

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-ae0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость электрических сетей

Уровень основной образовательной программы: **Магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Профиль: **Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	14	14	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	50	50	часов
4	Самостоятельная работа	94	94	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5	5	3.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

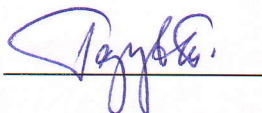
Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 года приказом №1403, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «29» 08 2016, протокол № 30.

Разработчики:

доцент каф. ТУ

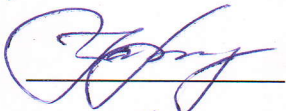
 Куксенко С. П.

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТУ

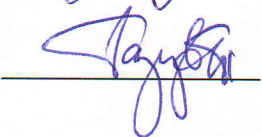
 Газизов Т. Р.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ

 Попова К. Ю.

Заведующий профилирующей и  
выпускающей каф. ТУ

 Газизов Т. Р.

Эксперты:

доцент каф. ТУ

 Булдаков А. Н.

доцент каф. ТОР

 Богомолов С. И.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

дать теоретические и практические знания по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) электрических сетей

### 1.2. Задачи дисциплины

- теоретические основы ЭМС электрических сетей
- практические рекомендации по обеспечению ЭМС электрических сетей
- оценка влияния техногенных электромагнитных полей

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость электрических сетей» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем.

Последующими дисциплинами являются: Электромагнитная совместимость оборудования электростанций.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-5 готовностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;
- ОПК-6 готовностью к обеспечению мероприятий по управлению качеством при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, а также в организационно-управленческой деятельности в организациях отрасли в соответствии с требованиями действующих стандартов, включая подготовку и участие в соответствующих конкурсах, готовностью и способностью внедрять системы управления качеством на основе международных стандартов;
- ПК-10 готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** теоретические основы ЭМС электрических сетей и особенности техногенного влияния электромагнитных полей на живые организмы
- **уметь** интерпретировать результаты научных исследований и обеспечивать мероприятия по управлению качеством при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ
- **владеть** навыками обеспечения ЭМС электрических сетей и навыками работы с нормативной документацией в области ЭМС электрических сетей

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	50	50
Лекции	14	14
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	94	94

Проработка лекционного материала	28	28
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	28	28
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	38	38
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Источники электромагнитных помех в электрических сетях	2	4	8	14	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
2	Особенности практической реализации методов снижения помех в электрических сетях	2	8	14	24	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
3	Стандарты, руководящие документы, методические указания в области ЭМС электрических сетей	2	0	32	34	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
4	ЭМС систем релейной защиты и технологического управления	2	4	8	14	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
5	ЭМС сетей электроснабжения зданий	2	12	16	30	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
6	ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей	2	0	4	6	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
7	Техногенное влияние электромагнитных полей	2	8	12	22	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	14	36	94	144	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

1 семестр			
1 Источники электромагнитных помех в электрических сетях	Общие положения. Объекты, создающие электромагнитные помехи. Естественные электромагнитные помехи. Переходные процессы при ударах молнии. Коммутационные процессы в цепях высокого напряжения. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием электростанций. Радиочастотные поля. Разряды статического электричества. Электромагнитные помехи, вызванные магнитным полем Земли.	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	2	
2 Особенности практической реализации методов снижения помех в электрических сетях	Основные концепции выполнения заземления и прокладки кабелей. Рекомендации по выполнению на ПС высокого напряжения. Рекомендации для электрических подстанций. Природа возникновения и уровни помех на электрических подстанциях. Некоторые особенности проектирования заземляющих систем КРУЭ.	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	2	
3 Стандарты, руководящие документы, методические указания в области ЭМС электрических сетей	Основные положения стандартов, руководящих документов и методических указаний ПАО Россети, министерства энергетики и пр. в области ЭМС электрических сетей	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	2	
4 ЭМС систем релейной защиты и технологического управления	Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства. Кабели систем релейной защиты и технологического управления (Трассы прокладки, заземление экранов, напряжение и токи в экранах, электробезопасность в тоннелях).	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	2	
5 ЭМС сетей электроснабжения зданий	Общая характеристика схем сетей электроснабжения. Схемы защит от перенапряжений. Устройства для выравнивания потенциалов и ограничения перенапряжений. Применение зонной концепции ограничения перенапряжений в сетях электроснабжения напряжением до 1000 В.	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10

	Итого	2	
6 ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей	Статический преобразователь как источник гармоник и другие источники гармоник. Влияние гармоник на системы электроснабжения. Нормирование гармоник в электрических сетях. Показатели качества электрической энергии. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов.	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	2	
7 Техногенное влияние электромагнитных полей	Роль электрических процессов в функционировании живых организмов. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту. Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей. Анализ электрических и магнитных полей воздушных линий электропередачи высокого напряжения, проходящих в населенных районах. Экологическое влияние коронного разряда. Влияние линий электропередачи на линии связи.	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	2	
Итого за семестр		14	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1	Электромагнитная совместимость оборудования электростанций					+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОК-5	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Компонент своевременности, Расчетная работа
ОПК-6	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Компонент своевременности, Расчетная работа
ПК-10	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Компонент своевременности, Расчетная работа

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

#### 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

#### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Источники электромагнитных помех в электрических сетях	Расчёт электрического поля проходного изолятора.	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	4	
2 Особенности практической реализации методов снижения помех в электрических сетях	Изучение поверхностного эффекта и эффект близости в плоских шинах	2	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Расчет заземлителя.	4	
	Расчет электромагнитного экрана	2	
	Итого	8	
4 ЭМС систем релейной защиты и технологического управления	Пример расчета электрического поля в концевой кабельной муфте.	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Итого	4	
5 ЭМС сетей электроснабжения	Расчета поля в ограничителе	4	ОК-5,

зданий	перенапряжений на основе оксида цинка.		ОПК-6, ПК-10
	Расчет тока вторичной обмотки импульсного трансформатора	4	
	Растекание токов с заземлителей	4	
	Итого	12	
7 Техногенное влияние электромагнитных полей	Расчет распределения напряженности электрического поля вокруг линии передачи.	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10
	Определение наиболее благоприятного места подвеса оптического кабеля на опорах линии электропередачи	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Источники электромагнитных помех в электрических сетях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10	Компонент своевременности, Контрольная работа, Расчетная работа, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Особенности практической реализации методов снижения помех в электрических сетях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10	Компонент своевременности, Контрольная работа, Расчетная работа, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
3 Стандарты, руководящие документы, методические указания в	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	28	ОПК-6, ПК-10, ОК-5	Компонент своевременности, Контрольная работа, Экзамен



области ЭМС электрических сетей	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	32		
4 ЭМС систем релейной защиты и технологического управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10	Компонент своевременности, Контрольная работа, Расчетная работа, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 ЭМС сетей электроснабжения зданий	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10	Компонент своевременности, Контрольная работа, Расчетная работа, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	16		
6 ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей	Проработка лекционного материала	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10	Компонент своевременности, Контрольная работа, Экзамен
	Итого	4		
7 Техногенное влияние электромагнитных полей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-6, ПК-10	Компонент своевременности, Контрольная работа, Расчетная работа, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		94		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		130		

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на	Всего за семестр
-------------------------------	--	---	--	------------------

			конец семестра	
1 семестр				
Компонент своевременности	5	5	5	15
Контрольная работа	7	8	10	25
Расчетная работа	10	10	10	30
Итого максимум за период	22	23	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	45	70	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Красовский, В.С. Топливо-энергетический комплекс: трансформация терминов и определений. Словарь-справочник [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Красовский, В.М. Таран, К.А. Иноземцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 213 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71881](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71881)

2. Кашкаров, А.П. Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 136 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3021](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3021)

3. Васильева, Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2015.

— 152 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63231)

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Михеев, Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 297 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61009](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61009)

2. Косоухов, Ф.Д. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке [Электронный ресурс] : монография / Ф.Д. Косоухов, Н.В. Васильев, А.Л. Борошнин [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 280 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=75512](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75512)

3. Куско А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии [Электронный ресурс] : / Куско А., Томпсон М. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 334 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61010](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61010)

4. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 396 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2767](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2767)

### **12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работе студентов: Юндин, М.А. Токовая защита электроустановок [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 280 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1802](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1802)

2. Программное обеспечение для проведения практических занятий: ELCUT Студенческий [Электронный ресурс]. - [http://elcut.ru/down61\\_r.htm](http://elcut.ru/down61_r.htm)

3. Пособие для проведения практических занятий: руководство пользователя программного обеспечения Elcut Студенческий [Электронный ресурс]. - [http://elcut.ru/free\\_doc\\_r.htm](http://elcut.ru/free_doc_r.htm)

### **12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. [www.энергосайт.рф/](http://www.энергосайт.рф/)

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитория с меловой доской, мультимедийным оборудованием и персональными компьютерами с установленными специализированным программным обеспечением для проведения лекционных и практических занятий.

### **14. Фонд оценочных средств**

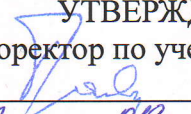
Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

### **15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
 П. Е. Троян  
«13» 09 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Электромагнитная совместимость электрических сетей**

Уровень основной образовательной программы: **Магистратура**  
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
Профиль: **Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**  
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**  
Курс: **1**  
Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– доцент каф. ТУ Куксенко С. П.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОК-5	готовностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	<p>Должен знать теоретические основы ЭМС электрических сетей и особенности техногенного влияния электромагнитных полей на живые организмы;</p> <p>Должен уметь интерпретировать результаты научных исследований и обеспечивать мероприятия по управлению качеством при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ;</p> <p>Должен владеть навыками обеспечения ЭМС электрических сетей и навыками работы с нормативной документацией в области ЭМС электрических сетей;</p>
ОПК-6	готовностью к обеспечению мероприятий по управлению качеством при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, а также в организационно-управленческой деятельности в организациях отрасли в соответствии с требованиями действующих стандартов, включая подготовку и участие в соответствующих конкурсах, готовностью и способностью внедрять системы управления качеством на основе международных стандартов	
ПК-10	готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к

			обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОК-5

ОК-5: готовностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Теоретические аспекты ЭМС электрических сетей, необходимые для дальнейшего успешного выполнения учебной, научной и практической деятельности, а также при выполнении исследовательских и проектных работ	Использовать навыки обеспечения ЭМС электрических сетей на практике при организации исследовательских и проектных работ	Навыками практического моделирования и обеспечения ЭМС электрических сетей
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализирует связи между различными физическими понятиями в области ЭМС электрических сетей при организации исследовательских и проектных работ;</li> <li>• обосновывает выбор</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно применяет методы моделирования и обеспечения ЭМС электрических сетей при организации исследовательских и проектных работ;</li> <li>• корректно выражает и аргументировано</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способен руководить междисциплинарной командой по разработке рекомендаций в области обеспечения ЭМС электрических сетей;</li> </ul>

	метода и план решения практических задач;	обосновывает положения в области ЭМС электрических сетей;	
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• понимает связи между различными физическими понятиями в области ЭМС электрических сетей, необходимые при организации исследовательских и проектных работ;</li> <li>• свободно владеет специальной терминологией в области ЭМС электрических сетей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно подбирает методы моделирования и способы обеспечения ЭМС электрических сетей при организации исследовательских и проектных работ;</li> <li>• корректно выражает и аргументировано обосновывает положения в области ЭМС электрических сетей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• компетентен в различных аспектах моделирования и обеспечения ЭМС электрических сетей при работе в междисциплинарной команде;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных понятий ЭМС электрических сетей;</li> <li>• воспроизводит основные факты ЭМС электрических сетей, необходимые при организации исследовательских и проектных работ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет работать со справочной литературой;</li> <li>• умеет представлять результаты своей работы при организации исследовательских и проектных работ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• компетентен в основных аспектах моделирования и обеспечения ЭМС электрических сетей при решении типовых задач;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: готовностью к обеспечению мероприятий по управлению качеством при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, а также в организационно-управленческой деятельности в организациях отрасли в соответствии с требованиями действующих стандартов, включая подготовку и участие в соответствующих конкурсах, готовностью и способностью внедрять системы управления качеством на основе международных стандартов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Теоретические аспекты ЭМС электрических сетей, необходимые для проведения проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ	Использовать навыки моделирования ЭМС элементов электрических сетей на практике в соответствии с требованиями действующих стандартов	Навыками моделирования ЭМС элементов электрических сетей при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ том числе, а также при подготовке заявок и

			участии в соответствующих конкурсах
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализирует связи между различными физическими понятиями в области ЭМС электрических сетей;</li> <li>• математически обосновывает выбор метода и план решения задачи при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно применяет методы моделирования и обеспечения ЭМС электрических сетей;</li> <li>• корректно выражает и аргументировано обосновывает положения в области ЭМС электрических сетей в соответствии с требованиями действующих стандартов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способен руководить междисциплинарной командой при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ по разработке рекомендаций в области ЭМС электрических сетей;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• понимает связи между различными физическими понятиями в области ЭМС электрических сетей;</li> <li>• свободно владеет специальной терминологией в области ЭМС электрических сетей при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно подбирает методы моделирования и обеспечения ЭМС элементов электрических сетей;</li> <li>• корректно выражает и аргументировано обосновывает положения в области ЭМС электрических сетей в соответствии с требованиями действующих стандартов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• компетентен в различных аспектах ЭМС электрических сетей при работе в междисциплинарной команде при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ;</li> </ul>



Удовлетворительный (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных понятий теории ЭМС электрических сетей;</li> <li>• воспроизводит основные факты ЭМС, электрических сетей необходимые при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет работать со справочной литературой и нормативной документацией;</li> <li>• умеет представлять результаты своей работы в соответствии с требованиями действующих стандартов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• компетентен в основных аспектах ЭМС электрических сетей при решении типовых задач в ходе проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ;</li> </ul>
--	--	---	---

### 2.3 Компетенция ПК-10

ПК-10: готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	особенности составления обзоров, отчетов, публикаций разработки практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований	составлять обзоры и отчеты, подготавливать публикации и разрабатывать практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований	навыками составления обзоров и отчетов, подготовки публикаций и разработки практических рекомендаций
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• последовательность составления обзоров и отчетов и подготовки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать и аргументировано обосновывать</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками корректного представления</li> </ul>

	публикаций; • методики разработки рекомендаций по использованию результатов научных исследований;	рекомендации по практическому использованию полученных результатов; • составлять обзоры, формировать отчеты и подготавливать публикации ;	информации; • навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций по использованию результатов научных исследований;
Хорошо (базовый уровень)	• методики разработки рекомендаций; • методики разработки рекомендаций по использованию результатов научных исследований;	• разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов; • составлять обзоры, формировать отчеты и подготавливать публикации ;	• навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций по использованию результатов научных исследований;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• методики разработки рекомендаций по использованию результатов научных исследований;	• составлять обзоры, формировать отчеты и подготавливать публикации ;	• навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций по использованию результатов научных исследований;

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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, в следующем составе.

#### 3.1 Экзаменационные вопросы

– 1. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием электрических подстанций. 2. Расчет тока заземлителей. 3. Зонная концепция молниезащиты зданий.

– 1. Выравнивание потенциалов внутри одной защитной зоны. 2. Особенности ЭМС на ПС. 3. Эффект близости в плоских шинах.

#### 3.2 Темы контрольных работ

- Источники электромагнитных помех на электрических подстанциях
- Особенности ЭМС на электрических подстанциях
- Влияние линий электропередачи на каналы связи

#### 3.3 Темы расчетных работ

– 2. Расчет электрического поля в концевой кабельной муфте. Исходные данные. Относительная диэлектрическая проницаемость воздуха  $\epsilon = 1$ . Относительная диэлектрическая проницаемость изоляции  $\epsilon = 2$ . Относительная диэлектрическая проницаемость оболочки  $\epsilon = 1.2$ . Относительная диэлектрическая проницаемость выравнивающей трубки - нелинейная, зависит от напряженности поля  $E$ . Напряжение  $U = 4$  кВ. Задание. Полупроводящая выравнивающая трубка используется для выравнивания электрического поля в месте обрыва кабельной изоляции. Требуется оценить степень уменьшения максимальной напряженности поля при использовании трубки.

– 1. Растекание токов с заземлителей. Задание. Исследовать поле вертикального стержневого заземлителя заданного размера при различной глубине залегания ( $H=0, 0.25 \text{ м}, 0.5 \text{ м}$ ) в однородном грунте заданной проводимости. Оценить влияние неоднородности грунта для стержневого заземлителя, расположенного у поверхности земли. Сопоставить рассмотренные варианты и дать рекомендации по использованию.

#### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

##### **4.1. Основная литература**

1. Красовский, В.С. Топливо-энергетический комплекс: трансформация терминов и определений. Словарь-справочник [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Красовский, В.М. Таран, К.А. Иноземцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 213 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71881](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71881)

2. Кашкаров, А.П. Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 136 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3021](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3021)

3. Васильева, Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2015. — 152 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63231)

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Михеев, Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 297 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61009](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61009)

2. Косоухов, Ф.Д. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке [Электронный ресурс] : монография / Ф.Д. Косоухов, Н.В. Васильев, А.Л. Борошнин [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 280 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=75512](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75512)

3. Куско А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии [Электронный ресурс] : / Куско А., Томпсон М. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 334 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61010](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61010)

4. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 396 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2767](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2767)

##### **4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельно работе студентов: Юндин, М.А. Токовая защита электроустановок [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 280 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1802](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1802)

2. Программное обеспечение для проведения практических занятий: ELCUT Студенческий [Электронный ресурс]. - [http://elcut.ru/down61\\_r.htm](http://elcut.ru/down61_r.htm)

3. Пособие для проведения практических занятий: руководство пользователя программного обеспечения Elcut Студенческий [Электронный ресурс]. - [http://elcut.ru/free\\_doc\\_r.htm](http://elcut.ru/free_doc_r.htm)

##### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. [www.энергосайт.рф/](http://www.энергосайт.рф/)