

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ

Энергетики



Энергетики  
доцент  
А.А.Шевченко  
2020 г.

**Б1.В.1.26 «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ»**

**Направление подготовки**  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**Направленность подготовки**  
**Электроснабжение**  
*наименование профиля подготовки*

**Уровень высшего образования**  
**Бакалавриат**

**Форма обучения**

**очная**

*очная или заочная*

**Краснодар**  
**2020**

Рабочая программа дисциплины Б1.В.1.26 «Электромагнитная совместимость» разработана на основе ФГОС ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 28 февраля 2018 г. № 144

Утверждена на заседании Совета Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина 27.04.2020 года

Автор:

Д-р техн. наук, профессор

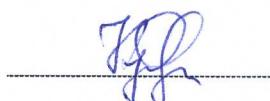


В.В.Тропин

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры применения электрической энергии от 16.03.2020 г., протокол № 25.

Заведующий кафедрой

канд. техн. наук, доцент



А.Г. Кудряков

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета Энергетики, протокол от 24.04. 2020 г. № 9

Председатель

методической комиссии

канд. техн. наук, профессор



И.Г. Стрижков

Руководитель

основной профессиональной

образовательной программы

канд. техн. наук, доцент



А.Г.Кудряков

## **1. Цели освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины Б1.В.1.ДВ.02.01. «Электромагнитная совместимость» является формирование комплекса знаний об организационных, научных и методических основах науки об электромагнитной совместимости в электроэнергетике, а также, - сформировать необходимые умения и навыки, требующиеся инженеру-электрику по анализу и синтезу современных измерительных средств и преобразовательных устройств по повышению электромагнитной совместимости элементов систем электроснабжения, в том числе и по качеству электроэнергии в электрических сетях.

**Задачи:**

- изучить источники помех и возможные значения параметров помех на объектах электроэнергетики, особенности распространения помех от источников к рецепторам, параметры восприимчивости оборудования к помехам, методы и средства подавления помех и защиты от помех, методы и средства измерений помех;
- уметь пользоваться нормативными документами РФ, регламентирующими требования по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии, решать задачи прогнозирования уровня помех от основных источников, оценивать изменение параметров помех при распространении по сети, принимать решения по обеспечению электромагнитной совместимости, оценивать уровни помех в электрических сетях по стандартным методикам;
- владеть методами расчета параметров помех, создаваемых на объекте электроэнергетики, методами расчета устройств изменения параметров помех при их распространении.
- иметь представление о требованиях нормативных документов Гостехнадзора РФ по ЭМС, об искусственных радиоэлектронных помехах, о комплексной оценке воздействия на оборудование и человека нескольких помех одновременно, о возможных последствиях воздействия на электрооборудование радиации.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

**Планируемые результаты освоения компетенций  
с учетом профессиональных стандартов**

Компетенция	Категории			Название обобщенной трудовой функции
	знать	уметь	трудовые действия	
УК-2 -Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Методики определения параметров технического состояния оборудования и его оценки</li> <li>- Методы анализа качественных показателей работы оборудования подстанции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализировать и прогнозировать <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации воздушных линий электропередачи</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи</li> </ul>	ОТФ 3.1 ТФ 3.1.1

Планируемые результаты освоения компетенций соответствуют обобщённым трудовым функциям (ОТФ):

- «Инженерно – техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций» профессионального стандарта «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей», утв. Приказом Минтруда РФ № 1177н от 29.12.2015г.;
- «Инженерно – техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи» профессионального стандарта «Работник по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи», утв. Приказом Минтруда РФ №1178н от 29.12.2015 г.;
- «Инженерно – техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи» профессионального стандарта «Работник по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи», утв. Приказом Минтруда РФ №1178н от 29.12.2015 г.

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Б1.В.1.26 «Электромагнитная совместимость» является дисциплиной формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль "Электроснабжение" в соответствии с ФГОС ВО 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

#### 4. Объем дисциплины 108 часов, 3,0 зачетных единиц)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	57	-
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	56	-
- лекции	20	-
-практические	36	-
- лабораторные	-	-
— внеаудиторная	-	-
— зачет	1	-
— экзамен	-	-
\	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	51	-
в том числе:		
— курсовая работа (проект)	-	-
— прочие виды самостоятельной работы	-	-
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>-</b>

#### 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают зачёт.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5 семестре.

**Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения**

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Предмет и задачи курса, дисциплины, связь курса со смежными дисциплинами. Помехи. Их уровень и влияния. Логарифмические относительные	УК-2	5	2	4	-	4

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекци и	Практиче ские занятия	Лаборат орные занятия	Самостоя тельная работа
	характеристики. Способы описания и основные параметры помех в частотной и временной областях.						
2	. Спектры периодических и импульсных процессов. Источники узкополосных помех. Помехи в сетях электроснабжения. .	УК-2	5	2	4	-	4
3	Источники широкополосных помех Автомобильные устройства зажигания. Газоразрядные лампы. Коллекторные двигатели. Разряды статического электричества. Коммутация тока в индуктивных цепях и на срезах тока.	УК-2	5	2	4	-	4
4	Переходные процессы в сетях низкого и высокого напряжения. Электромагнитный импульс молнии. Механизмы возникновения помех Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления Кондуктивное (емкостное) влияние Контуры с общим проводом системы опорного потенциала	УК-2	5	2	4	-	4
5	Кондуктивное (емкостное) влияние молнии	УК-2	5	2	4	-	4

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекци и	Практиче ские занятия	Лаборат орные занятия	Самосто тельная работа
	Индуктивное влияние и воздействие электромагнитного излучения Мероприятия по подавлению помех Пасивные системы подавления. Фильтры сигнальных цепей. Сетевые фильтры.						
6	Активные системы подавления. Ограничители перенапряжений. Экранирование приборов и помещений. Экраны кабелей. Разделительные элементы. ЭМС на объектах электроэнергетики Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки (ЭМО). Исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте и сравнение полученных значений с допустимыми уровнями.	УК-2	5	2	4	-	4
7	Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты. Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при	УК-2	5	2	4	-	7

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекци и	Практиче ские занятия	Лаборат орные занятия	Самостоя тельная работа
	коммутациях и коротких замыканиях Импульсные помехи при ударах молнии. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Разряды статического электричества						
8	Магнитные поля промышленной частоты. Импульсные магнитные поля. ЭМС в узлах нагрузок электрических сетей. Стандарты на качество напряжения сети и электроэнергии. Применение метода симметричных составляющих для описания основных показателей качества электроэнергии.	УК-2	5	2	4	-	7
9	Баланс активной и реактивной мощностей при несимметрии Влияние несимметрии на измерения мощности и энергии. Влияние высших гармоник на энергетические потери в сети. Расчёты схем Штейнмеца, компенсирующих токи нулевой и обратной последовательностей.	УК-2	5	2	2	-	7
10	Параметрические и функциональные устройства коррекции режима сети. Силовые	УК-2	5	2	2	-	6

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекци и	Практиче ские занятия	Лаборат орные занятия	Самостоя тельная работа
	фильтры высших гармоник. Статические полупроводниковые устройства. Подавление фликера. Экологические аспекты электромагнитной совместимости Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей. Нормативная база за рубежом и в РФ.						
Итого				20	36	-	51

**Заочная форма обучения отсутствует.**

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Методические указания (собственные разработки)**

1. Электромагнитная совместимость / Сазыкин В.Г., А.Г. Кудряков, В.В. Тропин // Учебное пособие – Краснодар: КубГАУ, 2015 г. – 211 с.
2. Конспект лекций по курсу «Электромагнитная совместимость»/ Тропин В.В. – КубГАУ , 2018 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

3..Конспект практических занятий по курсу «Электромагнитная совместимость» /Кучеренко Д.Е., Тропин В.В. – КубГАУ , 2018 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

### *6.2 Литература для самостоятельной работы*

1. Сазыкин, В. Г. **Электромагнитная совместимость в системах электроснабжения** [Текст]: учебное пособие / В. Г. Сазыкин. – Норильск: Норильский индустриальный институт, 2005. – 211 с.
2. **Синтез фильтрокомпенсирующих устройств для систем электроснабжения** / БоярскаяН.П., ДовгунВ.П., ЕгоровД.Э. и др. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 192 с.: ISBN 978-5-7638-3122-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550611>
4. Лукутин, Б. В. **Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями**: Учебное пособие / Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 120 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/675277>
5. Тремясов, В. А. **Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения**: Монография / Тремясов В.А., Кенден К.В. - Краснояр.:СФУ, 2017. - 208 с.: ISBN 978-5-7638-3539-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/974490>
6. **Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения**: Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 168 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976989>

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО**

Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
Шифр и наименование компетенции УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	

Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
Указываются номер семестра по возрастанию	Указываются последовательно дисциплины, практики
2	Правоведение
3	Использование возобновляемой энергетики
4	Прикладная механика Основы цифровизации и оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике
5	<b>Электромагнитная совместимость</b>
6	Электрическое освещение
8	Техника высоких напряжений
8	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

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

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное Средство
	«неудовлетворительно» минимальный не достигнут	«удовлетворительно» минимальный (пороговый)	«хорошо» средний	«отлично» высокий	
УК- 2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений					

<b>Знать:</b> в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, а также ожидаемые результаты решения выделенных задач	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует вющем программе подготовки, без ошибок	Реферат Доклад  Задания лабораторных работ Зачёт
---	---	--	---	---	--

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное Средство
	«неудовлетворительно» минимальный не достигнут	«удовлетворительно» минимальный (пороговый)	«хорошо» средний	«отлично» высокий	
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</li> <li>Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач</li> </ul>	<p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</li> <li>Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач</li> </ul>	<p><b>Умеет на низком уровне:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</li> <li>Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач</li> </ul>	<p><b>Умеет на достаточном уровне:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</li> <li>Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач</li> </ul>	<p><b>Умеет на высоком уровне:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</li> <li>Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач</li> </ul>	<p>Тестовые задания</p> <p>Реферат</p> <p>Доклад</p> <p>Задания лабораторных работ</p> <p>Зачёт</p>

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное Средство
	«неудовлетворительно» минимальный не достигнут	«удовлетворительно» минимальный (пороговый)	«хорошо» средний	«отлично» высокий	
<b>Владеть:</b> способностью формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определять ожидаемые результаты решения выделенных задач	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Доклад Задания лабораторных работ Зачёт

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО**

### 7.3.1 Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

**7.3.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО**

Тематика заданий к контрольной работам установлена в соответствии с фондом оценочных средств .

**Пример 1-го варианта** самостоятельной контрольной работы:

1. Определить амплитуду 3-й гармоники тока сети, имеющего форму меандра амплитудой 10,0 А и частотой 100 Гц.

2. Определить величину напряжения обратной последовательности в сети 0,4 кВ с питающим трансформатором 10/0,4 кВ мощностью 160 кВА, напряжением короткого замыкания 6,0% , вызванную действием однофазной активной нагрузки мощностью 10 кВт, включённой на линейное напряжение.

3. Определить параметры схемы Штейнмеца, которую необходимо установить в сети с параметрами предыдущей задачи, чтобы полностью симметрировать токи фаз.

Критерии оценки решения контрольного задания:

- отлично – решены три задачи;
- хорошо – решены две задачи, правильных ход решения в 3-й задачи;
- удовлетворительно – решены две задачи;
- неудовлетворительно – нерешены две задачи.

**Самостоятельную работу**, после предварительной проверки преподавателем, защищает индивидуально каждый студент.

Пример вопросов по проверке остаточных знаний студентов по разделу №1. Помехи (рубежный контроль) -

1. Помеха отличается от сигнала тем, что:

- 1 – не содержит информации;
- 2 – меньше по мощности;
- 3 – больше мощности;
- 4 – имеет более широкий спектр.

2. Уровень помехи определяется:

- 1 - в вольтах;
- 2 – в милиамперах;
- 3 – в ваттах;
- 4 - в децибеллах.

3. Помеха влияет на:

- 1 – качество электроэнергии;
- 2 – количество активной электроэнергии;
- 3 – относительное значение активной электроэнергии;
- 4 – активное сопротивление генератора.

4. Логарифмические характеристики оценивают:

- 1 – относительный уровень сигнала;
- 2 – абсолютный уровень сигнала;
- 3 – суммарный уровень сигнала;
- 4 – разностный уровень сигнала.

5. Основные типы электромагнитных помех в частотной форме:

- 1 - узкополосные и широкополосные;
- 2 - противофазные и ортогональные;
- 3 – синфазные и парафазные;
- 4 – импульсные и непрерывные.

## • Темы рефератов

Особенности использования логарифмических шкал для оценки уровня сигналов и помех
Частотно-дискретное описание помех на основе ряда Фурье. Спектральное описание помех на основе интеграла Фурье. Функционально-временное описание помех.
Пути повышения помехоподавления в автомобильных системах зажигания
Пути повышения помехоподавления в системах электроосвещения с газоразрядными лампами
Математическая модель электромагнитного импульса молнии
Схемотехника возникновения гальванических помех в сигнальных цепях
Пассивные и активные сетевые фильтры высших гармоник тока нагрузки
Демпфированные сетевые фильтры высших гармоник и их особенности
Экранирование от постоянного магнитного поля и его расчёт. Экранирование от переменного магнитного поля и его расчёт. Экранирование от постоянного электрического поля и его расчёт. Экранирование от переменного электрического поля и его расчёт.
Особенности защиты от помех вызванных статическим электричеством
Компенсация реактивной мощности – эффективный метод подавления основной помехи в сети – реактивной составляющей тока нагрузки. Основные типы компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях. Возможности регулирования реактивной мощности с помощью тиристоров и силовых транзисторов
Симметрирование и уравновешивание трёхфазной сети – необходимые мероприятия повышения качества электроэнергии и снижения дополнительных потерь энергии и напряжения. Векторный анализ уравновешивающего действия схемы Штейнмеца – звезда в сети с нейтралью. Векторный анализ симметрирующего действия схемы Штейнмеца – треугольник в сети без нейтрали.

Построить симметрирующее устройство на одном силовом конденсатора и на двух силовых конденсаторах.
Влияние колебаний напряжения сети на зрительный анализатор. Как устраниить колебания напряжения в сети с помощью тиристоров, управляющих реактивным током.
Применение вставок постоянного тока – радикальное решение проблемы ЭМС двух электрических систем трёхфазного тока.
Влияние магнитного и электрического поля на функционирование растительных и животных клеток.
Комплексное решение задачи обеспечения нормированных показателей ЭМС оборудования и человека. Нормативная база ЭМС за рубежом и в РФ

Написание реферата (доклада) – является важной составной частью самостоятельной работы.

Реферат — это краткое изложение в письменном виде содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление. Его задачами являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация;
2. Развитие навыков логического мышления;
3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

Текст реферата должен содержать аргументированное изложение определенной темы. Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список используемых источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т. д. Его задачами являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация;
2. Развитие навыков логического мышления;
3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

### **Вопросы к зачёту:**

1. Что называется помехой и чем это понятие отличается от сигнала?
2. Как количественно оцениваются помехи?

3. В чём преимущество использования логарифмических шкал для оценки уровня сигналов и помех?
4. Какие формы описания помех используются на практике?
5. В чём особенность частотно-дискретного описания помех?
6. В чём особенность частотно-спектрального описания помех?
7. Чем отличаются широкополосные помехи от узкополосных, примеры?
8. Как возникает помеха в автомобильных системах зажигания?
9. Как возникает помеха в системах электроосвещения с газоразрядными лампами?
10. Математическая модель электромагнитного импульса молнии.
11. Возникновения гальванических помех в сигнальных цепях, в чём проблема?
12. Методы и способы подавления помех в электрических сетях.
13. Как построить пассивный сетевой фильтр высших гармоник?
14. Демпфированные сетевые фильтры высших гармоник и особенности их применения.
15. Особенности экранирования от воздействия полей, какой основной принцип применяется?
16. Экранирование от постоянного магнитного поля, как провести расчёт.
17. Экранирование от переменного магнитного поля, как провести расчёт.
18. Экранирование от постоянного электрического поля, как провести расчёт.
19. Экранирование от переменного электрического поля, как провести расчёт
20. Особенности защиты от помех вызванных статическим электричеством.
21. Что нужно для подавления основной помехи в сети – реактивной составляющей тока нагрузки?
22. Как можно регулировать реактивную мощность с помощью тиристоров и силовых транзисторов?
23. Какие бывают типы компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях?
24. Как производится симметрирование токов в электрической сети?
25. Как производится уравновешивание токов в электрической сети?
26. Чем полезны схемы Штейнмеца для трёхфазной сети?
27. Как произвести симметрирование с помощью одного конденсатора?
28. Как колебания напряжения сети влияют на зрительный анализатор?
29. Для чего в трёхфазных магистральных сетях применяют вставки постоянного тока?
30. Как магнитные и электрические поля влияют на функционирование растительных и животных клеток?

## **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов». Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов дисциплины. Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

**Критериями оценки реферата** являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка «**отлично**» — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «**хорошо**» — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «**удовлетворительно**» — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «**неудовлетворительно**» — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе;

### **Критерии оценки знаний и умений обучающихся при выступлении с докладом**

Показатель	Градация	Баллы
Соответствие доклада заявленной теме, цели и задачам проекта	соответствует полностью есть несоответствия (отступления) в основном не соответствует	2 1 0
Структурированность	структуррировано, обеспечивает	2

(организация) доклада, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, не обеспечивает не структурировано, не обеспечивает	1 0
Культура выступления – чтение с листа или рассказ, обращённый к аудитории	рассказ без обращения к тексту рассказ с обращением тексту чтение с листа	2 1 0
Доступность доклада о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих вопросов доступно с уточняющими вопросами недоступно с уточняющими вопросами	2 1 0
Целесообразность, инструментальность наглядности, уровень её использования	Целесообразна целесообразность сомнительна не целесообразна	2 1 0
Соблюдение временного регламента доклада (не более 7 минут)	соблюдён (не превышен) превышение без замечания превышение с замечанием	2 1 0
Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу доклада	все ответы чёткие, полные некоторые ответы нечёткие все ответы нечёткие/неполные	2 1 0
Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в докладе	владеет свободно иногда был неточен, ошибался не владеет	2 1 0
Культура дискуссии – умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы ответил на большую часть вопросов не ответил на большую часть вопросов	2 1 0

### **Шкала оценки знаний обучающихся при выступлении с докладом:**

Оценка «отлично» – 15-18 баллов.

Оценка «хорошо» – 13-14 баллов.

Оценка «удовлетворительно» – 9-12 баллов.

Оценка «неудовлетворительно» – 0-8 баллов;

На **практических занятиях** применяются тестовые задания для проверки знаний студентов, выполненные на бумажных носителях или в электронной среде .

**Критерии оценки на тестировании.** До тестирования допускаются студенты, которые не имеют задолженностей. Тестирование производится в аудитории 205 кафедры «Применения электрической энергии», которая оснащена компьютерами. На кафедре создана база данных с тестами. По типу, предлагаемые студентам тесты являются тестами с одним правильным ответом. Время, отводимое на написание теста, не должно быть меньше 30 минут для тестов, состоящих из 20 тестовых заданий и 60 мин. для тестов из 40 тестовых заданий написания теста.

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

### **Критерии оценки на зачёте.**

**Зачёт** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой, усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «незачёт»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по данной специальности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. Перечень основной и дополнительной литературы**

### **Основная**

1. Шаталов, А. Ф. **Электромагнитная совместимость в электроэнергетике** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко и др. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 64 с. - ISBN 978-5-9596-1058-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515122>

2. **Электромагнитная совместимость** / Сазыкин В.Г., А.Г. Кудряков, В.В. Тропин // Учебное пособие – Краснодар: КубГАУ, 2015 г. – 211 с.

3. Ушаков, В. Я. **Современные проблемы электроэнергетики:**  
Учебное пособие / Ушаков В.Я. - Томск:Изд-во Томского политех.  
университета, 2014. - 447 с.: ISBN 978-5-4387-0521-5. - Текст : электронный. -  
URL: <https://znanium.com/catalog/product/701886>

### **Дополнительная литература:**

1. Синтез фильтрокомпенсирующих устройств для систем электроснабжения / БоярскаяН.П., ДовгунВ.П., ЕгоровД.Э. и др. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 192 с.: ISBN 978-5-7638-3122-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550611>
2. Лукутин, Б. В. **Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями:** Учебное пособие / Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 120 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/675277>
3. Тремясов, В. А. **Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения:** Монография / Тремясов В.А., Кенден К.В. - Краснояр.:СФУ, 2017. - 208 с.: ISBN 978-5-7638-3539-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/974490>
4. **Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения:** Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 168 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976989>
5. Сибикин, Ю. Д. **Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов:** Учебное пособие / Сибикин Ю.Д. - Москва :Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-91134-977-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/486376>
6. Дубинский, Г. Н. **Наладка устройств электроснабжения напряжением выше 1000 В:** Учебное пособие / Дубинский Г.Н., Левин Л.Г., - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва :СОЛОН-Пр., 2015. - 538 с.: илISBN 978-5-91359-140-1. - Текст : электронный. - URL:  
<https://znanium.com/catalog/product/884452>

### **Нормативная литература:**

1. ГОСТ 30372-95 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения (ГОСТ Р 50397-92)

2. ГОСТ Р 50745-99 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Системы бесперебойного питания. Устройства подавления сетевых импульсных помех. Требования и методы испытаний
3. ГОСТ Р 50648-94 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний (МЭК 1000-4-8-93)
4. ГОСТ Р 51318.11-99 (СИСПР 11-97) Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний
5. ГОСТ Р 51097-97 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от гирлянд изоляторов и линейной арматуры. Нормы и методы измерений
6. ГОСТ 13661-92 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Пассивные помехоподавляющие фильтры и элементы. Методы измерения вносимого затухания
7. ГОСТ Р 52507-2005 Совместимость технических средств электромагнитная. Электронные системы управления жилых помещений и зданий. Требования и методы испытаний
8. ГОСТ Р 50012-92 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование силовое. Методы измерения параметров низкочастотного периодического магнитного поля
9. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
10. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН РФ О государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств. Принят Государственной Думой 1 декабря 1999 года.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

**Электронно-библиотечные системы библиотеки, используемые в Кубанском ГАУ им. И.Т. ТРУБИЛИНА**

№	Наименование ресурса	Тематика	Уровень доступа
1	Znanius.com	Универсальная	Интернет доступ
2	Издательство «Лань»	Универсальная	Интернет доступ

3	IPRbook	Универсальная	Интернет доступ
4	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	Доступ с ПК университета

Перечень Интернет сайтов:

1. <http://www.statistica.ru/textbook/planirovanie-eksperimenta/>
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%EB%E0%ED%E8%F0%EE%E2%E0%E>
3. [http://www.0zd.ru/programmirovaniye\\_kompyutery\\_i/osnovnye\\_ponyatiya\\_i\\_planirovaniye.html](http://www.0zd.ru/programmirovaniye_kompyutery_i/osnovnye_ponyatiya_i_planirovaniye.html)
4. [http://studopedia.ru/3\\_85223\\_eksperiment-planirovanie-eksperimenta.html](http://studopedia.ru/3_85223_eksperiment-planirovanie-eksperimenta.html)
5. <http://chemstat.com.ru/node/16>
6. <http://asoiu.wordpress.com/tag/планирование-эксперимента/>
7. <http://www.statsoft.ru/>
8. <https://insat.ru/products/?category=9>

Образовательный портал [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>

Образовательный портал [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.twirpx.com>

- ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
- ЭБС «Российская государственная библиотека» - <http://www.rsl.ru>;

Образовательный портал университета, [www.kubsau.ru](http://www.kubsau.ru), без ограничений;

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Электромагнитная совместимость / Сазыкин В.Г., А.Г. Кудряков, В.В. Тропин // Учебное пособие – Краснодар: КубГАУ, 2015 г. – 211 с.
2. Конспект лекций по курсу «Электромагнитная совместимость»/ Тропин В.В. – КубГАУ , 2014 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

3..Конспект практических занятий по курсу «Электромагнитная совместимость» /Кучеренко Д.Е., Тропин В.В. – КубГАУ , 2014 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

#### Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Microsoft Visio	Схемы и диаграммы
4	Autodesk Autocad	САПР
5	Statistica	Статистика
6	Система тестирования INDIGO	Тестирование

#### 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом ( в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1.	"Помещение №4 ЭЛ, посадочных мест — 100; площадь — 125,8кв.м; учебная аудитория для проведения учебных занятий. специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office." "Помещение №207 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 85,8кв.м; учебная аудитория для	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом ( в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
	<p>проведения учебных занятий. сплит-система — 1 шт.; специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель);</p> <p>технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран);</p> <p>Помещение №205 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 87,3кв.м; помещение для самостоятельной работы обучающихся.</p> <p>технические средства обучения</p> <p>(принтер — 1 шт.;</p> <p>экран — 1 шт.;</p> <p>сетевое оборудование — 1 шт.;</p> <p>компьютер персональный — 14 шт.);</p> <p>доступ к сети «Интернет»;</p> <p>доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;</p> <p>специализированная мебель(учебная мебель).</p> <p>Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе</p>	