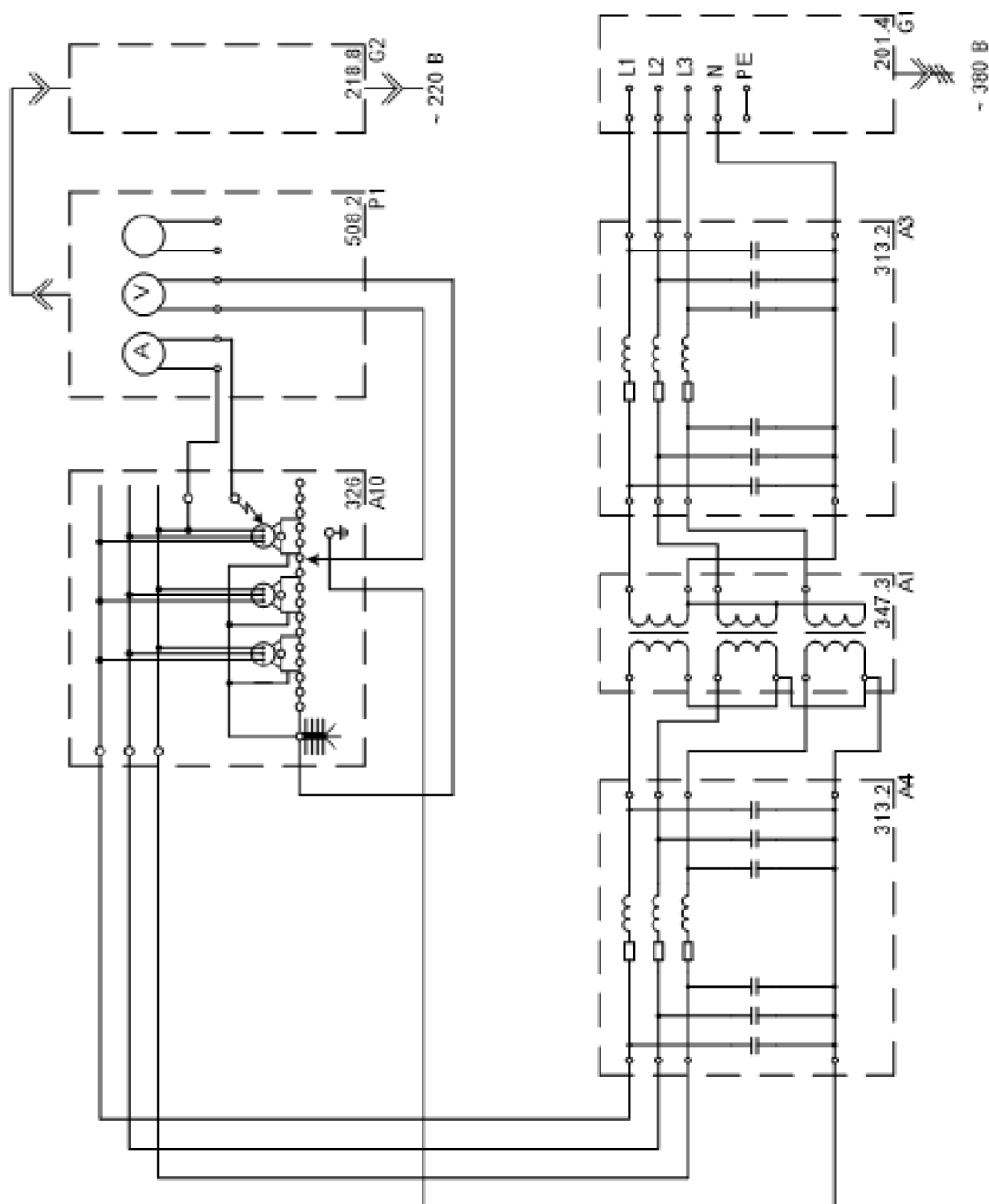
Часть 1. Снятие зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя
Перечень оборудования

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.4	~ 3×220 В / 6 А
G2	Однофазный источник питания	218.8	~ 220 В / 6 А
A1	Трехфазная трансформаторная группа	347.3	3×80 В·А (звезда) 220, 225, 230 В / 133, 220, 225, 230, 235, 240, 245 В
A3,A4	Модель линии электропередачи	313.2	400 В ~; 3 × 0.5 А
A10	Модель заземлителя с вертикальным трубчатым электродом	326	380 В ~; 3 × 0.5 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра = 0...1000 В / = 0...10 А / 0...20 МОм

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторной работы представлены в Приложении 1.

Электрическая схема соединений

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	



Порядок проведения работы

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления " $\oplus$ " устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" источника G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений.
- Установите переключателями желаемые значения напряжения первичной и вторичной обмоток трансформатора блока A1, например, 230 В.
- Установите переключателями желаемые параметры моделей A3 и A4 линии электропередачи: $R=0$, $L=1,2$ Гн и $C/2=0$ мкФ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- Включите источник G2.
- Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1 и активизируйте используемые мультиметры.
- Включите источник G1. О наличии напряжений на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- При заданном сопротивлении грунта ρ модели заземлителя А6, снимите с помощью вольтметра блока P1 зависимость от расстояния x : потенциала основания электрооборудования $\varphi_{осн} = f(x)$ (вольтметр включать между гнездом «L» и гнездами, соответствующими расстоянию x).
- Ток стекания в землю контролируйте с помощью амперметра блока P1. Он не должен превышать **0,5 А!**
- По завершении эксперимента отключите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1 и источники G1, G2.
- Проанализируйте снятую зависимость $\varphi_{осн} = f(x)$.

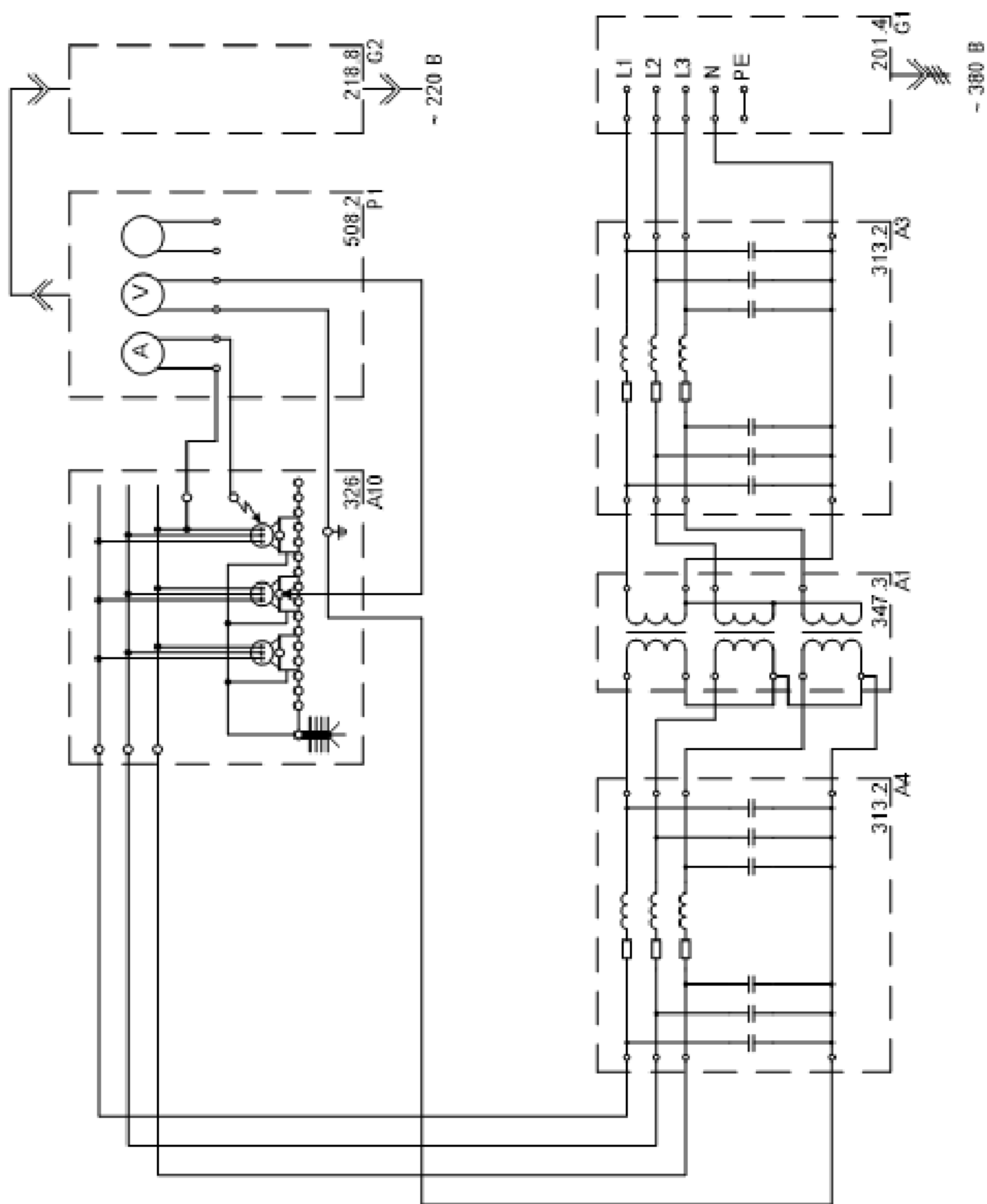
Часть 2. Снятие зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя

Перечень оборудования

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.4	~ 3×220 В / 6 А
G2	Однофазный источник питания	218.8	~ 220 В / 6 А
A1	Трехфазная трансформаторная группа	347.3	3×80 В·А (звезда) 220, 225, 230 В / 133, 220, 225, 230, 235, 240, 245 В
A3,A4	Модель линии электропередачи	313.2	400 В ~; 3 × 0.5 А
A10	Модель заземлителя с вертикальным трубчатым электродом	326	380 В ~; 3 × 0.5 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра ≈ 0...1000 В / ≈ 0...10 А / 0...20 МОм

Электрическая схема соединений

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	



Порядок проведения работы

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

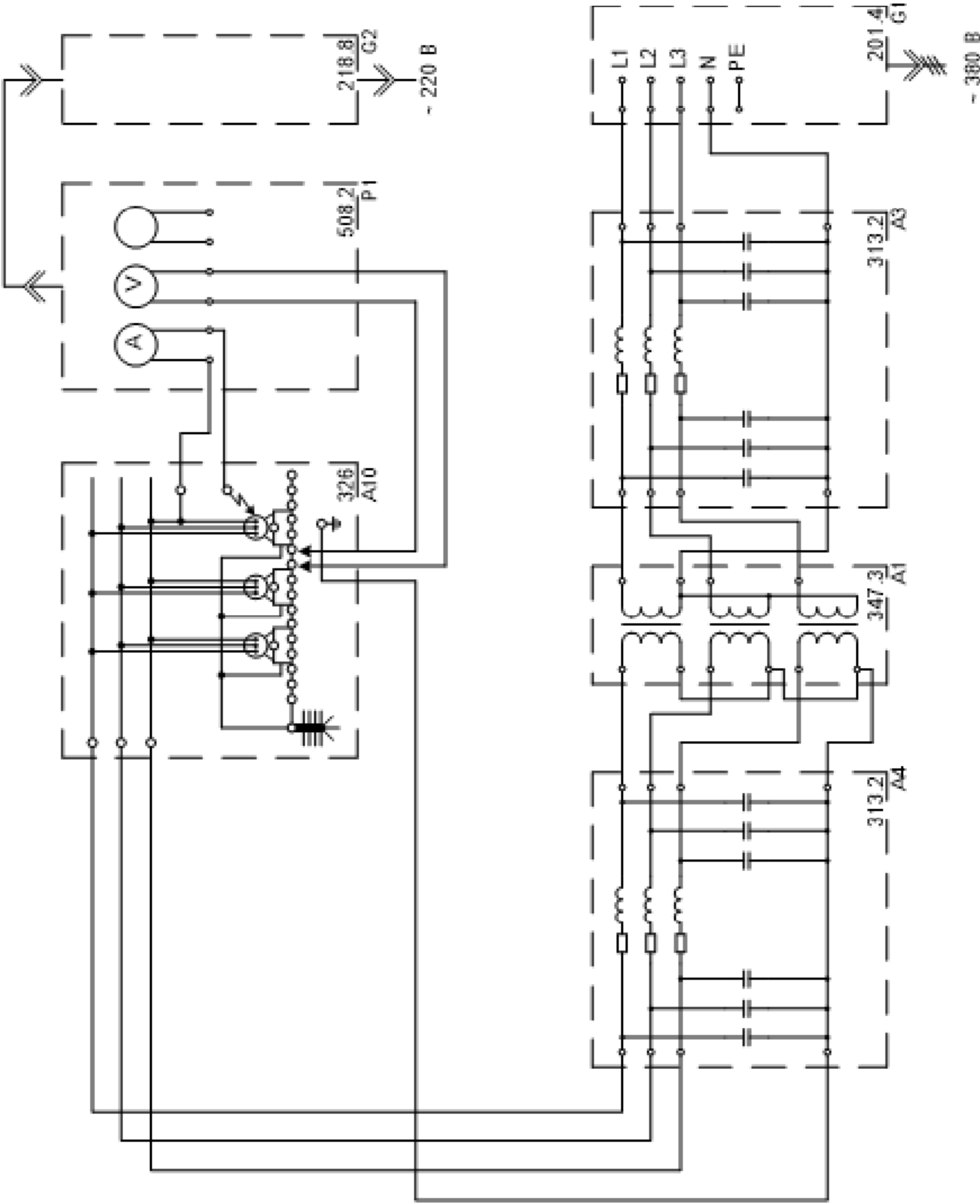
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

			$\leq 0...10\text{ A} /$ $0...20\text{ МОм}$
--	--	--	---

Электрическая схема соединений



Порядок проведения работы

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

