



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

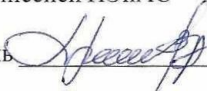
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

09.02.2024 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г., протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

 И.Р. Абдулвелеев

Рецензент:

зам. начальника ЭТО

АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ»



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Электробезопасность» является изучение вопросов безопасности труда при эксплуатации электроустановок напряжением до и выше 1 кВ, предупреждение электротравматизма на промышленных предприятиях, а также вопросов, знание которых необходимо при эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Электробезопасность входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Теоретические основы электротехники

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Электроэнергетические системы и сети

Электрические машины

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная-преддипломная практика

Электроснабжение

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электробезопасность» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-7 Способен организовать и координировать деятельность членов коллектива исполнителей	
ПК-7.1	Осуществляет оформление и выдачу нарядов-допусков и распоряжений на проведение работ на оборудовании, согласно действующей нормативно-технической документации
ПК-7.2	Осуществляет организацию работ в соответствии с проектами производства работ, технологическими картами
ПК-7.3	Осуществляет контроль соблюдения технологической последовательности и правил производства работ

4 Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 17 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Электробезопасность систем электроснабжения								
1.1 Правовые и организационные вопросы электробезопасности.	7	2	2	2	2	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы.	Устный опрос	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
1.2 Электротравматизм, его учет и характеристика. Электротравматизм и электрооборудование. Действие электрического тока на организм человека.		2	2	2	2	Самостоятельное изучение учебной и специальной ли- тературы. Подготовка к за- щите лабораторной работы.	Наличие конспекта, защита лабораторных работ	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
1.3 Первая помощь пострадавшим от электрического тока. Анализ опасности поражения электрическим током в различных электрических сетях.		2	2	2	3	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы.	Устный опрос	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
1.4 Защитные меры и средства в электроустановках.		4	4	4	3	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы. Подготовка к за- щите лабораторной работы.	Защита лабораторных работ	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
1.5 Организация и основы безопасного обслуживания электроустановок.		4	4	4	3	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы.	Устный опрос	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3

1.6 Защита человека от воздействия электромагнитных полей промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения.		4	4	4	4	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы. Подготовка к защите лабораторной работы.	Защита лабораторных работ	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
Итого по разделу		18	18	18	17			
Итого за семестр		18	18	18	17		зачёт	
Итого по дисциплине		18	18	18	17		зачет	

5 Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Электробезопасность» применяются следующие образовательные технологии:

1. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении от-дельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций.

2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на лабораторных занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

3. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности и поиск вариантов лучших решений.

4. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Менумеров, Р. М. Электробезопасность : учебное пособие / Р. М. Менумеров. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 196 с. – ISBN 978-5-8114-2943-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104863> (дата обращения: 20.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Абдулвелеев, И. Р. Основы электробезопасности в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / И. Р. Абдулвелеев, Г. П. Корнилов ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-9967-1824-5. – Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Абдулвелеев, И. Р. Электробезопасность в системах электроснабжения : практикум / И. Р. Абдулвелеев, Г. П. Корнилов ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2240> (дата обращения: 20.03.2024). – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Беляков, Г. И. Электробезопасность : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 125 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10906-1. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/432220> (дата обращения: 20.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Монаков, В. К. Электробезопасность. Теория и практика: Монография / В. К. Монаков, Д. Ю. Кудрявцев. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. – 184 с.: ISBN 978-5-9729-0173-9. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/944307> (дата обращения: 20.03.2024). – Режим доступа: по подписке.

4. Дацков, И. И. Электробезопасность в АПК : учебное пособие / И. И. Дацков. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 132 с. – ISBN 978-5-8114-3064-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107926> (дата обращения: 20.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-2286-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75522> (дата обращения: 20.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Жданов, А. И. Меры защиты от поражения электрическим током [Текст]: Методические указания к лабораторной работе №2 по дисциплине «Электробезопасность» для студентов специальности 140211 всех форм обучения / А. И. Жданов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 17 с.

2. Жданов, А. И. Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кВ с системами заземления TN-C, TN-S, TN-C-S [Текст]: Методические указания к лабораторной работе №3 по дисциплине «Электробезопасность» для студентов специальности 140211 всех форм обучения / А. И. Жданов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 13 с.

3. Жданов, А. И. Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кВ с системами заземления ТТ [Текст]: Методические указания к лабораторной работе №4 по дисциплине «Электробезопасность» для студентов специальности 140211 всех форм обучения / А. И. Жданов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 7 с.

4. Жданов, А. И. Исследование характеристик устройств автоматического отключения питания при сверхтоках и устройств защитного отключения [Текст]: Методические указания к лабораторной работе №6 по дисциплине «Электробезопасность» для студентов специальности 140211 всех форм обучения / А. И. Жданов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 8 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	URL: https://dlib.eastview.com/
Российская Государственная библиотека. КATALOGI	URL: https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Оснащение аудитории: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения лабораторных работ: Лаборатория электрических материалов (ауд. 339).

Оснащение аудитории: Стенд лабораторный ЭБСЭС2-Н-Р Электробезопасность в системах электроснабжения, производства ООО «Учебная техника».

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение аудитории: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Тип и название аудитории: Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Оснащение аудитории: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Тип и название аудитории: Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Оснащение аудитории: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Электробезопасность» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

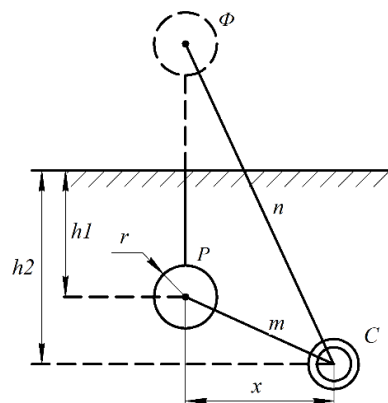
АКР №1 «Заземляющие устройства»

Вариант №1

Решить задачу №1

Ток I_3 равный 100А стекает в землю через шаровой заземлитель радиусом $r = 0,5$ м. Шар погружен в землю на глубину 3 м, ток подается по изолированному проводу. Удельное сопротивление земли $\rho = 100$ Ом·м.

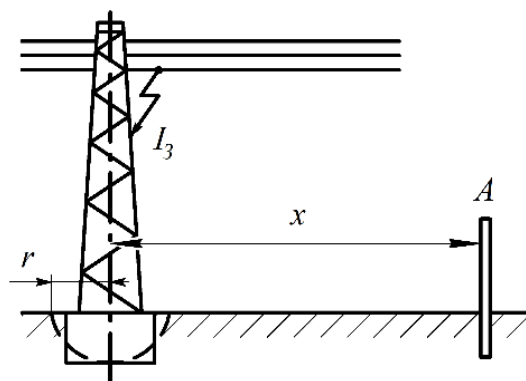
Найти потенциал на металлическом трубопроводе C , проложенном в земле на глубине 4 м и на расстоянии 3 м от центра шара.



Решить задачу №2

На воздушной линии электропередачи вследствие повреждения изоляции возникло замыкание фазы на металлическую опору, что вызвало стекание тока I_3 величиной 15 А в землю.

Определить потенциал металлического забора, ближайшая металлическая стойка которого A отстоит от оси опоры на расстоянии $x=4$ м, и потенциал опоры. Удельное сопротивление земли $\rho=100$ Ом·м.

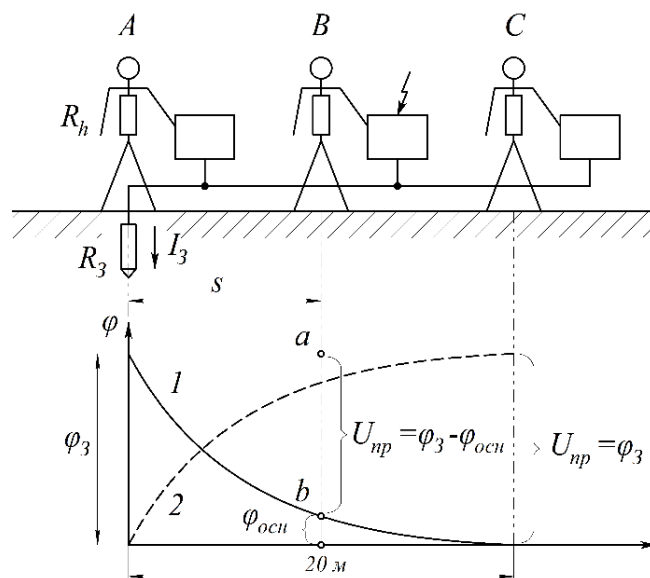


АКР №2 «Напряжение прикосновения и шага»

Вариант №1

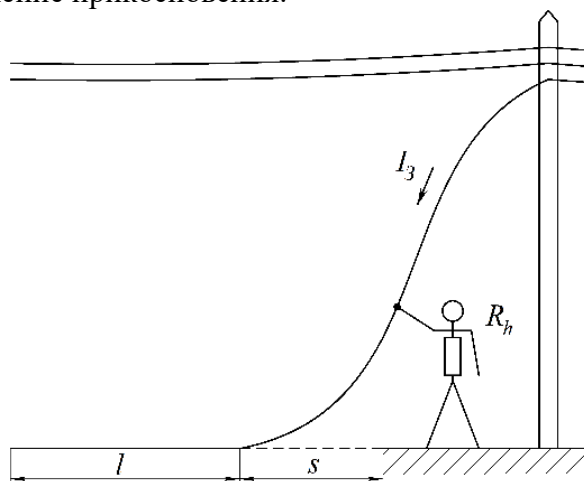
Решить задачу №1

Определить напряжение прикосновения и коэффициент прикосновения при одиночном стержневом вертикальном заземлителе длиной 3 м и диаметром 6 см для двух случаев: человек, касающийся корпуса электроустановки, находится на расстоянии 2 м и 20 м от оси заземлителя (случаи В и С на рис). Ток, стекающий в землю через заземлитель при пробое на корпус, равен 10 А. Удельное сопротивление земли 100 Ом·м.



Решить задачу №2

Человек дотронулся до оборванного и лежащего на земле провода ВЛ (рис.5.3). Длина участка провода, лежащего на земле, 5 м; расстояние от точки касания человека до точки соприкосновения провода и земли 3 м; диаметр провода 1 см; ток замыкания на землю равен 10 А. Удельное сопротивление земли 100 Ом·м, сопротивление тела человека 1000 Ом. Найти напряжение прикосновения.



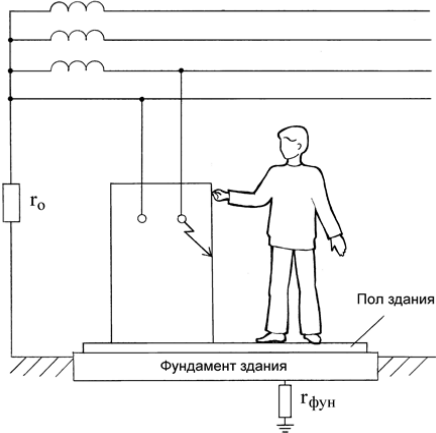
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

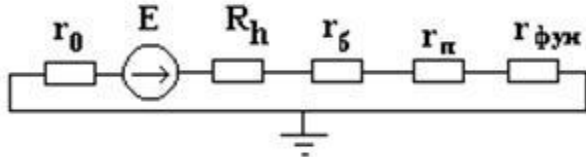
(обязательное)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-7: Способен организовать и координировать деятельность членов коллектива исполнителей		
ПК-7.1	Осуществляет оформление и выдачу нарядов-допусков и распоряжений на проведение работ на оборудовании, согласно действующей нормативно-технической документации	Перечень теоретических вопросов к зачёту: 1. Организация работы по электробезопасности при эксплуатации электроустановок на промышленных предприятиях. 2. Требования, предъявляемые к электротехническому персоналу. 3. Показатели электротравматизма и классификация электротравм. Данные учета и их использование. Судебно-медицинская экспертиза. 4. Электротравматизм и электрооборудование. Распределение электротравм по напряжениям электроустановок, по роду тока, по условиям возникновения электрической цепи через тело человека. 5. Действие электрического тока на организм человека. 6. Виды поражений электрическим током. 7. Электрическое сопротивление тела человека. 8. Влияние значения тока на исход поражения. 9. Влияние продолжительности прохождения тока на исход поражения. 10. Влияние пути тока на исход поражения. Примерные практические задания к зачёту: № 1. Сотрудник офиса коснулся корпуса холодильника, который в результате неисправности оказался электрически связанным с питающим фазным проводом. Определите значения токов, проходящих через тело человека при разной влажности пола, опишите, какие ощущения будет испытывать сотрудник в двух указанных случаях. Определите значения напряжений прикосновения при разном состоянии пола. Как зависит сопротивление тела

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		человека от величины напряжения прикосновения? После ответа на поставленные вопросы сделайте выводы относительно влияния различных элементов цепи тока через тело человека на его величину, о том можно ли полагаться на изолирующие свойства обуви и пола, о необходимости средств защиты от поражения электрическим током в подобных ситуациях. Какие средства защиты Вы могли бы предложить? <u>Исходные данные</u> Корпус холодильника не занулен и не касается никаких заземленных конструкций. Питающая сеть трехфазная четырехпроводная с заземленной нейтралью, фазное напряжение - 220 В. Сотрудник стоит на деревянном полу в промокших из-за дождя ботинках. <u>Схема для анализа</u>  R_0 – сопротивление заземления нейтрали; $R_б$ – сопротивление ботинок; $R_п$ – сопротивление пола между подошвами ботинок и "землей"; $R_{фун}$ – сопротивление растеканию тока с фундаментом здания; R_h – сопротивление тела человека.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства					
		Вариант	r_0 , Ом	$r_б$, Ом	$r_п$, Ом	$r_{фун}$, Ом	R_h , Ом
		пол мокрый	пол сухой				
		А	3,7				
		Б	5,9				
		В	6,8				
		Г	9,3				
		Д	2,9				
							
		№ 2. Сотрудник офиса стоит, касаясь рукой корпуса системного блока персональной ЭВМ. Доставая документы из стоящего рядом сейфа, он второй рукой коснулся его металлической полки. Шнур питания системного блока оснащен вилкой с двумя рабочими и третьим защитным контактом (по европейскому стандарту), но розетка, к которой он подключен, имеет только два рабочих контакта (российская конструкция), что является нарушением действующих правил. В результате неисправности произошло замыкание фазного проводника на корпус системного блока. Сейф имеет электрическую связь с металлическими конструкциями здания. Определите значения токов, проходящих через тело сотрудника до его прикосновения к сейфу и после прикосновения. Определите значения напряжений					

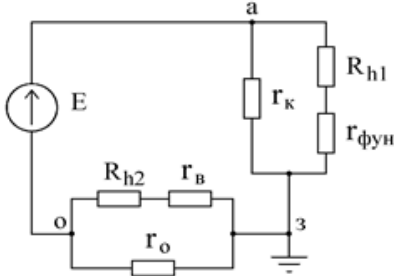
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		прикосновения до и после касания сотрудника сейфа. Сделайте выводы относительно влияния различных элементов цепи тока через тело человека на опасность поражения, об обоснованности требований действующих правил. Где, помимо правил, должно быть указано требование об использовании розетки с третьим защитным контактом? Какие меры, исключающие возможность возникновения рассмотренной ситуации, Вы могли бы предложить? <u>Исходные данные</u> Питающая сеть - трехфазная четырехпроводная с заземленной нейтралью; фазное напряжение – 220 В. Сопротивлением заземления нейтрали пренебречь. <u>Схема для анализа</u>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		гоб – сопротивление обуви сотрудника гп – сопротивление пола между подошвами обуви и заземленными конструкциями здания гфун – сопротивление растеканию тока с фундамента здания Rhpp – сопротивление тела сотрудника по пути рука - рука Rhpn – сопротивление тела сотрудника по пути рука – ноги <table><tr><td>Вариант</td><td>гоб, Ом</td><td>гп, Ом</td><td>гфун, Ом</td><td>Rhpp, Ом</td><td>Rhpn, Ом</td></tr><tr><td>Сотрудник не касается</td><td>Сотрудник касается</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	гоб, Ом	гп, Ом	гфун, Ом	Rhpp, Ом	Rhpn, Ом	Сотрудник не касается	Сотрудник касается				
Вариант	гоб, Ом	гп, Ом	гфун, Ом	Rhpp, Ом	Rhpn, Ом									
Сотрудник не касается	Сотрудник касается													

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства						
		сейфа	сейфа					
		А	150 000	95 000		1 100	6 000	1 900
		Б	86 000	73 000			9 300	1 800
		В	41 000	670 000			49 000	1 500
		Г	270 000	15 000			9 000	1 600
		Д	16 000	240 000			17 000	1 400
		Эквивалентная схема № 3. По распоряжению руководителя отдела автоматизации банка для защиты вычислительной техники от электромагнитных помех было выполнено заземление. Корпуса оборудования, используемого для обработки важной информации, были присоединены к заземлителю и, в нарушение действующих правил, отсоединены от нулевого защитного проводника. Оцените						

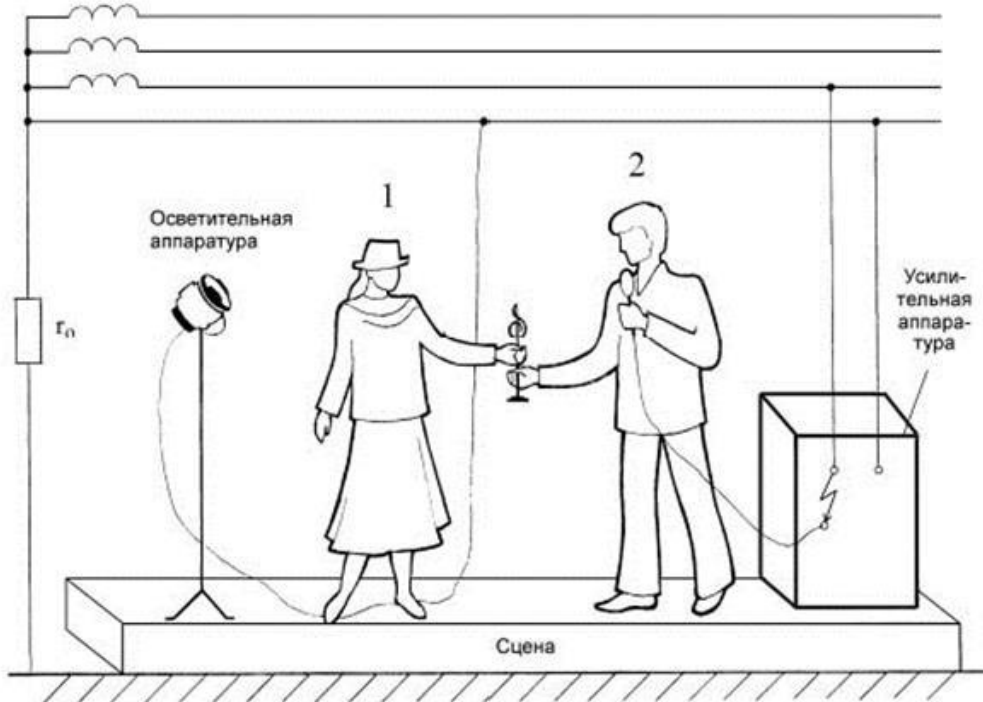
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		опасность для сотрудницы банка, коснувшейся ногой шины заземления, а рукой – металлической двери, имеющей электрическую связь с металлическими конструкциями здания, и для сотрудника охраны банка, касающегося рукой зануленного пульта охранной сигнализации, а ногой - водопроводной трубы. Возникновение опасности обусловлено тем, что произошло замыкание фазы на корпус одного из заземленных системных блоков. Сделайте выводы о правомерности решения руководителя отдела автоматизации, об эффективности работы служб охраны труда и главного энергетика банка, о влиянии различных элементов цепи замыкания на землю на условия безопасности. <u>Схема для анализа</u> гк – сопротивление заземления корпусов вычислительного оборудования гфун – сопротивление растеканию тока в земле фундамента здания гв – сопротивление растеканию тока в земле системы водопровода Rh1 – сопротивление тела сотрудницы банка Rh2 – сопротивление тела сотрудника охраны

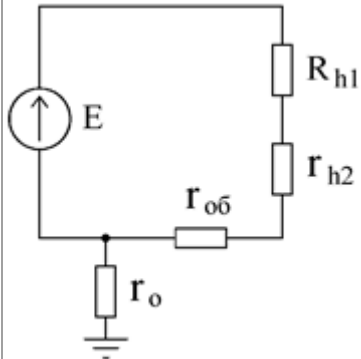
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																				
		Металлические конструкции здания Водопровод Пульт охранной сигнализации Дверь Системный блок Γ_0 Шина заземления Γ_K $\Gamma_{фун}$ Γ_B Изолирующий пол <table><tr><th>Вариант</th><th>Γ_K, Ом</th><th>$\Gamma_{фун}$, Ом</th><th>Γ_B, Ом</th><th>R_{h1}, Ом</th><th>R_{h2}, Ом</th></tr><tr><td>А</td><td>3,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>7,6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>9,4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td>5,3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Д</td><td>6,7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	Γ_K , Ом	$\Gamma_{фун}$, Ом	Γ_B , Ом	R_{h1} , Ом	R_{h2} , Ом	А	3,8					Б	7,6					В	9,4					Г	5,3					Д	6,7				
Вариант	Γ_K , Ом	$\Gamma_{фун}$, Ом	Γ_B , Ом	R_{h1} , Ом	R_{h2} , Ом																																	
А	3,8																																					
Б	7,6																																					
В	9,4																																					
Г	5,3																																					
Д	6,7																																					

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<u>Эквивалентная схема</u> 
ПК-7.2	Осуществляет организацию работ в соответствии с проектами производства работ, технологическими картами	Перечень теоретических вопросов к зачёту: 1. Влияние частоты и рода тока на исход поражения. 2. Влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения. 3. Критерии безопасности электрического тока. 4. Освобождение пострадавшего от токоведущих частей электроустановок напряжением до и выше 1кВ. 5. Меры первой помощи пострадавшему от действия электрического тока. 6. Искусственное дыхание. 7. Массаж сердца. 8. Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях. 9. Защитные меры и средства в электроустановках. 10. Контроль и профилактика изоляции. Примерные практические задания к зачёту: № 4. При возвращении из аэропорта коммерческого директора и переводчицы фирмы после проводов иностранных партнеров произошла поломка автомобиля. Пока шофер занимался ремонтом, переводчица спустилась с дороги, чтобы набрать полевых цветов. Не заметив лежащий в траве оборванный фазный провод воздушной линии электропередачи, она

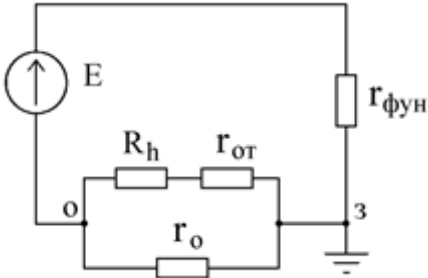
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		наступила на него ногой. Оценить опасность электропоражения, если ноги находятся на одной прямой с оборванным проводом. Обувь промокла от росы, поэтому ее сопротивление можно не учитывать. Сопротивлением растекания с ног пренебречь. Длина участка провода, лежащего на земле, намного больше его диаметра d. Опишите все способы, которыми могут воспользоваться коммерческий директор и шофер для освобождения пострадавшей от воздействия электрического тока. <u>Исходные данные</u> Линия электропередачи трехфазная четырехпроводная с заземленной нейтралью, фазное напряжение - 220В. Диаметр провода - 14мм. Расстояние от конца провода, которого коснулась нога до второй ноги - 0,7м. <u>Схема для анализа</u> R_h - сопротивление тела переводчицы по пути тока нога-нога l - длина участка провода лежащего на земле r - удельное сопротивление грунта

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
		го - сопротивление заземления нейтрали <table><tr><td>Вариант</td><td>Rh, Ом</td><td>l, м</td><td>r, Ом×м</td><td>го, Ом</td></tr><tr><td>А</td><td></td><td></td><td></td><td>5,7</td></tr><tr><td>Б</td><td></td><td></td><td></td><td>9,3</td></tr><tr><td>В</td><td></td><td></td><td></td><td>8,1</td></tr><tr><td>Г</td><td></td><td></td><td></td><td>6,2</td></tr><tr><td>Д</td><td></td><td></td><td></td><td>3,4</td></tr></table> Вблизи упавшего провода потенциалы поверхности земли изменяются, как показано на рисунке. Нога, которая касается провода, имеет потенциал φ_n № 5. При вручении победительнице танцевального конкурса специального приза от фирмы, ее представитель держал в руке микрофон, корпус которого в результате неисправности оказался электрически соединенным с фазой питающей сети. Победительница конкурса наступила ногой на нулевой провод, идущий от осветительных установок. В момент вручения приза оба получили электрический удар. Оцените опасность ситуации и сделайте предположение об ее исходе. Проанализируйте ситуацию, в которой представитель фирмы, прежде чем вручить приз, передал бы победительнице микрофон для ответного слова. Попробуйте ответить на те же вопросы, что были заданы относительно предыдущего случая. Что, на Ваш взгляд, является основной этой и других подобных опасных ситуаций? Какие защитные средства, по Вашему мнению, могли бы предотвратить такие несчастные случаи? Исходные данные Электрооборудование сцены запитано от трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью; фазное напряжение - 220В. Проводимостью сцены пренебречь.	Вариант	Rh, Ом	l, м	r, Ом×м	го, Ом	А				5,7	Б				9,3	В				8,1	Г				6,2	Д				3,4
Вариант	Rh, Ом	l, м	r, Ом×м	го, Ом																												
А				5,7																												
Б				9,3																												
В				8,1																												
Г				6,2																												
Д				3,4																												

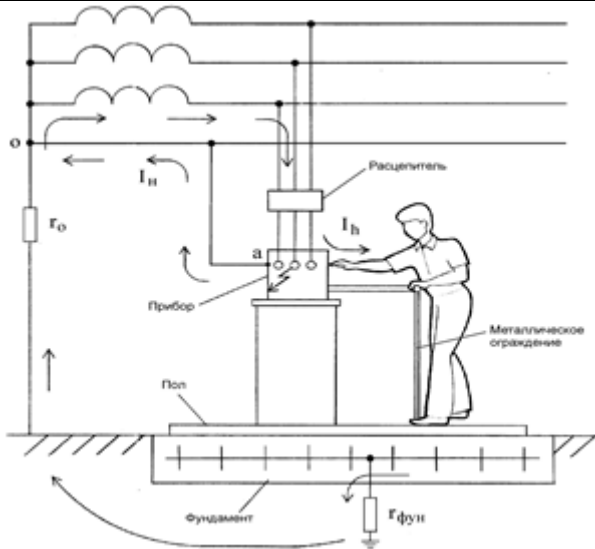
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		Схема для анализа  Rh1 – сопротивление тела победительницы по пути тока рука-нога Rh2 – сопротивление тела представителя фирмы по пути тока рука-рука гоб – сопротивление обуви победительницы конкурса <table><tr><td>Вари</td><td>Rh1,</td><td>Rh2,</td><td>гоб,</td></tr><tr><td>ант</td><td>Ом</td><td>Ом</td><td>Ом</td></tr><tr><td>A</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вари	Rh1,	Rh2,	гоб,	ант	Ом	Ом	Ом	A			
Вари	Rh1,	Rh2,	гоб,											
ант	Ом	Ом	Ом											
A														

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																
		<table><tr><td>Б</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Д</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Эквивалентнаясхема  № 6. При ремонтных работах в подвальном помещении страховой компании была повреждена изоляция осветительной проводки, и фазный провод коснулся арматуры железобетонного перекрытия, электрически связанной с арматурой фундамента здания. Оцените опасность для сотрудницы компании, которая, разговаривая по телефону в своем кабинете, положила ноги на батарею отопления, при этом рукой она коснулась корпуса зануленного принтера. Для упрощения анализа будем полагать, что сотрудница касается батареи оголенной ногой. <u>Исходные данные</u> Система освещения и все оборудование страховой компании запитаны от трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью; фазное напряжение - 220В.	Б				В				Г				Д			
Б																		
В																		
Г																		
Д																		

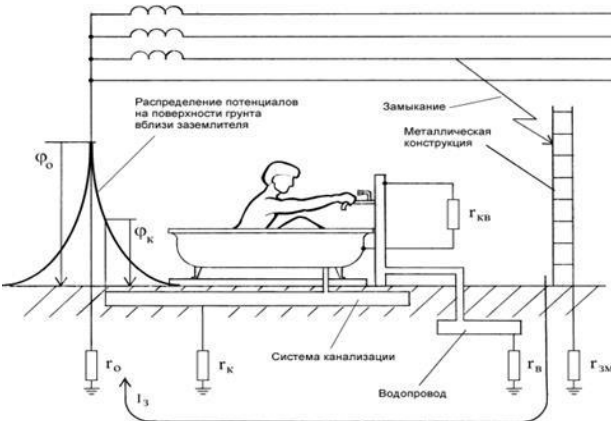
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		Сопротивление заземления нейтрали го - 3.9 Ом. Схема для анализа гфун - сопротивление растеканию тока в земле фундамента здания гот - сопротивление растеканию тока в земле системы топления Rh - сопротивление тела сотрудника компании <table><tr><th>Вариант</th><th>гфун, Ом</th><th>гот, Ом</th><th>Rh, Ом</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	гфун, Ом	гот, Ом	Rh, Ом	A			
Вариант	гфун, Ом	гот, Ом	Rh, Ом							
A										

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства			
		Б			
		В			
		Г			
		Д			
		Эквивалентная схема 			
ПК-7.3	Осуществляет контроль соблюдения технологической последовательности и правил производства работ	Перечень теоретических вопросов к зачёту: 1. Обеспечение недоступности токоведущих частей. 2. Защитное заземление. 3. Защитное зануление. 4. Защитное отключение. 5. Напряжение прикосновения. Напряжение шага. 6. Организация безопасной эксплуатации электроустановок. 7. Подготовка и обучение электротехнического персонала. 8. Квалификационные группы по электробезопасности и условия их присвоения. 9. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ. 10. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения. 11. Защита человека от воздействия электромагнитных полей промышленной частоты. Экранирующий костюм. Экранирующие устройства.			

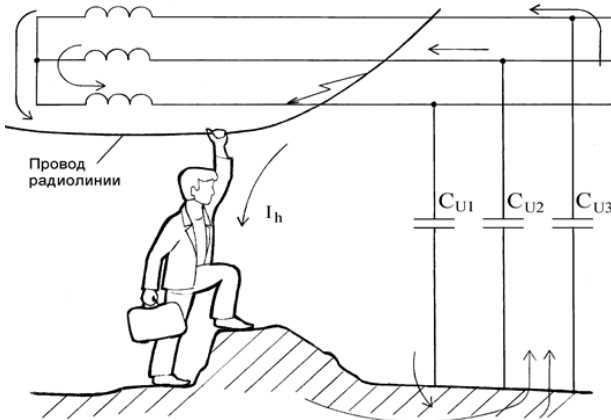
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		№ 7. При демонстрации новых образцов продукции на технической выставке произошло замыкание фазного провода на корпус одного из представленных приборов. В момент замыкания представитель фирмы-покупателя касался корпуса этого прибора; другой рукой он облокотился о металлическое ограждение, разделяющее экспозиции участников выставки. Оцените, какой опасности он подвергается, если выставленные экспонаты занулены. Вычислив величину напряжения прикосновения и время, в течение которого на человека будет действовать это напряжение, определите по таблице 2 ГОСТ 12.1.038-82, является ли такое электрическое воздействие допустимым. Сделайте выводы относительно правильности выбора устройства токовой защиты (теплового расцепителя). Попробуйте оценить опасность подобной ситуации, если человек касается не корпуса прибора, в котором произошло замыкание, а корпуса рядом стоящего зануленного прибора. <u>Исходные данные</u> Приборы фирмы-экспонента, в секции которой произошла авария, запитаны от трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью через автоматический тепловой расцепитель АЕ-1000 на ток 16А, фазное напряжение сети - 220В. Металлическое ограждение имеет электрическую связь через конструкции здания с его фундаментом. Взаимной индуктивностью между фазным и нулевым проводом пренебречь. Индуктивностями фазных и нулевого проводников пренебречь. Сопротивлениями растекания тока с фундамента здания $R_{фун}$ и заземления нейтрали R_0 по сравнению с сопротивлением тела человека R_h пренебречь. Проводимостью обуви и пола между ногами человека и металлическими заземленными конструкциями здания пренебречь. <u>Схема для анализа</u>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																								
		 RФ - сопротивление фазного проводника от источника питания до места замыкания RН - сопротивление нулевого проводника от источника питания до места замыкания <table><tr><th>Вариант</th><th>RФ, Ом</th><th>RН, Ом</th><th>ZT/3, Ом</th></tr><tr><td>А</td><td>0,56</td><td>0,97</td><td>0,22</td></tr><tr><td>Б</td><td>0,87</td><td>0,43</td><td>0,11</td></tr><tr><td>В</td><td>0,32</td><td>0,54</td><td>0,18</td></tr><tr><td>Г</td><td>1,03</td><td>1,76</td><td>0,53</td></tr><tr><td>Д</td><td>0,44</td><td>0,75</td><td>0,08</td></tr></table>	Вариант	RФ, Ом	RН, Ом	ZT/3, Ом	А	0,56	0,97	0,22	Б	0,87	0,43	0,11	В	0,32	0,54	0,18	Г	1,03	1,76	0,53	Д	0,44	0,75	0,08
Вариант	RФ, Ом	RН, Ом	ZT/3, Ом																							
А	0,56	0,97	0,22																							
Б	0,87	0,43	0,11																							
В	0,32	0,54	0,18																							
Г	1,03	1,76	0,53																							
Д	0,44	0,75	0,08																							

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		ZT/3 - сопротивление обмотки источника питания сети <u>Характеристики теплового расцепителя</u> При замыкании фазного провода на корпус зануленного прибора, ток замыкания протекает по двум ветвям: через нулевой проводник (I_n) и через тело человека, $r_{фун.}$ и r_o (I_h). <u>Эквивалентная схема</u> № 8. Находящийся в командировке сотрудник отдела маркетинга принимал ванну в своем гостиничном номере. Коснувшись рукой крана, он получил электрический удар. К несчастному случаю привела следующая цепь событий: При последнем ремонте сантехники ванна была заменена, но ремонтники, в нарушение действующих правил, не выполнили металлическую связь между ванной и системой водопровода. В системе канализации здания произошла утечка. Место утечки находилось недалеко от заземлителя трансформаторной подстанции. Из-за сильного увлажнения грунта система канализации оказалась под потенциалом $\varphi_k = 0,7 \cdot \varphi_o$, где φ_o - потенциал заземленной нейтрали трехфазной вторичной обмотки трансформатора подстанции. Пользуясь литературой, укажите, какие ощущения будет испытывать человек, принимающий ванну. С помощью ГОСТ 12.1.038-82 оцените степень опасности, которой он подвергается. Что может предпринять пострадавший, если он не в состоянии разжать пальцы руки, обхватившей кран? <u>Исходные данные</u> Потенциал нейтрали был повышен вследствие замыкания одного из фазных проводов на

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																									
		металлические конструкции, имеющие связь с землей. Фазное напряжение вторичной обмотки трансформатора подстанции - 220В. Сопротивление заземления нейтрали (с учетом влияния сопротивления растеканию тока в земле системы канализации гк) - 3,2 Ом. <u>Схема для анализа</u>  Rh – сопротивление тела человека гв – сопротивление растеканию тока в земле водопровода гкв – сопротивление электрической связи между краном и ванной гзм – сопротивление растеканию в земле конструкций, на которые произошло замыкание <table><tr><th>Вариант</th><th>Rh, Ом</th><th>гв, Ом</th><th>гкв, Ом</th><th>гзм, Ом</th></tr><tr><td>А</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td></td><td></td><td></td><td>8,7</td></tr><tr><td>В</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td></td><td></td><td></td><td>9,9</td></tr></table>	Вариант	Rh, Ом	гв, Ом	гкв, Ом	гзм, Ом	А					Б				8,7	В					Г				9,9
Вариант	Rh, Ом	гв, Ом	гкв, Ом	гзм, Ом																							
А																											
Б				8,7																							
В																											
Г				9,9																							

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Д Прежде всего, необходимо найти потенциал нейтрали подстанции. Его величина определяется напряжением сети и сопротивлениями r_o и $r_{зм}$. Эквивалентная схема для определения фo № 9. Возвращаясь домой после презентации нового проекта, офис-менеджер сбилсся с дороги и оказался недалеко от карьера. Обходя лужу, он поднялся на кучу земли и, удерживая равновесие, взялся за провод радиофикации. Провода радиoliniии из-за обрыва касались фазного провода линии электропередачи. С помощью ГОСТ 12.1.038-82 оцените опасность ситуации для офис-менеджера. Какие ощущения он испытает? (См. [7] или [8]). Какие способы его освобождения от действия электрического тока Вы можете предложить? Какие технические средства защиты способны в подобной ситуации сохранить жизнь пострадавшего? Можно ли считать такой несчастный случай связанным с производством, если во время презентации офис-менеджер исполнял свои обязанности. <u>Исходные данные</u> Линия, питающая электрооборудование карьера, трехфазная, трехпроводная, нейтральная точка источника питания изолирована. Емкости между фазными проводами линии и землей одинаковы, активной проводимостью изоляции пренебречь. Частота напряжения питающей линии - 50Гц. Земля после дождя сырая, обувь мокрая; сопротивлениями растеканию тока с ног пострадавшего и сопротивлением обуви пренебречь.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																								
		 СИ – емкость между фазным проводом и землей Rh – сопротивление тела человека E – фазное напряжение источника питания <table><tr><th>Вариант</th><th>СИ, Ф</th><th>Rh, Ом</th><th>E, В</th></tr><tr><td>А</td><td>$2 \cdot 10^{-6}$</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>$5 \cdot 10^{-7}$</td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>$7 \cdot 10^{-7}$</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td>$1.2 \cdot 10^{-6}$</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Д</td><td>$4 \cdot 10^{-7}$</td><td></td><td></td></tr></table> <u>Эквивалентная схема</u>	Вариант	СИ, Ф	Rh, Ом	E, В	А	$2 \cdot 10^{-6}$			Б	$5 \cdot 10^{-7}$			В	$7 \cdot 10^{-7}$			Г	$1.2 \cdot 10^{-6}$			Д	$4 \cdot 10^{-7}$		
Вариант	СИ, Ф	Rh, Ом	E, В																							
А	$2 \cdot 10^{-6}$																									
Б	$5 \cdot 10^{-7}$																									
В	$7 \cdot 10^{-7}$																									
Г	$1.2 \cdot 10^{-6}$																									
Д	$4 \cdot 10^{-7}$																									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Здесь $X_{И}$ – емкостное сопротивление между фазным проводом и землей $X_{И} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{И}},$ где f – частота питающей сети. Перечень тем, предлагаемых студентам для подготовки конспектов в рамках изучаемой дисциплины: 1. Действие электрического тока на тело человека. Первая медицинская помощь пострадавшему от электрического удара. 2. Плакаты и знаки электробезопасности. 3. Организация и основы безопасного обслуживания электроустановок. Оформление наряд-допуска для работы в электроустановках. 4. Средства защиты в электроустановках. Защита человека от действия электромагнитных полей. 5. Классификация персонала по электробезопасности. Конспекты выполняются объемом по 5-6 рукописных страниц. В темах 1-4 конспект необходимо дополнять наглядным материалом – картинками, таблицами и т.д.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электробезопасность» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и практические задания.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– «зачтено» – студент должен знать принципы работы микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем и систем электроснабжения, владеть основами программирования микропроцессорных терминалов защиты объектов электроэнергетики;

– «не зачтено» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.