

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Виброакустика**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурдюков Д.А.
Идентификатор	R37b9b3a7-BurdiukovDA-6c39bda	

(подпись)

Д.А.

Бурдюков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурдюков Д.А.
Идентификатор	R37b9b3a7-BurdiukovDA-6c39bda	

(подпись)

Д.А. Бурдюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3	

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка  
подписи)

## 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-7 Способен использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса

ИД-5 Демонстрирует понимание процессов возникновения вибраций и шума в окружающей среде и на рабочем месте

ИД-6 Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на шумовое и вибрационное загрязнение окружающей среды, а так же методов и средств снижения негативного влияния на окружающую среду

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа по разделу «Определение частот вибровозмущающих сил, вызываемых различными источниками» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа по разделу: «Звуковая волна, акустическое сопротивление среды» (зависимость звуковой волны от частоты и скорости звука в разных средах; взаимосвязь звуковой волны и акустического сопротивления среды) (Контрольная работа)

3. Контрольная работа по разделу: «Расчёт интенсивности звука, звукового давления, звуковой мощности от различных типов электрических машин» (Контрольная работа)

4. Контрольная работа по разделу: «Реверберация. Расчёт времени реверберации для различных помещений» (с учётом объёма, площади стен, потолка и пола и их коэффициентов звукопоглощения) (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	8	10	12
Звуковая волна, акустическое сопротивление среды (зависимость звуковой волны от частоты и скорости звука в разных средах; взаимосвязь звуковой волны и акустического сопротивления среды)					
Звуковая волна, акустическое сопротивление среды (зависимость звуковой волны от частоты и скорости звука в разных средах; взаимосвязь звуковой волны и акустического сопротивления среды)	+				
Расчёт интенсивности звука, звукового давления, звуковой мощности					

Расчёт интенсивности звука, звукового давления, звуковой мощности		+		
Реверберация. Расчёт времени реверберации для различных помещений (с учётом объёма, площади стен, потолка и пола и их коэффициентов звукопоглощения)				
Реверберация. Расчёт времени реверберации для различных помещений (с учётом объёма, площади стен, потолка и пола и их коэффициентов звукопоглощения)			+	
Определение частот вибровозмущающих сил, вызываемых подшипниками качения				
Определение частот вибровозмущающих сил, вызываемых подшипниками качения				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### БРС курсовой работы/проекта

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	10	12
Расчёт спектра взаимодействий гармоник статора и ротора		+	
Расчёт удельных вибровозмущающих сил			+
Вес КМ:		50	50

## 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-7	ИД-5ПК-7 Демонстрирует понимание процессов возникновения вибраций и шума в окружающей среде и на рабочем месте	Знать: Основные источники вибрации и шума электромеханических устройств Уметь: Выполнять виброакустические расчеты для различных типов электрических машин и трансформаторов	Контрольная работа по разделу: «Звуковая волна, акустическое сопротивление среды» (зависимость звуковой волны от частоты и скорости звука в разных средах; взаимосвязь звуковой волны и акустического сопротивления среды) (Контрольная работа) Контрольная работа по разделу: «Расчёт интенсивности звука, звукового давления, звуковой мощности от различных типов электрических машин» (Контрольная работа)
ПК-7	ИД-6ПК-7 Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на шумовое и вибрационное загрязнение окружающей среды, а так же методов и средств снижения негативного влияния на окружающую среду	Знать: Способы расчета и ослабления вибрации и шума в электрических системах Уметь: Выбирать и применять конкретные технические решения для снижения вибрации и шума в зависимости от их источника и характера происхождения	Контрольная работа по разделу: «Реверберация. Расчёт времени реверберации для различных помещений» (с учётом объёма, площади стен, потолка и пола и их коэффициентов звукопоглощения) (Контрольная работа) Контрольная работа по разделу «Определение частот вибровозмущающих сил, вызываемых различными источниками» (Контрольная работа)

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

**КМ-1. Контрольная работа по разделу: «Звуковая волна, акустическое сопротивление среды» (зависимость звуковой волны от частоты и скорости звука в разных средах; взаимосвязь звуковой волны и акустического сопротивления среды)**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Получение варианта контрольной работы, ответ в отведённое время, передача преподавателю для проверки

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы контрольной работы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Основные источники вибрации и шума электромеханических устройств	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Звук и звуковые волны.</li><li>2.Основные параметры звуковой волны.</li><li>3.Плоская, цилиндрическая и сферическая волна.</li><li>4.Зависимость звуковой волны от частоты и скорости звука в разных средах.</li><li>5.Взаимосвязь звуковой волны и акустического сопротивления среды.</li></ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольной работы, - задача решена абсолютно правильно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольной работы, - задача решена правильно, но с небольшими замечаниями

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если даны правильные ответы не менее чем на 60% вопросов контрольной работы, - задача изначально решена верно или решена верно после дополнительных вопросов преподавателя

**КМ-2. Контрольная работа по разделу: «Расчёт интенсивности звука, звукового давления, звуковой мощности от различных типов электрических машин»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Получение варианта контрольной работы, ответ в отведённое время, передача преподавателю для проверки

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы контрольной работы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Выполнять виброакустические расчеты для различных типов электрических машин и трансформаторов	1.Расчёт интенсивности звука от различных типов электрических машин. 2.Расчёт звукового давления от различных типов электрических машин. 3.Расчёт звуковой мощности от различных типов электрических машин. 4.Определяет уровни звукового давления в октавных и третьоктавных полосах частот. 5.Определяет скорректированный уровень звуковой мощности.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольной работы, - задача решена абсолютно правильно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольной работы, - задача решена правильно, но с небольшими замечаниями

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если даны правильные ответы не менее чем на 60% вопросов контрольной работы, - задача изначально решена верно или решена верно после дополнительных вопросов преподавателя

**КМ-3. Контрольная работа по разделу: «Реверберация. Расчёт времени реверберации для различных помещений» (с учётом объёма, площади стен, потолка и пола и их коэффициентов звукопоглощения)**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Получение варианта контрольной работы, ответ в отведённое время, передача преподавателю для проверки

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы контрольной работы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Способы расчета и ослабления вибрации и шума в электрических системах	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое вибрация?</li><li>2.Что может послужить причиной возникновения производственной вибрации?</li><li>3.Что такое реверберация?</li><li>4.Воздействие вибрации на биообъекты.</li><li>5.Источники вибрации и шума в ЭМ.</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольной работы, - задача решена абсолютно правильно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольной работы, - задача решена правильно, но с небольшими замечаниями

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если даны правильные ответы не менее чем на 60% вопросов контрольной работы, - задача изначально решена верно или решена верно после дополнительных вопросов преподавателя

**КМ-4. Контрольная работа по разделу «Определение частот вибровозмущающих сил, вызываемых различными источниками»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Получение варианта контрольной работы, ответ в отведённое время, передача преподавателю для проверки

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы контрольной работы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Выбирать и применять конкретные технические решения для снижения вибрации и шума в зависимости от их источника и характера происхождения	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Рассчитать частоту вибрации, обусловленной разностенностью колец подшипников качения двухполюсного асинхронного двигателя, при частоте питающей сети <math>f = 50</math> Гц.</li><li>2.Рассчитать частоту вибрации, обусловленной овальностью внутренних колец подшипников качения двухполюсного асинхронного двигателя, при частоте питающей сети <math>f = 50</math> Гц.</li><li>3.Рассчитать частоту вибрации четырёхполюсного асинхронного двигателя (частота питающей сети <math>f = 50</math> Гц), обусловленной отклонениями в размерах тел</li></ol>
---	--



	<p>качения при перекачивании тел качения, если: D0 - диаметр расположения центров тел качения равен 100мм; dш - диаметр тел качения (шариков или роликов) равен 10мм; количество тел качения <math>z = 8</math>.</p> <p>4. Рассчитать частоту тональной составляющей для третьей гармонической (<math>k=3</math>) вентилятора, имеющего 6 лопастей (лопаток) и частоту вращения 3000 об/мин.</p> <p>5. Рассчитать радиальные вибровозмущающие силы в асинхронных двигателях (АД).</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольной работы, - задача решена абсолютно правильно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольной работы, - задача решена правильно, но с небольшими замечаниями

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если даны правильные ответы не менее чем на 60% вопросов контрольной работы, - задача изначально решена верно или решена верно после дополнительных вопросов преподавателя

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Билет 1

1. Звук и звуковые волны. Основные параметры звуковой волны. Плоская, цилиндрическая и сферическая волна.
2. Методы защиты от шума (снижение шума в источнике и на путях распространения). Средства защиты человека от шума.
3. Задача

### Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение экзаменационного задания/подготовку ответа – 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ПК-7</sub> Демонстрирует понимание процессов возникновения вибраций и шума в окружающей среде и на рабочем месте

### Вопросы, задания

1. Источники шума и их характеристики (механические, аэродинамические, гидродинамические, электромагнитные), охарактеризовать на примерах.
2. Бинауральный эффект. Эффект маскировки. Арифметические действия с децибелами (подтверждение эффекта маскировки).
3. Действие шума на человека. Процесс восприятия звука. Ультразвук. Инфразвук. Потеря слуховой активности.
4. Кривые равной громкости. Чувствительность уха. Понятие фона.
5. Сочетание двух и более звуков различной частоты. Влияние фазы звуковой волны на общий уровень звука.
6. Взаимодействие звуковой волны с преградой (коэффициенты  $\alpha, \beta, \gamma, \tau, \delta$ ).
7. Акустическое поле (АП). Основные характеристики АП. Свободное звуковое поле, диффузное поле.
8. Звуковое давление. Акустическое сопротивление среды. Интенсивность звука. Взаимосвязь интенсивности звука и звуковой мощности.
9. Звук и звуковые волны. Основные параметры звуковой волны. Плоская, цилиндрическая и сферическая волна.

### Материалы для проверки остаточных знаний

#### 1. Что такое “Звук”?

Ответы:

1. Электромагнитные волны с частотой от 16 Гц до 20 кГц;
  2. Механические колебания упругой среды с частотой менее 16 Гц;
  3. Механические колебания упругой среды с частотой более 20 кГц;
  4. Механические колебания упругой среды с частотой от 16 Гц до 20 кГц.
- Верный ответ: 4. Механические колебания упругой среды с частотой от 16 Гц до 20 кГц

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-бпк-7 Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на шумовое и вибрационное загрязнение окружающей среды, а так же методов и средств снижения негативного влияния на окружающую среду

### **Вопросы, задания**

1. Уровни звукового давления в октавных и третьоктавных полосах частот. Корректированный уровень звуковой мощности
2. В лаборатории на рабочем месте инженера-исследователя создаётся шум тремя источниками 60, 75 и 80 дБА соответственно. Определить уровень шума на рабочем месте
3. Определяющие факторы шума (механического, аэродинамического, гидродинамического, электромагнитного происхождения).
4. Нормирование шума по предельному спектру и по уровню звука (дБА).
5. Классификация шумомеров (0,1,2).
6. Измерение шума. Основные характеристики шума, подлежащие контролю. Принцип построения шумомера (блок-схема; шкалы А,В,С,Д,Е,Г,И,С).
7. Определить уровень шума в сборочном цехе, если одновременно работают 4-е источника 50, 63, 66 и 69 дБА, соответственно.
8. Уровень звуковой мощности. Связь звукового давления, интенсивности звука и звуковой мощности (с учетом пороговых величин).
9. Рассчитать звукоизоляцию перегородки, если интенсивность звука с одной стороны перегородки составляет 0,1 Вт/м<sup>2</sup>, а с другой – 0,01 Вт/м<sup>2</sup>.

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

#### **1. Каким бывает шум по характеру спектра?**

Ответы:

1. Широкополосный;
2. Ультраширокий;
3. Низкочастотный;
4. Тональный;
5. Интенсивный;
6. Все вышеперечисленные.

Верный ответ: 1. Широкополосный; 4. Тональный.

#### **2. Единица измерения уровня звуковой мощности:**

Ответы:

1. Паскаль;
2. Вольт;
3. Фарад;
4. Ватт;
5. Децибел;
6. Цельсий.

Верный ответ: 5. Децибел

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

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

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Предоставление оформленного курсового проекта, предоставление презентации для защиты, доклад - 10 минут, ответ на вопросы.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*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: 75*

*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

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

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»