

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от « 25 » мая 2018 № 414-1

## **Б1.Б.1.37 Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте**

### **Рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация - №1 «Электроснабжение железных дорог»

Квалификация выпускника - инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра - разработчик программы - «Электроэнергетика транспорта»

Общая трудоемкость в з.е.                    **6**

Часов по учебному плану                    **216**                    Форма промежуточной аттестации (курс):  
Зачет/экзамен 5

#### **Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	5	5	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	14	12	26
– лекции	6	6	12
– практические (семинарские)	4	6	10
– лабораторные	4		4
<b>Самостоятельная работа</b>	84	86	172
<b>Зачет /экзамен</b>		18	18
<b>Итого</b>	98	114	216

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Целями освоения учебной дисциплины «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте» является:
1.2	• формирование у студентов необходимых знаний для выполнения функций специалиста предприятия при обеспечении безопасности и экологичности производственных процессов, применяемых на объектах железнодорожного транспорта
1.3	• предоставление студентам системы фундаментальных знаний в области техносферной безопасности;
1.4	• характеристика видов, масштабов и последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения;
1.5	• демонстрация возможностей инженерных подходов в обеспечении устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях;
1.6	• формирование у студентов необходимости обязательной оценки последствий технических мероприятий (намеренных и случайных, сиюминутных и долгосрочных) с учётом их возможного влияния на здоровье людей и биосферу.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл/Блок ООП:	Б1.Б.1.37
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Учебная дисциплина «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте» входит в базовую часть профессионального цикла (С3.Б.17).
2.1.2	Необходимыми условиями для освоения дисциплины «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте» является знание основ физики, химии, материаловедения, теоретических основ электротехники, основ безопасности жизнедеятельности.
2.1.3	Содержание дисциплины «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте» является логическим продолжением содержания дисциплин С3.Б.4 «Безопасность жизнедеятельности», С2.Б.5 «Экология», С3.Б.10 «Теория безопасности движения поездов»
2.1.4	Экология
2.1.5	Безопасность жизнедеятельности
2.1.6	Безопасность жизнедеятельности
2.1.7	Теория безопасности движения поездов
2.1.8	Теория безопасности движения поездов
2.1.9	Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов
2.1.10	Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов
2.1.11	Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов
2.1.12	Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов
2.1.13	Электромагнитная совместимость и средства защиты
2.1.14	Основы теории надежности
2.1.15	Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте
2.1.16	Производственная - эксплуатационная
2.1.17	Учебная - технологическая
2.1.18	Производственная - эксплуатационная
2.1.19	Производственная - эксплуатационная
2.1.20	Производственная - эксплуатационная
2.1.21	Производственная - эксплуатационная
2.1.22	Учебная - по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (электромонтажная)
2.1.23	Учебная - по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (электромонтажная)
2.1.24	Учебная - по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (электромонтажная)
2.1.25	Учебная - по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (электромонтажная)
2.1.26	Учебная - технологическая
2.1.27	Учебная - технологическая
2.1.28	Учебная - технологическая
2.1.29	Общий курс железнодорожного транспорта

2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:
2.2.1	Дисциплина является опорой для выполнения выпускной квалификационной работы специалиста.
2.2.2	Антенны и распространение радиоволн
2.2.3	Производственная - эксплуатационная
2.2.4	Производственная - эксплуатационная
2.2.5	Производственная - эксплуатационная
2.2.6	Производственная - эксплуатационная
2.2.7	Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте
2.2.8	Производственная - научно-исследовательская работа
2.2.9	Производственная - научно-исследовательская работа
2.2.10	Производственная - научно-исследовательская работа
2.2.11	Производственная - научно-исследовательская работа
2.2.12	Производственная - преддипломная
2.2.13	Производственная - преддипломная
2.2.14	Производственная - преддипломная
2.2.15	Производственная - преддипломная

### **3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ , СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**ПК-3: способностью разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, осуществлять анализ состояния безопасности движения поездов**

#### **Минимальный уровень освоения компетенции**

Знать	иметь представление о разработке и использовании нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Уметь	уметь применять основные способы разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Владеть	владеть навыками использования основных способов разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов

#### **Базовый уровень освоения компетенции**

Знать	уметь применять основные нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Уметь	уметь использовать основные нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Владеть	владеть навыками использования способов применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов

#### **Высокий уровень освоения компетенции**

Знать	владеть навыками использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Уметь	владеть навыками эффективного использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Владеть	владеть навыками применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов

**ПК-5: способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации**

#### **Минимальный уровень освоения компетенции**

Знать	иметь представление о надежности техники в профессиональной деятельности
Уметь	знать основные методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности
Владеть	знать наибольшее количество методов применяемых при расчетах надежности техники в профессиональной деятельности

<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	уметь проводить приблизительный расчет надежности техники в профессиональной деятельности
Уметь	уметь приблизительно рассчитывать надежность техники в профессиональной деятельности основными способами
Владеть	уметь приблизительно рассчитывать надежность техники в профессиональной деятельности всеми известными способами
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	владеть способами разработки и использования методов расчета надежности техники в профессиональной деятельности
Уметь	владеть способами разработки и использования методов расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
Владеть	владеть способами разработки и использования методов расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять техническую экспертизу

<b>ПК-10: способностью контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам, техническим условиям и другим нормативным документам</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	знать основные способы контроля санитарных норм и правил
Уметь	знать большинство способов контроля санитарных норм и правил
Владеть	знать все способы контроля санитарных норм и правил
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	уметь контролировать техническую документацию согласно основным техническим регламентам, санитарным нормам и техническим условиям
Уметь	уметь контролировать техническую документацию согласно большинству известных технических регламентов, санитарных норм и технических условий
Владеть	уметь контролировать техническую документацию согласно всем известным техническим регламентам, санитарных норм, технических условий и другим нормативным документам
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	владеть способностью контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам
Уметь	владеть способностью контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам, техническим условиям
Владеть	владеть способностью контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам, техническим условиям и другим нормативным документам

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	требования по обеспечению транспортной безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта;
3.1.2	– методы, инженерно-технические средства и системы обеспечения транспортной безопасности, используемые на объектах транспортной инфраструктуры железнодорожного транспорта;
3.1.3	– порядок разработки и реализации планов обеспечения транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта;
3.1.4	– основные подходы к обеспечению устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях;
3.1.5	– основное содержание и порядок проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	– оценивать транспортную безопасность объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта;
3.2.2	– пользоваться нормативной документацией в области транспортной безопасности;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами оценки масштабов распространения и тяжести последствий аварийных ситуаций;
3.3.2	– основами методов планирования мероприятий по обеспечению транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Се-мес тр	Часы	Код компетен-ции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	<b>Раздел 1. Нормативно-правовые основы транспортной безопасности</b>				
1.1	Введение, краткая характеристика дисциплины, литература. Основные нормативные документы в области охраны труда. /Лек/	8	0,5	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Общие сведения о дисциплине /Ср/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
	<b>Раздел 2. Опасные, вредные и поражающие факторы в системе человек – железнодорожный транспорт – среда обитания</b>				
2.1	Введение, краткая характеристика дисциплины, литература. Основные нормативные документы в области охраны труда /Лек/	8	1,5	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.7 Л1.8 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	Лабораторная работа 1 «Определение зависимостей, характеризующих электрическое сопротивление тела человека» /Лаб/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л2.1 Э2 Э3 Э4
2.3	Основные нормативные документы в области охраны труда /Ср/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л2.1
	<b>Раздел 3. Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов железнодорожного транспорта</b>				
3.1	Опасные, вредные и поражающие факторы в системе человек – железнодорожный транспорт – среда обитания /Лек/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Опасные и вредные факторы /Ср/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	
	<b>Раздел 4. Принципы повышения устойчивости функционирования объектов железнодорожного транспорта</b>				
4.1	Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов железнодорожного транспорта Принципы повышения устойчивости функционирования объектов железнодорожного транспорта /Лек/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.2	Лабораторная работа 2 «Определение зависимостей, характеризующих явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель» /Лаб/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.3	Обеспечение промышленной безопасности /Ср/	8	3	ПК-3 ПК-5 ПК-10	
	<b>Раздел 5. Безопасность проведения аварийно-спасательные и других неотложных работ</b>				
15.1	Основы пожарной безопасности. Основные понятия и определения пожарной безопасности. Анализ источников пожарной опасности на железнодорожном транспорте. /Лек/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Э1 Э2 Э3 Э4
15.2	Занятия 7 «Обеспечение безопасности работ с вредными и опасными веществами». Рассмотрение работ в реальных условиях. /Пр/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Э1 Э2 Э3
15.3	Средства пожаротушения. Организационные, технические и конструктивные меры по обеспечению пожарной безопасности. /Ср/	9	8	ПК-3 ПК-5 ПК-10	
	<b>Раздел 16. Безопасные технологии в радиотехнических системах ж.д. транспорта</b>				
16.1	Классификация производственных помещений по степени пожарной опасности. Классификация зданий и сооружений по степени огнестойкости.	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Э1 Э2 Э3 Э4

	Методика расчета вероятности возникновения пожара. /Лек/				
16.2	Занятие 8 «Анализ внутренней метеорологической обстановки. Разработка мероприятий по корректировке метеоусловий в помещении» Рассмотрение работ в реальных условиях. /Пр/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.6 Л2.1 Э1 Э2 Э3
16.3	Лабораторная работа 13 «Обеспечение микроклимата в производственных помещениях» /Лаб/	9	6	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2
16.4	Обеспечение микроклимата в производственных помещениях. Классификация систем обеспечения микроклиматических условий. Нормы микроклиматических условий для отдельных видов работ. /Ср/	8	6	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.5 Л1.7 Л2.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 17. Порядок заземления, особенности изоляции и экранирования цепей с повышенным высокочастотным напряжением</b>					
17.1	Средства пожаротушения. Организационные, технические и конструктивные меры по обеспечению пожарной безопасности. /Лек/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
17.2	Занятие 8 «Анализ внутренней метеорологической обстановки. Разработка мероприятий по корректировке метеоусловий в помещении» Рассмотрение работ в реальных условиях. /Пр/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.3 Л2.1 Э1 Э2 Э3
17.3	Лабораторная работа 13 «Обеспечение микроклимата в производственных помещениях» /Лаб/	8	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.7 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
17.4	Порядок заземления, особенности изоляции и экранирования цепей с повышенным высокочастотным напряжением /Ср/	9	6	ПК-3 ПК-5 ПК-10	
<b>Раздел 18. Пространственное разведение слаботочных цепей, с силовыми цепями высокого напряжения</b>					
18.1	Обеспечение безопасности работ с вредными и опасными веществами. Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ. Мероприятия по обеспечению безопасности при работе с вредными веществами. /Лек/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.3 Л1.4 Л1.7 Л1.8 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
18.2	Занятие 9 «Перспективы развития методов и средств защиты от вредных и опасных факторов» /Пр/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
18.3	Лабораторная работа 7 «Натурное моделирование защитного заземления/самозаземления электрооборудования» /Лаб/	9	4	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.4 Л1.7 Э1 Э2 Э3 Э4
18.4	Пространственное разведение слаботочных цепей, с силовыми цепями высокого напряжения /Ср/	9	6	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.8 Л2.1
<b>Раздел 19. Технология надёжного заземления щитов и корпусов аппаратуры</b>					
19.1	Обеспечение микроклимата в производственных помещениях. Классификация систем обеспечения микроклиматических условий. Нормы микроклиматических условий для отдельных видов работ. /Лек/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7 Л1.8 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
19.2	Занятие 4 «Обеспечение безопасности работ с источниками ионизирующего излучения». Рассмотрение работ в реальных условиях. /Пр/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
19.3	Лабораторная работа 11 «Основы пожарной безопасности» /Лаб/	9	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.3 Л1.7 Э1 Э2 Э3 Э4

19.4	Технология надёжного заземления щитов и корпусов аппаратуры /Ср/	9	6	ПК-3 ПК-5 ПК-10	
	<b>Раздел 20. Автоматическая сигнализация и отключение цепей и блоков с высокой и сверхвысокой частотой токов и излучателей в присутствии людей</b>				
6.4	Установившиеся режимы распределительной электрической сети /Лаб/	6	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.3
6.5	Электропитание устройств автоматики и телемеханики /Ср/	6	6	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.5 Л3.1
	<b>Раздел 7. Электропитание устройств связи</b>				
7.1	Электропитание устройств проводной связи. Структура системы электропитания. Выпрямительные устройства. Дистанционное питание. Электропитание радиотехнических устройств. Защита систем электропитания. Резонансные эффекты и защита от них. /Лек/	6	2	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.5
7.2	Электропитание устройств автоматики и телемеханики /Ср/	6	3	ПК-3 ПК-5 ПК-10	Л1.1 Л1.5
	<b>Раздел 8. Качество электроэнергии и способы его улучшения</b>				
8.1	Качество электроэнергии и способы его улучшения. Показатели качества электроэнергии. Пассивные фильтры. Устройства симметрирования. /Лек/	6	2		Л1.1, Л1.4 Л2.9
8.2	Динамические компенсаторы искажений напряжения. Активные кондиционеры гармоник. Магнитные синтезаторы /Лек/	6	2		Л2.5 Л2.9
8.3	Источники реактивной мощности. Оптимальное распределение конденсаторов в электрических сетях. Комплексное решение задачи компенсации реактивной мощности. Автоматическое управление источниками реактивной мощности. /Лек/	7	2		Л2.5 Л2.9
8.4	Компенсация реактивной мощности /Пр/	7	2		Л2.5 Л2.9
8.5	Влияние качества электроэнергии на энергоэффективность /Лаб/	7	2		Л2.5 Л2.9
8.6	Контроль качества электрической энергии в однофазной сети /Лаб/	7	4		Л2.5 Л2.9
8.7	Качество электроэнергии и способы его улучшения /Ср/	7	6		Л2.5 Л2.9
8.8	Качество электроэнергии и способы его улучшения /Ср/	6	6		Л2.5 Л2.9
	<b>Раздел 9. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения</b>				
9.1	Структура систем электроснабжения компьютерных и телекоммуникационных комплексов. Принципы построения систем общего, бесперебойного и гарантированно-го электроснабжения (СОЭ, СБЭ и СГЭ). /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.5
9.2	Компенсация реактивной мощности /Лаб/	7	2		Л2.5 Л2.9
9.3	Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения /Ср/	7	6		Л2.5 Л2.9
	<b>Раздел 10. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем</b>				
10.1	Взаимодействие СОЭ, СБЭ и СГЭ. Временные диаграммы работы систем. Источники бесперебойного питания (ИБП), построенные по принципам off line. Структура ИБП. Основные схемные решения. Достоинства и недостатки /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.5
10.2	Источники бесперебойного питания, построенные по принципам line interactive, on line. Структура ИБП. Основные схемные решения. Достоинства и недостатки. Схемы систем бесперебойного электроснабжения. Трёх-фазные и однофазные ИБП. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.5
10.3	Централизованные, децентрализованные и комбинированные схемы СБЭ. Системы гарантированного электроснабжения (СГЭ). Принципы построения систем общего электроснабжения. Источники питания для СГЭ. Технические средства для создания СГЭ. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.5
10.4	Выбор мощности источника бесперебойного питания и дизель- генераторной установки /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.5
10.5	Выбор структуры системы бесперебойного электроснабжения /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.5
10.6	Электроснабжение компьютерных и телекоммуникаци-	7	18		Л1.1 Л1.5

	онных систем /Ср/				
	<b>Раздел 11. Энергосбережение и энергоэффективность в системах электроснабжения нетяговых потребителей</b>				
11.1	Расчет и оптимизация потерь электроэнергии в сетях нетяговых потребителей. Эффективность преобразования энергии в технологических процессах. Типовые мероприятия по экономии электроэнергии на ЖД транспорте. Особенности энергосбережения на железнодорожном транспорте. /Лек/	7	2		Л3.1
11.2	Электробалансы предприятий железнодорожного транспорта /Лаб/	7	2		Л3.1
11.3	Оптимизация режимов работы силовых трансформаторов /Лаб/	7	2		Л3.1
11.4	Определение потерь электроэнергии в системах электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта /Лаб/	7	2		Л2.7 Л3.1
11.5	Энергосбережение и энергоэффективность в системах электроснабжения нетяговых потребителей /Ср/	7	6		Л3.1 Л2.9
	<b>Раздел 12. Использование технологий интеллектуальных сетей (smart grid) в системах электроснабжения нетяговых потребителей</b>				
12.2	Принципы построения интеллектуальных систем электроснабжения. Оборудование и технологии, необходимые для реализации ИЭС ААС. Решения для хранения электроэнергии. Активные элементы интеллектуальных сетей. /Лек/	7	2		Л2.5 Л2.9
12.3	Устройства FACTS. Информационное обеспечение интеллектуальных систем электроснабжения. Устройства PMU WAMS. Интеллектуальные технологии управления. /Лек/	7	2		Л2.3 Л2.5 Л2.9
12.4	Установки собственной генерации в системах электроснабжения нетяговых потребителей. Транспортно - энергетические коридоры. Первичные двигатели установок РГ. Схемы подключения установок РГ к системам электроснабжения железных дорог. Сетевые кластеры. Использование нетрадиционных источников энергии. Топливные ячейки. /Лек/	7	2		Л2.5 Л2.6 Л4.1 Л4.2
12.5	Управление качеством электрической энергии /Лаб/	7	4		Л3.1 Л4.1 Л4.3
12.6	Использование технологий интеллектуальных сетей (smart grid) в системах электроснабжения нетяговых потребителей /Ср/	7	18		Л3.1 Л4.3 Л4.4
12.7	/Экзамен/	7	36		Л1.1-Л1.5 Л2.1-Л2.9 Л3.1 Л4.1-Л4.4

### **5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработан в соответствии с «Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации» № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине представлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.



<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, состави-	Заглавие	Издательство, год	Колич-
Л1.1	Кузнецов, К.Б.	Безопасность технологических процес- сов и производств [Электронный ре- сурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59994">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59994</a>	М. : УМЦ ЖДТ (Учебно- методический центр по обра- зованию на железнодорожном транспорте), 2008. — 204 с.	100% on line
Л1.2	Кузнецов, К.Ю.	Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. Охрана труда на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.Ю. Кузнецов, В.И. Бекасов, В.К. Васин [и др.]. — Элек- трон. дан.: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59997">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59997</a>	М. : УМЦ ЖДТ (Учебно- методический центр по обра- зованию на железнодорожном транспорте), 2006. — 536 с.	100% on line
Л1.3		Безопасность жизнедеятельности. В двух частях. Часть 2 Безопасность труда на железнодорожном транспор- те. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон. дан. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/55409">http://e.lanbook.com/book/55409</a>	М. : УМЦ ЖДТ, 2014. — 607 с	100% on line
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, состави-	Заглавие	Издательство, год	Колич-
Л2.1		Сборник нормативно-правовых доку- ментов по транспортной безопасности	М, «УМЦ по обр. на ж.д. транспорте», 2013	40
Л2.2	Г. Н. Ополева	Электробезопасность электрических сетей напряжением до 1 кВ: учеб. посо- бие по дисциплине "Безопасность тех- нологических процессов и технических	Иркутск, ИрГУПС	51
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
6.2.1	Электронная библиотека Университета		<a href="http://www.irgups.ru">www.irgups.ru</a>	
6.2.2	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная си- стема. – М. : Лань. – Режим доступа :		<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> (после авториза- ции).	
6.2.3	Российские железные дороги [Электронный ресурс] : [Офиц. сайт]. – М.: РЖД. - Режим доступа :.		<a href="http://www.rzd">http://www.rzd</a> (Локальная сеть ОАО «РЖД»)	
6.2.4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам:		<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	
6.2.5	электронная библиотека изданий ФГБОУ "УМЦ ЖДТ"		<a href="http://library.miit.ru/fulltext.php">http://library.miit.ru/fulltext.php</a> -	
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Свидет. об офиц. регистр. программы для ЭВМ № 2007612771 (РФ) «Fazonord-Качество – Расчеты показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения в фазных координатах с учетом движения поездов» / Закарюкин В. П., Крюков А. В. – Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Зарегистр. 28.06.2007. <a href="http://www.iriit.irk.ru/web-edu/~egt/">www.iriit.irk.ru/web-edu/~egt/</a>			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a> – Общероссийская сеть распространения правовой информации «Консультант Плюс». Содержит онлайн - версии систем; графические копии документов; обзоры законодатель-			
6.3.2.1	<a href="http://www.cntd-reglament.ru/el_sis_nti.php">http://www.cntd-reglament.ru/el_sis_nti.php</a> Профессиональные справочные системы нормативно-технической информации "Техэксперт"			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
2	Учебная лаборатория «Электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей» Е-307-1. Оснащение лаборатории: 2 учебно-лабораторных стенда
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники: А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в учебном материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.
Практическое (семинарское) занятие	Практические занятия, являясь дополнением к лекционному курсу, закладывают и формируют основы квалификации специалиста. Практическое занятие проводится под руководством преподавателя и направлено на углубление знаний, привитие навыков самостоятельной работы в ходе выполнения расчетов, использования таблиц, справочников и др. Успех практического занятия зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить лекционный материал и проработать рекомендованную литературу по теме занятия. В ходе занятия преподаватель может осуществить текущий контроль знаний и умений.
Лабораторное занятие	Лабораторные занятия служат для углубления и закрепления теоретических знаний, формирования умений и навыков. На лабораторных занятиях проводится исследование реального оборудования, прививаются навыки работы с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет. Успех лабораторных занятий зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии. Формы организации лабораторного занятия зависят от числа студентов, содержания и объема программного материала, числа лабораторных работ, а также от вместимости и оснащения лабораторий. Формы проведения лабораторных занятий: фронтальная, по циклам, индивидуальная, смешанная. Фронтальная форма предполагает одновременное выполнение работы всеми обучающимися. Выполнение работ по циклам предусматривает соответствие определенным разделам лекционного курса. В один цикл объединяются 4-5 работ, осуществляемых, как правило, на однотипных стендах. Обучающиеся выполняют работы по графику, переходя от одного цикла к другому. При индивидуальной

	<p>форме организации работ каждый студент выполняет все намеченные программой работы в определенной последовательности, устанавливаемой графиком. Последовательность лабораторных работ в этом случае может не совпадать с последовательностью лекционного курса. Смешанная форма организации лабораторных занятий позволяет использовать преимущества каждой из рассмотренных выше форм.</p> <p>Задача на подготовку к лабораторной работе может быть поставлена либо на лекции, либо на практическом занятии с таким расчетом, чтобы студенты смогли подготовиться к ее проведению. Подготовка студентов к лабораторному занятию проводится в часы самостоятельной работы с использованием учебников, конспектов лекций и методических материалов. Лабораторная работа выполняется студентами самостоятельно. Преподаватель в ходе занятия контролирует и осуществляет методическое руководство действиями студентов.</p> <p>Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Отчет может состоять из трех частей. В первой части указываются наименование и цель работы, дается описание систем, на которых проводится эксперимент, приводится структурная или принципиальная схема стенда. Во второй части представляются опытные данные и результаты вычислений. По результатам наблюдений и вычислений строятся графики, позволяющие произвести анализ исследуемого явления. В третьей части даются выводы по результатам выполненной работы. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы: овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.</p> <p>Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, при необходимости его дополнение по рекомендованной литературе. Для работы с рекомендованной литературой в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения.</p>
Экзамен (зачет)	<p>К экзамену (зачету) допускаются студенты, которые прошли все этапы текущего контроля (успешно работали на практических занятиях, выполнили и защитили лабораторные работы, курсовые работы (проекты)). Непосредственная подготовка к экзамену (зачету) осуществляется по вопросам к экзамену (зачету).</p> <p>Экзамен проводится в устной форме. Перечень экзаменационных вопросов представляется студентам заранее. Зачет проводится в устной или письменной форме (в форме теста). Тестовые задания раздаются студентам непосредственно во время зачета и включают в себя материал по всем темам курса, указанным в тематическом плане.</p> <p>При подготовке к экзамену (зачету) студент должен тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Ответ должен быть полным и аргументированным. Необходимо отметить для себя пробелы в знаниях, которые следует ликвидировать в ходе подготовки, а так же в ходе экзаменационной консультации.</p> <p>Для подготовки ответа на экзамене отводится 30-40 минут. Студентам на экзамене запрещено пользоваться сотовыми телефонами, шпаргалками, учебниками и другими «вспомогательными» средствами.</p> <p>Выбрав билет, внимательно прочитайте вопросы. Подготовка ответа начинайте с того вопроса, который знаете лучше, это сэкономит ваше время для обдумывания других вопросов экзаменационного билета. Рекомендуется излагать ответ своими словами, не зачитывая того, что подготовлено письменно. Внимательно слушайте дополнительный вопрос экзаменатора. Если затрудняетесь ответить сразу, не торопитесь, обдумайте ответ.</p> <p>Оценка выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.	

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Оборудование и аппаратура электроустановок» участвует в формировании компетенции:

**ПК-3:** способностью разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем;

**ПК-5:** способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации;

**ПК-10:** способностью контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам, техническим условиям и другим нормативным документам

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-3, ПК-5, ПК-10 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-3	Способностью разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, осуществлять анализ состояния безопасности движения поездов	Б1.Б.1.30 «Теория безопасности движения поездов»	4	1-7
		Б1.Б.1.36 «Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов»	7, 8	1-7
		Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности»	7	1-7
		Б1.Б.1.40 «Электромагнитная совместимость и средства защиты»	9, 8	1-7
		Б1.Б.1.24 «Безопасность жизнедеятельности»	8	1-7
ПК-5	Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации	Б1.Б.1.30 «Теория безопасности движения поездов»	4	1-7
		Б1.Б.1.36 «Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов»	7, 8	1-7
		Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности»	7	1-7
		Б1.Б.1.40 «Электромагнитная совместимость и средства защиты»	9, 8	1-7
		Б1.Б.1.24 «Безопасность жизнедеятельности»	8	1-7
ПК-10	Способностью контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам, техническим условиям и другим нормативным документам	Б1.Б.1.30 «Теория безопасности движения поездов»	4	1-7
		Б1.Б.1.36 «Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов»	7, 8	1-7
		Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности»	7	1-7
		Б1.Б.1.40 «Электромагнитная совместимость и средства защиты»	9, 8	1-7
		Б1.Б.1.24 «Безопасность жизнедеятельности»	8	1-7

**Таблица соответствия уровней освоения компетенции ПК-3  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-3	Способностью разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, осуществлять анализ состояния безопасности движения поездов	1–7	Минимальный уровень	иметь представление о разработке и использовании нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				уметь применять основные способы разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками использования основных способов разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
			Базовый уровень	знать способы применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				уметь использовать основные нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками использования способов применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
			Высокий уровень	владеть навыками использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками эффективного использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов

**Таблица соответствия уровней освоения компетенции ПК-5  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-5	Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации	1–7	Минимальный уровень	иметь представление о разработке и использовании нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				уметь применять основные способы разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками использования основных способов разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
			Базовый уровень	знать способы применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				уметь использовать основные нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками использования способов применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
			Высокий уровень	владеть навыками использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками эффективного использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов

**Таблица соответствия уровней освоения компетенции ПК-10  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-10	Способностью разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, осуществлять анализ состояния безопасности движения поездов	1–7	Минимальный уровень	иметь представление о разработке и использовании нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				уметь применять основные способы разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками использования основных способов разработки и использования нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
			Базовый уровень	знать способы применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				уметь использовать основные нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками использования способов применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
			Высокий уровень	владеть навыками использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками эффективного использования основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов
				владеть навыками применения основных нормативно-технических документов для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов

## Программа контрольно-оценочных мероприятий на период изучения дисциплины

№	Семестр. Неделя	Название оценочного мероприятия	Объект контроля (компетенция, знание понятий, раздел дисц. и т.д.)		Наименование оценочного средства, форма проведения
1	8.1	<i>Нормативно-правовые основы транспортной безопасности.</i>	Раздел 1	ПК-3, ПК-5	опрос
2	8.3	<i>Опасные, вредные и поражающие факторы в системе человек – железнодорожный транспорт – среда обитания</i>	Раздел 1	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
3	8.5	<i>Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов железнодорожного транспорта</i>	Раздел 2	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
4	8.7	<i>Принципы повышения устойчивости функционирования объектов железнодорожного транспорта</i>	Раздел 2	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
5	8.9	<i>Безопасность проведения аварийно-спасательные и других неотложных работ</i>	Раздел 2	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
6	8.11	<i>Необходимость комплексного подхода для эффективного обеспечения транспортной безопасности</i>	Раздел 3	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
7	8.13	<i>Основные положения и требования нормативных документов к обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств СЦБ</i>	Раздел 3	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
8	8.15	<i>Основные положения обеспечения безопасности технологических процессов и технических средств в системе электроснабжения электрифицированных железных дорог</i>	Раздел 3	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
9	8.16	<i>Руководящие указания по защите от перенапряжений устройств СЦБ</i>	Раздел 3	ПК-3, ПК-5	опрос
10	8.17	<i>Наличие в аппаратуре телекоммуникационных систем высокого напряжения. Использование лазерного излучения, с интенсивностью, достаточной для повреждения роговицы глаза человека</i>	Раздел 4	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
11	9.1	<i>Работы проводимые на высоте и на открытом воздухе, которые могут привести к повреждению работника и обморожению</i>	Раздел 4	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
12	9.2	<i>Методы и средства защиты от поражений электрическим током. (наличие на рабочих местах резиновых перчаток, ковриков, средств оказания первой помощи)</i>	Раздел 5	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
13	9.5	<i>Номенклатура работ, производимых, без отключения электропитания средств связи и автоматики</i>	Раздел 5	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
14	9.4	<i>Технология выполнения работ с узлом, где возможно присутствие лазерного излучения</i>	Раздел 5	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос



№	Семестр. Неделя	Название оценочного мероприятия	Объект контроля (компетенция, знание понятий, раздел дисц. и т.д.)		Наименование оценочного средства, форма проведения
15	9.7	Технология безопасной прокладки оптического кабеля (волокна) должна	Раздел 6	ПК-3, ПК-5	опрос
16	9.8	Безопасные технологии в радиотехнических системах ж.д. транспорта	Раздел 6	ПК-3, ПК-5	опрос
17	9.10	Порядок заземления, особенности изоляции и экранирования цепей с повышенным высокочастотным напряжением	Раздел 6	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
18	9.12	Пространственное разведение слаботоковых цепей, с силовыми цепями высокого напряжения	Раздел 7	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос
19	9.16	Технология надёжного заземления щитов и корпусов аппаратуры	Раздел 7	ПК-3, ПК-5	опрос
20	9.18	Автоматическая сигнализация и отключение цепей и блоков с высокой и сверхвысокой частотой токов и излучателей в присутствии людей	Раздел 7	ПК-3, ПК-5, ПК-10	опрос

## 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств сформированности компетенций представлен в нижеследующей таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Защита лабораторных работ	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать знания фактического материала (нормативные документы по безопасности процессов, порядок их оформления) умения правильно оценивать степень опасности тех или иных процессов. Рекомендуется для оценки знаний и умений обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
2	Защита практических заданий	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать знания, получаемые на практических занятиях по опре-	Вопросы по темам/разделам дисци-

		деленным темам (разделам) дисциплины. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений обучающихся	плины
<b>Промежуточная аттестация</b>			
3	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений навыками обучающихся	Комплект теоретических вопросов к экзамену по разделам

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций представлена в следующей таблице

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при выполнении и защите лабораторных работ в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при выполнении и защите лабораторных работ в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при выполнении и защите лабораторных работ в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при выполнении и защите лабораторных работ в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости.

#### Критерии и шкала оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Обучающийся свободно, полностью и правильно ориентируется в теоретических и практических вопросах по лабораторной работе, точно знает и выполняет в определенной последовательности лабораторную работу, демонстрирует результаты всестороннего анализа результатов испытаний. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
«хорошо»	Обучающийся допустил небольшие неточности при проверке теоретических и практических вопросах по лабораторной работе, хорошо знает и выполняет в определенной последовательности лабораторную работу, демонстрирует результаты анализа результатов испытаний. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении отчета по лабораторной работе.
«удовлетворительно»	Обучающийся допустил существенные неточности при проверке теоретических и практических вопросах по лабораторной работе, удовлетворительно знает и выполняет в определенной последовательности лабораторную работу. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть существенные недостатки в оформлении отчета по лабораторной работе.
«неудовлетворительно»	Обучающийся не выполнил лабораторную работу, не представил отчет, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

#### Критерии и шкала оценивания практических заданий

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Обучающийся свободно, полностью и правильно ориентируется в вопросах материала практических заданий. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала.
«хорошо»	Обучающийся допустил небольшие неточности при выполнении практических заданий. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала.
«удовлетворительно»	Обучающийся допустил существенные неточности при выполнении практических заданий. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала.
«неудовлетворительно»	Обучающийся практически не ориентируется в вопросах материала практических заданий, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Перечень теоретических вопросов к экзамену**

1. Психофизиологические факторы, влияющие на тяжесть воздействия электрического тока на человека. Виды воздействия электрического тока на живую ткань организма.

2. Земля как элемент электроустановки, участвующий в рабочих и аварийных режимах ее работы, как элемент электрической цепи тока через тело человека. Стеkanie тока в землю с токонесущих элементов электроустановки. Причины отекания тока в землю.
3. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Лица, ответственные за безопасное ведение работ в электроустановках (перечень).
4. Электрические травмы: понятие электротравмы, виды электротравм. Виды и последствия местных электротравм.
5. Законы распределения электрических потенциалов в земле и на ее поверхности. Вывод уравнений потенциальных кривых при отекании тока в землю с одиночных заземлителей:
  - а) шарового, помещенного на бесконечно большую глубину;
  - б) стержневого.
6. Порядок подготовки рабочего места для работ в электроустановке. Процедура допуска бригады к работе.
7. Электрический удар: определение термина, степени тяжести воздействия на организм человека. Факторы, влияющие на тяжесть поражения живого организма электрическим током.
8. Законы распределения электрических потенциалов в земле и на ее поверхности. Вывод уравнений потенциальных кривых при отекании тока в землю с одиночных заземлителей:
  - а) шарового, помещенного вблизи поверхности земли;
  - б) протяженного.
9. Квалификация, обязанности, ответственность выдающего наряд, ответственного руководителя работ.
10. Механизм смерти от электрического тока. Клиническая и биологическая смерть: признаки проявления. Причины смерти от электрического тока. Взаимосвязь параметров электрического тока и причин смерти.
11. Законы распределения электрических потенциалов в земле и на её поверхности. Вывод уравнений потенциальных кривых при отекании тока в землю с одиночных заземлителей:
  - а) полушарового;
  - б) дискового;
  - в) произвольной формы.
12. Категории персонала, обслуживающего электроустановки; его функции.
13. Живая ткань как проводник электрического тока первого и второго рода. Электрическое сопротивление различных тканей живого организма. Схема измерения сопротивления тела человека, эквивалентные схемы замещения участков тела электрическими величинами. Порядок величин сопротивления различных участков тела человека. Общее сопротивление тела человека.
14. Расчет эквивалентного удельного сопротивления земли для одиночных заземлителей в двухслойной земле. Сопротивление одиночного заземлителя растеканию тока в двухслойной земле. Сопротивление группового заземлителя растеканию в двухслойной земле. Эквивалентное удельное сопротивление двухслойной земли для сложного группового заземлителя.
15. Порядок производства работ в электроустановках.
16. Факторы, от которых зависит электрическое сопротивление человека. Влияние параметров электрической цепи на изменение сопротивления тела человека. Нормативные значения сопротивления человека. Влияние величины и рода тока на исход поражения. Классификация токов по их воздействию на организм человека.
17. Заземлители: понятие, виды заземлителей. Явления и процессы, происходящие в проводнике с током, заземлителе и в земле при стекании тока в землю.
18. Охранные зоны воздушных и кабельных линий электропередач. Понятие, параметры.

19. Влияние длительности воздействия тока на исход поражения. Кардицикл сердца. Зависимость исхода поражения от совпадения времени протекания тока с различными фазами кардицикла.
20. Опасность прикосновения в однофазных сетях с изолированными проводами и с заземленным проводом в нормальном и аварийном режимах работы сети.
21. Требования к персоналу, допускаемому к выполнению работ в электроустановках.
22. Влияние пути тока в теле человека на исход поражения. Возможные пути тока через тело. Наиболее опасные пути тока. Влияние рода тока и его частоты на исход поражения. Сравнительная опасность постоянного и переменного тока.
23. Опасность прикосновения в трехфазных электрических сетях с различными режимами работы нейтрали в нормальном и аварийном режимах работы сетей:
  - а) четырехпроводной с нейтралью, заземленной через активное и индуктивное сопротивление;
  - б) четырехпроводной с глухозаземленной нейтралью;
  - в) трехпроводной с изолированной нейтралью.
24. Порядок осмотра электроустановок. Порядок хранения и выдачи ключей от помещений электроустановок.
25. Влияние индивидуальных свойств организма и квалификации пострадавшего на исход поражения. Критерии безопасности электрического тока. ГОСТы по электробезопасности.
26. Выбор схемы и режима нейтрали в электрических сетях. Критерии, определяющие принятие решения по режиму работы нейтрали.
27. Порядок производства работ в электроустановках.
28. Этапы оказания первой помощи попавшему под воздействие электрического тока. Приемы освобождения от электрического тока. Меры личной предосторожности и меры по предохранению освобождаемого от побочных травм при освобождении его от тока.
29. Сопротивление растеканию тока одиночных заземлителей:
  - а) одиночного шарового;
  - б) одиночного произвольной формы.
 Метод электростатической аналогии как способ расчета сопротивления растеканию тока одиночных заземлителей сложной формы. Понятие «удаленная земля».
30. Что такое «оперативное обслуживание» электроустановок ?
31. Первая доврачебная помощь пострадавшему после освобождения его от воздействия электрического тока. Искусственное дыхание: цель, методы проведения. Аппараты искусственного дыхания. Ручные способы искусственного дыхания: эффективность, подготовка пострадавшего, техника исполнения.
32. Требования к заземляющим системам электроустановок по обеспечению безопасности персонала. Групповые заземлители: их преимущества перед одиночными. Распределение потенциала на поверхности земли между электродами группового заземлителя. Уравнение потенциальной кривой группового заземлителя, состоящего из двух электродов. Потенциал группового заземлителя. Наведенные потенциалы.
33. Квалификация, обязанности выдающего наряд, ответственного руководителя работ.
34. Массаж сердца: цель процедуры, подготовка пострадавшего к проведению массажа, порядок проведения. Эффективность наружного массажа сердца. Дефибрилляция сердца: сущность явления, способы устранения. Принципиальная электрическая схема дефибриллятора.
35. Назначение расчета системы зануления. Критерии расчета. Расчет на отключающую способность: цель, рассчитываемые параметры. Расчет сопротивления заземления нейтрали, сопротивления повторного заземления нулевого защитного проводника. Требования ПУЭ к повторному заземлению нулевого защитного проводника.
36. Квалификация и ответственность допускающего, производителя работ и наблюдающего

- при работах по наряду.
37. Напряжение прикосновения. Коэффициент напряжения прикосновения: физический смысл. Напряжение прикосновения при одиночном и групповом заземлителях. Влияние сопротивления основания, на котором стоит человек, на величину напряжения прикосновения. Практическое использование эффекта влияния основания.
  38. Контроль исправности зануления. Измерение сопротивления петли «фаза-нуль». Цель проведения измерения петли «фаза-нуль».
  39. Порядок выдачи наряда на производство работ в электроустановках. Срок действия наряда, продление наряда.
  40. Напряжение шага. Коэффициент напряжения шага. Напряжение шага при одиночном и групповом заземлителях. Влияние основания, на котором стоит человек, на величину напряжения шага. Использование эффекта влияния основания в практике сооружения и эксплуатации электроустановок.
  41. Защитное заземление в электроустановках: понятие, назначение, принцип действия, область применения. Типы заземляющих устройств.
  42. Организация работ в электроустановках по распоряжениям. Понятие «неотложные работы», порядок их выполнения.
  43. Разнородность земли как проводника электрического тока. Влияние структуры слоев земли и внешних природных факторов на удельное сопротивление различных слоев земли. Слой сезонных изменений земли. Учет неоднородности земли в расчетах заземлителей. Эквивалентное удельное сопротивление многослойной земли.
  44. Сопротивление группового заземлителя растеканию тока при различных расстояниях между электродами. Коэффициент использования: понятие и физический смысл. Сопротивление сложного заземлителя в однородной среде. Сопротивление горизонтального заземлителя из стальных полос и стержней круглого профиля.
  45. Порядок выполнения работ в электроустановках «в порядке текущей эксплуатации».
  46. Структура земли как проводника электрического тока. Сопротивление грунта, удельное сопротивление грунта.  
Зависимость удельного сопротивления грунта от свойств, состояния грунта, внешней среды, времени года. Методы измерения удельного сопротивления грунта. Измерение сопротивления растеканию контрольного электрода.
  47. Защитное отключение электроустановки: назначение, основные элементы устройства защитного отключения (УЗО), технические требования к УЗО, типы УЗО. область применения УЗО разных типов.
  48. Целевой инструктаж: цель, порядок проведения, содержание.
  49. Параметры электрической сети, влияющие на опасность прикосновения к ее элементам. Элементы электрических сетей переменного тока. Схемы включения человека в цепь электрического тока.
  50. Электрозщитные средства в электроустановках: назначение, классификация по классу напряжения, устройство, принципы работы, область применения, правила пользования, хранение, испытания, контроль текущего состояния.
  51. Надзор за безопасным ведением работ в электроустановках. Порядок отлучки с места работ, возвращения на рабочее место и продолжения работы после возвращения.
  52. Конструкция заземляющих устройств: типы заземлителей, материалы, используемые для их сооружения, устройство заземлителей в плохо проводящих грунтах, критерии для определения их параметров. Прокладка, устройство ответвлений, соединение ответвлений с магистралью заземления, присоединение заземляемого оборудования к магистрали заземления.
  53. УЗО, реагирующие на потенциал корпуса: назначение, принцип действия, область применения. Настраиваемые параметры УЗО, их расчет, достоинства и недостатки УЗО.

54. Оформление перерывов в работе, окончания работы по наряду, включение установки в работу.
55. Оборудование, подлежащее защитному заземлению, не подлежащее защитному заземлению. Условия, позволяющие объединять защитные заземляющие устройства различных электроустановок: идентичных по параметрам, разных напряжений, рабочих и защитных заземлений, молниеотводов, сетей заземления и зануления.
56. УЗО, реагирующие на ток замыкания на землю: назначение, принцип действия, область применения, выбор уставки, ток срабатывания реле, достоинства и недостатки УЗО.
57. Технические мероприятия, проводимые при подготовке рабочего места для работ со снятием напряжения с электроустановки.
58. Расчет защитного заземления: цель расчета, исходные данные, способы и порядок расчета. Определение расчетного тока замыкания на землю.
59. УЗО, реагирующие на ток нулевой последовательности: назначение УЗО, принцип действия, область применения, выбор уставок, достоинства и недостатки УЗО.
60. Порядок производства переключений при подготовке рабочего места.
61. Расчет защитного заземления: определение требуемого сопротивления заземляющего устройства в однородной и двухслойной земле. Допустимые значения сопротивления заземляющего устройства. Определение требуемого сопротивления искусственного заземлителя. Выбор типа заземлителя, составление его предварительной схемы, уточнение параметров. Эксплуатация и испытания заземляющих устройств.
62. УЗО, реагирующие на напряжение нулевой последовательности: назначение, принцип действия, область применения. Выбор уставки, параметр срабатывания реле. Достоинства и недостатки УЗО.
63. Вывешивание запрещающих плакатов при подготовке рабочего места для работы по наряду.
64. Зануление: понятие, принцип действия, назначение. Элементы схемы зануления: нулевой защитный проводник, заземление нейтрали источника тока, их назначение. Повторное заземление нулевого защитного провода: назначение.
65. Основные мероприятия по обеспечению безопасности персонала при работах на контактной сети:
  - основное правило безопасности, категории работ,
  - квалификация руководителей работ, исполнителей при различных категориях работ.Работы с изолирующей вышки и с площадки мотовоза. Основные правила безопасности при выполнении работ разных категорий.
66. Порядок проверки отсутствия напряжения и наложения заземлений на отключённые токоведущие части в РУ и на ВЛ.
67. Конструктивное выполнение систем зануления:
  - область применения зануления, части, подлежащие занулению.
  - заземление нейтрали источника тока, устройство заземлителя нейтрали, вывод заземленной нейтрали, нулевой защитный проводник, повторное заземление, зануление корпусов переносных электроинструментов и приборов, недопустимость заземления корпуса электроприемника без одновременного присоединения его к нулевому защитному проводнику в сети, где применена система зануления.
68. Системы заземления электроустановок производственных, общественных и жилых зданий по ГОСТ Р 50571.1-93 и ГОСТ Р 50571.2-93. Основные определения, условные графические обозначения принципиальных схем заземления (зануления).
69. Порядок ограждения рабочего места и вывешивания плакатов на рабочем месте.

### 3.3 Типовые варианты практических заданий

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 « РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОРУ 110 КВ ПО НОРМАМ ДОПУСТИМОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РАСТЕКАНИЯ»

В практике проектирования существует несколько методов расчёта заземляющих устройств электроустановок. Применение того или иного из них диктуется целями, которых необходимо достичь в результате расчёта: критерий, по которому должен вестись расчёт, требуемая точность расчёта, набор исходных данных, которыми располагает расчётчик, и т.д.

Один из методов расчёта, дающий первичный приближённый результат – так называемый ИНЖЕНЕРНЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА СОПРОТИВЛЕНИЯ РАСТЕКАНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА ИС-ПОЛЬЗОВАНИЯ.

Этим методом необходимо решить предлагаемую задачу. По исходным данным, приведённым в табл.1, необходимо рассчитать параметры заземляющего устройства ОРУ-110 кВ по условию НЕПРЕВЫШЕНИЯ его сопротивления величины, нормируемой ПУЭ:

- выбрать тип заземляющего устройства (контурное, протяжённое);
- выбрать конструкцию заземлителей (электродов): материал, размеры;
- выбрать способ размещения электродов в земле: глубину заложения, расстояние между электродами.

Исходные данные для расчёта надлежит выбрать по одному из 10 столбцов табл.1 в соответствии с последней цифрой зачётной книжки.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЁТА

1. Определяются материал, размеры электродов, схема размещения их в земле по одному из вариантов, указанных в табл.2. При этом, исходя из практики проектирования и сооружения заземляющих устройств открытых РУ110-220 кВ подстанций, рекомендуется:

1.1.Принимать в качестве расчётной схему ЗУ с вертикально погруженными в грунт электродами с заглублением их вершин на 60-80 см ниже поверхности грунта.

1.2.Длину электрода «*l*» принимать не менее 2,5м.

1.3.В качестве заземлителя рекомендуется применять групповой заземлитель, так как одиночный в подавляющем числе случаев не позволяет получить требуемую ПУЭ величину сопротивления растекания грунта.

2. В соответствии с выбранной конструкцией электродов, их размерами по соответствующей формуле из табл.2 рассчитывается сопротивление  $R_B$  растеканию тока с одиночного заземлителя. При этом удельное объёмное сопротивление « $\rho$ » грунта, заданное в исходных данных (строка 2 табл.1), следует откорректировать с учётом коэффициента сезонности « $\Psi$ » (табл.3) в соответствии с условиями задачи (стр.2 и 3 табл.1):  $\rho_{\phi} = \rho_{исх} \cdot \Psi$ .

3. В общем случае количество вертикальных электродов группового заземлителя рассчитывается методом последовательных приближений по формуле:

где  $R_B$  - рассчитанное сопротивление растеканию вертикального заземлителя;

$R_{доп}$  - нормативное значение сопротивления растеканию заземляющего устройства;

$n$  - количество электродов в заземляющем устройстве;

$\eta_e$  - коэффициент использования вертикальных заземлителей.

Физический смысл  $\eta_e$  – учёт влияния друг на друга полей растекания одиночных электродов в групповом заземлителе. При расстояниях между электродами 40м и более ( $2 \times 20$ ) м влияние полей растекания электродов друг на друга не проявляется и  $\eta_e = 1$ , при уменьшении расстояния (менее 40м)  $\eta_e$  снижается.

С учётом этого явления расстояние « $a$ » между соседними электродами рекомендуется принимать равным: для схемы размещения электродов в линию  $a = (2-3)l$ , т.е.  $u = (2 - 3)$ ; а для схемы размещения по контуру  $a = 3l$ . т.е.  $u = 3$ , где  $l$  – длина вертикального электрода, м.

Ориентировочно количество электродов в групповом заземлителе выбирается по табл.4, исходя из соотношения  $\Gamma_{в.п} = \hat{\Gamma}$  и принятого  $\gamma$ . При несовпадении рассчитанного соотношения  $\eta_e \cdot n$  с табличными значениями количество электродов « $n$ » определяется способом интерполяции с округлением полученной величины до ближайшего целого числа в сторону уменьшения.

4. По принятой схеме размещения электродов в земле подсчитывается длина горизонтальной соединительной полосы  $L_c$ , м и рассчитывается сопротивление растеканию тока с неё:

4.1.При расположении заземлителей в ряд длина полосы  $L = (n-l) \cdot a$ , при расположении их по контуру-  $L = 1,05 \cdot n \cdot a$ .

4.2.Сопротивление горизонтального заземлителя растеканию тока  $R_c$  определяется по соответствующей формуле из табл.2.



5. По вычисленным сопротивлениям растеканию одиночного вертикального и горизонтального заземлителей с учётом соответствующих коэффициентов использования вертикального  $\eta_v$  и горизонтального  $\eta_g$  заземлителей и принятого количества вертикальных электродов « $n$ » рассчитывается результирующее сопротивление растеканию тока группового заземлителя по формуле:

Значения коэффициентов использования  $\eta_v$  и  $\eta_g$  принимаются по табл.4 и 5. Полученное значение сопротивления растеканию тока группового заземлителя  $R_{з.г.}$  не должно превышать нормативного значения  $R_{доп.}$  по ПУЭ, а отклонение его в меньшую от нормативного значения сторону не должно превышать 10% нормативной величины  $R_{доп.}$  во избежание неоправданных экономических затрат на сооружение заземляющего устройства.

Если это условие при расчёте не достигнуто, необходимо изменить параметры заземляющего устройства: размеры электродов, расстояние между ними (один или оба параметра) и расчёт повторять до получения приемлемого результата.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2. «ВЫБОР СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПРИ ЗАМЫКАНИЯХ НА КОРПУС В ТРЁХФАЗНОЙ ЧЕТЫРЁПРОВОДНОЙ СЕТИ С НУЛЕВЫМ ЗАЩИТНЫМ ПРОВОДНИКОМ »

Расчет систем защитного зануления имеет целью определить условия, при которых оно надёжно выполняет свои функции, а именно: обеспечивает надёжное и быстрое отключение повреждённого участка или элемента электроустановки от сети и безопасность прикосновения человека к занулённому оборудованию в аварийный период работы электроустановки.

В соответствии с этими функциями систему защитного зануления рассчитывают:

- на отключающую способность защитного аппарата;
- на безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю (расчёт заземления нейтрали);
- на безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазного проводника на корпус (расчёт второго заземления нулевого защитного провода).

В задании предлагается провести расчёт системы защитного зануления электроустановки только по одному критерию – на отключающую способность защитного аппарата, иначе – по результатам расчёта тока короткого замыкания на корпус подобрать соответствующий защитный аппарат.

По заданным в табл.6 параметрам электроустановки необходимо подобрать аппараты защиты, обеспечивающие отключение потребителя от электрической сети при однофазном замыкании на занулённый корпус электрооборудования. Вариант исходных данных для задания берётся по последней цифре номера зачётной книжки студента (строка 1 табл. 6).

Питание потребителей электроэнергии осуществляется от РУ- 0,4 кВ трансформаторной подстанции кабелем, проложенным в земле. Расстояние от ТП до электроприёмника  $l=150$  м. Электрические характеристики двигателей приведены в табл.7.

### УКАЗАНИЯ К РАСЧЁТУ

Решение задачи в конечном счёте сводится к подбору по результатам расчёта тока короткого замыкания параметров защитного аппарата: номинального тока плавкой вставки предохранителя или автомата, параметров фазных и нулевого защитного проводников (материал и сечение жил кабеля), обеспечивающих ток однофазного короткого замыкания достаточной для срабатывания защиты величины.

Принципиальная электрическая схема электроустановки выглядит следующим образом:

Согласно ПУЭ, проводимости фазных и нулевого защитного проводников должны обеспечивать выполнение условия:  $I_{к.з.} \geq I_{пр.ном.} \cdot k$ , где « $k$ »- коэффициент кратности тока срабатывания защиты;  $I_{пр.ном.}$  – номинальный ток плавкой вставки предохранителя.

1. Определяется рабочий ток в фазном проводе:

Расчитанный ток является основанием для подбора номинального тока выби-раемого аппарата защиты.

1.1. При выборе номинального тока плавкой вставки предохранителя необходимо принимать в расчёт пусковой ток двигателя  $I_{дв.пуск.}$ , который в несколько раз превышает его установившийся рабочий ток  $I_{дв.ном.}$ . Соотношение пускового и номинального тока  $I_{дв.пуск.}/I_{дв.ном.} = k_{кр.}$  для двигателей различной мощности приведено в табл.7.

1.2. Найденное значение корректируется в зависимости от частоты включения двигателей коэффициентом « $\alpha$ », который принимается равным 1,6-1,8 для двигателей с частыми включениями, например, на крановых

установках, и 2,0-2,5 для двигателей с редкими включениями, например, калориферы и вентиляторы аккумуляторных батарей тяговых подстанций.

1.3. Требуемый номинальный ток, определяющий стандартный номинальный ток плавкой вставки предохранителя с учётом коэффициента кратности и коэффициента частоты включения « $\alpha$ », определится выражением:

$$I_{пр.ном.} = I_{дв.ном.} \cdot k_{кр} \cdot \alpha$$

Предохранитель выбирается с номинальным стандартным током, равным рассчитанному, или ближайшим большим номиналом, но никак не меньшим рассчитанного во избежание перегорания вставки от тока нагрузки. Характеристики некоторых типов предохранителей приведены в табл.9.

2. Надёжность отключения повреждённого участка сети (однофазного к.з.) перегоранием плавкой вставки предохранителя, согласно ПУЭ, должна быть обеспечена условием  $I_{к.з.} \geq 3I_{пр.ном.}$ , где  $I_{пр.ном.}$  номинальный ток плавкой вставки выбранного предохранителя.

Таким образом, следующий этап расчёта - расчёт минимального тока короткого замыкания. При расчёте принимаются следующие допущения:

2.1. Источник питания - неограниченной мощности;

2.2. Расчётный режим - однофазное короткое замыкание.

Эти допущения позволяют составить расчётную схему электрической сети в максимально упрощённом виде:

Здесь  $ZT$  – полное сопротивление обмоток трансформатора (табл. 10);  $Z\phi = R\phi + jX\phi$  – полное сопротивление фазного проводника,  $ZH$  – ТО же нулевого защитного проводника;  $Xn$  – внешнее индуктивное сопротивление петли «фаза- нуль». Ток однофазного короткого замыкания в цепи определяется выражением:

Здесь  $Zn$  - полное сопротивление цепи «фаза- нуль»;

$Zn = (R4 + RH)^2 + (X\phi + Xn + Xn)^2$ ;  $X\phi$ ,  $Xn$  - внутренние индуктивные сопротивления соответственно фазного и нулевого проводников.

У проводников из меди и алюминия эти сопротивления исчезающе малы по сравнению с внешним сопротивлением петли «фаза - нуль» и их в расчётах не принимают во внимание; таким образом,  $Zn = \sqrt{Rf^2 + Rnf + Xn^2}$ .

Активные сопротивления фазного и нулевого проводников, как и внешнее индуктивное сопротивление петли «фаза - нуль»  $Xn$ , определяются по их погонным сопротивлениям  $R^{\wedge}, R'_{n}, Xn$ , приведённым в табл. 10.

3. Проверяется соответствие полученного значения тока короткого замыкания  $I_{к.з.}$  условию  $I_{к.з.} \geq 3I_{пр.ном.}$ .

В случае несоответствия полученного тока короткого замыкания этому условию намечаются и проверяются повторными расчётами варианты решения, которые, в конце концов, обеспечат выполнение условия. В качестве вариантов могут рассматриваться:

- уменьшение расстояния от распределительного щита до потребителя, если это позволяет сделать конструкция электроустановки;

- увеличение сечения питающего кабеля;

- замена предохранителей автоматическими выключателями. Характеристики некоторых типов автоматических выключателей приведены в табл. 11.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

к контрольной работе № 1 (таблицы 1-5)

Таблица 1

Исходные данные для выбора варианта задачи № 1 «Характеристики грунтов»

	Последняя цифра номера зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Характеристика грунта, Ом-м	Глина 40	Суглинок 80	Песок 650	Супесь 300	Торф 30	Чернозём 50	Камень 700	Скала 100000	Песок 500	Суглинок 150
Климатич. зона	I	I	III	III	IV	II	II	IV	I	III
Влажн. земли	Повыш.	Повыш.	Повыш.	Норм.	Норм.	Норм.	Норм.	Малая	Малая	Малая

Таблица 2

Расчётные формулы для определения сопротивления одиночных  
заземлителей в однородном грунте

Тип заземлителя	Схема	Расчётная формула	Условия применен.
Стержневой круглого сечения (труба) или уголковый на поверхности земли			$l \gg d$ для уголка с шириной полки « $b$ » $d = 0,95 b$
То же в земле			$l > d; t_0 = 0,5 \text{ м}$ для уголка с шириной полки « $b$ » $d = 0,95 b$
Протяжённый в земле (стержень, труба, полоса, ка-бель и т.п.)			$l \gg d$ $l > 4t$ для полосы шириной « $b$ » $d = 0,5 b$

ПРИМЕЧАНИЕ: " $\rho$ " в формулах – удельное сопротивление грунта Ом-м; все размеры в метрах; сопротивление " $R$ " в омах.

Таблица 3

Коэффициенты сезонности « $\Psi$ » для однородной земли

Климатическая зона	Состояние земли во время измерения ее сопротивления при влажности:		
	Повышенной	Нормальной	Малой
Вертикальные электроды длиной 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальные электроды длиной 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0
Горизонтальные электроды длиной 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1
Горизонтальные электроды длиной 50 м			
I	7,2	4,5	3,6
II	4,8	3,0	2,4
III	3,2	2,0	1,6
IV	2,2	1,4	1,12

Примечания. 1. При проектировании заземляющих устройств в качестве расчётного необходимо брать наибольшее возможное в течение года значение « $\Psi$ ».

2. Заглубление электрода, т.е. расстояние от поверхности земли до верхнего конца вертикального электрода, или до горизонтального электрода, принимать равным 0,7-0,8 м.

Таблица 4

Коэффициенты использования « $\eta_e$ » вертикальных электродов в зависимости от их количества « $n$ » без учёта соединительной полосы

$a/l$	При размещении в ряд			При размещении по контуру		
	$\eta_e \cdot n$	$n$	$\eta_e$	$\eta_e \cdot n$	$n$	$\eta_e$
1	1.70	2	0.85	2.76	4	0.69
	2.34	3	0.78	3.66	6	0.61
	2.92	4	0.73	5.50	10	0.55
	3.50	5	0.70	9.40	30	0.47
	3.90	6	0.65	16.40	40	0.41
	5.90	10	0.59	23.40	60	0.39
	8.10	15	0.54	36.00	100	0.36
	9.60	20	0.48	-	-	-
2	1.82	2	0.91	3.12	4	0.78
	2.61	3	0.87	4.38	6	0.73
	3.32	4	0.83	6.80	10	0.68
	4.05	5	0.81	12.60	20	0.63
	4.62	6	0.77	23.20	40	0.58
	7.40	10	0.74	33.00	60	0.55
	10.50	15	0.70	52.00	100	0.52
	13.40	20	0.67	-	-	-
3	1.88	2	0.94	3.4	4	0.85
	2.73	3	0.91	4.8	6	0.80
	3.56	4	0.89	7.5	10	0.76
	4.35	5	0.87	14.2	20	0.71
	5.10	6	0.85	26.4	40	0.66
	8.10	10	0.81	38.4	60	0.64
	11.70	15	0.78	62.0	100	0.62
	15.20	20	0.76	-	-	-

Таблица 5

Коэффициенты использования « $\eta_e$ » горизонтальной соединительной полосы

Количество вертикальных электродов	Способ размещения электродов в земле					
	В один ряд при $a/l$ , равном:			По контуру при $a/l$ равном:		
	1	2	3	1	2	3
2	0.85	0.94	0.96	-	-	-
4	0.77	0.89	0.96	0.45	0.95	0.70
6	0.72	0.84	0.88	0.40	0.48	0.64
8	0.67	0.79	0.85	0.36	0.43	0.60
10	0.62	0.75	0.82	0.34	0.40	0.56
20	0.42	0.56	0.68	0.27	0.32	0.45
30	0.31	0.46	0.58	0.24	0.30	0.41
40	-	-	-	0.22	0.29	0.39
50	0.21	0.36	0.49	0.21	0.28	0.37
60	-	-	-	0.20	0.27	0.36
70	-	-	-	0.20	0.26	0.35
100	-	-	-	0.19	0.23	0.33

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
К контрольной работе № 2 (таблицы 6-11)

Таблица 6

Исходные данные для выбора варианта задачи №2

Посл. цифра зач. книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мощность тр-ров ТП, кВА	100		160		250		400		630	
Мощность Эл. двиг., кВт	4.0	7.5	7.5	15	15	22	22	30	30	45

Таблица 7

Электрические характеристики электродвигателей единой серии 4А

Тип двигателя	Мощность, кВт	Cos φ	$I_{дв.пуск}/I_{дв.ном.}$
4А 1002	4.0	0.87	5.5
4А112М2	7.5	0.88	7.5
4А1602	15	0.91	7.5
4А180S2	22	0.91	7.5
4А200М2	30	0.90	7.5
4А225М2	45	0.90	7.5

Таблица 8

Номинальные токи стандартных предохранителей

Тип предохранителя	Номинальный ток (ток пл. вставки) $I_{пр.ном.}$ , А
НПН 15	6; 10; 15.
НПН 60М	20; 25; 35; 45; 60.
ПН 2-100	30; 40; 50; 60; 80; 100.
ПН 2-250	80; 100; 120; 150; 200; 250.
ПН 2-400	200; 250; 300; 350; 400.
ПН 2-600	300; 400; 500; 600.
ПН 2-1000	500; 600; 750; 800; 1000.

Таблица 9

Полные сопротивления  $Z_m$  обмоток силовых трансформаторов

Мощность тр-ра, кВА	Номин.напряжение обмоток ВН, кВ	$Z_m$ , Ом при схеме соединения обмоток:	
		Y / Y <sub>o</sub>	Δ / Y <sub>o</sub> и Y/Z <sub>o</sub>
100	6-10	0.799	0.226
160	6-10	0.487	0.141
250	6-10	0.312	0.090
400	6-10	0.195	0.056
630	6-10	0.129	0.042
1000	6-10	0.081	0.027
	35	0.077	0.032

Таблица 10

Погонное активное  $R$  и внешнее индуктивное  $X_l$  сопротивления  
Ом·км фазных и нулевых защитных проводников при частоте тока 50 Гц

Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	R провода или жил кабеля при $t=20^{\circ}\text{C}$		Xп алюминиевых и сталеалюминиевых проводов ВЛ при среднем расстоянии между проводами мм					X,, проводов и кабелей	
	Медных	Алюминиевых или сталеалюм.	800	1000	1500	2000	2500	Открытая прокладка проводов	Провод в трубах или кабель
10	1.64	3.14	-	-	-	-	-	0.31	0.07
16	1.20	1.96	0.374	0.389	0.411	0.480	0.442	0.29	0.07
25	0.74	1.27	0.362	0.376	0.398	0.407	0.417	0.27	0.07
35	0.54	0.91	0.349	0.364	0.388	0.404	0.412	0.26	0.06
50	0.39	0.63	0.339	0.354	0.377	0.395	0.409	0.25	0.06

Таблица 11

Характеристики трёхполюсных автоматических выключателей серии А 3100

Тип автомата	Номин. ток А	Номин. напряж., В	Номин. ток тепловых расцепителей, А	Нерегулируемые уставки на ток срабатывания расцепителей А			
				электромагнитных		теплого	
				Не срабатывает при	Срабатывает при (на перем. токе)	Не срабатывает при	Сраб. в теч. не более 1 часа при
А 3163	50	380	15, 20, 25, 30, 40, 50	нет	нет	$1.1 I_n$	$1.35 I_n$
А3110	100	500	15, 20, 25 30, 40, 50 60, 80, 100	$7 I_n$	$13 I_n$	$1.1 I_n$	$1.45 I_n$
А3120	100	500	15, 20, 25 30, 40, 50, 60, 80, 100	360 510 680	500 700 950		
А3130	200	500	120, 150, 200	$5.8 I_n$	$8 I_n$		
А3140	600	500	250, 300, 400, 500, 600.	$6 I_n$	$8 I_n$		

Практические задания заключаются в освоении АРМ, используемых при эксплуатации электроустановок. При освоении разделов АРМ заполняются базы данных по реальной подстанции либо по спроектированной обучающимся в рамках курсового проекта тяговой подстанции.

#### **4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В таблице дано описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий, соответствующих рабочей программе дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Защита лабораторных работ	<p>Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.</p> <p>Лабораторные работы представляют собой самостоятельное выполнение студентом под контролем преподавателя конкретных практических заданий, которые охватывают содержание учебной дисциплины.</p> <p>Отчет по лабораторным работам составляется каждым студентом.</p> <p>Структура отчета по лабораторным работам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— цель и задачи лабораторной работы;</li> <li>— программа лабораторной работы;</li> <li>— перечень использованного оборудования, приборов, вычислительной техники;</li> <li>— методика исследований, измерений;</li> <li>— обработка результатов;</li> <li>— анализ результатов и выводов по работе.</li> </ul> <p>Студент, выполнивший лабораторную работу, оформивший по ней отчет, допускается к защите лабораторной работы.</p> <p>Защита лабораторных работ проводится по мере их выполнения в часы занятий, отведённые на выполнение лабораторных работ.</p> <p>Опрос студента преподавателем проводится в рамках темы лабораторной работы.</p>
Защита практических заданий	<p>Варианты практических заданий, предусмотренные рабочей программой дисциплины, выдаются во время практических занятий. На практических занятиях предварительно разбирается теоретический материал и выполняются примеры выполнения подобных заданий..</p> <p>Преподаватель на практическом занятии доводит до обучающихся: варианты практических заданий, количество заданий, время выполнения и сдачи на проверку отчета о практических заданиях .</p>

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета/экзамена) составляется перечень вопросов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов к зачету/экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения**

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теорети-

ческие вопросы и практические задания.


Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье практическое задание для оценки навыков и опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырех балльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

#### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 2015-2016 уч. год</p>	<p><b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «Оборудование и аппаратура электроустановок» 6 семестр</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта» ИрГУПС</p> <hr/>
<p>1. Психологические факторы, влияющие на тяжесть воздействия электрического тока на человека. Виды воздействия электрического тока на живую ткань организма.</p> <p>2. Земля как элемент электроустановки, участвующий в рабочих и аварийных режимах ее работы, как элемент электрической цепи тока через тело человека. Стеkanie тока в землю с токонесущих элементов электроустановки. Причины отекания тока в землю.</p> <p>3. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Лица, ответственные за безопасное ведение работ в электроустановках (перечень).</p>		

Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с положением о формировании фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.250000.06.7.188-2015 (формы оформления оценочных средств приведены ниже), не выставляются в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.



