

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Шумы и вибрации в электрических машинах**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Кузьмичев В.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R46e52562-KuzmichevVA-fe7f298f |

В.А.  
Кузьмичев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Ширинский С.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f |

С.В.  
Ширинский

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Киселев М.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | R572ca413-KiselevMG-f37ee096 |

М.Г. Киселев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок

ИД-1 Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки

ИД-2 Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки

2. ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи

ИД-3 Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Исследование вибраций и шума асинхронного двигателя (Контрольная работа)
2. Исследование вибраций и шума генератора постоянного тока (Контрольная работа)
3. Исследование вибраций и шума двигателя постоянного тока (Контрольная работа)
4. Исследование вибраций и шума синхронного генератора (Контрольная работа)
5. Расчет виброакустических характеристик асинхронного двигателя (Контрольная работа)
6. Расчет виброакустических характеристик генератора постоянного тока (Контрольная работа)
7. Расчет виброакустических характеристик синхронного гидрогенератора (Контрольная работа)
8. Расчет виброакустических характеристик синхронного турбогенератора (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                               | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                 | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|                                                                 | Срок КМ:                        | 4    | 4    | 8    | 8    | 12   | 12   | 16   | 16   |
| Общие сведения о механических колебаниях и их распространении в |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |

|                                                                                                                                                                                                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| упругих средах. Источники вибрации и шума в электрических машинах. Общие подходы к расчету вибрации и шума вращающихся электрических машин                                                                 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Общие сведения о механических колебаниях и их распространении в упругих средах. Источники вибрации и шума в электрических машинах. Общие подходы к расчету вибрации и шума вращающихся электрических машин | +  |    |    |    |    |    |    |    |
| Магнитная составляющая вибрации и шума асинхронных машин                                                                                                                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Магнитная составляющая вибрации и шума асинхронных машин                                                                                                                                                   | +  |    |    |    |    |    |    |    |
| Магнитная составляющая вибрации и шума синхронных электрических машин                                                                                                                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Магнитная составляющая вибрации и шума синхронных электрических машин                                                                                                                                      |    | +  | +  |    |    |    |    |    |
| Магнитная составляющая вибрации и шума машин постоянного тока                                                                                                                                              |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Магнитная составляющая вибрации и шума машин постоянного тока                                                                                                                                              |    |    |    | +  |    |    |    |    |
| Аэродинамический шум                                                                                                                                                                                       |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Аэродинамический шум                                                                                                                                                                                       |    |    |    | +  |    |    |    |    |
| Колебания роторов                                                                                                                                                                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Колебания роторов                                                                                                                                                                                          |    |    |    |    | +  | +  |    |    |
| Вибрация, возбуждаемая подшипниками качения                                                                                                                                                                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Вибрация, возбуждаемая подшипниками качения                                                                                                                                                                |    |    |    |    | +  | +  |    |    |
| Шум щеточного аппарата                                                                                                                                                                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Шум щеточного аппарата                                                                                                                                                                                     |    |    |    |    |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                                                    | 15 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                          | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                        | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки                         | Знать:<br>основные нормативные документы, в которых представлены методики измерений, уровни шума и вибрации<br>общепромышленных электрических машин      | Расчет виброакустических характеристик асинхронного двигателя (Контрольная работа)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки | Знать:<br>экспериментальные методы измерения уровней вибраций и шума                                                                                     | Расчет виброакустических характеристик синхронного турбогенератора (Контрольная работа)<br>Расчет виброакустических характеристик синхронного гидрогенератора (Контрольная работа)                                                                                                                                                                                                          |
| ПК-2               | ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов                                                          | Знать:<br>методы расчета вибраций и шума электрических машин<br>рекомендации по проектированию вращающихся электрических машин с низкими уровнями шума и | Расчет виброакустических характеристик генератора постоянного тока (Контрольная работа)<br>Исследование вибраций и шума асинхронного двигателя (Контрольная работа)<br>Исследование вибраций и шума синхронного генератора (Контрольная работа)<br>Исследование вибраций и шума генератора постоянного тока (Контрольная работа)<br>Исследование вибраций и шума двигателя постоянного тока |

|  |  |                                                                                                        |                      |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|  |  | вибрации<br>Уметь:<br>определять уровни шума и<br>вибрации<br>спроектированной<br>электрической машины | (Контрольная работа) |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Расчет виброакустических характеристик асинхронного двигателя**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

Источник №1 имеет звуковую мощность 85 дБ, источник №2 – 90 дБ.

Определить суммарный уровень звуковой мощности двумя способами.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                               |                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные нормативные документы, в которых представлены методики измерений, уровни шума и вибрации общепромышленных электрических машин | 1.Какие бывают способы определения уровня звуковой мощности для нескольких источников? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-2. Расчет виброакустических характеристик синхронного турбогенератора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

Амплитуда вибрационного смещения корпуса электрической машины – 0,02 мм.

Определить амплитуды и уровни виброскорости и виброускорения корпуса электрической машины при частотах колебаний:

- 1)  $f=50$  Гц
- 2)  $f=6000$  Гц.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                   |                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: экспериментальные методы измерения уровней вибраций и шума | 1. Каково влияние частоты колебаний на общий уровень шума и вибрации электрической машины? |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-3. Расчет виброакустических характеристик синхронного гидрогенератора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

Определить, на сколько изменится уровень магнитной вибрации электродвигателя при переходе от нагрузки к холостому ходу.

Дано:

$p=2$ ,  $q=2$ ,  $v=5$ ,  $\mu=7$ ,  $I_1=1,7A$ ,  $I_2=1,5A$ ,  $I_0=0,7A$ ,  $K_H=1,5$ ,  $B\delta=0,7Tл$ .

Амплитуды индукции зубцовых гармоник статора и ротора в режиме нагрузки:

$B_{z1H}=0,109Tл$ ,  $B_{z2H}=0,073Tл$ .

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                   |                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: экспериментальные методы измерения уровней вибраций и шума | 1. В каком режиме работы уровни шума и вибрации будут большие: режиме холостого хода или нагрузки? |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено***КМ-4. Расчет виброакустических характеристик генератора постоянного тока****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.**Краткое содержание задания:**

Машина постоянного тока имеет следующие исходные данные:

 $n=2000 \text{ об/мин}$ ,  $Z=40$ ,  $2p=4$ ,  $B\delta=0,7 \text{ Тл}$ ,  $b_p=11 \text{ см}$ ,  $t_l=2 \text{ см}$ ,  $k\delta=1,23$ ,  $R_a=14 \text{ см}$ ,  $R_j=20 \text{ см}$ ,  $m_j=0,045 \text{ кг}$ ,  $m_p=0,08 \text{ кг}$ .

Определить общий уровень магнитной вибрации машины постоянного тока.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                           |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчета вибраций и шума электрических машин | 1. Какая причина шума и вибрации характерна для генератора постоянного тока? |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-5. Исследование вибраций и шума асинхронного двигателя**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

#### **Краткое содержание задания:**

Выбрать число пазов для ротора шестиполусного асинхронного электродвигателя, имеющего 48 пазов в статоре при нормальных условиях работы.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                          |                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: рекомендации по проектированию вращающихся электрических машин с низкими уровнями шума и вибрации | 1.Что такое зубцовые гармоники? Каким образом они влияют на виброакустические спектры? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-6. Исследование вибраций и шума синхронного генератора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

Определить общий уровень вибрации синхронного электродвигателя при взаимодействии гармоник ротора (при коэффициенте  $k_2=2$  и индукции  $B_m=0,1$  Тл) с гармоникой статора с образованием электромагнитной силы наименьшего порядка. Синхронный электродвигатель имеет следующие данные:  
 $p=1$ ,  $q=2$ ,  $D_i=340$  мм,  $B_\delta=0,75$  Тл,  $x_{ad}=2$ .

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                          |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Знать: рекомендации по проектированию вращающихся электрических машин с низкими уровнями шума и вибрации | 1. Что такое порядок электромагнитной силы? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-7. Исследование вибраций и шума генератора постоянного тока**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

Машина постоянного тока имеет следующие исходные данные:  
 $n=1650$  об/мин,  $Z=38$ ,  $2p=4$ ,  $B_\delta=0,55$  Тл,  $b_p=13$  см,  $t_l=2$  см,  $k_\delta=1,3$ ,  $R_a=12,5$  см,  $R_j=20$  см,  $m_j=0,06$  кг,  $m_p=0,07$  кг.  
 Определить общий уровень магнитной вибрации машины постоянного тока.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                               |                                                 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| Уметь: определять уровни шума | 1. Как рассчитываются механические составляющие |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|

|                                                  |                                                 |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| и вибрации спроектированной электрической машины | общего уровня вибрации машины постоянного тока? |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-8. Исследование вибраций и шума двигателя постоянного тока

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту дается расчетное задание. На выполнение отводится 40 мин. По окончании выполнения задания студент сдает письменное решение преподавателю.

#### Краткое содержание задания:

Определить наиболее “опасную” пару взаимодействующих пространственных гармоник машины постоянного тока. Найти суммарный уровень вибрации от трех пар взаимодействующих гармоник.

Взаимодействующие пары гармоник:

$v/\mu$ : 5/7  $f=950$ Гц, 13/17  $f=1460$ Гц, 43/47  $f=950$ Гц.

Асинхронный электродвигатель имеет следующие данные:

$p=1$ ,  $q=2$ ,  $D_i=290$ мм,  $I_1=41,2$ А,  $I_2=40,7$ А,  $I_0=26$ А,  $K_H=1,3$ ,  $B\delta=0,7$ Тл.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                |                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: определять уровни шума и вибрации спроектированной электрической машины | 1. Чем определяются наиболее “опасные” пространственные гармоники магнитного поля машины постоянного тока? |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

|                                                                                                                                                                                                     |                                                                                              |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                 | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13                                                                   | <i>Утверждаю<br/>и.о. Зав.каф.<br/>ЭМЭЭА</i><br><br>М.Г.Киселев |
|                                                                                                                                                                                                     | Институт электротехники<br>Кафедра электромеханики, электрических и<br>электронных аппаратов |                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                     | «Шумы и вибрации электрических машин»<br>Семестр 3                                           |                                                                                                                                                  |
| <p>1 Радиальные и тангенциальные силы в асинхронных машинах. Частоты колебаний в асинхронных машинах.</p> <p>2 Способы снижения магнитной вибрации в машинах постоянного тока.</p> <p>3 Задача.</p> |                                                                                              |                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                               |                                                                                              |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                           | ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ЗАДАЧА № 1                                                                   | <i>Утверждаю<br/>и.о. Зав.каф.<br/>ЭМЭЭА</i><br><br>М.Г.Киселев |
|                                                                                                                                               | Институт электротехники<br>Кафедра электромеханики, электрических и<br>электронных аппаратов |                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                               | «Шумы и вибрации электрических машин»<br>Семестр 3                                           |                                                                                                                                                     |
| <p>Источник №1 имеет звуковую мощность 85 дБ, источник №2 – 90 дБ.</p> <p>Определить суммарный уровень звуковой мощности двумя способами.</p> |                                                                                              |                                                                                                                                                     |

#### Процедура проведения

Для проведения экзамена студенты получают ссылки на ВКС. Для подготовки к ответу студенту дается 40 мин. Далее студенты подключаются в преподавателю и отвечают на билет. Проводится видеофиксация ответа студента на билет. По результатам экзамена преподаватель выставляет оценки в БАРС с указанием своей фамилии.

## ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки

### **Вопросы, задания**

1. Механические колебания и звук. Величины, характеризующие колебания и звук. Нормирование шума и вибрации электрических машин.
2. Способы снижения магнитной составляющей шума и вибрации в асинхронных машинах. Выбор соотношений чисел пазов на статоре и на роторе.
3. Влияние эксцентриситета воздушного зазора на виброакустические характеристики асинхронной машины

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Акустические колебания, частота которых выше 20000 Гц называются:

Ответы:

1. ультразвук.
2. инфразвук.
3. шум.

Верный ответ: 1

2. Для чего необходимо применять амортизаторы в электрических машинах?

Ответы:

1. Для снижения вибрации электрической машины.
2. Для снижения шума электрической машины.
3. Для снижения массо-габаритных показателей электрической машины.

Верный ответ: 1

3. Перечислите виды дисбаланса ротора:

Ответы:

1. Нагрузочный, дисбаланс холостого хода, дисбаланс короткого замыкания.
2. Постоянный, переменный.
3. Статический, динамический, смешанный

Верный ответ: 3

4. К какому типу источников относятся вибрации от МДС обмоток электрической машины:

Ответы:

1. Магнитные.
2. Механические.
3. Аэродинамические.

Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки

### **Вопросы, задания**

1. Радиальные и тангенциальные силы в асинхронных машинах. Частоты колебаний в асинхронных машинах.
2. Магнитная составляющая шума и вибрации асинхронных машин. Насыщение стали.
3. Магнитная составляющая шума и вибрации асинхронных машин. Магнитная проводимость воздушного зазора.

- 4.Магнитная составляющая шума и вибрации асинхронных машин. МДС обмоток статора и ротора.
- 5.Источники шума и вибрации асинхронных машин.
- 6.Основные понятия теории колебаний: гармонические колебания, уравнения движения, форма колебаний, механический резонанс.
- 7.Источники шума и вибрации электрических машин. Классификация и краткая характеристика источников шума и вибрации.
- 8.Влияние высших гармоник на вибровозмущающие силы в асинхронных машинах.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.Чем характеризуется вибрация?

Ответы:

1. Виброперемещением (м), виброскоростью (м/с) и виброускорением (м/с<sup>2</sup>).
2. Частотой колебаний (Гц), амплитудой (м или мм) и скоростью (м/с).
3. Силой (Н), виброперемещением (м), частотой (Гц).

Верный ответ: 1

- 2.Что такое колебания?

Ответы:

1. колебания отдельных точек или целой механической системы относительно каких-либо первоначальных положений.
2. Изменения различных физических величин, приводящие к изменениям выходных параметров.
3. Структурные изменения целостного объекта.

Верный ответ: 1

- 3.Какое влияние на организм оказывает повышенный уровень шума?

Ответы:

1. Приводит к нервным расстройствам, нарушении работы сердца, потере слуха.
2. Приводит к смещению порога слышимости, нервным расстройствам, а также потере слуха.
3. Приводит к ухудшению зрения, нервным расстройствам, потере слуха.

Верный ответ: 2

- 4.Акустические колебания, частота которых меньше 16 гц называются:

Ответы:

1. ультразвуком.
2. инфразвуком.
3. вибрацией

Верный ответ: 2

- 5.Шум щеточного аппарата происходит в:

Ответы:

1. Асинхронных машинах.
2. Трансформаторах.
3. Машинах постоянного тока.

Верный ответ: 3

- 6.Скос пазов на роторе выполняется для электрической машины:

Ответы:

1. Индукторной машины.
2. Асинхронной машины.
3. Машины постоянного тока.

Верный ответ: 2

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-2 Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

**Вопросы, задания**

1. Способы разделения источников шума и вибрации в электрических машинах.
2. Простейшая колебательная система (кольцо) без учета демпфирования. Алгоритм расчета шума и вибрации.
3. Способы расчета шума и вибрации электрических машин. Одномассовая и многомассовая колебательные системы.
4. Способы расчета шума и вибрации электрических машин. Метод электромеханической аналогии.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Выберите верное утверждение. Механические источники вибрации...

Ответы:

1. По разному проявляются в различных типах электрических машин.
2. Одинаково проявляются в различных типах электрических машин.
3. Наиболее интенсивные в асинхронных машинах.

Верный ответ: 2

2. Какой вид анализа включает разложение колебаний на составляющие по отдельным частотам?

Ответы:

1. Вибрационным анализом.
2. Кепстральным анализом.
3. Спектральным анализом.

Верный ответ: 3

3. Какие существуют причины повышенного шума и вибрации электрических машин?

Ответы:

1. Немеханические, механические, электронные.
2. Механические, электромагнитные, аэродинамические.
3. Механические, аэродинамические, высокочастотные.

Верный ответ: 2

4.

Как называются интервалы частот, в которых измеряются уровни вибраций?

Ответы:

1. Октавные, третьоктавные
2. Октавные, двухоктавные, третьоктавные
3. Двухоктавные, третьоктавные

Верный ответ: 1

5. Перечислите способы уменьшения вибрации

Ответы:

1. Вибропоглощение, виброизоляция, виброотражение
2. Вибропоглощение, вибродемпфирование, виброизоляция
3. Виброгашение, вибродемпфирование, виброизоляция

Верный ответ: 3

**II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно*

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***