

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
проф., д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)  
А.Л. Ронжин  
(подпись)  
«27» мая 2019 г  
г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»  
(Название дисциплины)

Код направления	13.03.02
Наименование направления/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	очно-заочная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)  
проф. каф. 32, д.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

С.А.Сериков  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«22» мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32  
проф., д.т.н., проф.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

А.Л. Ронжин  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 13.03.02(01)  
доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

С.В. Солёный  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

М.В. Бураков  
инициалы, фамилия

### Аннотация

Дисциплина «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-3 «Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов»

ПК-4 «Способен оценивать техническое состояние, поддержание и восстановление работоспособности электроэнергетического и электромеханического оборудования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением общих вопросов электромагнитной совместимости, источников электромагнитных помех (ЭМП) и особенностей их воздействия на электротехнические устройства, каналов и механизмов передачи ЭМП, методов и средств защиты от ЭМП, технико-экспериментального определения помехоустойчивости, принципов обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС), нормативной базы и стандартизации в области ЭМС.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими положениями оценки и расчета условий электромагнитной совместимости электротехнических устройств, а также выбора способов и расчета устройств защиты от электромагнитных помех.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.Д.2 использует системный подход для решения поставленных задач
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов	ПК-3.Д.2 знает правила и нормативные документы по эксплуатации электротехнического оборудования
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен оценивать техническое состояние, поддержание и восстановление работоспособности электроэнергетического и электромеханического оборудования	ПК-4.Д.2 оценивает техническое состояние электротехнического оборудования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ;
- Физика;
- Электротехника;
- Общая энергетика;
- Материаловедение.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Техничко-экономические риски при создании новой техники;

- Экология;
- Автоматизация расчета и проектирования электромеханических и электроэнергетических устройств;
- Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств;
- Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	39	39
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основные понятия электромагнитной совместимости	2	4			4
Раздел 2. Источники и приёмники электромагнитных помех	2	4			4
Раздел 3. Классификация электромагнитных помех. Узкополосные и широко-полосные помехи. Противофазные и синфазные помехи	2	4			4
Раздел 4. Механизмы связи и методы ослабления помех. Гальваническая связь. Ёмкостная связь. Индуктивная связь. Электромагнитная связь	4	8			8

Раздел 5. Количественная оценка электромагнитной совместимости	3	6			7
Раздел 6. Нормативные документы в области электромагнитной совместимости	2	4			6
Раздел 7. Организация и планирование работ по обеспечению электромагнитной совместимости	2	4			6
Итого в семестре:	17	34			39
Итого	17	34	0	0	39

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Основные понятия электромагнитной совместимости. Определение понятий: электромагнитная совместимость, электромагнитная помеха, электромагнитная обстановка, источник помех, влияние помехи, допустимая помеха, недопустимая помеха, приемлемая помеха, приемлемая помеха, уровень помехи, норма на помеху
<b>2</b>	Источники и приёмники электромагнитных помех. Источники естественного и искусственного происхождения. Функциональные и нефункциональные источники помех. Особенности типовых источников и приёмников электромагнитных воздействий. Совместимые и несовместимые электрические устройства. Обратимые и необратимые нарушения работоспособности электрических устройств.
<b>3</b>	Классификация электромагнитных помех. Узкополосные и широкополосные помехи. Количественная оценка узкополосности. Разновидности электромагнитных помех. Источники узкополосных помех. Источники широкополосных помех. Противофазные и синфазные помехи. коэффициент преобразования синфазной помехи в противофазную. Экспериментальное определение коэффициента преобразования синфазной помехи в противофазную
<b>4</b>	Механизмы связи и методы ослабления помех. Гальваническая связь. Возникновение противофазных помех в контуре с общим заземлением. Гальваническая связь через цепи питания. Гальваническая связь через контур заземления. Мероприятия для снижения гальванической связи. Ёмкостная связь и способы её ослабления. Ёмкостная связь контуров с общим проводом системы опорного потенциала. Контур с большой ёмкостью относительно земли. Мероприятия по снижению ёмкостного влияния. Индуктивная связь и способы её ослабления. Мероприятия по снижению индуктивного влияния. Электромагнитная связь. Воздействие электромагнитного излучения. Способы защиты от электромагнитного поля
<b>5</b>	Количественная оценка электромагнитной совместимости. Логарифмические относительные характеристики. Уровни помех. Характеристики защитного воздействия средств защиты от помех. Степень передачи. Помехоподавление. Коэффициент затухания. Коэффициент экранирования. коэффициент синфазно-противофазного затухания. Возможные диапазоны значений типовых электромагнитных помех
<b>6</b>	Нормативные документы в области электромагнитной совместимости. Стандарты в области ЭМС: общие стандарты, стандарты, содержащие конкретные требования к аппаратуре определённого назначения, стандарты на методы испытаний, нормы предельно допустимых уровней излучений от технических средств. Международные стандарты в области ЭМС. Международные организации, занимающиеся стандартизацией в области

	ЭМС. Международная электротехническая комиссия (МЭК). Технический Комитет МЭК ТК 77 «Электромагнитная совместимость». Международный специальный комитет по радиопомехам (CISPR). Международная конференция по большим энергетическим системам (СИГРЭ). Международная совещательная комиссия телеграфной и телефонной службы (СЦИТТ). Международный союз по производству и распределению электроэнергии (UNIPEDE). Европейский Комитет по стандартизации в области электротехники (CENELEC). Европейский Институт по стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI).
7	Организация и планирование работ по обеспечению электромагнитной совместимости. Технические мероприятия по достижению удовлетворительной электромагнитной совместимости. Общие затраты, первоначальные затраты и дополнительные расходы при обеспечении электромагнитной совместимости.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
	Количественная оценка электромагнитной совместимости	Расчётное задание с использованием ППП MatLab	4	1, 2, 5,
	Использование ЭМС-номограммы при описании импульсных помех	Расчётное задание с использованием ППП MatLab	4	2, 3
	Учет пути передачи помех или связи между источником и приемником помех при использовании ЭМС – номограммы	Расчётное задание с использованием ППП MatLab	6	4, 6, 7
	Исследование влияния параметров импульса помехи $U_M$ , $\tau$ , $\tau_k$ на вид частотной плотности распределения амплитуд.	Расчётное задание с использованием ППП MatLab	4	5, 7
	Использование помехоподавляющих фильтров при обеспечении электромагнитной совместимости	Расчётное задание с использованием ППП MatLab	8	4, 6, 7
	Оценка коэффициента затухания электромагнитного экрана. Экранирование приборов и помещений	Расчётное задание с использованием ППП MatLab	8	4, 5, 7
Всего			34	

## 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего			

## 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

## 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)	5	5
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	9	9
Всего:	39	39

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 621.311 (075)	Тимиргазин Р.Ф. Электромагнитная совместимость : учебное пособие / Р. Ф. Тимиргазин; Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 48 с.	
УДК 621.3(075.8)	Артюхов, И. И. Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии: учеб. пособие / И. И. Артюхов, А. Г. Сошинов, И. И. Бочкарева. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015. – 124 с	
УДК 621.3	Халилов Ф.Х. Электромагнитная совместимость электроэнергетики, техносферы и биосферы. Учебное пособие. СПб.: Издание НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», 2014 - 190 с.	
УДК 537.86/87:6 21.313	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко, И.К. Шарипов, С.В. Аникуев. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 60 с.	
621.392 В43	Виноградов Е. М. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учебное пособие / Е. М. Виноградов, В. И. Винокуров, И. П. Харченко. - Л. : Судостроение, 1986. - 263 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 260 (23 назв.). Приложения: с. 257 - 259. Издание имеет гриф Министерства образования СССР	1
УДК 621.3(075)	Усачёв А.Е. Электромагнитная совместимость: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 44 с.	
УДК 621.311	Кужекин И.П. Основы электромагнитной совместимости современного энергетического оборудования: учебное пособие / И.П. Кужекин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 144 с.	
УДК [621.311:53 7.8](076.5) +537.8.001. 365(075.8)	Коржов, А.В. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / А.В. Коржов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 70 с.	
УДК: 621.3 (075)	Дейс, Д.А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебное пособие / Д.А. Дейс. – Чита, ЧитГУ, 2008. – 171 с.	
621.396	Электромагнитная совместимость и имитационное	29



В49	моделирование инфокоммуникационных систем // Маслов, О. Н., Цвилий, Т. А., Воронин, Е. Н., Шашенков, В. Ф.: М. Радио и связь 2002 . 288 с.	
621.396.9 К17	Калашников, Н. И. Основы расчета электромагнитной совместимости систем связи через ИЗС с другими радиослужбами : Учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи [Текст] / Н. И. Калашников. - М. : Связь, 1970. - 160 с. : ил., табл. - Библиогр. в конце разделов.	1
УДК 621.316.97	Воршевский А.А. Электромагнитная совместимость судовых технических средств / А.А. Воршевский, В.Е. Гальперин. – СПбГМТУ .– СПб.– 2006. – 317 с.	
УДК 537.86/87	Харлов Н.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 207 с.	

### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
ww.guar.ru	Библиотека ГУАП

### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MatLab

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	Б.М. 21-21
2	Компьютерный класс	Б.М. 31-04

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия электромагнитной совместимости. Электромагнитная совместимость. Электромагнитная помеха. Электромагнитная обстановка. Источник помех. Влияние помехи. Допустимая помеха. Недопустимая помеха. Приемлемая помеха. Уровень помехи.</li> <li>2. Механизмы связи источников и приёмников помех.</li> <li>3. Источники помех. Функциональные и нефункциональные источники помех.</li> <li>4. Приёмники (рецепторы) электромагнитных воздействий.</li> <li>5. Особенности планирования работ по обеспечению электромагнитной совместимости.</li> <li>6. Стандарты РФ в области электромагнитной совместимости. Показатели качества электроэнергии.</li> <li>7. Стандартизация в области электромагнитной совместимости на международном уровне (МЭК, ТК77, CISPR, ССИТТ, UNIPED, CENELEC, ETSI).</li> <li>8. Количественная оценка электромагнитной совместимости. Степень передачи. помехоподавление.</li> <li>9. Измерение уровней помех в децибелах и неперах.</li> <li>10. Классификация электромагнитных помех. Узкополосные и широкополосные помехи.</li> <li>11. Количественная оценка узкополосности. Ширина полосы энергетического спектра.</li> <li>12. Характеристика основных источников узкополосных помех.</li> <li>13. Характеристика основных источников широкополосных помех.</li> <li>14. Разряды статического электричества как источник электромагнитных помех.</li> <li>15. Коммутация тока в индуктивных цепях как источник электромагнитных помех.</li> <li>16. Переходные процессы в сетях высокого напряжения как источник электромагнитных помех.</li> <li>17. Электромагнитный импульс молнии как источник</li> </ol>

	<p>электромагнитных помех.</p> <p>18. Электромагнитный импульс ядерного взрыва как источник электромагнитных помех.</p> <p>19. Классификация электромагнитных помех. Противофазные и синфазные помехи.</p> <p>20. Преобразование синфазной помехи в противофазную. Коэффициент преобразования синфазной помехи в противофазную.</p> <p>21. Гальваническая связь через цепи питания. Способы уменьшения напряжения помехи.</p> <p>22. Мероприятия для снижения гальванической связи через цепи питания.</p> <p>23. Гальваническая связь через контур заземления. Способы уменьшения гальванического влияния.</p> <p>24. Мероприятия по снижению гальванического влияния в цепях заземления.</p> <p>25. Ёмкостная связь и способы её ослабления.</p> <p>26. Ёмкостная связь в контурах с общим проводом системы опорного потенциала.</p> <p>27. Методы борьбы с помехами в контурах с большой ёмкостью относительно земли.</p> <p>28. Индуктивная связь и способы её ослабления.</p> <p>29. Воздействие электромагнитного излучения. Защита от электромагнитных помех.</p>
--	--

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	1. Основные понятия электромагнитной совместимости. Электромагнитная совместимость. Электромагнитная помеха. Электромагнитная обстановка. Источник помех. Влияние помехи. Допустимая помеха. Недопустимая помеха. Приемлемая помеха. Уровень помехи.

2. Механизмы связи источников и приёмников помех.
3. Источники помех. Функциональные и нефункциональные источники помех.
4. Приёмники (рецепторы) электромагнитных воздействий.
5. Особенности планирования работ по обеспечению электромагнитной совместимости.
6. Стандарты РФ в области электромагнитной совместимости. Показатели качества электроэнергии.
7. Стандартизация в области электромагнитной совместимости на международном уровне (МЭК, ТК77, CISPR, CCITT, UNIPED, CENELEC, ETSI).
8. Количественная оценка электромагнитной совместимости. Степень передачи. помехоподавление.
9. Измерение уровней помех в децибелах и неперах.
10. Классификация электромагнитных помех. Узкополосные и широкополосные помехи.
11. Количественная оценка узкополосности. Ширина полосы энергетического спектра.
12. Характеристика основных источников узкополосных помех.
13. Характеристика основных источников широкополосных помех.
14. Разряды статического электричества как источник электромагнитных помех.
15. Коммутация тока в индуктивных цепях как источник электромагнитных помех.
16. Переходные процессы в сетях высокого напряжения как источник электромагнитных помех.
17. Электромагнитный импульс молнии как источник электромагнитных помех.
18. Электромагнитный импульс ядерного взрыва как источник электромагнитных помех.
19. Классификация электромагнитных помех. Противофазные и синфазные помехи.
20. Преобразование синфазной помехи в противофазную. Коэффициент преобразования синфазной помехи в противофазную.
21. Гальваническая связь через цепи питания. Способы уменьшения напряжения помехи.
22. Мероприятия для снижения гальванической связи через цепи питания.
23. Гальваническая связь через контур заземления. Способы уменьшения гальванического влияния.
24. Мероприятия по снижению гальванического влияния в цепях заземления.
25. Ёмкостная связь и способы её ослабления.
26. Ёмкостная связь в контурах с общим проводом системы опорного потенциала.
27. Методы борьбы с помехами в контурах с большой ёмкостью относительно

<p>земли.</p> <p>28. Индуктивная связь и способы её ослабления.</p> <p>29. Воздействие электромагнитного излучения. Защита от электромагнитных помех.</p>
---

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	<p>Используя пакет MatLab разработать программу, обеспечивающую:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отображение на графике частотной плотности распределения амплитуд импульса помехи согласно варианту задания;</li> <li>– построение кусочно-линейной аппроксимации огибающей спектральной плотности распределения амплитуд;</li> <li>– построение огибающей спектральной плотности распределения амплитуд после прохождения импульса через канал передачи, имеющий амплитудно-частотную характеристику <math>A(f)_{Дб}</math>, представленную на рис.3 с коэффициентом затухания согласно варианту задания;</li> <li>– определение амплитуды <math>U_M</math>, длительности <math>\tau</math>, времени нарастания <math>\tau_k</math>, крутизны фронта <math>U_M/\tau_k</math> импульса помехи после его прохождения через канал передачи;</li> <li>– построение данного импульса в системе координат <math>U, t</math>.</li> </ul> <p>Исследовать влияние изменения параметров импульса помехи <math>U_M, \tau, \tau_k</math> на вид частотной плотности распределения амплитуд.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нарисовать заданную согласно варианту задания принципиальную электрическую схему фильтра и обозначить на ней номиналы элементов.</li> <li>– Используя пакет MatLab разработать и отладить m-программу, обеспечивающую расчёт зависимости коэффициента затухания фильтра (в дБ) от частоты (в диапазоне частот 10 Гц ... 100 кГц), а также построение АЧХ фильтра и вывод на экран монитора всех определяемых далее его параметров. Рекомендуемые для расчета значения частот: 10, 100, 200, 500 Гц, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 кГц. Масштаб по оси частот – логарифмический.</li> <li>– По графику АЧХ фильтра определить частоту среза, которая соответствует спаду АЧХ на -3 дБ от максимального значения коэффициента пропускания фильтра.</li> <li>– Произвести расчет крутизны спада АЧХ в полосе подавления и определить по нему порядок фильтра (крутизну спада АЧХ определять на линейном участке АЧХ в децибелах при двойном (одна октава) или десятикратном (одна декада) изменении частоты).</li> <li>– Определить частоты, на которых исходный синусоидальный сигнал будет ослаблен фильтром в 100 и 1000 раз.</li> <li>– Рассчитать и построить АЧХ при заданном изменении номиналов элементов фильтра (при заданном увеличении или уменьшении емкости <math>C</math> или индуктивности <math>L</math> согласно варианту задания).</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рассчитать характеристические сопротивления воздуха полю элементарного электрического излучателя и полю элементарного магнитного излучателя в ближней зоне на расстоянии <math>0,05 \cdot \lambda</math> от источника помех. Определить характеристическое сопротивление воздуха для дальней зоны и характеристическое сопротивление материала экрана.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Построить зависимость характеристического сопротивления среды (воздуха) от расстояния в ближней и дальней зонах для электрической и магнитной составляющих поля.</li> <li>– Используя метод полных сопротивлений рассчитать общие коэффициенты затухания электромагнитного экрана для электрического и магнитного полей, а также их составляющие, в ближней зоне на расстоянии, равном <math>0,05 \cdot \lambda</math> от излучателя помех.</li> <li>– Рассчитать коэффициент экранирования в дальней зоне и его составляющие.</li> <li>– Построить зависимости от частоты для общего коэффициента затухания электрического поля в ближней и дальней зонах, а также его составляющих: коэффициента затухания вследствие отражения и коэффициента затухания из-за поглощения в стенке экрана.</li> <li>– Определить частоты, на которых эффективность экранирования минимальна для поля ближней и дальней зоны.</li> <li>– Определить величины напряженностей электрического и магнитного полей внутри экрана для ближней и дальней зон.</li> </ul>
--	---

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области оценки и расчета условий электромагнитной совместимости электротехнических устройств, а также выбора способов и расчета устройств защиты от электромагнитных помех.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием пакета MatLab и предполагают разработку математических моделей устройств и явлений согласно индивидуальному варианту задания, составление и отладку программ, проведение вычислительных экспериментов.

По результатам каждого практического задания должен быть подготовлен отчёт, содержащий необходимые теоретические сведения, листинги m-программ, построенные в процессе выполнения работы графические зависимости и т.п. Каждый отчёт должен содержать выводы по проделанной работе и список используемых дополнительных источников.

Каждое практическое занятие завершается собеседованием с преподавателем по представленному отчёту с выставлением оценки.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения



и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Контроль качества знаний проводится в форме индивидуального собеседования по материалу отдельных разделов дисциплины, а также проверки отчётов о выполнении практических заданий.

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она проводится в форме экзамена. Экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой