

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**Красноярский институт железнодорожного транспорта**

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»

(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ и.о. ректора

от «07» июня 2021 г. № 80

**Б1.О.31 Электромагнитная совместимость и средства защиты**  
**рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма, 5 лет обучения; заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Системы обеспечения движения поездов

Общая трудоемкость в з.е. – 6

Часов по учебному плану – 216

В том числе в форме практической  
подготовки (ПП) – 8/4

(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения:

экзамен – 9 семестр, курсовая работа – 9 семестр

заочная форма обучения:

экзамен – 6 курс, курсовая работа – 6 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	9	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/в т. ч. в форме ПП*</b>	<b>85/8</b>	<b>85/8</b>
– лекции	34	34
– лабораторные работы	17/4	17/4
– практические (семинарские)	34/4	34/4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>95</b>	<b>95</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>216/8</b>	<b>216/8</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	6	Итого
Вид занятий	Часов по УП	
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/в т. ч. в форме ПП*</b>	<b>20/4</b>	<b>20/4</b>
– лекции	8	8
– лабораторные работы	4/4	4/4
– практические (семинарские)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>178</b>	<b>178</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>216/4</b>	<b>216/4</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

УП – учебный план.

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утверждённым приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил:  
канд. физ.-мат. наук, доцент

П.В. Новиков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Системы обеспечения движения поездов», протокол от «29» марта 2021 г. № 8.

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

О.В. Колмаков

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	изучение вопросов электромагнитной совместимости различных устройств, применяемых на электрифицированных железных дорогах
2	изучение вопросов влияния силовых цепей электрифицированной дороги на слаботочные смежные с дорогой устройства: линии связи, автоматики, телемеханики, блокировки
3	овладение способами оценки влияния тяговой сети на смежные устройства и методами снижения влияний
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	овладение методами оценки электромагнитной обстановки в электротехнических устройствах железных дорог
2	овладение нормативно-технической базой в области электромагнитной совместимости
3	овладение способами снижения электромагнитных влияний на железных дорогах
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
<b>Профессионально-трудовое воспитание обучающихся</b>	
<p>Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul>	
<b>Научно-образовательное воспитание обучающихся</b>	
<p>Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;</li> <li>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;</li> <li>– популяризация научных знаний среди обучающихся;</li> <li>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;</li> <li>– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;</li> <li>– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности</li> </ul>	
<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания по дисциплинам и практикам:	
1	Б1.О.32      Электротехническое материаловедение
2	Б1.О.33      Основы технической диагностики
3	Б1.О.40      Электробезопасность
4	Б1.О.43      Эксплуатация систем обеспечения движения поездов
5	Б2.О.01(У)    Учебная - ознакомительная практика
6	Б2.О.02(П)    Производственная - технологическая практика
7	Б2.О.03(П)    Производственная - эксплуатационная практика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б2.О.04(Пд)    Производственная - преддипломная практика
2	Б3.01(Д)      Выполнение выпускной квалификационной работы
3	Б3.02(Д)      Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2. Способен использовать нормативно-технические документы для контроля качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, использовать технические средства для диагностики технического состояния систем	ПК-2.2. Производит оценку взаимного влияния элементов системы обеспечения движения поездов и факторов, воздействующих на работоспособность и надёжность оборудования системы обеспечения движения поездов с использованием современных научно-обоснованных методик	<b>Знать:</b> виды влияний электрифицированных железных дорог и общепромышленных электроустановок на проводные линии и другое оборудование, расчетные режимы и схемы для определения опасных и мешающих электрических, магнитных и гальванических влияний, нормы допустимых опасных и мешающих влияний, особенности экранирующего действия рельсов и оболочки кабеля, мероприятия по уменьшению опасных и мешающих влияний на участках железной дороги, электрифицированной на постоянном и переменном токе.
		<b>Уметь:</b> применять полученные знания в своей практической деятельности при расчетах, проектировании, эксплуатации линий связи, автоматики, телемеханики, автоблокировки, линий электропередачи, рассчитать опасное и мешающее электрическое, магнитное и гальваническое влияния, выбрать и осуществить мероприятия по защите смежных линий от влияния.
		<b>Владеть:</b> способами оценки электромагнитной обстановки в электротехнических устройствах железных дорог, способами оценки влияния тяговой сети на смежные устройства и методами снижения влияний.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем видов работы	Очная форма				Заочная форма				Код индикатора достижения компетенции		
		Се-местр	Часы				Курс/сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
<b>1.</b>	<b>Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости.</b>										ПК-2.2	
1.1	Термины и определения. Электромагнитное поле в проблеме электромагнитной совместимости.	9	2		2	6/1	0,5			2	ПК-2.2	
1.2	Влияние электромагнитных полей на электрооборудование и на человека. Характеристики помех /	9	2		2	6/1	0,5			2	ПК-2.2	
1.3	Занятие «Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости» /Пр/	9		4	2	6/1				4	ПК-2.2	
1.4	Вводное занятие к лабораторному курсу. Правила выполнения лабораторных работ. Правила безопасности при выполнении лабораторных работ.	9			1	2	6/1			4	ПК-2.2	
1.5	Классификация источников электромагнитных влияний. Источники узкополосных помех. Источники техногенных широкополосных помех. Статическое электричество. Коммутационные помехи. Разряд молнии как источник помех. Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Электромагнитная обстановка.	9	2		2	6/1	0,5			2	ПК-2.2	
1.6	Занятие «Источники электромагнитных влияний и характеристики помех»	9		2	2	6/1				4	ПК-2.2	

Код	Наименование разделов, тем видов работы	Очная форма				Заочная форма				Код индикатора достижения компетенции		
		Се- местр	Часы			Курс/ сессия	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
1.7	Лабораторная работа «Исследования электрических свойств грунта»	9			1	2	6/1				4	ПК-2.2
1.8	Гальваническая связь между электрическими цепями. Емкостная связь. Гальваническая связь. Электромагнитное излучение.	9	2			2	6/1	0,5			2	ПК-2.2
1.9	Занятие «Механизмы распространения помех».	9		2		2	6/1				4	ПК-2.2
1.10	Лабораторная работа «Изучение основ заземления»	9			1	2	6/1				4	ПК-2.2
1.11	Лабораторная работа «Изучение индивидуального защитного комплекта Эп-4(0)»	9			1	2	6/1				2	ПК-2.2
1.12	Методы испытаний источников помех. Контроль электромагнитных помех.	9	2			2	6/1	0,5			2	ПК-2.2
1.13	Занятие «Методы и технические средства контроля помех».	9		2		2	6/1		1		2	ПК-2.2
1.14	Лабораторная работа «Изучение гармонического состава токов потребления современных нагрузок»	9			1	2	6/1				2	ПК-2.2
1.15	Лабораторная работа «Исследование тока в нейтральном проводе трехфазной сети современных нагрузок»	9			1	2	6/1				2	ПК-2.2
1.16	Общие методы распознавания вида влияния и защиты.	9	2			2	6/1	0,25			4	ПК-2.2
1.17	Защита от помех и обеспечение электромагнитной совместимости: электрические фильтры, ограничители напряжений (разрядники, варисторы, стабилитроны), электромагнитное экранирование.	9	2			2	6/1	0,25			4	ПК-2.2
1.18	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии	9	1			2	6/1	0,25			4	ПК-2.2
1.19	Стандартизация в области электромагнитной совместимости.	9	1			2	6/1	0,25			4	ПК-2.2
1.20	Занятие «Обеспечение электромагнитной совместимости».	9		8		2	6/1		1		2	ПК-2.2
1.21	Лабораторная работа «Изучение энергетических показателей современных нагрузок»	9			1	2	6/1				4	ПК-2.2
1.22	Лабораторная работа «Изучение устройств защиты от сверхтока и измерения петли «фаза – нуль»	9			1	2	6/1				4	ПК-2.2
1.23	Изучение предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия электромагнитных полей (ЭМП)»	9			1	2	6/1				4	ПК-2.2
2.0	<b>Общая характеристика электрифицированной железной дороги как источника влияний.</b>											ПК-2.2
2.1	Механизмы влияния тяговой сети на смежные линии. Влияющие линии и подверженные влиянию линии. Особенности тяговой сети и принятые допущения. Простейшая линия и ее параметры. Модель однопроводной линии при сближении с контактной сетью.	9	2				6/1	0,5			2	ПК-2.2
2.2	Занятие «Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости».	9		2		2	6/1				4	ПК-2.2
2.3	Вводное занятие к лабораторному курсу. Правила выполнения лабораторных работ. Правила безопасности при выполнении	9			1		6/1				4	ПК-2.2

Код	Наименование разделов, тем видов работы	Очная форма				Заочная форма				Код индикатора достижения компетенции
		Се-местр	Часы			Курс/сессия	Часы			
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр	
	лабораторных работ. Описания лабораторных установок и программного обеспечения.									
2.4	Выполнение курсовой работы	9			16	6/1			4	ПК-2.2
<b>3.0</b>	<b>Особенности влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии.</b>									ПК-2.2
3.1	Электрическое влияние контактной сети при разных режимах заземления смежной линии. Определение наведенного напряжения при электрическом влиянии.	9	2			6/1	0,5		2	ПК-2.2
3.2	Занятие «Электрическое влияние контактной сети на смежные линии»	9		2	2	6/1		1	2	ПК-2.2
3.3	Лабораторная работа «Изучение работы рельсовых цепей в условиях канализации обратного тягового тока по рельсовой сети на электрифицированной железной дороге»	9			1	6/1			4	ПК-2.2
3.4	Магнитное влияние контактной сети при разных режимах заземления смежной линии. Взаимная индуктивность между контактной сетью и смежной линией. Экранирующее действие параллельно расположенных конструкций. Экранирующее действие рельсов. Экранирующее действие оболочки кабеля.	9	2			6/1	0,5		2	ПК-2.2
3.5	Занятие «Магнитное влияние контактной сети на смежные линии»	9		2		6/1		1	2	ПК-2.2
3.6	Лабораторная работа «Изучение заземления конструкций на тяговую рельсовую сеть»	9			1	6/1			4	ПК-2.2
3.7	Выполнение курсовой работы	9				12	6/1		4	ПК-2.2
<b>4.0</b>	<b>Гальваническое влияние тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии.</b>									ПК-2.2
4.1	Особенности гальванического влияния. Качественная картина влияния блуждающих токов на подземные сооружения. Гальваническое влияние на опоры контактной сети. Мероприятия по защите подземных сооружений от блуждающих токов.	9	2		2	6/1	0,5		2	ПК-2.2
4.2	Занятие «Гальваническое влияние тяговой сети».	9		2		6/1			4	ПК-2.2
<b>5.0</b>	<b>Суммирование напряжений разных видов влияния.</b>									ПК-2.2
5.1	Суммирование напряжений разных видов влияния. Расчет влияющего тока при коротком замыкании в тяговой сети. Расчет влияющего тока при вынужденном режиме.	9	2			6/1	0,5		2	ПК-2.2
5.2	Занятие «Расчеты влияющих токов контактной сети при коротком замыкании и вынужденном режим».	9			2	6/1			4	ПК-2.2
5.3	Лабораторная работа «Изучение защитных устройств в цепях заземления».	9			1	6/1			4	ПК-2.2
<b>6.0</b>	<b>Влияние контактной сети на смежные линии электропередачи.</b>									ПК-2.2
6.1	Общие проблемы влияния на смежные ЛЭП. Влияние контактной сети на однофазные линии электропередачи. Влияние контактной сети на трехфазные линии автоблокировки и продольного электроснабжения 6 – 10	9	2			6/1	0,5		2	ПК-2.2

Код	Наименование разделов, темы видов работы	Очная форма				Заочная форма				Код индикатора достижения компетенции		
		Се- местр	Часы			Курс/ сессия	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
	кВ. Особенности влияния тяговой сети переменного тока 2×25 кВ. Влияние контактной сети на линии ПР и ДПР. Резонансные эффекты в отключенных линиях продольного электроснабжения. Качество электроэнергии потребителей систем продольного электроснабжения ДПР											
6.2	Занятие «Влияние тяговой сети электрифицированной железной дороги на линии электропередачи».	9		2		1	6/1			4	ПК-2.2	
<b>7.0</b>	<b>Нормирование влияний.</b>										ПК-2.2	
7.1	Нормирование наведенных напряжений и токов. Нормы допустимых опасных и мешающих влияний.	9	2				6/1	0,5		2	ПК-2.2	
7.2	Занятие «Нормы опасных и мешающих влияний».	9		2			6/1			4	ПК-2.2	
7.3	Лабораторная работа «Изучение устройств защиты от импульсных перенапряжений»	9			1/1		6/1			1/1	4	ПК-2.2
7.4	Основные положения и допущения для расчета мешающих влияний. Разложение периодических токов и напряжений в ряд Фурье. Расчет магнитного мешающего влияния. Определение влияющих токов тяговой сети переменного тока. Спектральный состав тока выпрямительного электровоза. Определение влияющих токов тяговой сети постоянного тока. Спектральный состав напряжения на входе сглаживающих фильтров тяговых подстанций постоянного тока.	9	2				6/1	0,5			2	ПК-2.2
7.5	Занятие «Мешающие влияния на смежные линии».	9		2/2			6/1				4	ПК-2.2
7.6	Лабораторная работа «Изучение каскадного принципа защиты инфраструктуры от грозových и коммутационных перенапряжений»	9			1/1		6/1			1/1	4	ПК-2.2
7.7	Лабораторная работа «Изучение защиты устройств СЦБ от перенапряжений со стороны сети электропитания»	9			1/1		6/1			1/1	4	ПК-2.2
<b>8.0</b>	<b>Методы снижения влияний тяговой сети на смежные линии</b>											ПК-2.2
8.15	Относ смежной линии от электрифицированной железной дороги. Применение кабельной линии. Отсасывающие трансформаторы. Демпфирующие контуры. Сглаживающие фильтры тяговых подстанций постоянного тока. Защита от влияния грозových разрядников. Устройства защиты от импульсных перенапряжений. Защита от кратковременного индуктивного влияния контактной сети. Редукционные трансформаторы. Разделительные трансформаторы.	9	2				6/1	0,5			2	ПК-2.2
8.2	Занятие «Способы снижения влияний электрифицированной железной дороги на смежные линии».	9		2/2			6/1				4	ПК-2.2
8.3	Лабораторная работа «Изучение защиты устройств СЦБ от перенапряжений со стороны рельсовых цепей»	9			1/1		6/1			1/1	4	ПК-2.2
8.4	Выполнение курсовой работы	9				12	6/1				16	ПК-2.2

Код	Наименование разделов, тем видов работы	Очная форма				Заочная форма				Код индикатора достижения компетенции		
		Се- местр	Часы				Курс/ сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	Итого (без часов на промежуточную аттестацию)		34	34/4	17/4	95		8	8	4/4	178	
	/Экзамен/	9				36	6/2				18	ПК-2.2

### 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: оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет

### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% online
6.1.1.1	В. И. Шаманов	Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп.. - Текст : непосредственный	М. : ФГОУ УМЦ по образованию на ж.д. трансп., 2013	20
6.1.1.2	М. П. Бадер	Электромагнитная совместимость : учеб. для ВУЗов. - Текст : непосредственный	М. : УМК МПС, 2002	78

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% online
6.1.2.1	В. Н. Яковлев, В. И. Пантелеев, В. П. Суков ; ред. В. Н. Яковлев	Электромагнитная совместимость оборудования электроэнергетики и транспорта. - Текст : непосредственный	М. : МЭИ, 2010	12
6.1.2.2	К. Б. Кузнецов, А. С. Мишарин ; ред. К. Б. Кузнецов	Электробезопасность в электроустановках железнодорожного транспорта : учеб. пособ. для вузов ж. д. трансп.. - Текст : непосредственный	М. : Маршрут, 2005	97
6.1.2.3	А.В. Котельников, А. В. Наумов, Л.П. Слободянюк	Рельсовые цепи в условиях влияния заземляющих устройств. - Текст : непосредственный	М.:Транспорт, 1990	30
6.1.2.4	В. П. Закарюкин, М. Л. Дмитриева, А. В. Крюков	Электромагнитная совместимость и средства защиты [Электронный ресурс]: учебное пособие. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=598053">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=598053</a>	Москва : Директ-Медиа, 2020	100 % online
6.1.2.5	М. П. Бадер ; рец.: Ю. И. Жарков, А. В. Кузнецов, В. К. Лёвкин	Электромагнитная совместимость [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта. - <a href="https://umczdt.ru/books/44/18644/">https://umczdt.ru/books/44/18644/</a>	Москва : УМК МПС, 2002	100 % online

##### 6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% online
6.1.3.1	В. П. Закарюкин	Электромагнитная совместимость и средства защиты [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. - URL:	Иркутск : ИрГУПС, 2014	100 % online



		<a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E316%2F%D0%97%2D18%2D150635%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E316%2F%D0%97%2D18%2D150635%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.</a>		
6.1.3.2	В. П. Закарюкин	Электромагнитная совместимость и средства защиты [Электронный ресурс]: учебное пособие. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E316%2F%D0%97%2D18%2D835173%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E316%2F%D0%97%2D18%2D835173%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.</a>	Иркутск : ИрГУПС, 2014	100 % online
6.1.3.3	В. П. Закарюкин	Электромагнитная совместимость и средства защиты [Электронный ресурс]: методические указания к семинарским занятиям. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E316%2F%D0%97%2D18%2D447303%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E316%2F%D0%97%2D18%2D447303%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.</a>	Иркутск : ИрГУПС, 2016	100 % online
6.1.3.4	П. В. Новиков, А. Р. Христинич	Электромагнитная совместимость и средства защиты [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E3%2F%D0%9D%2073%2D659439156%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E3%2F%D0%9D%2073%2D659439156%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.</a>	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2022	100 % online
6.1.3.5	А. Е. Гаранин	Устройства защиты от импульсных перенапряжений в системах железнодорожной автоматики и телемеханики [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D656%2E25%2F%D0%93%2020%2D926443%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D656%2E25%2F%D0%93%2020%2D926443%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.</a>	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2013	100 % online
6.1.3.6	А. Е. Гаранин	Устройства защиты от импульсных перенапряжений в системах железнодорожной автоматики и телемеханики : методические указания к выполнению лабораторной работы. - Текст : непосредственный	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2013	50
6.1.3.7	А. Е. Гаранин	Электромагнитная совместимость и средства защиты [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E3%2F%D0%93%2020%2D914992%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E3%2F%D0%93%2020%2D914992%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20.</a>	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2019	100 % online

<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>	
6.2.1	Библиотека КрИЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irgups.ru/">http://irbis.krsk.irgups.ru/</a> . – Режим доступа: после авторизации. – Текст : электронный.
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» : электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – 2024. – URL: <a href="http://umczt.ru/books/">http://umczt.ru/books/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.3	Znanium : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва. 2011 – 2024. – URL: <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020. – URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.5	Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – 2024. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.6	Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – 2024. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
6.2.7	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: <a href="http://sdo1.krsk.irgups.ru/">http://sdo1.krsk.irgups.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL: <a href="https://company.rzd.ru/">https://company.rzd.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.9	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: <a href="http://denti.krw.rzd">http://denti.krw.rzd</a> . – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>	
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>	
6.3.1.1	MicrosoftWindowsVistaBusinessRussian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрено
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» [Электронный ресурс] : утв. зам. ген. дир. ОАО «РЖД» - гл. инженер С.А. Кобзев № 1285 от 05.12.2017.- <a href="http://irbis.krsk.irgups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1">http://irbis.krsk.irgups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1</a>

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых 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).
3	Учебная лаборатория «Электромагнитная совместимость и средства защиты»; г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И, корпус Т, ауд. Т-30, Т-30а
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы А-224, А-409, А-414, Л-203, Л-204, Л-214, Л-404, Л-410, Н-204, Н-207, Т-46, Т-5.
5	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия.</p> <p>Практические занятия в форме практической подготовки проводятся на учебном полигоне или на реальном оборудовании.</p> <p>Практическая подготовка – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательных программ в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.</p>
Лабораторная работа	<p>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</p>

	<p>всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет.</p> <p>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.</p> <p>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 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> <p>Лабораторные занятия в форме практической подготовки проводятся на учебном полигоне или на реальном оборудовании.</p> <p>Практическая подготовка – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательных программ в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения расчетно-графических / контрольных работ. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Расчетно-графические, контрольные, курсовые работы должны быть выполнены обучающимися в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль».</p> <p>Обучающийся заочной формы обучения выполняет контрольные работы по варианту, соответствующему последней цифре учебного номера (шифра) обучающегося.</p> <p>Перед выполнением контрольной работы обучающийся должен изучить теоретический материал и разобрать решения типовых задач, которые приводятся в</p>

	<p>пособиях. Работу необходимо выполнять аккуратно, любыми чернилами, кроме красных или оформлять в электронном виде. При выполнении работы обязательно должны быть подробные вычисления и четкие пояснения к решению задач. Решение задач необходимо приводить в той же последовательности, в какой они даны в задании с соответствующим номером, условие задачи должно быть полностью переписано перед ее решением. Решение каждой задачи должно заканчиваться словом «Ответ», если задача его предусматривает.</p>
Курсовая работа	<p>Целью выполнения курсовой работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных при освоении теоретического курса дисциплины, развитие навыков применения теории при решении инженерных задач по специальности. В процессе выполнения курсовой работы ставится конкретная инженерная задача анализа и синтеза технической системы. Обучающийся самостоятельно выполняет все основные этапы работы, используя учебно-методические пособия и рекомендованную литературу. В процессе проектирования по особому графику, преподаватель руководитель курсовой работы проводит консультации.</p> <p>В установленный преподавателем срок, обучающийся обязан предоставить оформленную работу в соответствии с Положением «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» для заключения о ее соответствии заданию и требованиям к оформлению. В случае если руководитель сделает вывод о невозможности допуска обучающегося к защите курсовой работы, последний обязан переработать материал в соответствии с замечаниями и вновь представить его на заключение.</p> <p>При подготовке к защите курсовой работы обучающийся составляет доклад, в котором формулируется задача на проектирование, изложены пути и методы решения, полученные результаты. По результатам заключения о качестве выполненной работы, доклада, ответам на вопросы проставляется оценка, которая заносится в ведомость и в зачетную книжку. Пояснительная записка, листы графического материала хранятся на кафедре.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет и Электронную библиотеку (ЭБ КрИЖТИрГУПС) <a href="http://irbis.krsk.ircups.ru">http://irbis.krsk.ircups.ru</a>.</p>	

**Приложение № 1 к рабочей программе  
Б1.О.31 Электромагнитная совместимость и средства защиты**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.О.31 Электромагнитная совместимость и средства защиты**

## **1 Общие положения**

Фонд оценочных средств является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонды оценочных средств предназначены для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а так же сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины (модуля) или прохождения практики;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения ОПОП; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## **2 Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.**

### **Программа контрольно-оценочных мероприятий.**

#### **Показатели оценивания компетенций, критерии оценки**

Дисциплина «Электромагнитная совместимость и средства защиты» участвует в формировании компетенций:

**ПК-2:** Способен использовать нормативно-технические документы для контроля качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, использовать технические средства для диагностики технического состояния систем

**Программа контрольно-оценочных мероприятий**

**очная форма обучения**

№ п.п.	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения)
<b>9 семестр</b>					
1	4-17	Текущий контроль	Раздел 1. Общая характеристика 1. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости. Раздел 2. Общая характеристика электрифицированной железной дороги как источника влияний. Раздел 3. Особенности влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 4. Гальваническое влияние тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 5. Суммирование напряжений разных видов влияния. Раздел 6. Влияние контактной сети на смежные линии электропередачи. Раздел 7. Нормирование влияний. Раздел 8. Методы снижения влияний тяговой сети на смежные линии	ПК-2.2	В рамках ПП**: защита лабораторных работ (устно, компьютерные технологии) В рамках ПП**: задачи и задания реконструктивного уровня (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
2	-	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 1. Общая характеристика 1. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости. Раздел 2. Общая характеристика электрифицированной железной дороги как источника влияний. Раздел 3. Особенности влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 4. Гальваническое влияние тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 5. Суммирование напряжений разных видов влияния. Раздел 6. Влияние контактной сети на смежные линии электропередачи. Раздел 7. Нормирование влияний. Раздел 8. Методы снижения влияний тяговой сети на смежные линии	ПК-2.2	Курсовая работа (защита, письменно) Собеседование (устно) Тестирование (компьютерные технологии)

\*\*ПП – практическая подготовка.



**Программа контрольно-оценочных мероприятий****заочная форма обучения**

№ п.п.	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>Курс 6, сессия 1</b>					
1	-	Текущий контроль	Раздел 1. Общая характеристика 1. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости. Раздел 2. Общая характеристика электрифицированной железной дороги как источника влияний. Раздел 3. Особенности влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 4. Гальваническое влияние тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 5. Суммирование напряжений разных видов влияния. Раздел 6. Влияние контактной сети на смежные линии электропередачи. Раздел 7. Нормирование влияний. Раздел 8. Методы снижения влияний тяговой сети на смежные линии	ПК-2.2	В рамках ПП**: защита лабораторных работ (устно, компьютерные технологии)
<b>Курс 6, сессия 2</b>					
2	-	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 1. Общая характеристика 1. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости. Раздел 2. Общая характеристика электрифицированной железной дороги как источника влияний. Раздел 3. Особенности влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 4. Гальваническое влияние тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии. Раздел 5. Суммирование напряжений разных видов влияния. Раздел 6. Влияние контактной сети на смежные линии электропередачи. Раздел 7. Нормирование влияний. Раздел 8. Методы снижения влияний тяговой сети на смежные линии	ПК-2.2	Курсовая работа (защита, письменно) Собеседование (устно) Тестирование (компьютерные технологии)

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

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся 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 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».

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.	Темы лабораторных работ и требования к их защите.
3	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности обучающихся.	Темы типовых групповых и (или) индивидуальных работ и типовое задание.
4	Задачи (задания) реконструктивного уровня	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;	Комплект задач и заданий реконструктивного уровня
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

6	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену
---	---------	---	---

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена.  
Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

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 решении задач 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 решении задач 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 решении задач 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 решении задач 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**

**Защита лабораторной работы**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена полностью самостоятельно. Показаны необходимые для проведения лабораторной работы теоретические знания, умения и навыки.
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата.

	Показаны необходимые для проведения лабораторной работы основные теоретические знания, умения и навыки.
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена в не обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполнена с посторонней помощью. Показаны знания основного теоретического материала. Слабые умения и навыки.
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты выполненной работы не позволяют сделать выводы о достигнутых результатах, полностью расходятся с поставленной целью. Показаны плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений и навыков.

### Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсового проекта (работы) полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
«хорошо»	Содержание курсового проекта (работы) полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
«удовлетворительно»	Содержание курсового проекта (работы) частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсового проекта (работы). Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются существенные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсового проекта (работы) допущены грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Продемонстрировано слабое знание теоретического материала, не способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы.
«неудовлетворительно»	Содержание курсового проекта (работы) в целом не соответствует заданию. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсового проекта (работы). Большое количество существенных ошибок, много грамматических и стилистических ошибок. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Продемонстрировано слабое знание теоретического материала, не способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы. Курсовой проект (работа) не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта (работы).

### Собеседование

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ

«хорошо»	Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий. Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	Не было попытки выполнить задание

### Задачи и задания реконструктивного уровня

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении заданий обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

### Тест

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

### Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

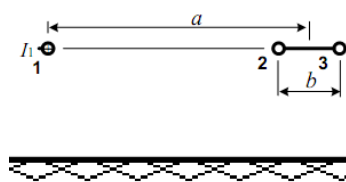
## 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Магнитное влияние при разных режимах заземления смежной линии
2. Взаимная индуктивность между контактной сетью и смежным проводом
3. Экранирующее действие параллельно расположенных проводников
4. Экранирующее действие рельсов
5. Экранирующее действие оболочки кабеля
6. Особенности гальванического влияния
7. Качественная картина влияния блуждающих токов на подземные сооружения
8. Гальваническое влияние на опоры контактной сети
9. Мероприятия по защите подземных сооружений от блуждающих токов
10. Суммирование напряжений разных видов влияния
11. Расчет влияющего тока при коротком замыкании в тяговой сети
12. Расчет влияющего тока при вынужденном режиме
13. Влияние контактной сети на однофазные линии электропередачи
14. Влияние контактной сети на трехфазные линии автоблокировки и продольного электроснабжения напряжением 6-10 кВ
15. Особенности влияния тяговой сети переменного тока 2×25 кВ
16. Влияние контактной сети на линии ПР и ДПР
17. Нормы допустимых опасных влияний
18. Нормы допустимых мешающих влияний
19. Разложение периодических токов и напряжений в ряд Фурье
20. Расчет магнитного мешающего влияния
21. Определение влияющих токов тяговой сети переменного тока для расчетов мешающего влияния
22. Спектральный состав тока выпрямительного электровоза
23. Определение влияющих токов тяговой сети постоянного тока
24. Спектральный состав напряжения на входе сглаживающих фильтров тяговых подстанций постоянного тока

### 3.2 Типовые практические задания к экзамену

1. Расчет взаимной индуктивности и наводимого напряжения. Для системы из провода 1 с током и смежной двухпроводной линии 2,3 рассчитать индукцию магнитного поля посередине между проводами смежной линии, магнитный поток между парой проводов, взаимную индуктивность и наводимую ЭДС на 1 км линии при частотах 50 Гц и 150 Гц.  $I_1 = 1000$  А;  $a = 35$  м;  $b = 1$  м.



2. Задача. Рассчитать величину продольной ЭДС в смежной линии при частоте 50 Гц, токе контактной сети 1000 А и удельной электропроводности земли 0.05 См/м, наводимой за счет магнитного влияния контактной сети переменного тока 1×25 кВ на смежную воздушную линию. Ширина сближения – 15 м и 100 м. Какие напряжения будут на смежной изолированной и на заземленной с одного конца линии длиной 25 км? Оценить величину продольной ЭДС на обесточенную и заземленную с одного конца контактную сеть от соседней контактной сети, ширину сближения принять равной 5.5 м. Построить график изменения продольной ЭДС с расстоянием.

3. Определить векторы наведенных напряжений на концах изолированного от земли смежного провода для вынужденного режима работы тяговой сети. Длина смежного провода 30 км, начало его совпадает с положением питающей тяговой подстанции, ширина сближения 25 м, длина МПЗ 45 км, в МПЗ три поезда. Удельная проводимость земли 0.05 См/м,

эквивалентная высота провода 8 м, погонное сопротивление тяговой сети  $0,2+j0,4$  Ом/км. Построить график зависимости тока контактной сети от координаты.

### 3.3 Задание на курсовую работу

1 Расчет напряженности электрического поля, создаваемого высоковольтными линиями переменного тока

1.1. Рассчитать по варианту, данному преподавателем:

- Эквивалентный радиус контактной сети и высоту подвески.
- Для двухпутного участка рассчитать напряженность электрического поля на уровне головы человека, стоящего на пути на разном расстоянии от оси первого пути (расстояние меняется в интервале от 0 до 8 м с шагом 0,5 м).
- Для этого же участка рассчитать напряженность электрического поля на уровне подвески контактного провода для различных расстояний от оси первого пути.
- Произвести такие же расчеты напряженности электрического поля на уровне головы человека 1,8 м, стоящего на земле для однопутного участка, при условии, что второй путь отсутствует и на уровне головы человека, работающего под напряжением с изолированной вышки.
- По результатам расчета построить кривые зависимости напряженности электрического поля от расстояния для всех четырех случаев.
- Сравнив максимальное расчетное значение напряженности электрического поля под контактным проводом на высоте 6,24 м на однопутном и двухпутном участке с допустимой нормой напряженности электрического поля 5 кВ/м, сделать вывод о возможности длительной работы людей под напряжением с изолированной вышки.

1.2. Рассчитать для заданного варианта для трехфазной линии сверхвысокого напряжения:

- напряженность электрического поля в плоскости, перпендикулярной ЛЭП, на различном расстоянии от ее оси (от средней фазы) под опорой и в середине пролета на уровне головы человека ( $y = 1,8$  м);
- Для трехфазной линии сверхвысокого напряжения: построить кривые зависимости напряженности электрического поля от удаления от оси ЛЭП по результатам расчета;
- Для трехфазной линии сверхвысокого напряжения: приняв за допустимое значение напряженности электрического поля  $E = 5$  кВ/м, определить безопасную зону длительного нахождения человека вблизи линии сверхвысокого напряжения.

2 Расчёт электромагнитной совместимости участка железной дороги и смежной линии

Для участка однопутной железной дороги между двумя смежными тяговыми подстанциями, электрифицированной на переменном токе 1х25 кВ, с рельсами Р-65, и расположенной параллельно ей двухпроводной воздушной линии связи необходимо выполнить следующее:

1. В соответствии с вариантом расчета изобразить расчетную схему для расчета опасных влияний.

2. Определиться с расчетными точками для расчета тока короткого замыкания и влияния его на смежную линию.

3. Рассчитать токи короткого замыкания и вынужденного режима, используя сопротивление тяговой сети. Определить величину эквивалентного влияющего тока вынужденного режима.

4. Рассчитать наводимые в смежной воздушной линии опасные напряжения при отсутствии нагрузок в тяговой сети, при коротком замыкании в тяговой сети и при вынужденном режиме для двух случаев: заземленный конец линии связи и изолированная от земли линия связи.

5. Определить необходимое увеличение расстояния между линией связи и электрифицированной железной дорогой, при котором опасные влияния на линию связи не будут превышать нормированных значений.

6. Рассчитать напряжение мешающего влияния на воздушную линию. Расчет проводить для случая расположения двухсекционного электровоза с суммарным потребляемым током 300А возле отключенного поста секционирования в середине фидерной зоны.

7. Сравнить расчетные величины с допустимыми значениями опасных и мешающих напряжений. Принять значения допустимых опасных напряжений при коротком замыкании равным 1500 В, при вынужденном режиме 60 В, допустимое мешающее напряжение 1,5 мВ. Если расчётные значения опасных и мешающих напряжений превышают допустимые значения, то необходимо в курсовом проекте предложить и рассмотреть различные мероприятия по снижению электромагнитного влияния.

### **3.4 Лабораторные работы**

Лабораторная работа №1 «Исследования электрических свойств грунта»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения проводимости грунта, исследовать проводимость различных грунтов.

Лабораторная работа №2 «Изучение основ заземления»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить измерения сопротивления заземления, исследовать сопротивление различных вариантов заземления.

Лабораторная работа №3 «Изучение индивидуального защитного комплекта Эп-4(0)»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить описание защитного комплекта, исследовать защитные свойства комплекта.

Лабораторная работа №4 «Изучение гармонического состава токов потребления современных нагрузок»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения на цифровом осциллографе, исследовать гармонический состав токов.

Лабораторная работа №5 «Исследование тока в нейтральном проводе трехфазной сети современных нагрузок».

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения для различных нагрузок трехфазной сети, исследовать ток в нейтральном проводе в зависимости от нагрузок.

Лабораторная работа №6 «Изучение энергетических показателей современных нагрузок»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения в цепи с различными нагрузками, рассчитать показатели для различных нагрузок.

Лабораторная работа №7 «Изучение устройств защиты от сверхтока и измерения петли «фаза – нуль»



(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения петли «фаза – нуль», исследовать устройства защиты от сверхтока.

Лабораторная работа №8 «Изучение предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия электромагнитных полей (ЭМП)»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения ЭМП, исследовать зависимость величины ЭМП от расстояния до проводника.

Лабораторная работа №9 «Изучение работы рельсовых цепей в условиях канализации обратного тягового тока по рельсовой сети на электрифицированной железной дороге»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения в рельсовых цепях, исследовать влияние обратного тягового тока на рельсовую цепь.

Лабораторная работа №10 «Изучение заземления конструкций на тяговую рельсовую сеть»

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения сопротивления заземления, исследовать сопротивление заземления реальных объектов.

Лабораторная работа №11 «Изучение защитных устройств в цепях заземления».

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить электрические измерения в цепях заземления с защитными устройствами, исследовать особенности срабатывания защитных устройств.

Лабораторная работа №12 «Изучение устройств защиты от импульсных перенапряжений», реализуется в форме практической подготовки

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить описание устройства защиты от импульсных перенапряжений, исследовать предел срабатывания устройства.

Лабораторная работа №13 «Изучение каскадного принципа защиты инфраструктуры от грозовых и коммутационных перенапряжений», реализуется в форме практической подготовки

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить каскадную схему защиты на стенде, исследовать работу схемы при различных модельных значениях перенапряжений.

Лабораторная работа №14 «Изучение защиты устройств СЦБ от перенапряжений со стороны сети электропитания», реализуется в форме практической подготовки

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить описание защитных устройств СЦБ, исследовать работу устройств при различных напряжениях питания.

Лабораторная работа №15 «Изучение защиты устройств СЦБ от перенапряжений со стороны рельсовых цепей», реализуется в форме практической подготовки

(трудовая функция М/02.6 Обеспечение рабочих мест материалами, деталями, измерительными приборами, защитными средствами, инструментом и приспособлениями, технической документацией)

Выполнить описание защитных устройств СЦБ, исследовать работу устройств при различных рельсовых цепей, сравнить с результатами предыдущей работы.

### 3.5 Типовые задачи и задания реконструктивного уровня

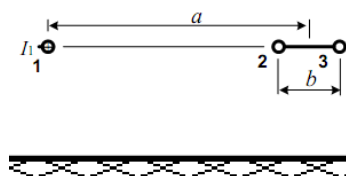
Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий (задач) реконструктивного уровня, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта заданий реконструктивного уровня по теме «Магнитное влияние контактной сети на смежную линию»

Предел длительности контроля – 40 минут.

Предлагаемое количество заданий – 3 задания.

Задание 1. Расчет взаимной индуктивности и наводимого напряжения. Для системы из провода 1 с током и смежной двухпроводной линии 2,3 рассчитать индукцию магнитного поля посередине между проводами смежной линии, магнитный поток между парой проводов, взаимную индуктивность и наводимую ЭДС на 1 км линии при частотах 50 Гц и 150 Гц.  $I_1 = 1000$  А;  $a = 35$  м;  $b = 1$  м.



Задание 2. Задача. Рассчитать величину продольной ЭДС в смежной линии при частоте 50 Гц, токе контактной сети 1000 А и удельной электропроводности земли 0.05 См/м, наводимой за счет магнитного влияния контактной сети переменного тока  $1 \times 25$  кВ на смежную воздушную линию. Ширина сближения – 15 м и 100 м. Какие напряжения будут на смежной изолированной и на заземленной с одного конца линии длиной 25 км? Оценить величину продольной ЭДС на обесточенную и заземленную с одного конца контактную сеть от соседней контактной сети, ширину сближения принять равной 5.5 м. Построить график изменения продольной ЭДС с расстоянием.

Задание 3. Определить векторы наведенных напряжений на концах изолированного от земли смежного провода для вынужденного режима работы тяговой сети. Длина смежного провода 30 км, начало его совпадает с положением питающей тяговой подстанции, ширина сближения 25 м, длина МПЗ 45 км, в МПЗ три поезда. Удельная проводимость земли 0.05 См/м, эквивалентная высота провода 8 м, погонное сопротивление тяговой сети  $0,2 + j0,4$  Ом/км. Построить график зависимости тока контактной сети от координаты.

Образец типового варианта заданий реконструктивного уровня, выполняемых в рамках практической подготовки, по теме «Мешающие влияния на смежные линии»

Предел длительности контроля – 40 минут.

Предлагаемое количество заданий – 2 задания.

Задание 1. Для прямоугольных импульсов, симметричных относительно оси времени, записать суммы рядов Фурье для ординат при делении периода на 3, 5 или 7 частей и для начала отсчета времени. Нарисовать график зависимости функции от времени. Определить относительную погрешность вычислений исходной функции для принятого ограничения числа членов ряда Фурье.

Задание 2. Для прямоугольных импульсов определить суммарный коэффициент гармонических составляющих и сравнить его и уровни отдельных гармоник с максимальными допустимыми значениями. Нарисовать график зависимости функции от времени.

Образец типового варианта заданий реконструктивного уровня,  
выполняемых в рамках практической подготовки,  
по теме «Способы снижения влияний электрифицированной железной дороги  
на смежные линии»

Предел длительности контроля – 40 минут.

Предлагаемое количество заданий – 2 задания.

Задание 1. Определить напряжения на проводах однофазной воздушной линии 230 В, питающейся от линии ДПР через трансформатор 27.5/0.23. Длина линии 4 км, ширина сближения 15 м. Ток контактной сети 300 А,  $\cos \varphi = 0.8$ , удельная проводимость земли 0.05 См/м. Расчеты провести для случаев заземления сначала одного, а потом другого зажима трансформатора, для разных питающих трансформатор фаз и для разных типов тяговых подстанций по фазировке.

Задание 2. Определить векторы напряжений рабочего режима на проводах ЛЭП-10 кВ, расположенной на опорах контактной сети однопутного участка железной дороги 1×25 кВ. Рассчитать напряжение на зажимах разомкнутого треугольника трансформатора НТМИ, подключенного к линии. Нарисовать схему подключения ЛЭП и НТМИ и векторную диаграмму напряжений на проводах линии.

### 3.6 Типовые контрольные задания для тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Контактные сети и линии электропередач»

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Индикатор	Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержания элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-2.2. Производит оценку взаимного влияния элементов системы обеспечения движения поездов и факторов, воздействующих на работоспособность и надёжность оборудования системы обеспечения движения поездов с использованием современных научно-обоснованных методик	Раздел 1. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости.	Термины и определения. Электромагнитное поле в проблеме электромагнитной совместимости. Влияние электромагнитных полей на электрооборудование и на человека. Характеристики помех.	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Классификация источников электромагнитных влияний. Источники узкополосных помех. Источники техногенных широкополосных помех. Статическое электричество. Коммутационные помехи. Разряд молнии как источник помех. Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Электромагнитная обстановка.	Знание Умение	16 – ОТЗ 16 – ЗТЗ
		Гальваническая связь между электрическими цепями. Емкостная	Знание Действие	17 – ОТЗ 17 – ЗТЗ

	связь. Гальваническая связь. Электромагнитное излучение. Методы испытаний источников помех. Контроль электромагнитных помех. Общие методы распознавания вида влияния и защиты. Защита от помех и обеспечение электромагнитной совместимости: электрические фильтры, ограничители напряжений (разрядники, варисторы, стабилитроны), электромагнитное экранирование. Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии. Стандартизация в области электромагнитной совместимости.		
Раздел 2. Общая характеристика электрифицированной железной дороги как источника влияний.	Механизмы влияния тяговой сети на смежные линии. Влияющие линии и подверженные влиянию линии. Особенности тяговой сети и принятые допущения. Простейшая линия и ее параметры. Модель однопроводной линии при сближении с контактной сетью.	Знание	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Раздел 3. Особенности влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии.	Электрическое влияние контактной сети при разных режимах заземления смежной линии. Определение наведенного напряжения при электрическом влиянии.	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Магнитное влияние контактной сети при разных режимах заземления смежной линии. Взаимная индуктивность между контактной сетью и смежной линией.	Знание Умение	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Экранирующее действие параллельно расположенных конструкций. Экранирующее действие рельсов. Экранирующее действие оболочки кабеля.	Знание Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Раздел 4. Гальваническое влияние тяговой сети электрифицированных железных дорог на смежные линии.	Особенности гальванического влияния.	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Качественная картина влияния блуждающих токов на подземные сооружения.	Знание Умение	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Гальваническое влияние на опоры контактной сети. Мероприятия по защите подземных сооружений от блуждающих токов.	Знание Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Раздел 5. Суммирование напряжений разных видов влияния.	Суммирование напряжений разных видов влияния.	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Расчет влияющего тока при коротком замыкании в тяговой сети.	Знание Умение	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Расчет влияющего тока при вынужденном режиме.	Знание Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Раздел 6. Влияние контактной сети на	Общие проблемы влияния на смежные ЛЭП. Влияние	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ

смежные линии электропередачи.	контактной сети на однофазные линии электропередачи.		
	Влияние контактной сети на трехфазные линии автоблокировки и продольного электроснабжения 6 – 10 кВ. Особенности влияния тяговой сети переменного тока 2×25 кВ.	Знание Умение	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Влияние контактной сети на линии ПР и ДПР. Резонансные эффекты в отключенных линиях продольного электроснабжения. Качество электроэнергии потребителей систем продольного электроснабжения ДПР.	Знание Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Раздел 7. Нормирование влияний.	Нормирование наведенных напряжений и токов. Нормы допустимых опасных и мешающих влияний.	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Основные положения и допущения для расчета мешающих влияний. Разложение периодических токов и напряжений в ряд Фурье. Расчет магнитного мешающего влияния. Определение влияющих токов тяговой сети переменного тока.	Знание Умение	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Спектральный состав тока выпрямительного электровоза. Определение влияющих токов тяговой сети постоянного тока. Спектральный состав напряжения на входе сглаживающих фильтров тяговых подстанций постоянного тока.	Знание Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Раздел 8. Методы снижения влияний тяговой сети на смежные линии	Относ смежной линии от электрифицированной железной дороги. Применение кабельной линии.	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Отсасывающие трансформаторы. Демпфирующие контуры. Сглаживающие фильтры тяговых подстанций постоянного тока.	Знание Умение	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
	Защита от влияния грозовых разрядников. Устройства защиты от импульсных перенапряжений. Защита от кратковременного индуктивного влияния контактной сети. Редукционные трансформаторы. Разделительные трансформаторы.	Знание Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
Итого			200 – ОТЗ 200 – ЗТЗ

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

Тест содержит 18 вопросов, в том числе 9 – ОТЗ, 9 – ЗТЗ.

Норма времени – 50 мин.

Образец типового теста содержит задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

- 1) Для ослабления постоянных магнитных полей используют
  - A) экраны из органических материалов
  - B) экраны из немагнитных металлов
  - C) экраны из диэлектриков
  - D) экраны из ферромагнитных материалов
- 2) Экран устанавливается
  - A) над источником и приемником помех
  - B) между источником и приемником помех
  - C) под источником и приемником помех
  - D) не имеет значения
- 3) Ограничители перенапряжений служат для:
  - A) снижения перенапряжений в электрических и информационно-электронных системах
  - B) повышения уровня питающего напряжения в электрических и информационно-электронных системах
  - C) удаления высших гармоник в электрических и информационно-электронных системах
  - D) нет верного ответа
- 4) Полезный сигнал в сигнальных цепях и линиях передачи данных:
  - A) может иметь широкий спектр частот
  - B) имеет только низкую частоту
  - C) имеет только высокую частоту
  - D) имеет только сверхнизкую частоту
- 5) Если сопротивления источника и приемника помех малы, то рекомендуется использовать \_\_\_\_\_ фильтр.
- 6) Если сопротивления источника и приемника помех велики, то рекомендуется использовать \_\_\_\_\_ фильтр.
- 7) Использование конденсатора в качестве помехоподавляющего элемента принципиально может быть ограничено:
  - A) величиной паразитной индуктивности
  - B) высокой стоимостью
  - C) габаритными размерами
  - D) высокой стоимостью и габаритными размерами
- 8) Эффект ограничения напряжения варисторами основан на том, что при превышении рабочего напряжения:
  - A) его сопротивление уменьшается на много порядков
  - B) его сопротивление увеличивается на много порядков
  - C) его индуктивность увеличивается на много порядков
  - D) нет верного ответа
- 9) Основными элементами пассивных фильтров являются \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
- 10) Сетевой фильтр свободно пропускает \_\_\_\_\_ частоты.
- 11) Рабочие токи и напряжения в сигнальных цепях и линиях передачи данных:
  - A) имеют низкую частоту
  - B) имеют высокую частоту
  - C) могут иметь широкий спектр частот
  - D) имеют сверхнизкую частоту
- 12) Принцип действия ограничителей перенапряжения базируется на использовании:

- A) резисторов, обладающих нелинейной вольт-амперной характеристикой
- B) емкостных делителей напряжения
- C) импульсных источников питания
- D) нет верного ответа

13) Влияние ВЛ на линии связи через гальваническую связь (полное сопротивление связи) обусловлено:

- A) протеканием в земле силовых токов
- B) наличием вокруг проводной ВЛ электрического поля
- C) прохождением части или всего переменного тока ВЛ по цепи провод-земля
- D) нет верного ответа
- E) наименьшая или такая же, как и у опор

14) Классическим видом заземления аналоговых и небыстродейственных цифровых устройств автоматизации является соединение в \_\_\_\_\_ .

15) Мероприятием по снижению проникновения помех является \_\_\_\_\_ развязка.

16) Электрические и магнитные поля измеряются при помощи \_\_\_\_\_ .

17) В середине пролета напряженность электрического поля под ЛЭП \_\_\_\_\_ .

18) Пребывание человека в электрическом поле без применения средств защиты не допускается, начиная с напряженности \_\_\_\_\_ кВ/м

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

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Средство контроля на практическом (семинарском) занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся.
Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.
Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности обучающихся.
Задачи и задания реконструктивного уровня	Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий

Тест	<p>Тестирование проводится по окончании изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структура итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.</p> <p>Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме зачета, так и в форме экзамена.</p> <p>Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом</p>
------	---

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена составляются 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:

- перечень теоретических вопросов к экзамену (зачету) для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к экзамену (зачету) для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к экзамену (зачету) для оценки навыков и (или)

опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к экзамену (зачету) обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

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

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена могут быть использованы результаты тестирования:

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся набрал при тестировании 60 и более баллов	Обучающийся к экзамену допущен
Обучающийся набрал при тестировании менее 60 баллов	Обучающийся к экзамену не допущен


Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем письменных ответов по билетам с дополнением устного собеседования. Экзаменационный билет содержит: три теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену.

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

На экзамене обучающийся берет экзаменационный билет. Для подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа на вопросы и задания экзаменационного билета преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Каждый вопрос (задание) экзаменационного билета оценивается по четырех балльной системе. Итоговая экзаменационная оценка вычисляется как среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос (задание). Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления. Итоговая экзаменационная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно) выставляется в экзаменационную ведомость и в зачетную книжку. Итоговая экзаменационная оценка неудовлетворительно выставляется только в экзаменационную ведомость.



## Образец экзаменационного билета

 202_ -202_ учебный год	Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Электромагнитная совместимость и средства защиты» СОД, 9 семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «СОД»КРИЖТ _____
<p>1. Виды влияния тяговой сети на смежные линии.</p> <p>2. Спектральный состав напряжения на входе сглаживающих фильтров тяговых подстанций постоянного тока.</p> <p>3. Расчет взаимной индуктивности и наводимого напряжения. Для системы из провода 1 с током и смежной двухпроводной линии 2, 3 рассчитать индукцию магнитного поля посередине между проводами смежной линии, магнитный поток между парой проводов, взаимную индуктивность и наводимую ЭДС на 1 км линии при частотах 50 Гц и 150 Гц. <math>I_1 = 1000</math> А; <math>a = 35</math> м; <math>b = 1</math> м.</p> 