

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

**Код модуля**  
1156655

**Модуль**  
Эксплуатация электрических станций и  
подстанций

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Плесняев Евгений Анатольевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем
2	Шелюг Станислав Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированных электрических систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

**Авторы:**

- Плесняев Евгений Анатольевич, Доцент, автоматизированных электрических систем
- Шелюг Станислав Николаевич, Доцент, автоматизированных электрических систем

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Электромагнитная совместимость в электроэнергетике**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Реферат	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Электромагнитная совместимость в электроэнергетике**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4 -Способен рассчитывать нормальные и переходные режимы электроэнергетических систем, оценивать их допустимость и оптимальность (Электроэнергетика и электротехника)	3-27 - Характеризовать электромагнитную обстановку на электрических станциях и подстанциях 3-28 - Объяснять факторы, влияющих на электромагнитную обстановку 3-29 - Описывать основные требования, предъявляемые к помехоустойчивости современной аппаратуры вторичных цепей подстанционного оборудования 3-47 - Характеризовать источники и виды	Зачет Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Реферат

	<p>электромагнитных помех, каналы распространения и способы защиты от них</p> <p>П-22 - Выполнять разработку комплекса мероприятий для защиты электрооборудования от воздействия электромагнитных помех</p> <p>У-29 - Выбирать средства защиты в зависимости от наличия электромагнитных помех</p> <p>У-30 - Определять необходимость проведения организационно-технических мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки и повышению электромагнитной совместимости</p>	
<p>ПК-5 -Способен применять знания переходных режимов, устойчивости и качаний в энергосистемах (Электроэнергетика и электротехника)</p>	<p>З-31 - Характеризовать источники и виды электромагнитных помех, каналы распространения и способы защиты от них</p> <p>П-18 - Выполнять разработку комплекса мероприятий для защиты электрооборудования от воздействия электромагнитных помех</p> <p>У-23 - Выбирать средства защиты в зависимости от наличия электромагнитных помех</p>	<p>Зачет</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат</p>

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Контрольная работа</i>	<i>8,7</i>	<i>100</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>		

<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.50</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Реферат</i>	8,7	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

**Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)

2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Источники помех и механизмы их генерации
2. Техника и технология измерения помех
3. Экспериментальное определение помехоустойчивости
4. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости
5. Стандартизация в области ЭМС
6. Методы и принципы измерения и оценки основных параметров качества

электрической энергии

7. Технические и методические принципы обеспечения качества электрической энергии у потребителей

Примерные задания

Предложить виды и условия проведения испытаний на устойчивость к кондуктивным переходным помехам.

Предложить виды и условия проведения испытаний на устойчивость к кондуктивным высокочастотным помехам.

Предложить виды и условия проведения испытаний на устойчивость к электростатическим помехам.

Предложить виды и условия проведения испытаний на устойчивость к магнитным помехам.

Предложить виды и условия проведения испытаний на устойчивость к радиочастотным электромагнитным помехам.

Предложить виды и условия проведения испытаний на устойчивость к действию помех

оборудования вторичных цепей подстанций в условиях эксплуатации.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Виды электромагнитных помех
2. Теория заземления
3. Качество электрической энергии

Примерные задания

- 1.1. Описать способы передачи электромагнитных помех
- 1.2. Описать гальваническую связь
- 1.3. Описать Е/Н влияние
- 1.4. Электромагнитное излучение
- 2.1. Рассчитать глубину протекания возвратного тока
- 2.2. Рассчитать число необходимых заземлителей
- 2.3. Система заземления в сети 0,4 кВ
- 2.4. Проверка сопротивления заземления
- 3.1. Дано: Напряжение 1 гармоники = 100 В, напряжение 3 гармоники = 50 В, напряжение 5 гармоники = 30 В. Найти напряжение всего сигнала.
- 3.2. Дано: Напряжение 1 гармоники = 100 В, напряжение 3 гармоники = 50 В, напряжение 5 гармоники = 30 В. Найти коэффициент искажения синусоидальности формы кривой напряжения.
- 3.3. Дано:  $U_{ab}=380$  В,  $U_{bc}=400$  В,  $U_{ca}=410$  В. Найти коэффициент несимметрии по обратной последовательности.
- 3.4. Дано:  $U_a=220$  В,  $U_b=210$  В,  $U_c=230$  В. Найти коэффициент несимметрии по нулевой последовательности.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Реферат**

Примерный перечень тем

1. Теория экранирования
2. Влияние ЛЭП на биологическую систему
3. Грозозащита
4. Импульсные помехи
5. Экранирование кабельных линий
6. Синфазные и противофазные помехи
7. Разделительные трансформаторы
8. Заземление в электрических сетях
9. Ограничители перенапряжений

10. Заземление подстанций
11. Влияние некачественной электроэнергии на работу системы учета
12. Выравнивание потенциалов
13. Гальваническая связь
14. Гальваническая развязка
15. Разделительные трансформаторы
16. Стандарты в области ЭМС
17. Основные положения ГОСТ 32144
18. Законодательная база электромагнитной совместимости
19. Симметрирование нагрузки
20. Защита от гальванических помех

#### Примерные задания

1. Описать физические принципы экранирования
2. Механизмы влияния ЛЭП на биологическую систему. Способы защиты
3. Построение системы грозозащиты. Расчет, монтаж, эксплуатация
4. Причины появления и распространения импульсных помех. Методы защиты.
5. Расчет экранирования кабельных линий.
6. Причины появления синфазных и противофазных помех. Защита от них
7. Описание разделительных трансформаторов.
8. Необходимость заземления. Физические процессы при функционировании систем заземления.
9. Описание ограничителей перенапряжения. Состав, выбор, эксплуатация.
10. Необходимость заземления подстанций.
11. Как происходит работа систем учета электроэнергии в условиях цифровой трансформации. Влияние некачественной электроэнергии на работу системы учета
12. Необходимость выравнивание потенциалов. Расчет и эксплуатация.
13. Механизм гальванической связи. Защита
14. Принципы работы гальванической развязки.
15. Описание разделительных трансформаторов
16. Действующие стандарты в области ЭМС.
17. Основные положения ГОСТ 32144 (структура, основные показатели, область применения)
18. Действующие законы в области электромагнитной совместимости
19. Физические принципы симметрирования нагрузки. Принципы реализации.
20. Физические принципы защиты от гальванических помех. Реализация.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Качество электрической энергии
2. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости в электроэнергетике

3. Влияние электрических и магнитных полей на человека
  4. Электромагнитная совместимость технических средств. Термины и их значение.
  5. Классификация источников и видов помех. Характеристики помех.
  6. Механизмы генерации и каналы распространения помех.
  7. Общие методы испытаний источников радиопомех
  8. Измерения радиопомех, излучаемых компонентами электрооборудования.
  9. Измерения помех от воздушных линий электропередачи
  10. Измерения помех от подстанций.
  11. Локация источников помех на линиях и подстанциях
  12. Экспериментальное определение помехоустойчивости. Выбор видов, степеней жесткости и условий проведения испытаний
  13. Испытания на устойчивость к кондуктивным переходным помехам
  14. Испытания на устойчивость к кондуктивным высокочастотным помехам
  15. Испытания на устойчивость к электростатическим помехам
  16. Испытания на устойчивость к магнитным помехам
  17. Испытания на устойчивость к радиочастотным электромагнитным помехам
  18. Испытания на устойчивость к действию помех оборудования вторичных цепей подстанций в условиях эксплуатации
  19. Испытания оборудования летательных аппаратов на стойкость к воздействиям токов молнии
  20. Помехоподавляющие фильтры
  21. Ограничители напряжений
  22. Разделительные элементы. Правила монтажа
  23. Электромагнитные экраны
  24. Защита силовых и вторичных цепей подстанционного электрооборудования.
- Мероприятия, выполняемые на стадии проектирования
25. Мероприятия по ограничению ВЧ перенапряжений и защите от них оборудования на действующих подстанциях
  26. Мероприятия по защите вторичных цепей подстанционного оборудования
  27. Стандартизация в области ЭМС
  28. Проблема ЭМС в электроэнергетике
  29. Показатели качества электрической энергии, отражающие медленные изменения напряжения
  30. Процедура сертификации качества электрической энергии
  31. Классы проведения измерений при анализе показателей качества электрической энергии
  32. Длительность измерения и интервалы осреднения в анализе медленных изменений напряжения
  33. Как производится расчет частоты при анализе показателей качества электрической энергии
  34. Пояснить суть синхронизации объединенных интервалов при выполнении измерений показателей качества электрической энергии
  35. Роль и место ГОСТ 32144, ГОСТ 30804 и ГОСТ 33073 в системе измерения показателей качества электрической энергии.
  36. Показатели качества электроэнергии, отвечающие за несинусоидальность напряжения

37. Описать основные категории показателей качества электрической энергии
38. Показатели качества электроэнергии, отвечающие за несимметрию напряжения
39. Показатели качества электроэнергии, отвечающие за быстрые изменения напряжения
40. Пояснить необходимость существования ГОСТ на качество электрической энергии
41. Описать алгоритм организации измерений показателей качества электрической энергии
42. В чью суть теоремы Котельникова. Какова должна быть минимальная частота измерений, при анализе гармонического состава напряжения до 30 гармоники
43. Кто и почему является наиболее вероятным виновником ухудшения показателя качества «установившееся отклонение напряжения». Возможные исключения из правила
44. Средства индивидуальной и коллективной защиты от воздействия электрического поля промышленной частоты. Конструкции и принцип действия
45. Допустимая напряженность магнитного поля промышленной частоты в бытовых помещениях и общественных зданиях. Допустимая напряжённость магнитного поля промышленной частоты на производстве
46. Кондуктивные помехи: источники, воздействие, защита
47. Индуктивные помехи: источники, воздействие, защита
48. Измерение радиопомех оборудования при его испытаниях
49. Измерение радиопомех от воздушных линий электропередачи
50. Естественные источники помех. Источники помех технического происхождения  
LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-4	У-30 П-22	Зачет Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Реферат