

**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: Электрические машины объектов энергетики:
проектирование, эксплуатация, техническое диагностирование**

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

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

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сидоров А.О.
	Идентификатор	R2a0076dc-SidorovAO-9eb7b679

А.О. Сидоров

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

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. Расчет виброакустических характеристик асинхронного двигателя (Контрольная работа)
3. Расчет виброакустических характеристик генератора постоянного тока (Контрольная работа)
4. Расчет виброакустических характеристик синхронного гидрогенератора (Контрольная работа)
5. Расчет виброакустических характеристик синхронного турбогенератора (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|------|---|
| КМ-1 | Расчет виброакустических характеристик асинхронного двигателя (Контрольная работа) |
| КМ-2 | Расчет виброакустических характеристик синхронного турбогенератора (Контрольная работа) |
| КМ-3 | Расчет виброакустических характеристик синхронного гидрогенератора (Контрольная работа) |
| КМ-4 | Расчет виброакустических характеристик генератора постоянного тока (Контрольная работа) |
| КМ-5 | Исследование вибраций и шума асинхронного двигателя (Контрольная работа) |

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	8	10	12
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						+
Вес КМ:		20	20	20	20	20

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 _{ПК-1} Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки	Знать: 2. рекомендации по проектированию вращающихся электрических машин с низкими уровнями шума и вибрации 1. методы расчета вибраций и шума электрических машин	КМ-1 Расчет виброакустических характеристик асинхронного двигателя (Контрольная работа) КМ-2 Расчет виброакустических характеристик синхронного турбогенератора (Контрольная работа) КМ-3 Расчет виброакустических характеристик синхронного гидрогенератора (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-3 _{ПК-2} Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов	Уметь: 2. определять уровни шума и вибрации спроектированной электрической машины 1. анализировать и предлагать технические решения по снижению шума и вибрации электрических машин	КМ-4 Расчет виброакустических характеристик генератора постоянного тока (Контрольная работа) КМ-5 Исследование вибраций и шума асинхронного двигателя (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: 20

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: 1. методы расчета вибраций и шума электрических машин	1. Какие бывают способы определения уровня звуковой мощности для нескольких источников?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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: 20

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: 2. рекомендации по проектированию вращающихся электрических машин с низкими уровнями шума и вибрации	1. Как рассчитываются уровни виброскорости и виброускорения корпуса при различных частотах колебаний?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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: 20

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: 2. рекомендации по проектированию вращающихся электрических машин с низкими уровнями шума и вибрации	1. Как в расчете шума и вибрации учитываются режимы работы электрической машины?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: 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: 20

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:

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

Определить общий уровень магнитной вибрации машины постоянного тока.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: 2. определять уровни шума и вибрации спроектированной электрической машины	1. Каким образом рассчитывается магнитная составляющая шума и вибрации машины постоянного тока?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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: 20

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: 1. анализировать и предлагать технические решения по снижению шума и вибрации электрических машин	1.Каким образом осуществляется выбор числа пазов ротора асинхронного двигателя?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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: Зачет с оценкой

Пример билета

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

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

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_{ПК-1} 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.

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

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-2} Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

Вопросы, задания

1. Влияние эксцентриситета воздушного зазора на виброакустические характеристики асинхронной машины
2. Радиальные и тангенциальные силы в асинхронных машинах. Частоты колебаний в асинхронных машинах.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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

2. Как называются интервалы частот, в которых измеряются уровни вибраций?

Ответы:

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

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу