

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики

Кафедра гидрогазодинамики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

транспорта и логистики

Быкадоров В.В.



02

2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Аэроакустика больших скоростей»

01.04.03 Механика и математическое моделирование

«Компьютерная аэрогидродинамика»

Разработчик:

канд. техн. наук, доцент  Мальцева М.О.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры гидрогазодинамика

от «14» января 2025г., протокол №3

Заведующий кафедрой  Мальцев Я.И.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Аэроакустика больших скоростей»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ.

Какой формулой в акустике описывается интенсивность звука (сила звука)?

А) $I = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 v$

Б) $I = \rho A^2 \omega^2 v$

В) $I = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

2. Выберите один правильный ответ.

Какое уравнение описывает собственную частоту резонатора Геймгольца?

А) $\nu = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{l \cdot V}}$

Б) $\nu = \frac{v}{\pi} \sqrt{\frac{S}{l \cdot V}}$

В) $\nu = \frac{v}{2} \sqrt{\frac{S}{l \cdot V}}$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

3. Выберите один правильный ответ.

Какое из уравнений описывает скорость звука в газе?

А) $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$

Б) $v = \sqrt{\frac{RT}{M}}$

В) $v = \sqrt{\gamma \frac{R}{M}}$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

4. Выберите один правильный ответ.

Какое из уравнений описывает волновое уравнение для давления?

А) $\nabla^2 p = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$

Б) $\nabla^2 p = \frac{1}{c} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$

В) $\nabla^2 p = \frac{2}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

Задания закрытого типа на установления соответствия

Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- | | |
|--------------------|---|
| 1) Громкость звука | А) определяется амплитудой колебаний |
| 2) Высота звука | Б) определяется частотой колебаний |
| 3) Тембр звука | В) определяется формой звуковых колебаний |

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

2. Установите соответствие между принципом действия глушителя и его видом. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- | Принцип действия | Вид глушителя |
|--|------------------------------|
| 1) Глушители, содержащие звукопоглощающий материал, поглощают энергию звуковых колебаний | А) абсорбционные глушители |
| 2) Глушители отражают звуковые волны обратно к источнику. | Б) реактивные отражают |
| 3) в глушителях происходит как поглощение, так и отражение звука | В) комбинированные глушители |

Правильный ответ:

1	2	3
---	---	---

B

Ученые

Открытия

2) Рэлей

Б) Создал теорию поверхностных акустических волн на границе твердых тел

3) П. Ланжевен

В) Создал первый в мире эхолот для измерения глубины моря

1

2

3

A

Б

B

ЦИК

Уравнения

Названия

$$1) \quad p = c^2 \rho + const$$

А) линеаризованное уравнение состояния

$$2) \frac{\partial v_x}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x}$$

Б) линеаризованное уравнение Эйлера

$$3) \frac{\partial v_x}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_0 c^2} \frac{\partial p}{\partial t}$$

В) линеаризованное уравнение неразрывности

1

2

3

A

Б

B

ЦИК

1. Установите хронологическую последовательность научных открытий.
Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) Пифагор открыл связь между высотой тона и длиной струны
- Б) Аристотель впервые объяснил эхо отражением звука от препятствий и понимал, что звучащее тело создает сжатие и разрежение воздуха
- В) Леонардо да Винчи сформулировал принцип независимости распространения звуковых волн от различных источников

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

2. Установите периоды развития разных течений акустики. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) музыкальная акустика
- Б) архитектурная акустика
- В) электроакустика

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

3. Установите очередность открытий в области акустики. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) французский физик П. Ланжевенон, впервые применил ультразвуковые волны для измерения глубины моря и обнаружения подводных лодок
- Б) наиболее удобный импульсный метод ультразвуковой дефектоскопии был впервые предложен советским физиком С.Я. Соколовым
- В) явление сверхдальнего распространения звука взрыва в море в подводных звуковых каналах впервые было открыто независимо друг от друга американскими учёными М. Ивингом, Д. Ворцелем и советскими учёными Л. М. Бреховских, Л. Д. Розенбергом

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

4. Установите, как возрастает скорость звука в разных средах. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) в углекислом газе
- Б) в море
- В) в стальных рельсах

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. *Напишите пропущенное слово.*

_____ область физики, изучающая упругие колебания и волны в различных средах от самых низких до предельно высоких частот.

Правильный ответ: акустика

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

2. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ называется процесс распространения упругих колебаний малой амплитуды в сплошной среде.

Правильный ответ: звуковыми волнами (звуком)

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

3. *Напишите пропущенное словосочетание.*

Время, за которое интенсивность звука ослабляется в миллион раз по отношению к первоначальной интенсивности ($I / I_0 \approx 10^{-6}$) называется _____.

Правильный ответ: временем реверберации

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

4. *Напишите пропущенное слово.*

Совпадение частоты внешней воздействующей силы с собственной частотой колебаний системы называется _____.

Правильный ответ: резонанс

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. *Напишите пропущенное слово.*

Изменение направления распространения звуковой волны при переходе из одной среды в другую _____ звуковой волны

Правильный ответ: рефракция / преломление

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

2. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

Звуковые волны не могут распространяться в _____.

Правильный ответ: в вакууме / пустоте / без упругой среде

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

3. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

Отношение звукового давления к скорости колебаний частиц среды называется _____.

Правильный ответ: удельное акустическое сопротивление среды/ импеданс

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

4. *Напишите пропущенное словосочетание.*

Область акустики, которая изучает распространение звуковых волн в помещении, отражение и поглощение их поверхностями, влияние отраженных волн на слышимость речи и музыки называется _____.

Правильный ответ: архитектурная акустика/ акустика помещений

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решить задачу:

Плоская волна частотой 400 Гц распространяется в воздухе со скоростью 350 м/с. Интенсивность волны $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} / \text{м}^2$. Определить плотность энергии и амплитуду колебаний, если температура воздуха 27°C . Плотность воздуха ρ_0 при $t = 0^\circ \text{C}$ равна $1,18 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

$$\text{Плотность энергии: } E = \frac{J}{c} = \frac{1,2 \cdot 10^{-2}}{350} = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} / \text{м}^3,$$

где J – интенсивность звука.

Плотность воздуха при температуре 27°C находим по формуле:

$$\rho = \rho_0(1 + 0,00367t)^{-1} = 1,07 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

$$\text{Определяем скорость колебаний: } v_0 = \sqrt{\frac{2J}{\rho c}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}}{1,07 \cdot 350}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м} / \text{с}.$$

$$\text{Амплитуда колебаний: } \xi_0 = \frac{v_0}{2\pi f} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 400} = 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Ответ: плотность энергии: $3,4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} / \text{м}^3$; амплитуда колебаний: $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Критерии оценивания:

- значение плотности энергии;
- значение амплитуды колебаний.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

2. Решить задачу:

На пути плоской звуковой волны в воздухе находится шар радиуса $R=50$ см. Длина волны $\lambda = 5$ см, частота $\nu = 6,8$ кГц, амплитуда колебаний давления в воздухе $\Delta p_m = 3,5$ Па. Найти средний за период колебаний поток энергии, падающий на поверхность шара.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Плотность воздуха $\rho = 1,293$ кг / м³

Интенсивность звуковой волны

$$I = \frac{\Delta p_m^2}{2 \cdot \rho \cdot V} = \frac{\Delta p_m^2}{2 \cdot \rho \cdot (\lambda \cdot \nu)}$$

Средняя за период падающая энергия:

$$E_{\text{пад.}} = I \cdot S = I \cdot \pi R^2$$

$$E_{\text{пад.}} = \frac{\Delta p_m^2 \cdot \pi \cdot R^2}{2 \cdot \rho \cdot (\lambda \cdot \nu)} = \frac{3,5^2 \cdot 3,14 \cdot 0,5^2}{2 \cdot 1,293 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} \cdot 6,8 \cdot 10^3} = 0,01094 \text{ Вт}$$

Ответ: 0,01094 Вт.

Критерии оценивания:

- значение средней за период падающей энергии.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

3. Решить задачу:

Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями $u_1 = 72$ км/ч и $u_2 = 54$ км/ч. Первый поезд дает свисток с частотой $\nu = 600$ Гц. Найти частоту ν' колебаний звука, который слышит пассажир второго поезда: а) перед встречей поездов; б) после встречи поездов. Скорость распространения звука в воздухе $c = 340$ м/с.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

По принципу Доплера частота звука, воспринимаемая наблюдателем, определяется формулой: $\nu' = \frac{c + u_2}{c - u_1} \nu$

ν – частота звука, посылаемая источником звука, u_1 – скорость движения источника, u_2 – скорость движения наблюдателя, c – скорость распространения звука. Скорость $u_2 > 0$, если наблюдатель движется по направлению к источнику звука; $u_1 > 0$, если источник движется к наблюдателю.

а) Перед встречей поезда $\nu'_1 = \frac{c + u_2}{c - u_1} \nu = \frac{340 + 15}{340 - 20} \cdot 600 = 666 \text{ Гц}$

б) После встречи поездов $\nu'_2 = \frac{c - u_2}{c + u_1} \nu = \frac{340 - 20}{340 + 15} \cdot 600 = 541 \text{ Гц}$

Ответ: 666 Гц, 541 Гц.

Критерии оценивания:

- нахождение частоты перед встречей поезда;
- нахождение частоты после встречей поезда.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

4. Решить задачу:

Какую длину l должна иметь стальная струна радиусом $r = 0,05$ см, чтобы при силе натяжения $F = 0,49 \text{ кН}$ она издавала тон частотой $\nu = 320 \text{ Гц}$?

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Частота основного тона струны определяется формулой:

$$\nu = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho S}}$$

где l – длина струны, F – сила её натяжения, $S = \pi r^2$ – площадь поперечного сечения струны, ρ – плотность материала среды. Подставим $S = \pi r^2$ в уравнение 1, получим

$$\nu = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho S}} = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi r^2}},$$

откуда длина струны получается:

$$l = \frac{1}{2\nu} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi r^2}} = \frac{1}{2 \cdot 320} \sqrt{\frac{0,49 \cdot 10^3}{7800 \cdot 3,14 \cdot (0,05 \cdot 10^{-2})^2}} = 0,44 \text{ м}$$

Ответ: 0,44 м.

Критерии оценивания:

- нахождение длины струны.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-2

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) *по дисциплине «Аэроакустика больших скоростей»* соответствует требованиям ГОС ВО.

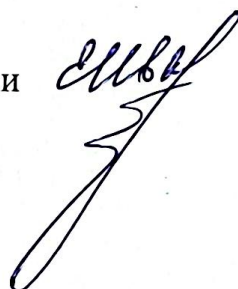
Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки магистров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта и логистики



Е.И. Иванова

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)