

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 02 » 10 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоёмкость, зач. ед./ час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаб. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз/зачёт)
седьмой	3/108	36	18		18	Экзамен (36)
Итого	3/108	36	18		18	Экзамен (36)

Владимир – 2015

Год начала подготовки 2013, 2014

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются: приобретение знаний о методах и технических средствах помехоподавления и обеспечения помехоустойчивости на объектах электроэнергетики и электроснабжения; наиболее важных характеристик естественных и искусственных источников помех, методов помехоподавления и помехозащиты элементов аппаратуры средств измерений, релейной защиты и автоматики в системах электроэнергетики и электроснабжения, приобретение навыков анализа и синтеза пассивных устройств обеспечения электромагнитной совместимости, таких как фильтры и экраны; формирование готовности участвовать в исследовании систем электроэнергетики и электротехники и их отдельных компонентов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» (ЭМС в ЭЭ) относится к базовой части дисциплин учебного плана направления подготовки бакалавров «Электроэнергетика и электротехника» для профиля «Электроснабжение» (блок Б1.Б). Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом естественно-научных и профессиональных дисциплин.

Математические и естественно-научные дисциплины формируют необходимые для изучения ЭМС способности к обобщению и анализу информации, навыки постановки цели и выбора путей её достижения; готовность использовать компьютер как одно из средств освоения новой дисциплины; способности математического анализа и моделирования процессов в объектах электроэнергетики; готовность выявить информационную основу проблемы ЭМС в ЭЭ, способность и готовность понимать актуальность совершенствования электрооборудования в части ЭМС в экономическом и экологическом аспектах.

К числу общепрофессиональных и профессиональных дисциплин, наиболее тесно связанных с «ЭМС в ЭЭ», относятся «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника и электроника», «Устойчивость СЭ». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения электромагнитной совместимости в электроэнергетике **знания** основных понятий и законов электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методов и средств электрических измерений, элементной базы современной электроники, основ теории динамических систем и прохождения через их функциональные блоки управляющих и возмущающих сигналов. Приобретают **умения** применять современные методы расчёта электромагнитных полей, электрических и магнитных цепей; встраивать измерительные средства и преобразователи в тракты обратных связей автоматических устройств; собирать и налаживать схемы простых электротехниче-

ских и электронных устройств, анализировать устойчивость динамических систем и оценивать качество регулирования в них. **Овладевают** программными средствами для решения задач теоретической электротехники, современными средствами электрических измерений и аппаратурой для исследования электротехнических и электронных устройств.

Знания и умения, получаемые в ходе изучения дисциплины «ЭМС в ЭЭ» служат базой для последующего изучения таких дисциплин, как «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Системы электроснабжения», «Электропитающие системы и электрические сети», «Кабельные и воздушные линии».

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

Знать:

И обладать способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

И обладать способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);

И обладать способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2).

Уметь:

Обосновывать проектные решения с точки зрения электромагнитной совместимости (ПК-4);

Определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

Рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);

Обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);

Использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда в части электромагнитной совместимости технических и биологических объектов (ПК-10).

Владеть:

Методами определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

Методами расчёта режимов работы объектов профессиональной деятельности в части учёта их нежелательного, но объективно существующего взаимного влияния (ПК-6).



## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объём учебной работы с приме- нением интерак- тивных методов (в часах / %)	Формы теку- щего контро- ля успеваемо- сти (по неделям семестра), форма про- межуточной аттестации (по семест- рам)
				Лекции	Практические заня- тия	Лабораторные рабо- ты	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	7	1-4	8	4			4		3/25%	
2	Характеристики и параметры источников помех	7	5-7	6	4			4		2/20%	рейтинг-контроль
3	Каналы передачи помех	7	8-10	6	2			2		2/25%	
4	Пассивные устройства обеспечения ЭМС	7									
4.1	Фильтры	7	11-12	4	2			2		2/33%	рейтинг-контроль
4.2	Устройства гальванической развязки и подавления синфазных сигналов	7	13-14	4	2			2		2/33%	
4.3	Устройства защиты от перенапряжений	7	15	2	2			1		0/0%	
4.4	Экраны	7	16-17	4	2			2		1/17%	
	Заключение	7	18	2				1		0/0%	рейтинг-контроль
Всего				36	18			18		12/22%	Экзамен (36)

### Содержание лекций по разделам

Раздел 1. Общие вопросы электромагнитной совместимости (ЭМС).

ЭМС: Основные понятия и определения. Источники помех и чувствительные элементы. Межсистемная и внутрисистемная ЭМС. Пути передачи помех («механизмы связи»). Понятие об электромагнитной обстановке на объектах электроэнергетики. Краткая характеристика естественных и искусственных источников помех. Противофазные и синфазные поме-

хи. Земля и масса. Описание полезных сигналов и помех во временной и частотной области. Логарифмические параметры и характеристики полезных сигналов и помех. Уровень помехи. Единицы измерения уровня для сигнальных и энергетических величин. Логарифмические спектральные и частотные характеристики. Стандартные частотные диапазоны (октавы и декады).

## Раздел 2. Характеристики и параметры источников помех.

Классификация источников помех. Источники узкополосных помех: передатчики связи, генераторы высокой частоты, радиоприёмники, приборы с кинескопами, вычислительные системы, коммуникационные устройства, линии электропередачи. Влияние электропотребителей на сеть. Источники широкополосных импульсных помех: автомобильные устройства зажигания, газоразрядные лампы, коллекторные двигатели, воздушные линии высокого напряжения. Источники широкополосных переходных помех: разряды статического электричества, коммутация тока в индуктивных цепях, переходные процессы в электрических сетях, электромагнитный импульс молнии, электромагнитный импульс ядерного взрыва. Классы окружающей среды.

## Раздел 3. Каналы передачи помех.

Гальваническая связь через цепи питания, через контур заземления, через полные сопротивления измерительных и сигнальных линий. Ёмкостная связь. Индуктивная (электромагнитная) связь. Многопроводные системы с электромагнитной связью. Связь электромагнитным излучением.

## Раздел 4. Пассивные устройства обеспечения ЭМС.

*Фильтры.* Г-, Т-, П- образные фильтры. Их характеристические параметры: коэффициент передачи, постоянная передачи, коэффициент затухания, коэффициент фазы. Частотные характеристики фильтров при работе на резистивную нагрузку (КЧХ, АЧХ, ФЧХ). Фазовое и групповое время задержки (ГВЗ) сигнала. Неравномерность затухания и ГВЗ в полосе пропускания. Крутизна АЧХ вне полосы пропускания. Краткие сведения об активных фильтрах. Фильтры для противофазных и синфазных помех.

*Устройства гальванической развязки и подавления синфазных сигналов.* Гальваническая развязка трансформаторами, оптронными парами, световодными линиями. Подавление синфазных токов нейтрализующими трансформаторами. Подавление синфазных напряжений дифференциальными усилителями. Трансформатор с объёмным витком связи. Типовой однофазный сетевой фильтр. Типовой трёхфазный сетевой фильтр.

*Устройства защиты от перенапряжений.* Варисторы. Лавинные диоды. Искровые разрядники. Гибридные разрядные цепи.



Экраны. Электростатические и магнитные экраны. Электромагнитное экранирование квазистатических и волновых полей. Материалы экранов. Вспомогательные элементы экранов. Моделирование электромагнитного экранирования полевыми вычислительными методами.

Заключение. Влияние полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на биологические объекты; нормы по допустимым напряжёностям электрических и магнитных полей промышленной частоты для персонала и населения.

### **Тематика практических занятий**

- 1) Решение задач на синфазные и противофазные напряжения и токи в двухпроводных линиях с учётом влияния земли (2 часа).
- 2) Моделирование прохождения синфазных помех через двухпроводные системы с учётом влияния земли (2 часа).
- 3) Решение задач на логарифмические уровни сигналов (2 часа).
- 4) Решение задач на спектральный анализ сигналов (представление сигналов в частотной области) (2 часа).
- 5) Анализ логарифмических частотных спектров различных видов источников помех (2 часа).
- 6) Решение задач анализа гальванических, ёмкостных и индуктивных связей (2 часа).
- 7) Анализ комплексных частотных характеристик пассивных фильтров при разных режимах нагрузки (2 часа).
- 7) Анализ работы устройств гальванической развязки и подавления синфазных сигналов (2 часа).
- 8) Анализ характеристик варисторов и гибридных разрядных цепей (2 часа).
- 9) Решение задач моделирования электромагнитного экранирования (2 часа).

### **Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная работа студентов предусматривает самостоятельную подготовку по сбору, систематизации и обработке материала из предложенного списка литературы (и дополнительной литературы), лекционного материала и к практическим занятиям, рейтинг-контролю, экзамену. Сюда включается также самостоятельное выполнение расчётно-графической работы (РГР). Учебным планом предусмотрена одна расчётно-графическая работа на тему «Расчёт синфазно-противофазного затухания в двухпроводной системе с учётом влияния земли».

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, комплект которых содержится в электронном приложении к рабочей программе. Интерактивные формы – компьютерные симуляции, а также разбор ситуаций, связанных с действием помех, а также с изменением параметров рассматриваемой системы. Контроль текущей успеваемости и самостоятельной работы студентов производится в форме опросов. Перечни контрольных вопросов представлены ниже.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи со специалистами, работающими в области электроэнергетики и электротехники.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля**

Рейтинг- контроль 1.

1. Что понимается под электромагнитной совместимостью технических средств?
2. Что понимается под организационным обеспечением электромагнитной совместимости?
3. Что понимается под техническим обеспечением электромагнитной совместимости?
4. Какие существуют виды электромагнитных помех?
5. Что такое узкополосные и широкополосные электромагнитные помехи?
6. Что такое что такое синфазное и противофазное напряжение в симметричной и несимметричной двухпроводной системе?
7. Что такое что такое синфазный и противофазный ток в симметричной и несимметричной двухпроводной системе?
8. Что такое «земля» и «масса»?
9. Что называют уровнем сигнала в децибелах?
10. Что называют уровнем сигнала в неперах?
11. Как соотносятся децибел и непер?
12. Как осуществляется переход представления электромагнитных помех из временной области в частотную область и наоборот?



13. Что такое спектр периодической помехи. Какой математический аппарат применяется для его получения?
14. Что такое комплексная спектральная характеристика непериодического детерминированного сигнала?
15. Что такое функциональные источники помех?
16. Что такое нефункциональные источники помех?
17. Что называют узкополосным и широкополосным электромагнитным процессом?
18. Какие помехи генерируют передатчики связи?
19. Какие помехи генерируют высокочастотные генераторы промышленного и медицинского назначения?
20. Какие помехи генерируют радиоприёмники, приборы с кинескопами, вычислительные системы, коммутационные устройства?
21. Что называют влиянием электрооборудования на сеть?
22. Краткая характеристика влияния линий электропитания на линии связи и системы катодной защиты.

#### Рейтинг- контроль 2.

1. Краткая характеристика помех от автомобильных устройств зажигания.
2. Краткая характеристика помех от газоразрядных ламп.
3. Краткая характеристика помех от коллекторных двигателей.
4. Краткая характеристика широкополосных помех от воздушных линий высокого напряжения.
5. Краткая характеристика разрядов статического электричества.
6. Коммутация тока в индуктивных цепях как источник электромагнитных помех.
8. Краткая характеристика электромагнитного импульса молнии.
9. Краткая характеристика электромагнитного импульса ядерного взрыва.
10. Классы окружающей среды по помехам, связанным с проводами.
11. Классы окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.
12. Что называют гальванической связью через общие сопротивления контуров цепи?
13. Что называют гальванической связью через общие проводимости сечений цепи?
14. Что называют ёмкостной связью (ёмкостным влиянием)?
15. Что такое индуктивная связь (индуктивное влияние)?
16. Как распределяются электродинамические потенциалы вокруг элементарного электрического излучателя? Выделить консервативные и волновые слагаемые в соответствующих выражениях.



17. Как распределяются электродинамические потенциалы вокруг элементарного магнитного излучателя? Выделить консервативные и волновые слагаемые в соответствующих выражениях.

18. Чем принципиально отличается связь электромагнитным излучением от индуктивной и ёмкостной связи?

19. Что такое зоны излучения и где проходят их границы?

20. Что такое волновое сопротивление среды и волновое сопротивление электромагнитного поля? Как последнее зависит от расстояния между точкой наблюдения и точкой источника?

21. Что называют высокоимпедансным, низкоимпедансным и волновым электромагнитным полем?

22. Как математически можно описать многопроводную систему с электромагнитной связью в синусоидальном режиме?

### Рейтинг- контроль 3.

1. По каким признакам классифицируются частотные фильтры?

2. Что называют полосой пропускания, полосой задерживания, промежуточной полосой?

3. Что такое фильтр нижних частот (ФНЧ), высоких частот (ФВЧ), полосовой (ПФ), заградительный (ЗФ), многополосный фильтр?

4. Как различают фильтры по схемной реализации?

5. Характеристические параметры симметричного пассивного фильтра.

6. Характеристические параметры несимметричного пассивного фильтра.

7. Что такое коэффициент затухания и коэффициент фазы фильтра в согласованном режиме?

8. Что такое коэффициент затухания и коэффициент фазы фильтра в несогласованном режиме? Что такое фазовое и групповое время задержки?

9. Как нормируются показатели качества частотной фильтрации?

10. Краткие сведения об активных фильтрах.

11. Принцип действия разделительного трансформатора. Что влияет на качество гальванической развязки?

12. Принцип действия нейтрализующего трансформатора (дресселя).

13. Принцип действия ферритовых бус.

14. Оптронная пара как гальванически развязывающий элемент.

15. Волоконно- оптическая линия как гальванически развязывающий элемент.

16. Дифференциальный усилитель как устройство подавления синфазного напряжения.

17. Трансформатор с объёмным витком связи и его принцип действия.

18. Краткая классификация электромагнитных полей, воздействующих на электронную аппаратуру и персонал.

19. Принцип действия электростатических экранов.
20. Принцип действия магнитных экранов.
21. Принцип действия электромагнитных экранов.
22. Принцип действия ограничителей перенапряжений.

#### Контрольные вопросы по СРС.

1. Какой порядок электромагнитной энергии требуется для ложного срабатывания электро-механического и электронного реле?
2. Кратко опишите экономические аспекты ЭМС в технике.
3. Чем характеризуется электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики?
4. Комплексные спектральные характеристики функции единичного скачка, дельта- импульса, прямоугольного импульса, экспоненциального импульса, конечного отрезка синусоиды.
5. Как влияет повторение импульсов на комплексную спектральную характеристику?
6. Краткая характеристика перенапряжений при переходных процессах в сетях низкого напряжения.
7. Краткая характеристика переходных процессов в сетях высокого напряжения.
8. Краткая характеристика переходных процессов в испытательных устройствах высокого напряжения и электрофизической аппаратуре.
9. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры.
10. Гальваническое влияние по контурам заземления.
11. Ёмкостное влияние в гальванически разделённых контурах.
12. Ёмкостное влияние в контурах с общим проводом системы опорного потенциала.
13. Ёмкостное влияние в токовых контурах с большой ёмкостью относительно земли.
14. Ёмкостное влияние молнии.
15. Примеры схем сетевых фильтров.
16. Искровые разрядники.
17. Варисторы для защиты от перенапряжений.
18. Кремниевые лавинные диоды для защиты от перенапряжений.
19. Материалы для изготовления экранов.
20. Экранирование приборов и помещений.
21. Экраны кабелей.
22. Наиболее важные механизмы воздействия электромагнитных полей на живые организмы.
23. Нормативные документы в области электромагнитной совместимости.

#### 6.2. Вопросы к экзамену

1. Понятие об электромагнитной совместимости, электромагнитной помехе и об электромагнитной обстановке.



2. Краткая характеристика и классификация естественных и искусственных источников помех.
3. Действие противофазной помехи в симметричной двухпроводной системе.
4. Действие противофазной помехи в несимметричной двухпроводной системе.
5. Действие синфазной помехи в симметричной двухпроводной системе.
6. Действие синфазной помехи в несимметричной двухпроводной системе.
7. Понятие о синфазно-противофазном затухании.
8. Понятие о «земле» и «массе».
9. Конструктивное исполнение массы.
10. Представление периодических сигналов в частотной области. Особенность частотного спектра периодических сигналов.
11. Операторное представление по Лапласу непериодических сигналов.
12. Спектральное представление непериодического сигнала: комплексная спектральная плотность и спектральная плотность энергии.
13. Уровень сигнала.
14. Представление частотных диапазонов в логарифмическом масштабе. Стандартные частотные диапазоны.
15. Классификация источников помех по техническим критериям.
16. Краткая характеристика источников узкополосных помех.
17. Краткая характеристика источников широкополосных импульсных помех.
18. Разряды статического электричества.
19. Коммутация токов в индуктивных цепях, переходные процессы в электрических сетях.
20. Электромагнитный импульс молнии, электромагнитный импульс ядерного взрыва.
21. Гальваническая связь через цепи питания.
22. Гальваническая связь через контур заземления.
23. Краткая классификация гальванически развязывающих устройств.
24. Простейшие устройства симметрирования.
25. Емкостная связь.
26. Индуктивная связь.
27. Электромагнитные процессы в двухпроводной линии.
28. Многопроводная система с электромагнитной связью.
29. Связь электромагнитным излучением.
30. Классификация фильтров.
31. Пассивные фильтры низких частот: индуктивные, емкостные, Г-, Т- и П-образные. Их схемы и условия применения.

32. Характеристические параметры пассивных фильтров: коэффициент передачи, постоянная передачи, коэффициент затухания, коэффициент фазы.
33. Частотные характеристики фильтров при работе на резистивную нагрузку (КЧХ, АЧХ, ФЧХ).
34. Фазовое и групповое время задержки (ГВЗ) сигнала. Неравномерность затухания и ГВЗ в полосе пропускания. Крутизна АЧХ вне полосы пропускания.
35. Краткие сведения об активных фильтрах. Их реализация на операционных усилителях.
36. Фильтры для противофазных и синфазных помех. Сетевые фильтры.
37. Краткая характеристика разрядников для защиты от перенапряжений.
38. Принцип действия электромагнитных экранов. Количественные показатели качества экранирования.
39. Краткая классификация электромагнитных полей, воздействующих на электронную аппаратуру и персонал.
40. Краткая классификация электромагнитных экранов по виду подавляемых электромагнитных полей.
41. Материалы электромагнитных экранов.
42. Вспомогательные элементы экранов.
43. Уплотнение между элементами экрана.
44. Трубочатые отверстия. Сотовые окна. Перфорированные стенки экранов.
45. Краткая характеристика математических методов моделирования электромагнитных полей в системах с экранами.
46. Краткая характеристика программного обеспечения для расчетов электромагнитных полей в системах с экранами.
47. Влияние полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на биологические объекты.
48. Нормы по допустимым напряжёностям электрических и магнитных полей для персонала и населения.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература (фонд библиотеки ВлГУ и электронные библиотечные системы со свободным доступом для сотрудников и студентов ВлГУ):

1. Костиков В.Г. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Г. Костиков, Р.В. Костиков, В.А. Шахнов. - М. : Изда-



тельство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 125 с. – [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0493.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0493.html).

2. 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. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=515122>.

3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебник / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 196 с.: 70x100 1/16. - (Учебники НГТУ). (переплет) ISBN 978-5-7782-2199-4. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=439233>.

4. Жежеленко, И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. – Минск: Выш. шк., 2012. – 197 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2184-9. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=508786>.

б) дополнительная литература (фонд библиотеки ВлГУ и электронные библиотечные системы со свободным доступом для сотрудников и студентов ВлГУ):

1. Дьяков А.Ф., Кужекин И.П., Максимов Б.К. и др. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Ф. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов, А.Г. Темников; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук. проф. А.Ф. Дьякова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2011. - ISBN 978-5-383-00336-7. – <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI7.html>.

2. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта: учебное пособие / В.Н. Яковлев, В.И. Пантелеев, В.П. Суров; под общ. ред. В.Н. Яковлева. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 588 с. - ISBN 978-5-383-00398-5. – <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI78.html>.

3. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов / А.Ф. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов, А.Г. Темников ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 455 с.: ил. - ISBN 978-5-383-00336-7. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003367.html>.

в) периодические издания (фонд библиотеки ВлГУ):

1. Журнал «Автоматика и телемеханика».
2. Журнал «Проектирование и технология электронных средств».
3. Журнал «Электричество».
4. Журнал «Электро. Электротехника. Электротехническая промышленность».
5. Журнал «Электротехника».

в) Internet-ресурсы:

1. <http://lib.rosenergосervis.ru/elektromagnitnaya-sovmestimost-v-elektroenergetike?start=8>
2. <http://electricalschool.info/elprivod/1624-jelektromagnitnaja-sovmestimost-pri.html>
3. <http://gauss-instruments.ru/elektromagnitnaya-sovmestimost/>
4. <http://www.energyland.info/files/library/896820459da602f0c285be63a3c21fc9.pdf>
5. <http://www.cpk-energo.ru/metod/Xalilov14.pdf>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3, 522-3, 517-3), с использованием комплекта слайдов.

Для выполнения расчётно-графической работы и подготовки к практическим занятиям студенты могут воспользоваться компьютерным классом кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с применением офисного и математического ПО. Основным математическим ПО является система инженерных и научных расчётов MATLAB. Кроме ядра этой системы на компьютерах лаб. 519-3 установлены также пакеты расширения, применяемые для выполнения операций с операторными изображениями сигналов и другими формами их представления: Symbolic Math Toolbox и Control System Toolbox. Установлена также подсистема MATLAB для структурного моделирования динамических систем (Simulink), позволяющая наглядно имитировать действие помех как возмущающих воздействий.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Рабочую программу составил: Шмелёв В.Е., к.т.н., доцент кафедры «Электротехника и электроэнергетика» (ЭтЭн).

13/10/15

Рецензент: Начальник проектного отдела ООО "МФ-Электро"

Чебрякова Ю.С.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн

Протокол № 2 от 02.10.2015.

Заведующий кафедрой

Сбитнев С.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 октября 2015 года.

Протокол № 2 от 02.10.2015.

Председатель комиссии

Сбитнев С.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

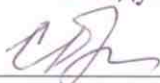
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Кафедра «Электротехника и электроэнергетика»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

 Сбитнев С.А.

« 02 » 10 2015

Основание:  
решение кафедры  
от « 02 » 10 2015

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»  
наименование дисциплины

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
код и наименование направления подготовки

Профиль

Электроснабжение  
наименование профиля подготовки

Бакалавриат  
Уровень высшего образования

Владимир, 2015

Прил. В-14,  
от 10

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки «Электроснабжение».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименован ие оценочного средства
7 семестр			
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	ОК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-10	Вопросы
2	Характеристики и параметры источников помех	ПК-4, ПК-5	Вопросы
3	Каналы передачи помех	ПК-6, ПК-7	Вопросы
4	Пассивные устройства обеспечения ЭМС		
4.1	Фильтры	ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-6	Вопросы
4.2	Устройства гальванической развязки и подавления синфазных сигналов	ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6	Вопросы
4.3	Устройства защиты от перенапряжений	ПК-6, ПК-7	Вопросы
4.4	Экраны	ПК-4, ПК-10	Вопросы

Комплект оценочных средств по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

– комплект вопросов, позволяющих оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, наиболее важные характеристики естественных и искусственных источников помех, алгоритмы анализа и синтеза пассивных устройств обеспечения электромагнитной совместимости) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена:

– контрольные вопросы для проведения экзамена.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины  
«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» при освоении  
образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02  
« Электроэнергетика и электротехника»**

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию		
Знать	Уметь	Владеть
- общие принципы построения современных систем защиты от помех в электроэнергетике	- находить необходимую информацию по расчету ЭМС	- навыками создания работоспособных устройств ЭМС
ПК-1 – способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике		
Знать	Уметь	Владеть
- типовые методики экспериментальных исследований	- выполнять типовые экспериментальные исследования	- навыками экспериментальных исследований
ПК-2 – способность обрабатывать результаты экспериментов		
Знать	Уметь	Владеть
- основные методики обработки результатов экспериментов	- пользоваться пакетами прикладных программ по обработке результатов экспериментов	- методами оценки погрешностей экспериментальных исследований
ПК-4 – способность обосновывать проектные решения		
Знать	Уметь	Владеть
- структуру технического задания, состав рабочей документации по разделам проекта	- составлять техническое задание на проектирование, анализировать работоспособность системы ЭМС	- навыками формирования спецификаций по проекту, навыками выбора эффективного электрооборудования систем ЭМС
ПК-5 - способность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности		
Знать	Уметь	Владеть
- характеристики и параметры источников помех в электроэнергетике	- пользоваться пакетами прикладных программ расчетов ЭМС	- методиками измерения параметров оборудования систем ЭМС
ПК-6 – способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности		
Знать	Уметь	Владеть
- источники помех и способы борьбы с ними	- использовать программное обеспечение для рас чета режимов работы систем ЭМС	- методами исследования, анализа, диагностики и моделирования режимов работы систем ЭМС
ПК-7 – готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике		
Знать	Уметь	Владеть
- основные технологические процессы при изготовлении и отладке систем ЭМС	- использовать системы автоматизированного проектирования и АСУП	- методами анализа и управления технологическими процессами



ПК-10 – способность использовать правила ТБ, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда		
Знать	Уметь	Владеть
- основные характеристики и параметры источников электромагнитных помех в электроэнергетике	- обеспечивать исполнение правил ТБ, производственной санитарии, пожарной безопасности	- методами анализа источников электромагнитных помех в электроэнергетике и способами борьбы с ними

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» предполагает выполнение практических работ и ответы на вопросы.

**Критерии оценки тестирования студентов**

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
0,5 балла за правильный ответ на 1 вопрос	Правильно выбранный вариант ответа (в случае закрытого теста), правильно вписанный ответ (в случае открытого теста)

**Критерии оценки ответов на вопросы студентов**

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
5 баллов за правильный ответ	Оценивается полнота ответа на вопрос, наличие графического пояснения

**Критерии оценки дополнительного задания**

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
2 балла за правильный ответ	Оценивается полнота и точность ответа

**Регламент проведения мероприятия и оценивания**

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности тестирования (10 вопросов)	15-20 мин.
2.	Ответы на вопросы (2 вопроса)	30-35 мин.
3.	Внесение исправлений	до 5 мин.
4.	Дополнительное задание	до 10 мин.
	Итого (в расчете на рейтинг-контроль)	до 70 мин.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»**

**Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Что понимается под электромагнитной совместимостью технических средств?
2. Что понимается под организационным обеспечением электромагнитной совместимости?
3. Что понимается под техническим обеспечением электромагнитной совместимости?
4. Какие существуют виды электромагнитных помех?

5. Что такое узкополосные и широкополосные электромагнитные помехи?
6. Что такое синфазное и противофазное напряжение в симметричной и несимметричной двухпроводной системе?
7. Что такое синфазный и противофазный ток в симметричной и несимметричной двухпроводной системе?
8. Что такое «земля» и «масса»?
9. Что называют уровнем сигнала в децибелах?
10. Что называют уровнем сигнала в неперах?
11. Как соотносятся децибел и непер?
12. Как осуществляется переход представления электромагнитных помех из временной области в частотную область и наоборот?
13. Что такое спектр периодической помехи. Какой математический аппарат применяется для его получения?
14. Что такое комплексная спектральная характеристика непериодического детерминированного сигнала?
15. Что такое функциональные источники помех?
16. Что такое нефункциональные источники помех?
17. Что называют узкополосным и широкополосным электромагнитным процессом?
18. Какие помехи генерируют передатчики связи?
19. Какие помехи генерируют высокочастотные генераторы промышленного и медицинского назначения?
20. Какие помехи генерируют радиоприёмники, приборы с кинескопами, вычислительные системы, коммутационные устройства?
21. Что называют влиянием электрооборудования на сеть?
22. Краткая характеристика влияния линий электроснабжения на линии связи и системы катодной защиты.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Краткая характеристика помех от автомобильных устройств зажигания.
2. Краткая характеристика помех от газоразрядных ламп.
3. Краткая характеристика помех от коллекторных двигателей.
4. Краткая характеристика широкополосных помех от воздушных линий высокого напряжения.
5. Краткая характеристика разрядов статического электричества.
6. Коммутация тока в индуктивных цепях как источник электромагнитных помех.
8. Краткая характеристика электромагнитного импульса молнии.
9. Краткая характеристика электромагнитного импульса ядерного взрыва.
10. Классы окружающей среды по помехам, связанным с проводами.
11. Классы окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.
12. Что называют гальванической связью через общие сопротивления контуров цепи?
13. Что называют гальванической связью через общие проводимости сечений цепи?
14. Что называют ёмкостной связью (ёмкостным влиянием)?
15. Что такое индуктивная связь (индуктивное влияние)?
16. Как распределяются электродинамические потенциалы вокруг элементарного электрического излучателя? Выделить консервативные и волновые слагаемые в соответствующих выражениях.
17. Как распределяются электродинамические потенциалы вокруг элементарного магнитного излучателя? Выделить консервативные и волновые слагаемые в соответствующих выражениях.
18. Чем принципиально отличается связь электромагнитным излучением от индуктивной и ёмкостной связи?
19. Что такое зоны излучения и где проходят их границы?



20. Что такое волновое сопротивление среды и волновое сопротивление электромагнитного поля? Как последнее зависит от расстояния между точкой наблюдения и точкой источника?
21. Что называют высокоимпедансным, низкоимпедансным и волновым электромагнитным полем?
22. Как математически можно описать многопроводную систему с электромагнитной связью в синусоидальном режиме?

### Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. По каким признакам классифицируются частотные фильтры?
2. Что называют полосой пропускания, полосой задерживания, промежуточной полосой?
3. Что такое фильтр нижних частот (ФНЧ), высоких частот (ФВЧ), полосовой (ПФ), заградительный (ЗФ), многополосный фильтр?
4. Как различают фильтры по схемной реализации?
5. Характеристические параметры симметричного пассивного фильтра.
6. Характеристические параметры несимметричного пассивного фильтра.
7. Что такое коэффициент затухания и коэффициент фазы фильтра в согласованном режиме?
8. Что такое коэффициент затухания и коэффициент фазы фильтра в несогласованном режиме? Что такое фазовое и групповое время задержки?
9. Как нормируются показатели качества частотной фильтрации?
10. Краткие сведения об активных фильтрах.
11. Принцип действия разделительного трансформатора. Что влияет на качество гальванической развязки?
12. Принцип действия нейтрализующего трансформатора (дресселя).
13. Принцип действия ферритовых бус.
14. Оптронная пара как гальванически развязывающий элемент.
15. Волоконно-оптическая линия как гальванически развязывающий элемент.
16. Дифференциальный усилитель как устройство подавления синфазного напряжения.
17. Трансформатор с объёмным витком связи и его принцип действия.
18. Краткая классификация электромагнитных полей, воздействующих на электронную аппаратуру и персонал.
19. Принцип действия электростатических экранов.
20. Принцип действия магнитных экранов.
21. Принцип действия электромагнитных экранов.
22. Принцип действия ограничителей перенапряжений.

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» выполняется расчетно-графическая работа.

Варианты заданий и рекомендации по выполнению расчетно-графической работы представлены в методических рекомендациях УМКД.

### Критерии оценки расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценивания
25 баллов	Работа выполнена полностью, в соответствии с требованиями методических указаний. Указаны точные определения и названия. На вопросы по работе студент отвечает уверенно и четко.
20 баллов	Работа выполнена полностью, но присутствуют неточности, орфографические ошибки, стилистические ошибки. Есть неточность в расчетах и приведенных определениях и расшифровках оборудования. На вопросы по работе студент отвечает уверенно, но допускает ошибки.



10 баллов	Выполнена часть работы, отсутствует чертеж Студент может пояснить суть выполненных разделов
0 баллов	Работа выполнена неверно или отсутствует На вопросы по работе студент ответить не может

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)

Критерий оценки	Количество баллов
Посещение занятий	5
1 рейтинг-контроль	до 10
2 рейтинг-контроль	до 10
3 рейтинг-контроль	до 10
РГР	до 25
Дополнительные задания	до 10

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» на экзамене**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию по расписанию. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса. Студент пишет ответы на вопросы на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» на экзамене в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30 - 40	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

20-29	«Хорошо»	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена
10-19	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне..
Менее 10	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Электромагнитная совместимость в  
электроэнергетике»**

**Перечень вопросов для промежуточной аттестации - экзамен**

1. Понятие об электромагнитной совместимости, электромагнитной помехе и об электромагнитной обстановке.
2. Краткая характеристика и классификация естественных и искусственных источников помех.
3. Действие противофазной помехи в симметричной двухпроводной системе.
4. Действие противофазной помехи в несимметричной двухпроводной системе.
5. Действие синфазной помехи в симметричной двухпроводной системе.
6. Действие синфазной помехи в несимметричной двухпроводной системе.
7. Понятие о синфазно-противофазном затухании.
8. Понятие о «земле» и «массе».
9. Конструктивное исполнение массы.
10. Представление периодических сигналов в частотной области. Особенность частотного спектра периодических сигналов.
11. Операторное представление по Лапласу непериодических сигналов.
12. Спектральное представление непериодического сигнала: комплексная спектральная плотность и спектральная плотность энергии.
13. Уровень сигнала.
14. Представление частотных диапазонов в логарифмическом масштабе. Стандартные частотные диапазоны.
15. Классификация источников помех по техническим критериям.
16. Краткая характеристика источников узкополосных помех.



17. Краткая характеристика источников широкополосных импульсных помех.
18. Разряды статического электричества.
19. Коммутация токов в индуктивных цепях, переходные процессы в электрических сетях.
20. Электромагнитный импульс молнии, электромагнитный импульс ядерного взрыва.
21. Гальваническая связь через цепи питания.
22. Гальваническая связь через контур заземления.
23. Краткая классификация гальванически развязывающих устройств.
24. Простейшие устройства симметрирования.
25. Емкостная связь.
26. Индуктивная связь.
27. Электромагнитные процессы в двухпроводной линии.
28. Многопроводная система с электромагнитной связью.
29. Связь электромагнитным излучением.
30. Классификация фильтров.
31. Пассивные фильтры низких частот: индуктивные, емкостные, Г-, Т- и П-образные. Их схемы и условия применения.
32. Характеристические параметры пассивных фильтров: коэффициент передачи, постоянная передачи, коэффициент затухания, коэффициент фазы.
33. Частотные характеристики фильтров при работе на резистивную нагрузку (КЧХ, АЧХ, ФЧХ).
34. Фазовое и групповое время задержки (ГВЗ) сигнала. Неравномерность затухания и ГВЗ в полосе пропускания. Крутизна АЧХ вне полосы пропускания.
35. Краткие сведения об активных фильтрах. Их реализация на операционных усилителях.
36. Фильтры для противофазных и синфазных помех. Сетевые фильтры.
37. Краткая характеристика разрядников для защиты от перенапряжений.
38. Принцип действия электромагнитных экранов. Количественные показатели качества экранирования.
39. Краткая классификация электромагнитных полей, воздействующих на электронную аппаратуру и персонал.
40. Краткая классификация электромагнитных экранов по виду подавляемых электромагнитных полей.
41. Материалы электромагнитных экранов.
42. Вспомогательные элементы экранов.
43. Уплотнение между элементами экрана.
44. Трубчатые отверстия. Сотовые окна. Перфорированные стенки экранов.
45. Краткая характеристика математических методов моделирования электромагнитных полей в системах с экранами.
46. Краткая характеристика программного обеспечения для расчетов электромагнитных полей в системах с экранами.
47. Влияние полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на биологические объекты.
48. Нормы по допустимым напряжёностям электрических и магнитных полей для персонала и населения.



Максимальное количество баллов, которое студент может получить по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» в течение семестра в соответствии с Положением составляет 100 баллов.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i><b>Высокий уровень</b></i>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i><b>Продвинутый уровень</b></i>
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<i><b>Пороговый уровень</b></i>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы

Разработчик В.Е. Шмелёв В.Е. Шмелёв