



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
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

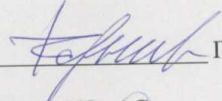
Форма обучения
очная

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

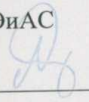
Магнитогорск
2020 год

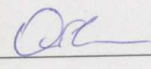
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электроснабжения промышленных предприятий
17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук  И.Р.
Абдулвелеев



Рецензент:
начальник

ЦЭСиП ПАО "ММК" , канд. техн. наук
Н.А. Николаев

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

Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения

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

Техника высоких напряжений

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-7.3	Осуществляет контроль соблюдения технологической последовательности и правил производства работ
ПК-7.2	Осуществляет организацию работ в соответствии с проектами производства работ, технологическими картами
ПК-7.1	Осуществляет оформление и выдачу нарядов-допусков и распоряжений на проведение работ на оборудовании, согласно действующей нормативно-технической документации

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;

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	2/2И	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	2/2И	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	2/2И	3	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы.	Устный опрос, АКР №1	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
1.4 Защитные меры и средства в электроустановках.		4	4	4/2И	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	4/2И	3	Самостоятельное изучение учебной и специальной литературы.	Устный опрос, АКР №2	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	4/2И	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	18/12И	17			
Итого за семестр		18	18	18/12И	17		зачёт	
Итого по дисциплине		18	18	18/12И	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: 17.09.2020). — Режим доступа: для авто-риз. пользователей.

2. Абдулвелеев, И. Р. Основы электробезопасности в электроэнергетике : 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. - ISBN 978-5-9967-1824-5. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4174.pdf&show=dcatalogues/1/1535318/4174.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3675.pdf&show=dcatalogues/1/1526390/3675.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. Ч. I. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека [Электронный ресурс] : В 3-х ч.: учебное пособие. — Ставрополь, 2013. — 132 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515111> (дата обращения: 17.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

3. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. Ч. II. Заземление электроустановок [Электрон-ный ресурс] : В 3-х ч.: учебное пособие / Е.Е. Привалов. — Ставрополь, 2013. — 140 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515112> (дата обращения: 17.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

4. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. Ч. III. Защита от напряжения прикосновения и шага [Электронный ресурс] : В 3-х ч.: учебное пособие / Е. Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 156 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515113> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

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 TT [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
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

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, вы-ходом 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):

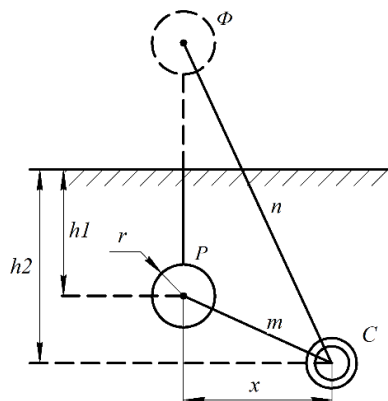
АКР №1 «Заземляющие устройства»

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.

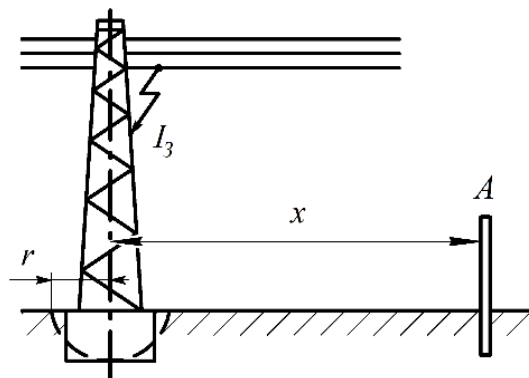
Найти потенциал на металлическом трубопроводе С, проложенном в земле на глубине 4 м и на расстоянии 3м от центра шара.



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 А отстоит от оси опоры на расстоянии $x=4$ м, и потенциал опоры. Удельное сопротивление земли $\rho=100$ Ом·м.

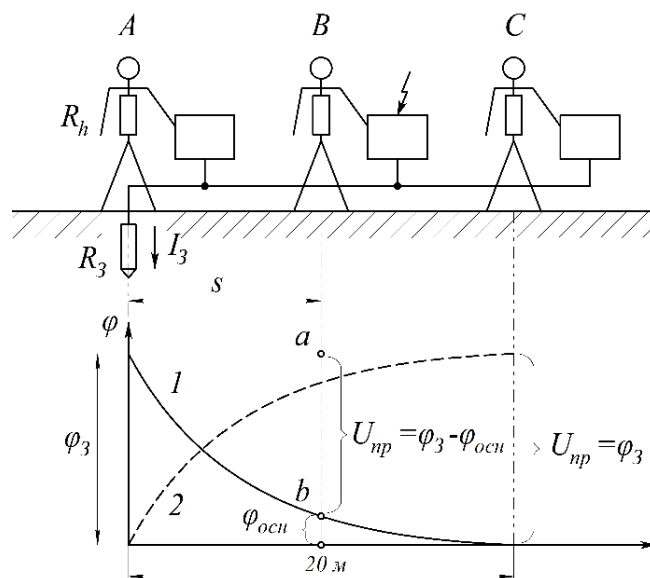


АКР №2 «Напряжение прикосновения и шага»

Вариант №1

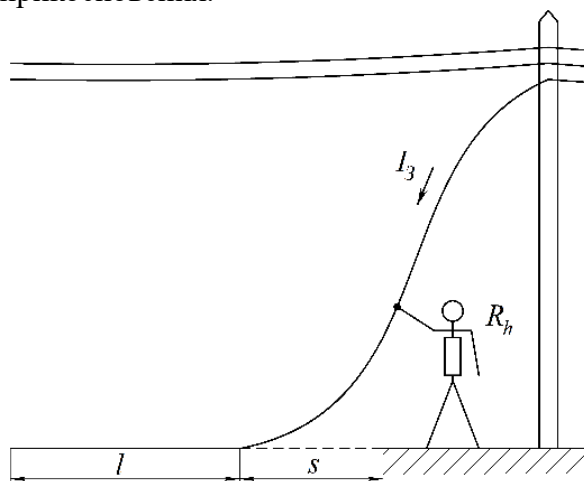
Решить задачу №1

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.



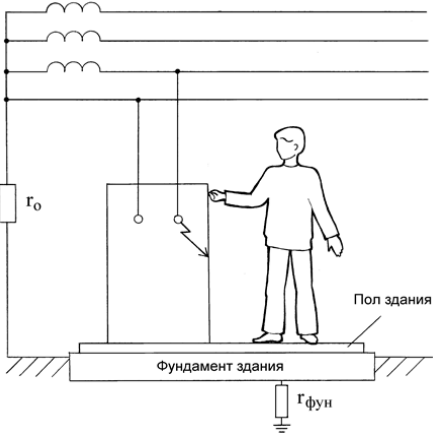
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

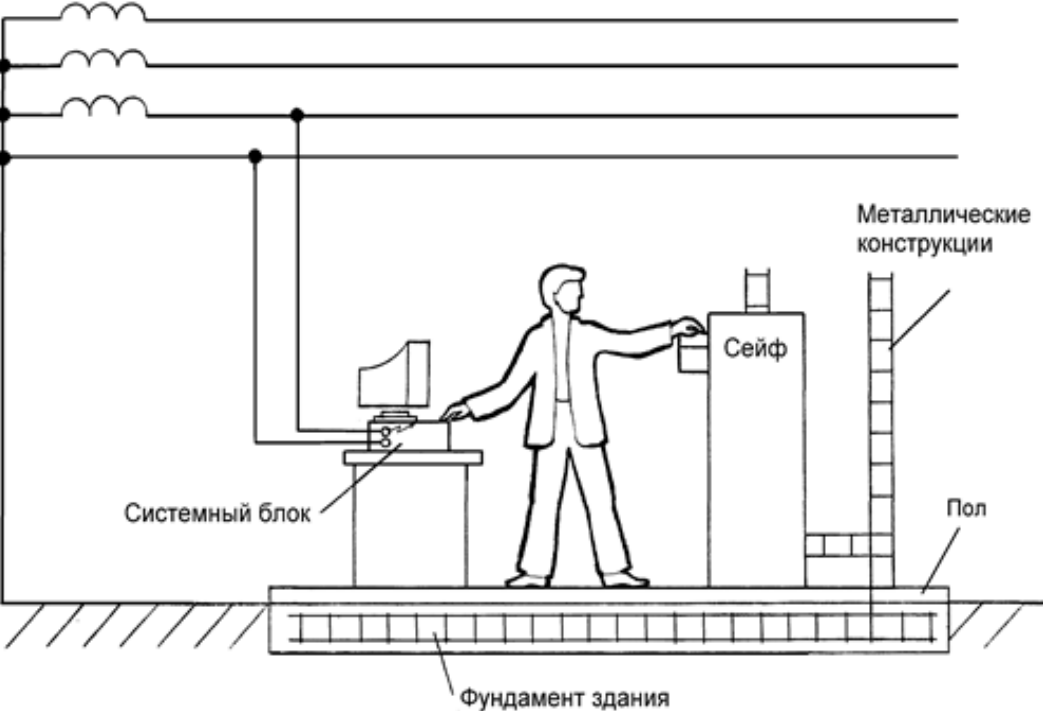
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

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. 4. Судебно-медицинская экспертиза. 5. Электротравматизм и электрооборудование. Распределение электротравм по напряжениям электроустановок, по роду тока, по условиям возникновения электрической цепи через тело человека. 6. Действие электрического тока на организм человека. 7. Виды поражений электрическим током. 8. Электрическое сопротивление тела человека. 9. Влияние значения тока на исход поражения. 10. Влияние продолжительности прохождения тока на исход поражения. 10. Влияние пути тока на исход поражения. Примерные практические задания к зачёту: № 1.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		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 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> 

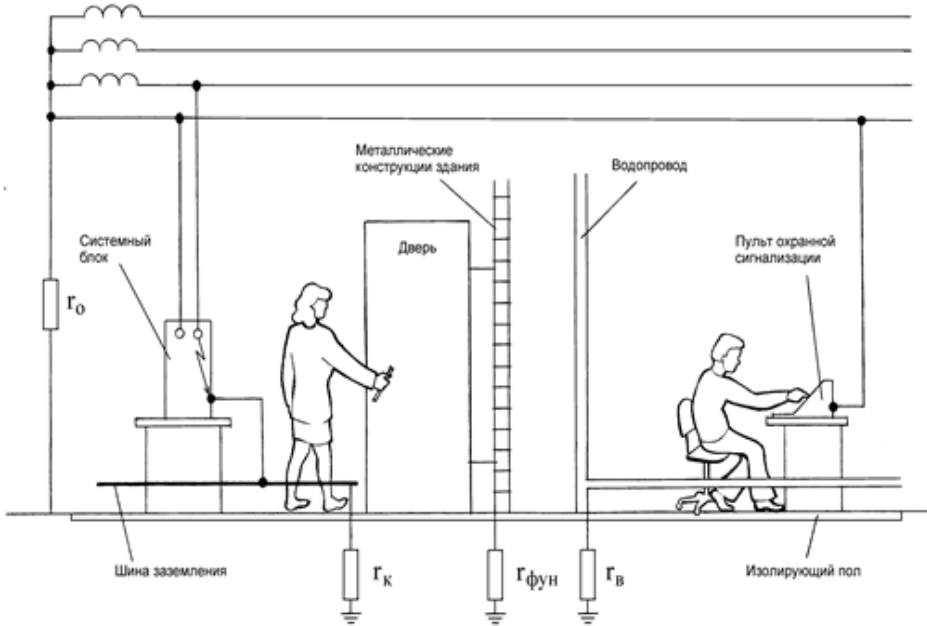
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																										
		го – сопротивление заземления нейтрали; гб – сопротивление ботинок; гп – сопротивление пола между подошвами ботинок и "землей"; гфун – сопротивление растеканию тока с фундаментом здания; Rh – сопротивление тела человека. <table><tr><th>Вариант</th><th>го, Ом</th><th>гб, Ом</th><th>гп, Ом</th><th>гфун, Ом</th><th>Rh, Ом</th></tr><tr><td>пол мокрый</td><td>пол сухой</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>А</td><td>3,7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>5,9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>6,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td>9,3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Д</td><td>2,9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	го, Ом	гб, Ом	гп, Ом	гфун, Ом	Rh, Ом	пол мокрый	пол сухой					А	3,7					Б	5,9					В	6,8					Г	9,3					Д	2,9				
Вариант	го, Ом	гб, Ом	гп, Ом	гфун, Ом	Rh, Ом																																							
пол мокрый	пол сухой																																											
А	3,7																																											
Б	5,9																																											
В	6,8																																											
Г	9,3																																											
Д	2,9																																											

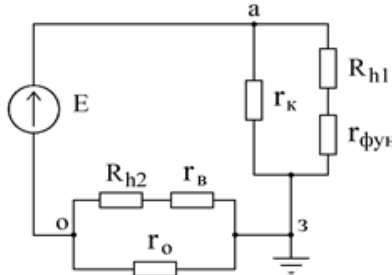
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		№ 2. Сотрудник офиса стоит, касаясь рукой корпуса системного блока персональной ЭВМ. Доставая документы из стоящего рядом сейфа, он второй рукой коснулся его металлической полки. Шнур питания системного блока оснащен вилкой с двумя 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 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, исключаяющие 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

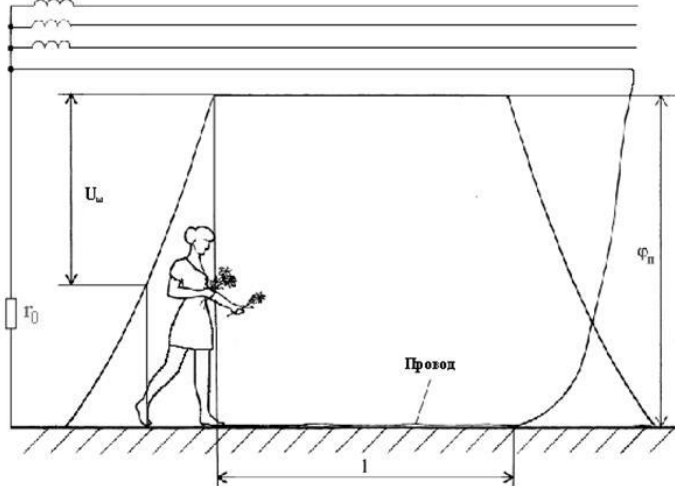
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства						
		Вариант	гоб, Ом	гп, Ом	гфун, Ом	Rhpp, Ом	Rhrn, Ом	
		Сотрудник не касается сейфа	Сотрудник касается сейфа					
		А	150 000	95 000		1 100	6 000	1 900
		Б	86 000	73 000			9 300	1 800
		В	41 000	670 000			49 000	1 500
		Г	270 000	15 000			9 000	1 600
		Д	16 000	240 000			17 000	1 400
		Эквивалентная схема						

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		№ 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 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

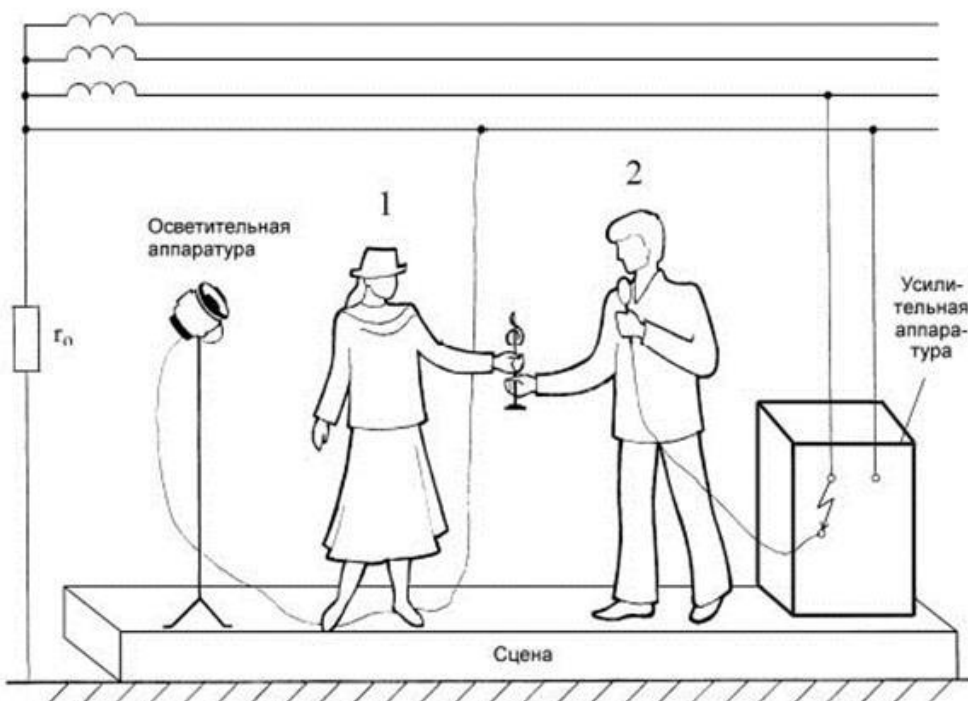
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		г_{фун} – сопротивление растеканию тока в земле фундамента здания г_в – сопротивление растеканию тока в земле системы водопровода R_{h1} – сопротивление тела сотрудницы банка R_{h2} – сопротивление тела сотрудника охраны  <table><tr><td>Вариант</td><td>г_к, Ом</td><td>г_{фун}, Ом</td><td>г_в, Ом</td><td>R_{h1}, Ом</td><td>R_{h2}, Ом</td></tr><tr><td>АНТ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	г _к , Ом	г _{фун} , Ом	г _в , Ом	R _{h1} , Ом	R _{h2} , Ом	АНТ					
Вариант	г _к , Ом	г _{фун} , Ом	г _в , Ом	R _{h1} , Ом	R _{h2} , Ом									
АНТ														

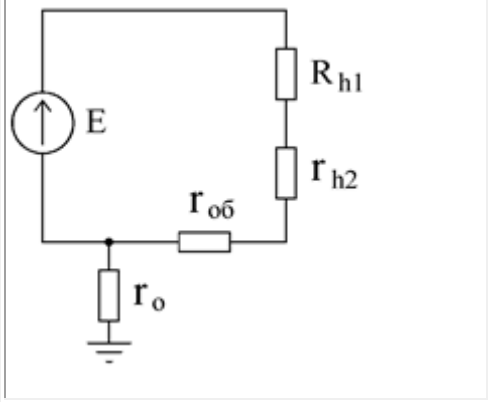
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
		<table><tr><td>А</td><td>3,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>7,6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>9,4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></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> <u>Эквивалентная схема</u> 	А	3,8					Б	7,6					В	9,4					Г	5,3					Д	6,7				
А	3,8																															
Б	7,6																															
В	9,4																															
Г	5,3																															
Д	6,7																															
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.																														

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		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 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.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства					
		 <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 r_0 - сопротивление заземления нейтрали <table><tr><td>Вариант</td><td>R_h, Ом</td><td>l, м</td><td>r, Ом×м</td><td>r_0, Ом</td></tr></table>	Вариант	R_h , Ом	l , м	r , Ом×м	r_0 , Ом
Вариант	R_h , Ом	l , м	r , Ом×м	r_0 , Ом			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
		A				5,7
		Б				9,3
		В				8,1
		Г				6,2
		Д				3,4
		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?						
<u>Исходные данные</u>						

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Электрооборудование сцены запитано от трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью; фазное напряжение - 220В. Проводимостью сцены пренебречь. <u>.Схема для анализа</u>  Rh1 – сопротивление тела победительницы по пути тока рука-нога Rh2 – сопротивление тела представителя фирмы по пути тока рука-рука гоб – сопротивление обуви победительницы конкурса

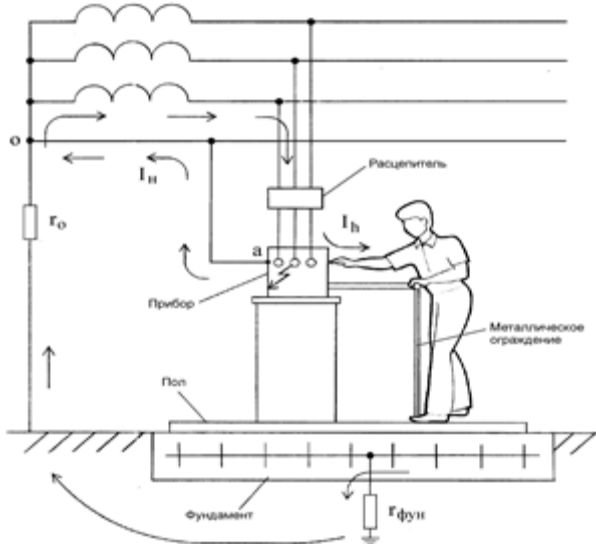
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																								
		<table><tr><td>Вари ант</td><td>Rh1, Ом</td><td>Rh2, Ом</td><td>гоб, Ом</td></tr><tr><td>А</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td></td><td></td><td></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> Эквивалентная схема 	Вари ант	Rh1, Ом	Rh2, Ом	гоб, Ом	А				Б				В				Г				Д			
Вари ант	Rh1, Ом	Rh2, Ом	гоб, Ом																							
А																										
Б																										
В																										
Г																										
Д																										

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		№ 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. Сопротивление заземления нейтрали $r_0 = 3.9 \text{ Ом}$. Схема для анализа

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		Осветительная сеть Принтер G_o Система отопления Металлическая арматура $G_{фун}$ Фундамент $G_{от}$ $g_{фун}$ - сопротивление растеканию тока в земле фундамента здания $g_{от}$ - сопротивление растеканию тока в земле системы топления R_h - сопротивление тела сотрудника компании <table><tr><th>Вариант</th><th>$g_{фун}$, Ом</th><th>$g_{от}$, Ом</th><th>R_h, Ом</th></tr><tr><td>А</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	$g_{фун}$, Ом	$g_{от}$, Ом	R_h , Ом	А				Б			
Вариант	$g_{фун}$, Ом	$g_{от}$, Ом	R_h , Ом											
А														
Б														

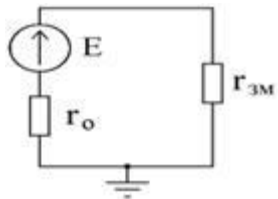
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		<table><tr><td>В</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Д</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Эквивалентная схема	В				Г				Д			
В														
Г														
Д														
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.												

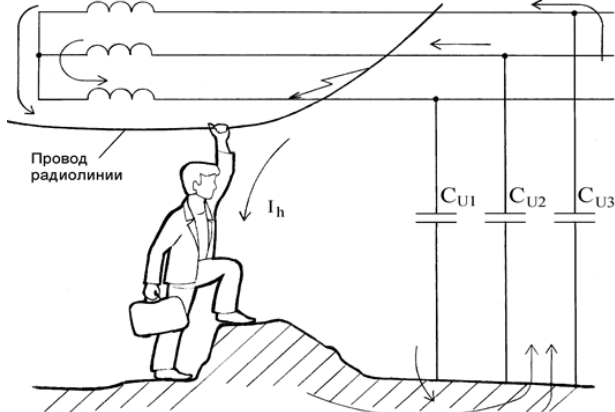
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		№ 7. При демонстрации новых образцов продукции на технической выставке произошло замыкание фазного провода на корпус одного из представленных приборов. В момент замыкания представитель фирмы-покупателя касался корпуса этого прибора; 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 гфун и заземления нейтрали го по сравнению с сопротивлением тела человека Rh пренебречь. Проводимостью обуви и пола между ногами человека и металлическими заземленными конструкциями здания пренебречь. <u>Схема для анализа</u>

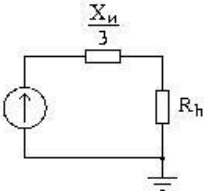
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																				
		 RФ - сопротивление фазного проводника от источника питания до места замыкания RН - сопротивление нулевого проводника от источника питания до места замыкания <table><tr><th>Вариант</th><th>RФ,Ом</th><th>RН,Ом</th><th>ZТ/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></table>	Вариант	RФ,Ом	RН,Ом	ZТ/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
Вариант	RФ,Ом	RН,Ом	ZТ/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																			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства			
		Д	0,44	0,75	0,08
		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			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		он не в состоянии разжать пальцы руки, обхватившей кран? <u>Исходные данные</u> Потенциал нейтрали был повышен вследствие замыкания одного из фазных проводов на 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 r_k) - 3,2 Ом. <u>Схема для анализа</u> The diagram shows a cross-section of a bathroom floor and walls. A person is sitting in a bathtub, touching a faucet. Above the bathtub, a phase wire is shown with a short circuit (Замыкание) to a metal structure (Металлическая конструкция). The diagram illustrates the distribution of potentials (φ₀, φₖ) on the ground surface near the grounding point. It also shows the resistance of the neutral point (rₒ), the resistance of the sewer system (rₖ), the resistance of the electrical connection between the faucet and the bathtub (rₕᵥ), the resistance of the water pipe (rᵥ), and the resistance of the metal structure to the ground (rₓₓ). The current Iₓ is shown flowing through the ground. 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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
		<table><tr><td>Вариант</td><td>Rh, Ом</td><td>гв, Ом</td><td>гкв, Ом</td><td>гзм, Ом</td></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><tr><td>Д</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Прежде всего, необходимо найти потенциал нейтрали подстанции. Его величина определяется напряжением сети и сопротивлениями го и гзм. Эквивалентная схема для определения фo  № 9. Возвращаясь домой после презентации нового проекта офис-менеджер сбился с дороги и оказался недалеко от карьера. Обходя лужу, он поднялся на кучу земли и, удерживая равновесие, взялся за провод радиофикации. Провода радиолнии 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	Вариант	Rh, Ом	гв, Ом	гкв, Ом	гзм, Ом	А					Б				8,7	В					Г				9,9	Д				
Вариант	Rh, Ом	гв, Ом	гкв, Ом	гзм, Ом																												
А																																
Б				8,7																												
В																																
Г				9,9																												
Д																																

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																								
		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.  СИ – емкость между фазным проводом и землей Rh – сопротивление тела человека Е – фазное напряжение источника питания <table><tr><th>Вариант</th><th>СИ, Ф</th><th>Rh, Ом</th><th>Е, В</th></tr><tr><td>А</td><td>2·10-6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>5·10-7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>7·10-7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Г</td><td>1.2·10-6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Д</td><td>4·10-7</td><td></td><td></td></tr></table>	Вариант	СИ, Ф	Rh, Ом	Е, В	А	2·10-6			Б	5·10-7			В	7·10-7			Г	1.2·10-6			Д	4·10-7		
Вариант	СИ, Ф	Rh, Ом	Е, В																							
А	2·10-6																									
Б	5·10-7																									
В	7·10-7																									
Г	1.2·10-6																									
Д	4·10-7																									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<u>Эквивалентная схема</u>  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.