

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета компьютерных  
систем и информационных технологий  
Кочевский А.А.



19 » апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Аэроакустика больших скоростей»

По направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование

Магистерская программа: «Компьютерная аэрогидродинамика»

Луганск – 2023 г.

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Аэроакустика больших скоростей» по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Аэроакустика больших скоростей» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «10» января 2018 года № 14.

### СОСТАВИТЕЛЬ:

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики «18» апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики \_\_\_\_\_  В.В.Малый

Переутверждена: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Переутверждена: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий «19» апреля 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий \_\_\_\_\_

 Н.Н. Ветрова.

© Мальцева М.О., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины - является знакомство студентов с основами аэроакустики, дисциплины, лежащей на стыке классической акустики и аэродинамики, а также смежных дисциплин, обеспечивающих полноценное научное сопровождение экспериментального и теоретического определения источников шума, разработки новых методов его снижения.

Задачи: формирование у студентов базовых знаний в области акустики и аэроакустики; приобретение теоретических знаний в области описания и моделирования источников шума; проведение собственных теоретических и экспериментальных исследований в области акустики и аэроакустики.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аэроакустика больших скоростей» входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

Дисциплина реализуется кафедрой гидрогазодинамики.

Основывается на базе дисциплин: «Аэродинамика вентиляционных систем».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Моделирование турбулентности», «Динамика вязкого газа».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Аэроакустика больших скоростей», должны:

*знать:* фундаментальные понятия, законы, теории классической акустики и аэроакустики; современные проблемы акустики и аэроакустики; разновидности современных способов экспериментального исследования шума.

*уметь:* пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; видеть в технических задачах физическое содержание; осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики; выводить основные уравнения акустики и аэроакустики и понимать их физический смысл; эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

*владеть:* навыками освоения большого объема информации; навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете; навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;

практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач; навыками теоретического анализа реальных задач акустики и аэроакустики.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с государственными образовательными стандартами ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ООП):

**профессиональных:**

ПК-1 способен проводить научные исследования и получать новые научные и/или прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;

ПК-2 способен представлять и адаптировать результаты научных исследований с учетом уровня аудитории.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	180 (5 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	56	12
Лекции	28	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	6
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	124	168
Форма аттестации	экзамен	экзамен

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### 2 семестр

#### Тема 1. Введение в теорию акустики.

История развития акустики и ее место среди других наук. Основные направления современной акустики.

#### Тема 2. Упругие волны.

Распространение упругих волн. Волновое поле. Частица среды. Задачи акустики. Скорость звуковых волн. Одномерная волна. Поперечные волны. Продольные и плоские волны в жидкости. Волны малой амплитуды. Линеаризация.

#### Тема 3. Акустическое поле в неограниченной среде.

Акустическое поле. Основные величины. Уравнения гидродинамики. Волновое уравнение. Волновое уравнение для сферических и цилиндрических волн. Плоская волна. Энергия и импульс акустического поля.

**Тема 4. Общие уравнения акустики.**

Полная система уравнений гидродинамики. Граничные условия. Полная система акустических уравнений и её упрощение (линеаризация). Особенности картины сплошной среды в акустике. Лапласова и ньютонова скорость звука. Температурные колебания в звуковой волне. Акустика микронеоднородных сред.

**Тема 5. Геометрическая акустика.**

Отражение и преломление плоских волн на границах раздела. Акустические волноводы. Нормальные волны. Геометрическая акустика. Акустика движущейся среды.

**Тема 6. Аэродинамический звук.**

Понятие аэродинамический звук. Акустическая аналогия Лайтхилла. Решение уравнения Лайтхилла при отсутствии твердых границ. Применение теории Лайтхилла к турбулентным потокам.

**Тема 7. Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.**

Дозвуковые турбулентные струи. Аэродинамические характеристики турбулентных струй. Когерентные структуры и аэродинамическая неустойчивость. Начальные условия истечения турбулентных струй. Методы управления турбулентными струями.

**Тема 8. Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям.**

Влияние уровня акустического возбуждения. Влияние начальной турбулентности потока на эффективность акустического возбуждения струи. Акустическое возбуждение высокоскоростных струй.

**Тема 9. Снижение шума.**

Акустический глушитель шума реактивной струи. Струйная система для снижения шума сверхзвуковой струи. Снижение избыточного шума, обусловленного аэроакустическим взаимодействием.

**4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в теорию акустики.	2	1
2	Упругие волны.	4	1
3	Акустическое поле в неограниченной среде.	2	-
4	Общие уравнения акустики.	2	1
5	Геометрическая акустика.	4	1
6	Аэродинамический звук.	4	-

7	Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.	4	1
8	Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям.	4	-
9	Снижение шума.	2	1
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Ведение в теорию акустики.	2	1
2	Упругие волны.	2	1
3	Акустическое поле в неограниченной среде.	4	-
4	Общие уравнения акустики.	4	1
5	Геометрическая акустика.	4	1
6	Аэродинамический звук.	4	-
7	Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.	2	1
8	Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям.	4	-
9	Снижение шума.	2	1
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>6</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено выполнение лабораторных работ.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Ведение в теорию акустики. История развития акустических явлений.	Подготовка к практическим занятиям.	10	14
2	Волновые уравнения.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и	10	14
3	Геометрическая акустика.		10	14
4	Аэродинамический звук.		10	14
5	Движущиеся источники звука.		10	14

6	Поле излучения.	умений. Подготовка к экзамену.	10	14
7	Физические основы шума струи.		10	14
8	Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену.	10	14
9	Излучение и рассеяние звука.		10	14
10	Нелинейные акустические волны.		10	14
11	Акустические волноводы.		12	14
12	Снижение шума.		12	14
<b>Итого:</b>			<b>124</b>	<b>168</b>

#### 4.7. Курсовые работы/проекты

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

#### 5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведётся с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим

особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.;

– информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, книги, периодические издания, методические указания, к практическим занятиям размещенные во внутренней сети) при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

– работа в команде: совместная работа студентов в группе при решении некоторых задач на практических занятиях, при написании рефератов по выбранным студентами темам.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится, в дискретные временные интервалы, лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- комбинированный контроль (устный или письменный) усвоения теоретического материала;

- задачи к практическим занятиям;

- рефераты;

- экзаменационные вопросы;

- самоконтроль.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задачи, контрольные вопросы, темы рефератов и темы для самоконтроля, позволяющие оценить



результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задачи). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25% на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### а) основная литература:

1. Иванов Н.И., Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов - М.: Логос, 2017. - 432 с. (Новая

университетская библиотека) - ISBN 978-5-98704-659-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987046593.html>. - Режим доступа: по подписке.

2. Ларичкин В.В., Техническая акустика и защита от шума : учеб.-метод, пособие / В.В. Ларичкин, К.П. Гусев - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 60 с. - ISBN 978-5-7782-1556-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778215566.html>. - Режим доступа : по подписке.

4. Кузнецов В.М., Основы теории шума турбулентных струй / Кузнецов В.М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 240 с. - ISBN 978-5-9221-0970-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109703>. - Режим доступа: по подписке.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Рытов С.М., Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. / Горелик Г. С., под ред. С.М. Рытова. - 3-е изд.: под ред. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 656 с. - ISBN 978-5-9221-0776-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107761.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Исакович М. А. Общая акустика: учеб. пособие / М. А. Исакович. - М.: Наука, 1973. - 495 с.

3. Бархатов А.Н., Акустика в задачах / Бархатов А.Н., Горская Н. В., Горюнов А.А., Гурбатов С.Н., Можаяев В.Г., Руденко О.В.; Под. ред. С.Н. Гурбатовой и О.В. Рудненко - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-1020-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110204.html>. - Режим доступа : по подписке.

4. Руденко О.В., Нелинейная акустика в задачах и примерах. / Руденко О. В., Гурбатов С. Н., Хедберг К. М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 176 с. - ISBN 5-9221-0761-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922107615.html>. - Режим доступа : по подписке.

5. Гиневский А.С., Акустическое управление турбулентными струями / Гиневский А.С, Власов Е.В., Каравосов Р.К. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 240 с. - ISBN 5-9221-0161-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101617.html>. - Режим доступа : по подписке.

6. Сумбатьян М.А., Основы теории дифракции с приложениями в механике и акустике / Сумбатьян М.А., Скалия А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 328 с. - ISBN 978-5-9221-1534-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115346.html>. - Режим доступа : по подписке.

#### **в) методические указания:**

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Аэроакустика больших скоростей» для магистров по направлению подготовки «Механика и математическое моделирование». 2015 года. – 10 с. Составитель: к.т.н., доцент кафедры «Гидрогазодинамика» ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. ДАЛЯ» Мальцева М.О.

**в) Интернет-ресурсы:**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

11. Научная библиотека имени А.Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Аэроакустика больших скоростей» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащено компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>

Паспорт  
фонда оценочных средств по учебной дисциплине  
«Аэроакустика больших скоростей»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	способен проводить научные исследования и получать новые научные и/или прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	Тема 1 Ведение в теорию акустики. Тема 2. Упругие волны. Тема 3. Акустическое поле в неограниченной среде. Тема 4. Общие уравнения акустики. Тема 5. Геометрическая акустика. Тема 6. Аэродинамический звук. Тема 7. Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй. Тема 8. Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям. Тема 9. Снижение шума.	2
2	ПК-2	способен представлять и адаптировать результаты научных исследований с учетом уровня аудитории	Тема 1 Ведение в теорию акустики. Тема 2. Упругие волны. Тема 3. Акустическое поле в неограниченной среде. Тема 4. Общие уравнения акустики. Тема 5. Геометрическая акустика. Тема 6. Аэродинамический звук. Тема 7. Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй. Тема 8. Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям. Тема 9. Снижение шума.	2

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1	<p><i>знать:</i> фундаментальные понятия, законы, теории классической акустики и аэроакустики; современные проблемы акустики и аэроакустики; разновидности современных способов экспериментального исследования шума.</p> <p><i>уметь:</i> пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; видеть в технических задачах физическое содержание; осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики; выводить основные уравнения акустики и аэроакустики и понимать их физический смысл; эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.</p> <p><i>владеть:</i> навыками освоения большого объема информации; навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете; навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными; практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач; навыками теоретического анализа реальных задач акустики и аэроакустики.</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, рефераты, вопросы к экзамену

2	ПК-2	<p><i>знать:</i> фундаментальные понятия, законы, теории классической акустики и аэроакустики; современные проблемы акустики и аэроакустики; разновидности современных способов экспериментального исследования шума.</p> <p><i>уметь:</i> пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; видеть в технических задачах физическое содержание; осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики; выводить основные уравнения акустики и аэроакустики и понимать их физический смысл; эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.</p> <p><i>владеть:</i> навыками освоения большого объема информации; навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете; навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными; практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач; навыками теоретического анализа реальных задач акустики и аэроакустики.</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, рефераты, вопросы к экзамену
---	------	---	---	---

**Фонды оценочных средств по дисциплине  
«Аэроакустика больших скоростей»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения  
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Введение в теорию акустики.
2. История развития акустики и ее место среди других наук.
3. Основные направления современной акустики.
4. Упругие волны.
5. Распространение упругих волн.
6. Волновое поле.
7. Частица среды.
8. Задачи акустики.
9. Скорость звуковых волн.
10. Одномерная волна.
11. Поперечные волны.
12. Продольные и плоские волны в жидкости.
13. Волны малой амплитуды.
14. Линеаризация.
15. Акустическое поле в неограниченной среде.
16. Акустическое поле. Основные величины.
17. Уравнения гидродинамики.
18. Волновое уравнение. Волновое уравнение для сферических и цилиндрических волн.
19. Плоская волна.
20. Энергия и импульс акустического поля.
21. Общие уравнения акустики.
22. Полная система уравнений гидродинамики.
23. Граничные условия.
24. Полная система акустических уравнений и её упрощение (линеаризация).
25. Особенности картины сплошной среды в акустике.
26. Лапласова и ньютонова скорость звука.
27. Температурные колебания в звуковой волне.
28. Акустика микронеоднородных сред.
29. Геометрическая акустика.
30. Отражение и преломление плоских волн на границах раздела.
31. Акустические волноводы.
32. Нормальные волны.
33. Геометрическая акустика.
34. Акустика движущейся среды.
35. Аэродинамический звук.
36. Понятие аэродинамический звук.
37. Акустическая аналогия Лайтхилла.
38. Решение уравнения Лайтхилла при отсутствии твердых границ.
39. Применение теории Лайтхилла к турбулентным потокам.
40. Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.
41. Дозвуковые турбулентные струи.
42. Аэродинамические характеристики турбулентных струй.
43. Когерентные структуры и аэродинамическая неустойчивость.
44. Начальные условия истечения турбулентных струй.



45. Методы управления турбулентными струями.
46. Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям.
47. Влияние уровня акустического возбуждения.
48. Влияние начальной турбулентности потока на эффективность акустического возбуждения струи.
49. Акустическое возбуждение высокоскоростных струй.
50. Сверхзвуковые неизобарические турбулентные струи.
51. Управление акустическими и аэродинамическими характеристиками.
52. Аэродинамические характеристиками сверх звуковых турбулентных струй.
53. Механизм шумообразования.
54. Широкополосный шум.
55. Акустическое возбуждение сверх звуковых неизобарических струй.
55. Снижение шума.
56. Акустический глушитель шума реактивной струи.
57. Струйная система для снижения шума сверх звуковой струи.
58. Снижение избыточного шума, обусловленного аэроакустическим взаимодействием.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*комбинированный контроль усвоения теоретического материала*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Темы практических занятий:**

- Тема 1 Введение в теорию акустики.
- Тема 2. Упругие волны.
- Тема 3. Акустическое поле в неограниченной среде.
- Тема 4. Общие уравнения акустики.
- Тема 5. Геометрическая акустика.
- Тема 6. Аэродинамический звук.
- Тема 7. Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.
- Тема 8. Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям.
- Тема 9. Снижение шума.

## Примеры задач (заданий) к практическим занятиям.

*Задача 1.* Исходя из уравнений гидродинамики, вывести уравнения для звуковых волн малой амплитуды для идеальной среды.

*Задача 2.* Найти условие, при котором распространение звуковой волны можно рассматривать как адиабатический процесс.

*Задача 3.* Плоская гармоническая волна с частотой  $\omega$  распространяется со скоростью  $v$  в направлении, составляющем углы  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  с осями  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Найти разность фаз колебаний в точках среды с координатами  $x_1, y_1, z_1$  и  $x_2, y_2, z_2$ .

*Задача 4.* В однородной упругой среде распространяется плоская волна вида  $\xi = a \cos(\omega t - kx)$ . Изобразить для момента  $t = 0$ :

а) графики зависимостей от  $x$  величин  $\xi$ ,  $\partial \xi / \partial t$  и  $\partial \xi / \partial x$ ;

б) направление скорости частиц среды в точках, где  $\xi = 0$ , для случаев продольной и поперечной волн;

в) примерный график распределения плотности среды  $\rho(x)$  для продольной волны.

*Задача 5.* Найти радиус-вектор, характеризующий положение точечного источника сферических волн, если известно, что этот источник находится на прямой между точками с радиус-векторами  $r_1$  и  $r_2$ , в которых амплитуды колебаний частиц среды равны  $a_1$  и  $a_2$ . Затухание волны пренебрежимо мало, среда однородная.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

## Темы рефератов:

1. История развития акустики.
2. Энергия и поток энергии в акустике.
3. Представление об акустической аналогии.
4. Акустическая аналогия Лайтхилла.
5. Обобщение уравнения Блохинцева на случай неизоэнтропийных непотенциальных сред: уравнение Блохинцева - Хоу.
6. Акустические аналогии Пауэлла-Хоу.
7. Акустические аналогии Обермейера - Меринга.
8. Акустика движущихся сред.
9. Разделы акустики и их характеристика.
10. Дифракция звука на полуплоскости.
11. Известные ученые, внесшие вклад в аэроакустику.
12. Ученые, которые повлияли на развитие акустики движущихся сред.
13. Применение акустики движущихся сред.
14. Эффект Доплера.
15. Скорость звука в газах и жидкостях.
16. Особенности распространения звуковых волн в зависимости от температуры воздуха.
17. Интерференция звуковых волн.
18. Дифракция звука.
19. Аэродинамический звук.
20. Физические основы шума струи.
21. Применение теории Лайтхилла к турбулентным потокам.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – реферат

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

## **Тема и цель к лабораторным работам:**

Лабораторные работы планом не предусмотрены.

## **Курсовые проекты.**

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

## **Вопросы (темы) к экзамену:**

1. Введение в теорию акустики.
2. История развития акустики и ее место среди других наук.
3. Основные направления современной акустики.
4. Упругие волны.
5. Распространение упругих волн.
6. Волновое поле.
7. Частица среды.
8. Задачи акустики.
9. Скорость звуковых волн.
10. Одномерная волна.
11. Поперечные волны.
12. Продольные и плоские волны в жидкости.
13. Волны малой амплитуды.
14. Линеаризация.
15. Акустическое поле в неограниченной среде.
16. Акустическое поле. Основные величины.
17. Уравнения гидродинамики.
18. Волновое уравнение. Волновое уравнение для сферических и цилиндрических волн.
19. Плоская волна.
20. Энергия и импульс акустического поля.
21. Общие уравнения акустики.
22. Полная система уравнений гидродинамики.
23. Граничные условия.
24. Полная система акустических уравнений и её упрощение (линеаризация).
25. Особенности картины сплошной среды в акустике.
26. Лапласова и ньютонова скорость звука.
27. Температурные колебания в звуковой волне.
28. Акустика микронеоднородных сред.
29. Геометрическая акустика.
30. Отражение и преломление плоских волн на границах раздела.
31. Акустические волноводы.
32. Нормальные волны.
33. Геометрическая акустика.
34. Акустика движущейся среды.

35. Аэродинамический звук.
36. Понятие аэродинамический звук.
37. Акустическая аналогия Лайтхилла.
38. Решение уравнения Лайтхилла при отсутствии твердых границ.
39. Применение теории Лайтхилла к турбулентным потокам.
40. Акустические характеристики дозвуковых турбулентных струй.
41. Дозвуковые турбулентные струи.
42. Аэродинамические характеристики турбулентных струй.
43. Когерентные структуры и аэродинамическая неустойчивость.
44. Начальные условия истечения турбулентных струй.
45. Методы управления турбулентными струями.
46. Восприимчивость турбулентных струй к слабым гармоническим акустическим возмущениям.
47. Влияние уровня акустического возбуждения.
48. Влияние начальной турбулентности потока на эффективность акустического возбуждения струи.
49. Акустическое возбуждение высокоскоростных струй.
50. Сверхзвуковые неизобарические турбулентные струи.
51. Управление акустическими и аэродинамическими характеристиками.
52. Аэродинамические характеристиками сверх звуковых турбулентных струй.
53. Механизм шумообразования.
54. Широкополосный шум.
55. Акустическое возбуждение сверх звуковых неизобарических струй.
55. Снижение шума.
56. Акустический глушитель шума реактивной струи.
57. Струйная система для снижения шума сверх звуковой струи.
58. Снижение избыточного шума, обусловленного аэроакустическим взаимодействием.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно	Студент знает только основной программный материал,

(3)	допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

## Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

### 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)